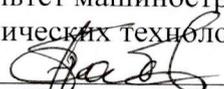


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет машиностроительных
и химических технологий
 Саблин П.А.
«14» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика жидкости и газа»

Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	6

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат физико-математических наук



Потянихин Д.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

Заведующий выпускающей кафедрой

Кафедра «Машиностроение»



Сарылов М.Ю.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Соппротивление материалов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 20.10.2015 №1170, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Оборудование нефтегазопереработки» по направлению подготовки «15.03.02 Технологические машины и оборудование».

Воспитательная работа реализуется в рамках практических занятий.

Задачи дисциплины	Изучение основных законов гидростатики и гидродинамики; овладение методами гидравлических расчетов, а также использование их при организации технологических процессов; формирование представлений о физико-термодинамических аспектах технологических процессов; формирование навыков расчета трубопроводных сетей; формирование навыков практического применения результатов гидравлических расчетов; выработка навыков практического использования справочной и нормативной литературы для решения конкретных инженерных задач.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Введение. 2. Физические свойства жидкости. 3. Статика жидкостей и газов. 4. Основные законы гидроаэродинамики. 5. Энергия потоков. 6. Гидравлические сопротивления. 7. Гидравлический расчет трубопроводов. 8. Истечение жидкостей и газов.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Соппротивление материалов» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий	ОПК-1.1. Знает основные математические, физические и химические законы и понятия, необходимые для применения в конкретной предметной области; важнейшие химические процессы; принципы использования природных ресурсов, энергии и материалов; основы общеинженерных дисциплин ОПК-1.2. Умеет использовать математические, физи-	Знать: основные физические свойства жидкостей и газов и факторы, на эти свойства влияющие; законы равновесия жидких и газообразных сред; основные законы движения сплошной среды; режимы движения жидкостей и газов и структурные особенности потоков этих сред; энергетику потоков жидкостей и газов, закономерности, описывающие потери энергии при их движении; законы истечения

	<p>ческие, химические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов для нефтегазового оборудования; применять математические методы для решения задач в области нефтегазового оборудования с применением стандартных программных средств ОПК-1.3. Владеет навыками самостоятельной работы с образовательными и информационными ресурсами</p>	<p>жидких и газообразных сред; свойства вязко-пластичных жидкостей и их движение по трубам; особенности работы трубопроводов и каналов для транспортировки жидкостей и газов.</p> <p>Уметь: производить расчеты равновесия жидкостей и газов, движения этих сред в трубопроводах и каналах, их истечения через отверстия и сопла.</p> <p>Владеть: методами расчета равновесия жидкостей и газов, движения этих сред в трубопроводах и каналах.</p>
--	--	--

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика жидкости и газа» изучается на 2 курсе, 4 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Химия», «Математика», «Органическая химия», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретическая механика».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Теплотехника», «Общая химическая технология».

Дисциплина «Механика жидкости и газа» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 з.е., 216 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	117
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Введение. Предмет механики жидкостей и газов. Их роль в процессах производства нефти и газа. Содержание учебного курса.	2	-	-	2

<p>Физические свойства жидкости.</p> <p>Строение жидкостей и газов с позиций современной физики. Сжимаемые и несжимаемые (капельные) жидкости. Законы объемного сжатия и теплового расширения жидкостей и газов. Плотность, удельный вес, удельный объем. Идеальные и реальные жидкости. Закон внутреннего трения Ньютона. Вязкость жидкостей и газов. Газовые законы. Уравнение газового состояния. Параметры газовой смеси.</p>	6	8	-	14
<p>Статика жидкостей и газов.</p> <p>Гидростатическое давление в точке и его свойства. Основные уравнения статики жидкостей и газов. Сообщающиеся сосуды и равновесия в них жидкостей и газов. Статика дымовой трубы. Измерение давления сообщающимися сосудами. Избыточное давление, разрежение, вакуум. Единицы измерения давления. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на плоскую и криволинейную стенки. Закон Архимеда и плавание тел. Относительное равновесие жидкостей. Удельная энергия жидкостей. Напоры покоящейся жидкости.</p>	6	6	-	12
<p>Основные законы гидроаэродинамики.</p> <p>Основные понятия гидродинамики. Уравнения: неразрывности, движения идеальной жидкости Эйлера, Бернулли, движения вязкой жидкости Навье-Стокса, изменения количества движения. Использование уравнений в инженерных задачах. Элементы газовой динамики. Течение газа в сужающемся канале. Течение газа в расширяющемся канале. Сопло Лавая. Прямой скачок уплотнения. Косой скачок уплотнения. Связь между скоростями течения газа и скоростью звука, число Маха. Потенциальное и вихревое течение жидкости.</p>	4	4	-	8

<p>Энергия потоков.</p> <p>Напоры движущейся жидкости. Общее уравнение энергии для потока сплошной жидкости. Уравнение энергии для потока несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для потока несжимаемой жидкости. Уравнение энергии для напорного и безнапорного течения жидкости. Диаграммы напоров. Полный напор насосной установки. Уравнение энергии для потока газа в общем виде, в механической (уравнение Бернулли для газа) и термической (уравнение энтальпий) формах. Располагаемая работа газового потока. Изотермическое и адиабатическое течение потоков газа.</p>	4	4	-	8
<p>Гидравлические сопротивления.</p> <p>Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора на трение; формула Дарси-Вейсбаха. Режимы движения жидкости. Структура ламинарного и турбулентного потоков. Закон распределения касательных напряжений по поперечному сечению потока. Параметры потока и потери напора на трение при ламинарном течении в трубах. Потери напора на трение при турбулентном режиме течения. Потери на трение при движении газов. Расчет газопроводов и газоходов. Расчет безнапорных каналов. Местные гидравлические сопротивления и их расчет.</p>	4	4	-	8
<p>Гидравлический расчет трубопроводов.</p> <p>Классификация трубопроводов. Обобщенные параметры трубопроводов. Соединение трубопроводов. Расчет простых трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной и неквадратичной области сопротивления. Основы расчета сложных трубопроводов. Расчет коротких трубопроводов. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давления. Расчет газоходов печей. Напорная характеристика трубопровода.</p>	4	4	-	8

Истечение жидкостей и газов. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты истечения. Истечение под уровень. Истечение жидкости через насадки. Особые случаи истечения жидкости. Истечение газов при малых и больших перепадах давления. Критические параметры истечения газов. Истечение газов через сопла.	2	2	-	4
Выполнение расчетно-графической работы	-	-	-	52
ИКР				1
ИТОГО за 4 семестр	32	32	-	117
ИТОГО по дисциплине	32	32	-	117

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Подготовка опорного конспекта	32
Подготовка к решению задач на практических работах	32
Выполнение заданий расчетно-графической работы	52
ИКР	1
ИТОГО	117

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1 Гидравлика: Учебник: в 2 т. Т.1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов, И. И. Сазанов, А. Г. Схиртладзе, Г. О. Трифонова. – Москва: Академия, 2012. – 190 с.

2 Лапшев, Н. Н. Гидравлика : учебник / Н. Н. Лапшев. – 3-е изд., стер. – Москва: ИЦ «Академия», 2010. – 272 с. – ISBN 978-5- 7695-6714-8.

3 Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: Учебник для вузов / Л. Г. Лойцянский. – 7-е изд., испр. – Москва: Дрофа, 2003; Наука: 1987. – 840с.: ил.

4 Черняк, В. Г. Механика сплошных сред: Учебное пособие для вузов / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин. – Москва: Физматлит, 2006. – 352с.

8.2 Дополнительная литература

1 Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. А. Андрижиевский. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 207 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/35498.html>.

2 Остриков, Н. А. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Электронный ресурс]: практикум. Учебное пособие/ А. Н. Остриков [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. – 232 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/76435.html>.

3. Крестин, Е. А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Е. А. Крестин – Электрон. текстовые данные. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 189 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/29784>.

4. Зуйков, А. Л. Гидравлика. Том 1. Основы механики жидкости [Электронный ресурс]: учебник/ Зуйков А. Л. – Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 520 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/30341.html>.

5. Бабаев, М. А. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ М. А. Бабаев – Саратов: Научная книга, 2019. – 191 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/81004.html>.

6 Метревели, В. Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями. – Москва: НИЦ ИНФРА, 2008. – 192 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1 Механика сплошных сред: Учебное пособие для вузов / Сост. Б. Н. Марьин, С. И. Феоктистов, О. А. Грачева. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2011. – 194с.

2. Потянихин, Д. А. Математическое моделирование: Учебное пособие в 2 частях / Д. А. Потянихин. – Ч.2. Введение в механику сплошных сред. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во АмГПУ, 2015. – 148 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г. (с 17 апреля 2021 г. по 16 апреля 2022 г.).

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г. (с 27 марта 2021 г. по 27 марта 2022 г.).

3 Образовательная платформа "Юрайт". Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г. (с 07 февраля 2021 г. по 07 февраля 2022 г.).

4 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г. (с 04 февраля 2021 г. по 04 февраля 2030 г.).

5 Справочная правовая система Консультант Плюс. Договор № 45 от 17 мая 2017 (бессрочный).

6 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

7 Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8 Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Национальная платформа открытого образования. <https://openedu.ru/>

2 Международный научно-образовательный сайт EqWorld (Мир математических уравнений) <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
T-flex CAD 17 учебная версия	Бесплатная версия, условия использования по ссылке http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически-

ми) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень учебного и лабораторного оборудования

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 227 /3	Лекционная аудитория ФАМТ	Мультимедийное оборудование
Ауд. 225 /3	Компьютерный класс кафедры АС	Мультимедийное оборудование, ПЭВМ

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Введение.
2. Физические свойства жидкости.
3. Статика жидкостей и газов.
4. Основные законы гидроаэродинамики.
5. Энергия потоков.
6. Гидравлические сопротивления.
7. Гидравлический расчет трубопроводов.
8. Истечение жидкостей и газов.

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 225/3).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**по дисциплине****«Механика жидкости и газа»**

Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	6

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Авиастроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
<p>ОПК-1 Способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий</p>	<p>ОПК-1.1. Знает основные математические, физические и химические законы и понятия, необходимые для применения в конкретной предметной области; важнейшие химические процессы; принципы использования природных ресурсов, энергии и материалов; основы общеинженерных дисциплин ОПК-1.2. Умеет использовать математические, физические, химические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов для нефтегазового оборудования; применять математические методы для решения задач в области нефтегазового оборудования с применением стандартных программных средств ОПК-1.3. Владеет навыками самостоятельной работы с образовательными и информационными ресурсами</p>	<p>Знать: основные физические свойства жидкостей и газов и факторы, на эти свойства влияющие; законы равновесия жидких и газообразных сред; основные законы движения сплошной среды; режимы движения жидкостей и газов и структурные особенности потоков этих сред; энергетику потоков жидкостей и газов, закономерности, описывающие потери энергии при их движении; законы истечения жидких и газообразных сред; свойства вязко-пластичных жидкостей и их движение по трубам; особенности работы трубопроводов и каналов для транспортировки жидкостей и газов. Уметь: производить расчеты равновесия жидкостей и газов, движения этих сред в трубопроводах и каналах, их истечения через отверстия и сопла. Владеть: методами расчета равновесия жидкостей и газов, движения этих сред в трубопроводах и каналах.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1. Введение.	ОПК-1	Тест №1	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
2. Физические свойства жидкости.		РГР	
3. Статика жидкостей и газов.	ОПК-1	Тест №2	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
4. Основные законы гидроаэродинамики.		РГР	
5. Энергия потоков.	ОПК-1	Тест №3	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
6. Гидравлические сопротивления.		РГР	
7. Гидравлический расчет трубопроводов.	ОПК-1	Тест №4	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
8. Истечение жидкостей и газов.		РГР	

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
4 семестр			
Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
Расчетно-графическая работа	В течение семестра	30 баллов	<p>30 баллов – Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, расчетно-графическая работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите работы студент продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений.</p> <p>От 5 до 25 баллов – Студент не полностью выполнил задание (не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допустил неточности, недостатки в оформлении, допустил ошибки в расчетах, не смог интерпретировать результаты расчетов и т. д.). При защите РГР студент не в полной мере продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений.</p> <p>0 баллов - Студент не выполнил задание, или студент выполнил задание с грубыми ошибками, или студент выполнил задание, но при защите РГР не смог объяснить ход решения задачи и не понимает смысла написанного.</p>
Тесты	В течение семестра	4×5 баллов	<p>5 баллов – студент правильно выполнил задание теста, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>4 балла – студент выполнил задание теста с незначительными недочетами, показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>3 балла – студент выполнил задание теста не полностью либо с существенными</p>

			недочетами, показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент не выполнил задание теста либо выполнил неверно.
Текущий контроль:		50 баллов	
Экзамен:		20 баллов	
ИТОГО:		70 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

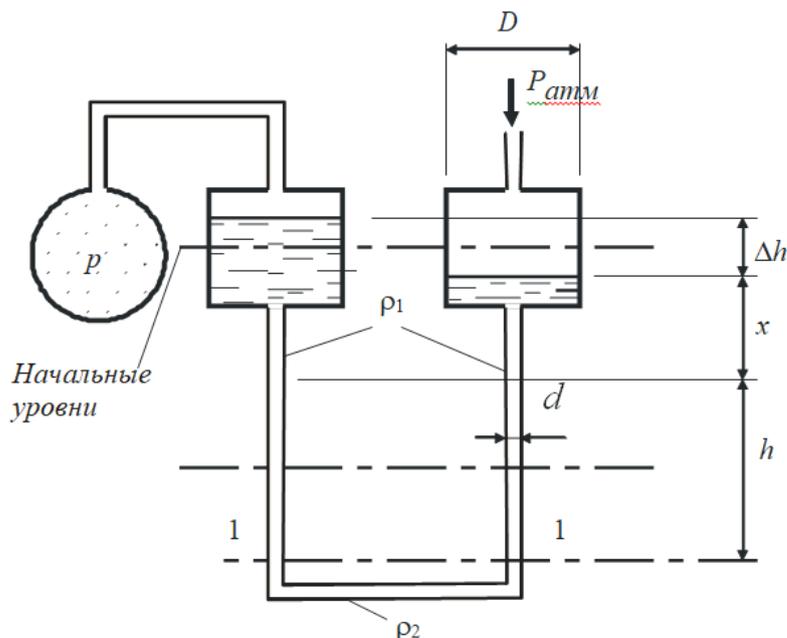
3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Тесты

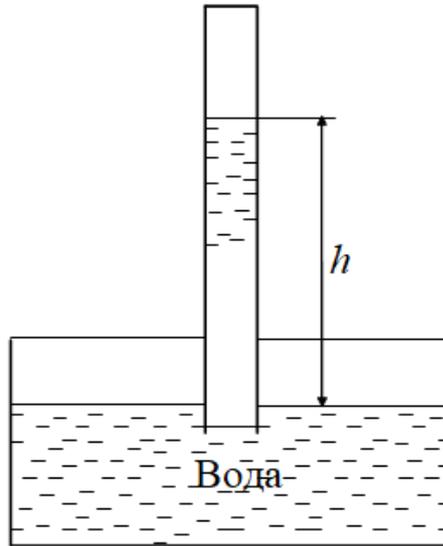
Тест №1

1. Определить давление газа в баллоне по показанию h двухжидкостного чашечного микроманометра, заполненного жидкостями имеющим плотность ρ_1 и ρ_2 , если задано d и D .



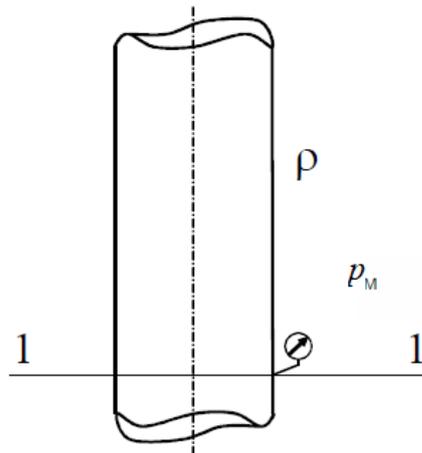
2. Определить давление p на высоте H над уровнем моря, если давление на уровне моря p_0 , а температура t . Задачу решить для случая, когда $p = \text{const}$ и при изотермическом процессе. Какова разность изменения давления?

3. На какой высоте h установится вода в трубке, первоначально заполненной водой, а потом опрокинутой и погруженной открытым концом под уровень воды, если атмосферное давление $p_{атм}$ и температура воды $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как изменится высота h , если температура повысится до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$? Давление насыщенных паров при $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_{н.п.} = 618\text{ Па}$, при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_{н.п.} = 2310\text{ Па}$, при $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_{н.п.} = 47400\text{ Па}$.

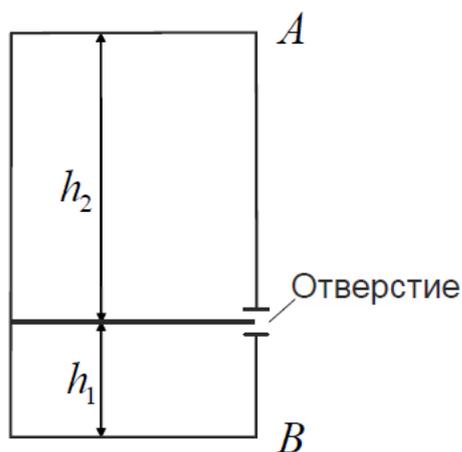


Тест №2

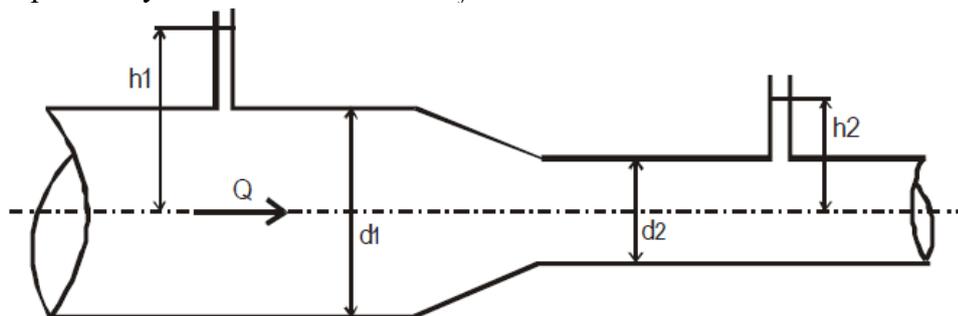
1. Газовый стояк заполнен газом, расположен внутри 12-этажного здания для распределения газа по этажам. Стояк является частью газопровода природного газа с плотностью ρ . В стояке на уровне первого этажа манометрическое давление p_M . Определить возможность подъёма газа по данному стояку.



2. Определить разность давления внутреннего и наружного воздуха на высоте точек A и B для замкнутой камеры, имеющей небольшое отверстие в стене. Температура воздуха внутри камеры t , а снаружи t_0 ; высоты h_1 и h_2 . Давление наружного воздуха для уровня отверстия p_0 . Воздух внутри и снаружи находится в равновесии. Плотность наружного воздуха $\rho = 1,175\text{ кг/м}^3$.



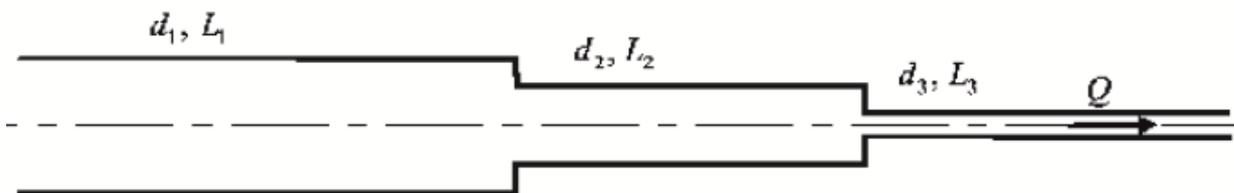
3. По трубопроводу, имеющему сужение, протекает идеальная жидкость расходом Q . Показания пьезометров h_1 и h_2 , диаметр суженной части d_2 . Определить диаметр d_1 трубопровода, построить пьезометрическую и напорную линии для участка трубопровода между пьезометрами. Как изменяется диаметр трубы, если жидкость будет реальной, а потери напора между сечениями составят h_f ?



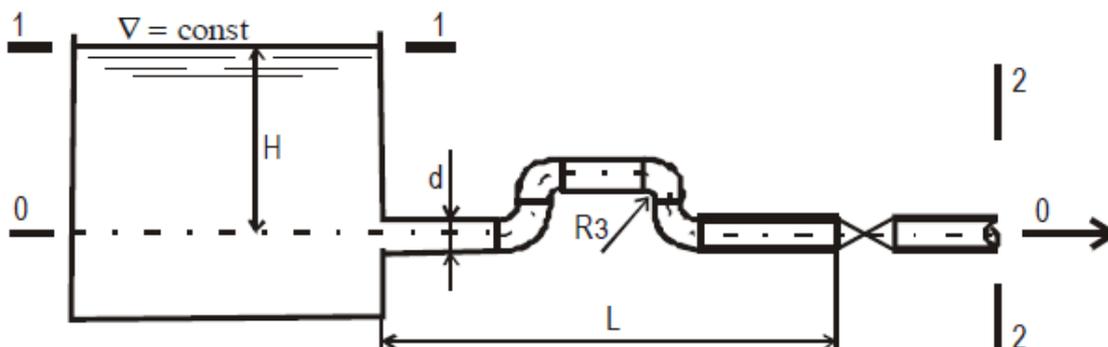
Тест №3

1. По горизонтальной трубке переменного сечения (d_1, d_2, d_3) протекает идеальная жидкость плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ с расходом Q . Давление в сечении 1-1 равно p . Определить пьезометрические высоты в сечениях 1-1, 2-2, 3-3 и построить напорную и пьезометрическую линии для участка трубопровода между указанными сечениями. Как изменятся высоты в сечениях, если жидкость реальная, а потери между сечениями составят соответственно h_{f1} и h_{f2} .

2. Определить расход газа Q в системе газопровода, состоящей из последовательно соединенных стальных трубопроводов диаметрами d_1, d_2, d_3 . Длина трубопроводов: L_1, L_2, L_3 . Абсолютное давление в начальном сечении p_1 ; общий перепад давления Δp ; температура θ °С; плотность газа принять приведенной к нормальным условиям; кинематическую вязкость принять по справочникам.

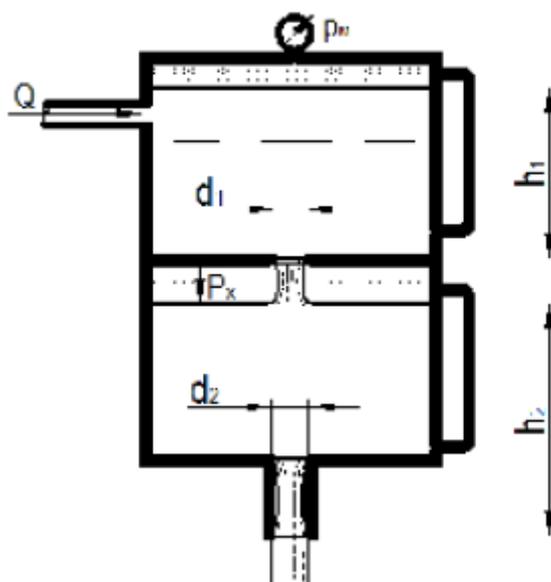


3. Определить напор H , который необходимо поддерживать в резервуаре, чтобы расход воды, пропускаемый по трубопроводу диаметром d , равнялся Q . Угол закрытия крана α , длина трубы L . На трубопроводе имеется четыре поворота под углом 90° , $r/R_3=0,5$.

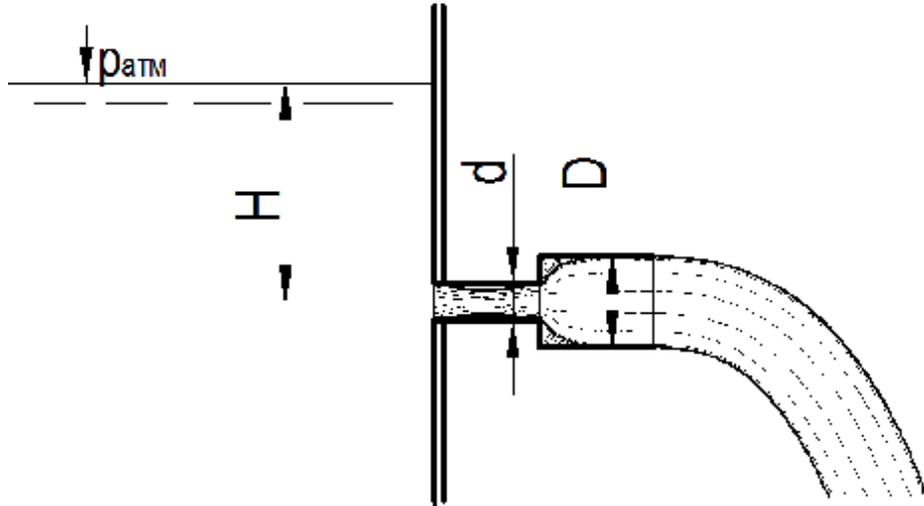


Тест №4

1. Вода из верхней секции замкнутого бака перетекает в нижнюю секцию через отверстие d_1 , а затем через цилиндрическую насадку d_2 вытекает в атмосферу. Определить расход через насадку, если при установившемся режиме известно показание манометра M , а уровни в водомерных стеклах для каждой секции соответственно равны h_1 и h_2 . Найти при этом избыточное давление p_x над уровнем воды в нижней секции бака.



2. Для насадки, составленного из двух цилиндрических патрубков диаметрами d и D , определить коэффициент сопротивления и расход. Найти величину предельного напора $H_{пр}$ в случае истечения воды в атмосферу, принимая, что при $H=H_{пр}$ вакуумметрическая высота в наименьшем сечении потока достигает $h_{вак}$. Построить напорную линию.

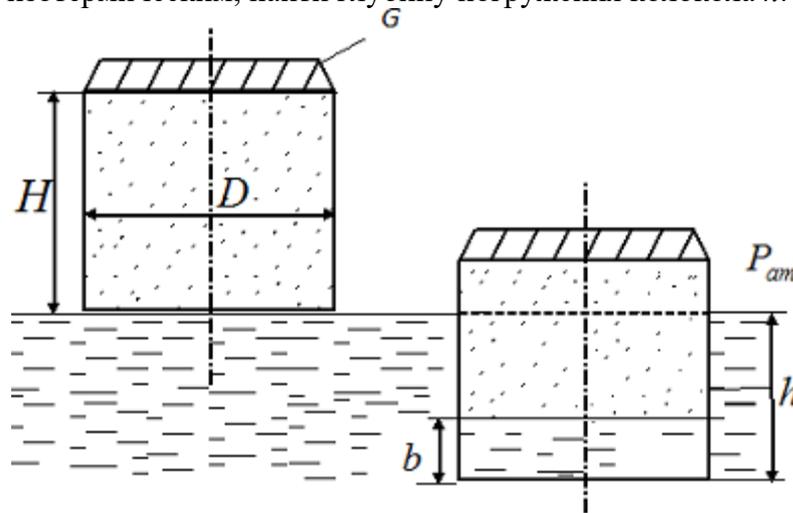


Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа подлежит защите. На защите студент должен продемонстрировать умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений. Оформление производится в соответствии с РД ФГБОУ ВО «КНАГУ» 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».

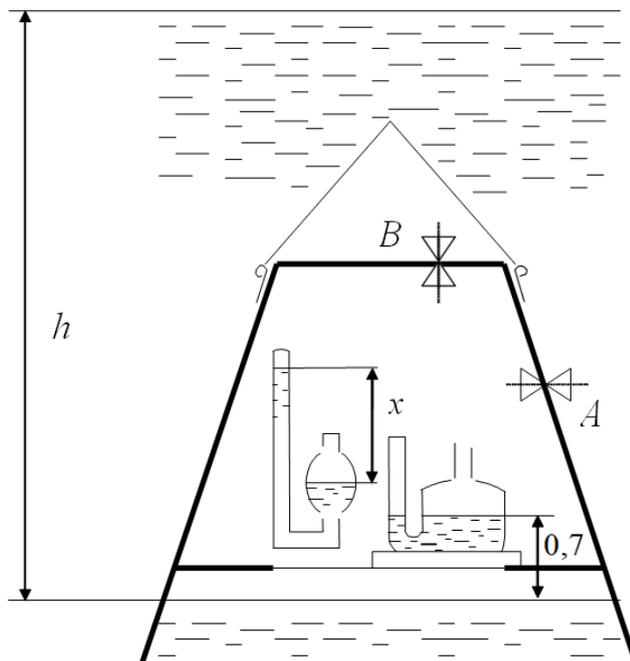
Из предложенных типовых задач каждый студент решает 10 задач. Номера задач и числовые значения величин и параметров выдаются в соответствии с вариантом не позднее 4 недели обучения в 4 семестре.

1. Заполненный атмосферным воздухом тонкостенный колокол, диаметром D и высотой H опускается в воду под действием собственного веса. Считая закон сжатия воздуха под колоколом изотермическим, найти глубину погружения колокола h .

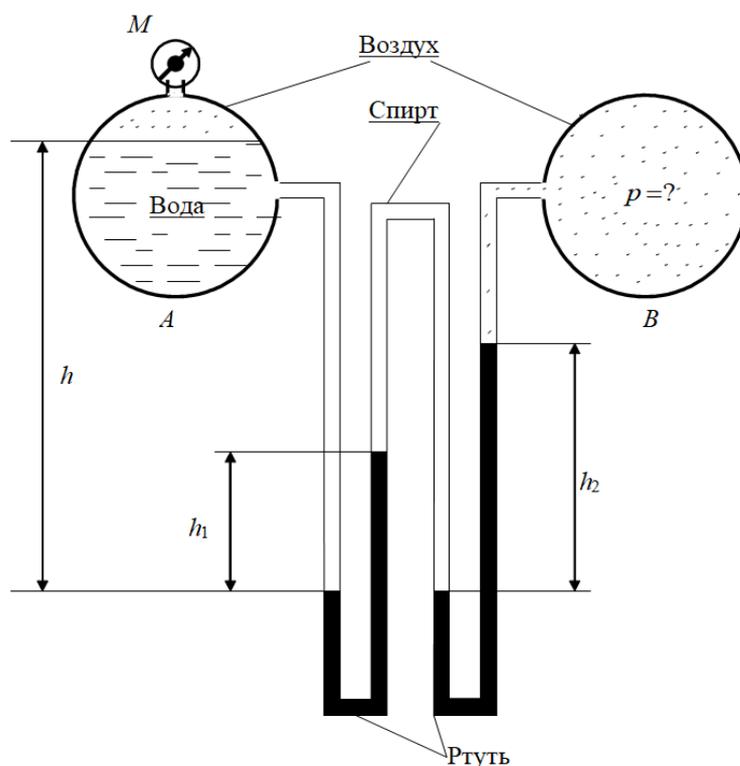


2. Каково показание x ртутного барометра, помещённого в водолазном колоколе, если поверхность воды в колоколе на h ниже уровня моря, а показания барометра на по-

верхности моря $P_{атм}$? Как установится ртуть в трубке манометра с «постоянным» нулём, если манометр присоединить к крану A колокола? Как она установится, если манометр присоединить к крану B ? Считать, что при измерениях соединительная трубка ведущая к чашке прибора, заполнена водой.

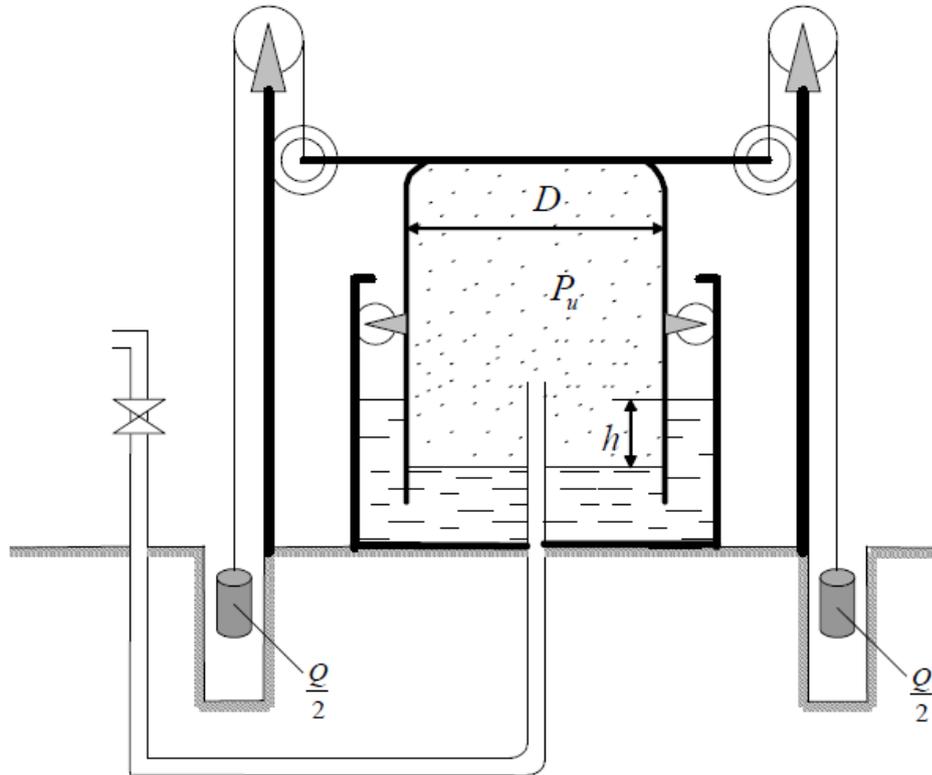


3. Найти давление p в резервуаре B , если избыточное давление на поверхности воды в резервуаре A равно $p_{атм}$, разности уровней ртути в двухколенном дифференциальном манометре h_1 и h_2 , а линия ртути в левой трубке манометра ниже уровня воды на h . Пространство между уровнями ртути в манометре заполнено спиртом.

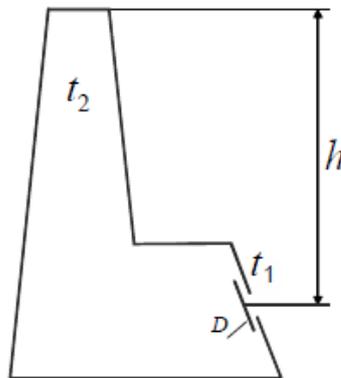


4. Тонкостенный газгольдер, имеющий диаметр D и вес G , наполнен светильным газом. Пренебрегая трением, определить вес грузов Q , необходимый для поддержания в

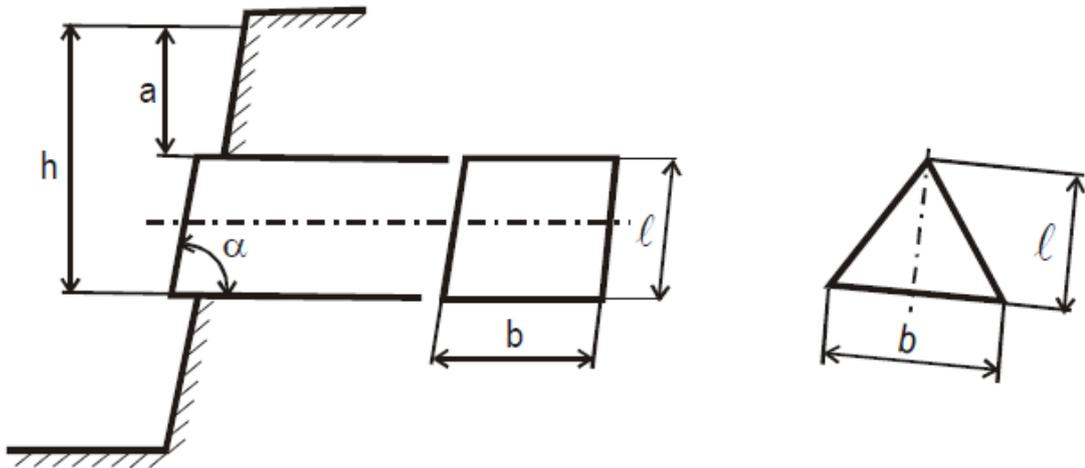
газгольдере давления P_u , и образующуюся при этом разность h уровней воды в резервуаре и газгольдере. Какова предельная величина давления для данного газгольдера?



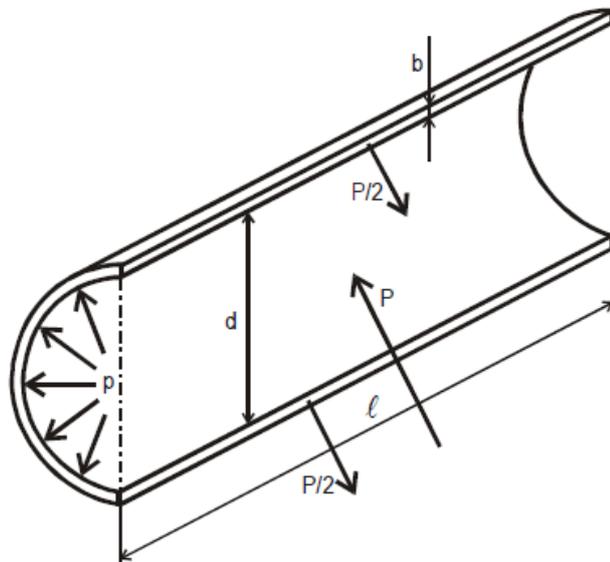
5. Определить тягу Δp (разность давлений) в точке котла и передтопочной дверкой D , если высота котла и дымовой трубы h . Дымовые газы имеют температуру t_1 , °С. Температура наружного воздуха t_2 , °С.



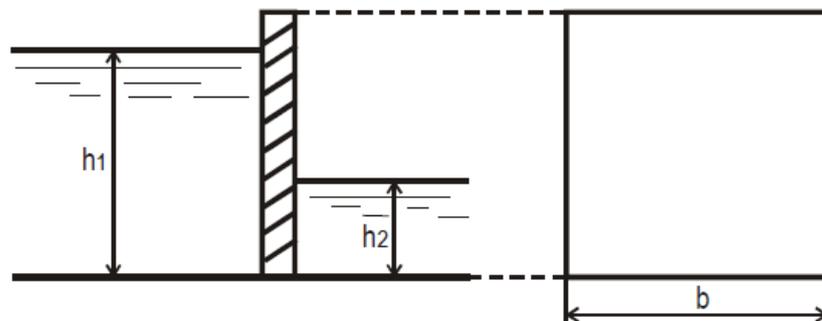
6. Определить силу давления и её точку приложения на затвор, перекрывающей отверстие донного водовыпуска, в двух случаях: затвор прямоугольный; затвор треугольный, вершиной вверх. Ширина затвора b , глубина погружения его верхней кромки l и нижней h . Угол наклона затвора α . За затвором воды нет.



7. Стальной трубопровод диаметром d должен выдержать гидростатическое давление p . Допустимое напряжение σ . Определить минимальную толщину стенок трубопровода δ с учетом запаса на коррозию.

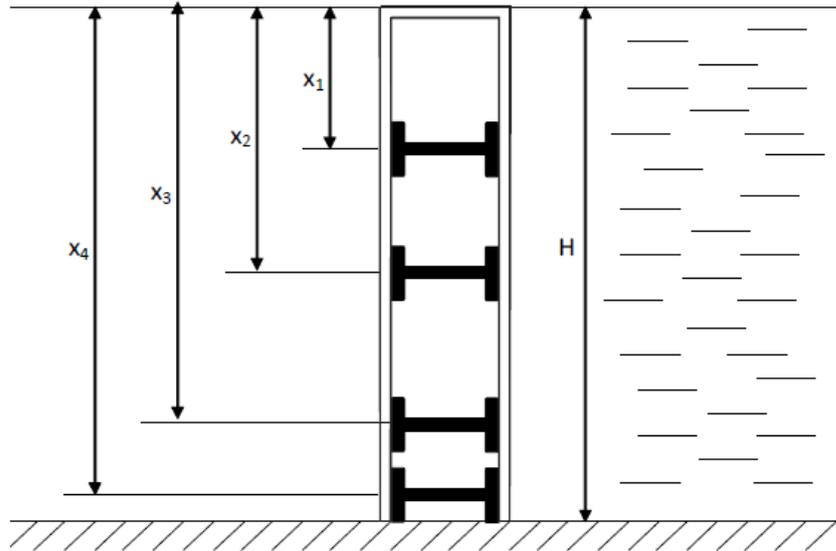


8. Определить аналитическим и графоаналитическим способами положение центра давления и величину силы давления воды на прямоугольную вертикальную стенку шириной b , если глубина воды перед стенкой h_1 , а за стенкой h_2 .

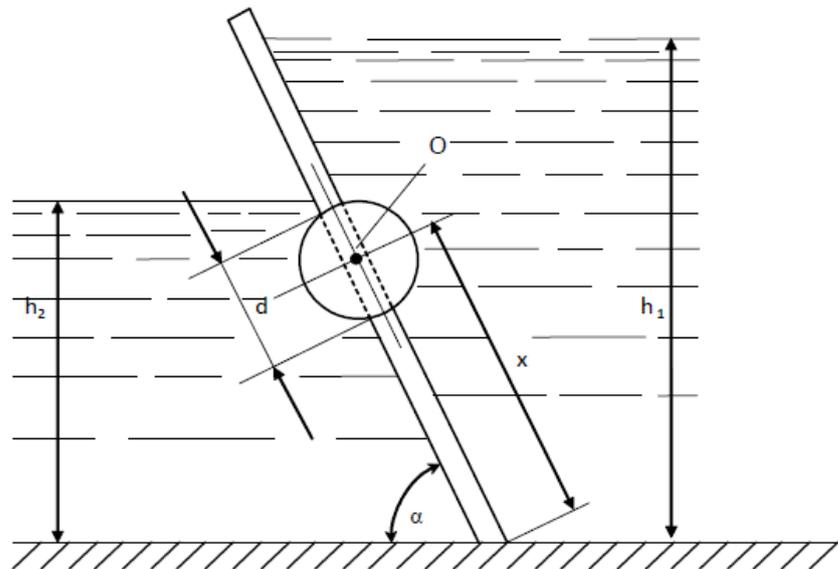


9. Сила давления воды через обшивку прямоугольного щита высотой H и шириной b передается на четыре горизонтальные балки. На каких расстояниях x от свободной поверхности следует их расположить, чтобы они были нагружены одинаково? Найти силу давления воды P на весь щит и максимальный изгибающий момент M на балках, считая

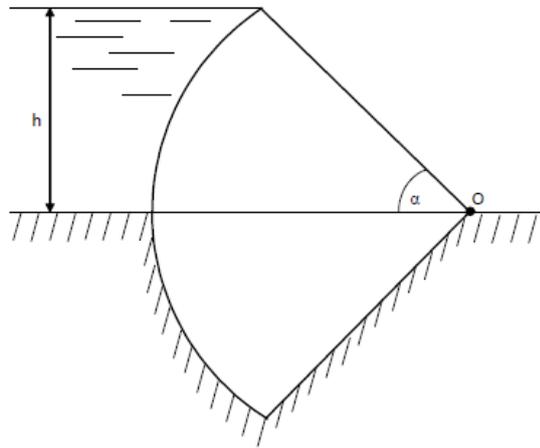
их свободно опертыми на концах.



10. Щитовой затвор должен автоматически опрокидываться для пропуска воды при уровне последней h_1 . Щит поворачивается на цапфах O диаметром $d = 0,4$ м, имеющих коэффициент трения скольжения f . Ширина щита b , его угол наклона α . Найти, на каком расстоянии x должна быть расположена ось поворота щита, если под щитом имеется постоянный уровень воды h_2 , и определить силу P , воспринимаемую его опорам в момент опрокидывания.



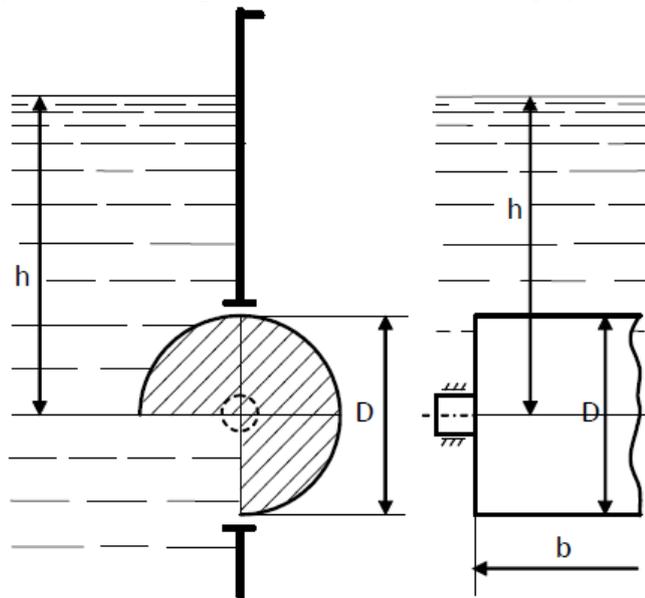
11. Определить силу суммарного давления на секторный затвор и ее точку приложения. Глубина воды перед затвором h , длина затвора L , угол затвора α .



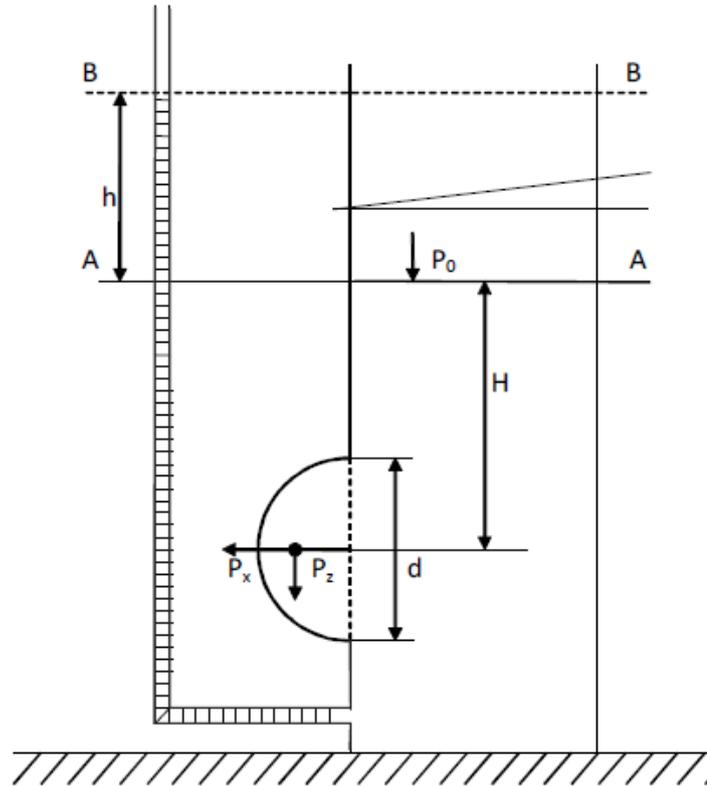
12. В прямоугольном окне вертикальной стенки резервуара установлен на цапфах цилиндрический затвор диаметром D и длиной b .

Определить:

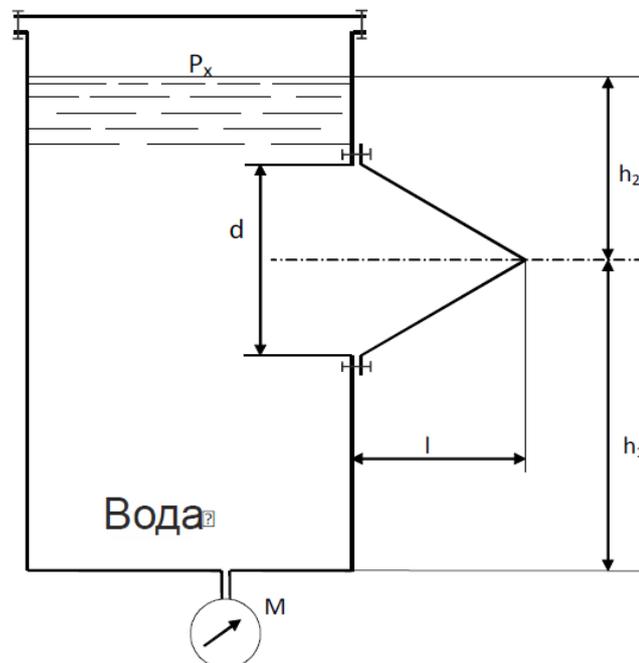
- 1) усилие на цапфах и момент от воздействия воды на затвор изображенном на эскизе положении при h .
- 2) какими будут усилия на цапфах и момент, если повернуть затворна 180° .



13. Смотровой люк, устроенный в боковой стенке бензорезервуара, перекрывается полусферической крышкой диаметром d . Определить усилия открывающее P_x идвигающее P_z , воспринимаемые болтами, если уровень бензина над центром отверстия H , а манометрическое давление паров бензина равно p_0 . Удельный вес бензина $\gamma=6867 \text{ Н/м}^3$.



14. Показания манометра, присоединенного к днищу бака, равно p_M . Найти давление воздуха, находящегося под водой. Определить растягивающее и сдвигающее усилия болтов, крепящих к вертикальной стенке бака коническую крышку с размером d и l ; весом крышки пренебречь.



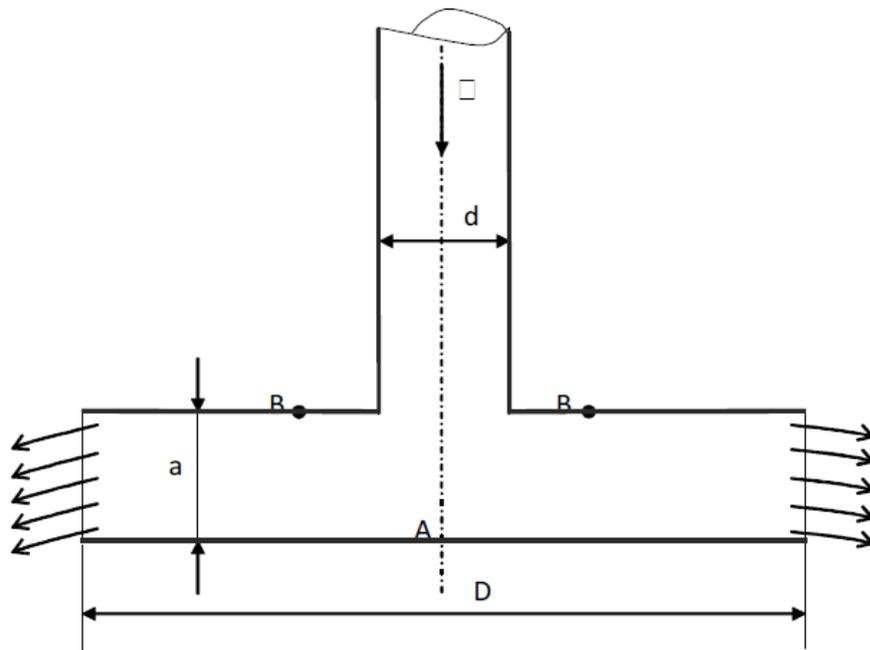
15. По наклонному трубопроводу диаметром d подается вода в количестве Q . Давление воды в начальном участке сечения трубопровода p_1 . Определить давление во втором сечении, учитывая, что центр тяжести второго сечения расположен на 5 м ниже центра тяжести начального сечения, а потери напора h_f . Начертить пьезометрическую линию для участка трубопровода между сечениями. Как изменится давление, если сечения будут

расположены на одном уровне?

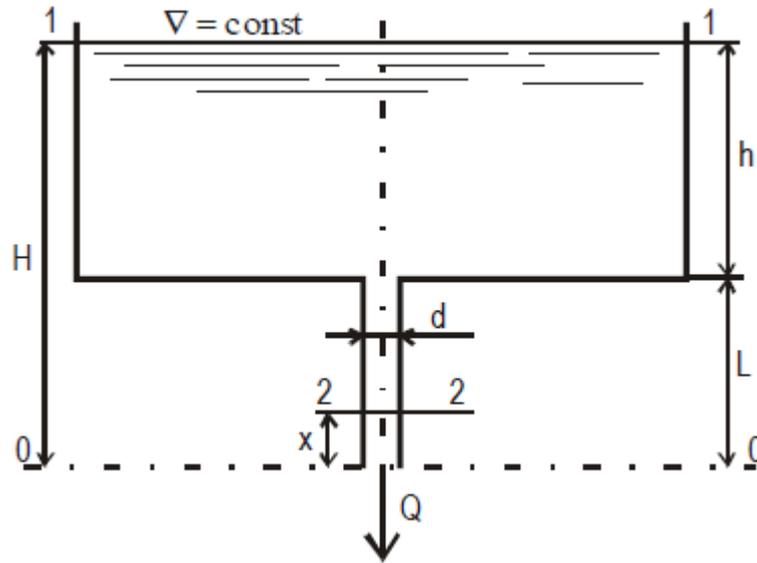
16. Трубопровод, имеющий в сечении 1–1 диаметр d_1 , постепенно расширяется до диаметра d_2 в сечении 2–2. Центр тяжести сечения 1–1 расположен на z ниже центра сечения 2–2. Расход воды, пропускаемый по трубопроводу, равен Q . Принимая величину потерь равной h_f , определить разность давления между сечениями 1–1 и 2–2 и построить напорную линию для участка трубопровода между сечениями 1–1 и 2–2.

17. По горизонтальной трубке переменного сечения (d_1, d_2, d_3) протекает идеальная жидкость плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ с расходом Q . Давление в сечении 1–1 равно p . Определить пьезометрические высоты в сечениях 1–1, 2–2, 3–3 и построить напорную и пьезометрическую линии для участка трубопровода между указанными сечениями. Как изменятся высоты в сечениях, если жидкость реальная, а потери между сечениями составят соответственно h_{f1} и h_{f2} .

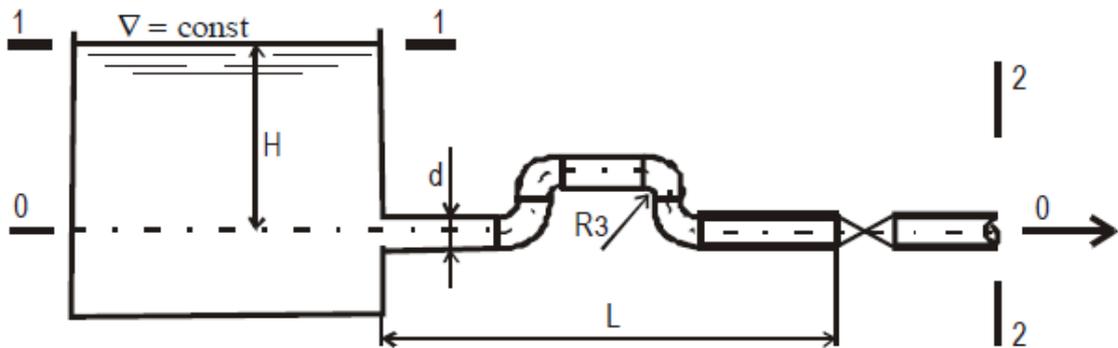
18. Вода течет по трубопроводу диаметром d со скоростью v . Внизу вода растекается во все стороны по радиусу между двумя круглыми параллельными пластинками диаметром D , расположенными на расстоянии a одна от другой. Пренебрегая потерями напора, определить давление в точках В, отстоящих на расстоянии $D/4$ от центра А, считая, что вода вытекает в атмосферу.



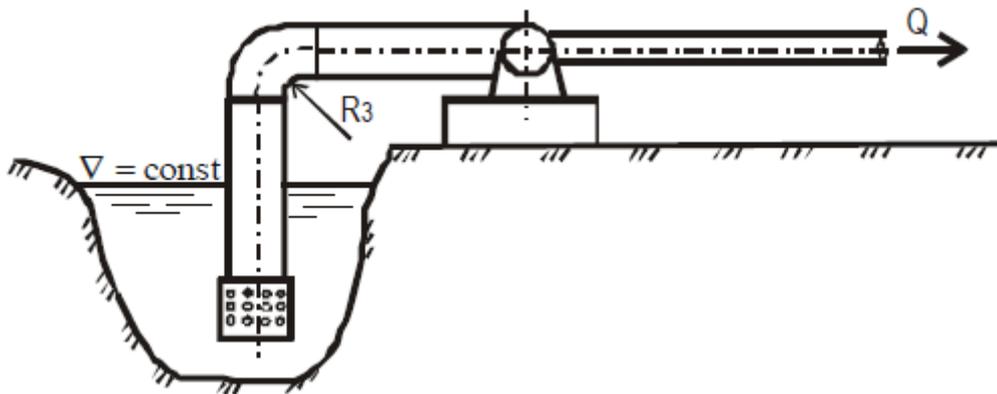
19. Определить диаметр трубы для пропуска расхода воды Q при заданной глубине h и длине трубы L . Уровень в резервуаре постоянный, скоростным напором в резервуаре пренебречь. На каком расстоянии от конца трубы находится сечение, в котором вакуум равен $0,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$. Коэффициент Дарси рассчитать по формуле: $\lambda = 0,02 + 0,0005 / d$.



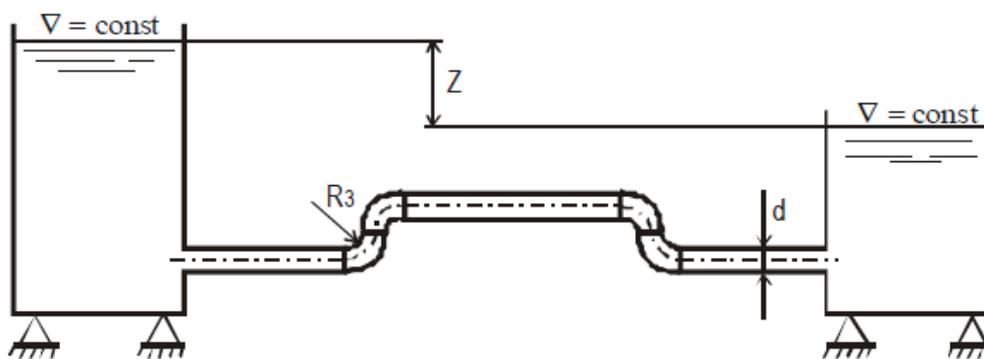
20. Определить напор H , который необходимо поддерживать в резервуаре, чтобы расход воды, пропускаемый по трубопроводу диаметром d , равнялся Q . Угол закрытия крана α , длина трубы L . На трубопроводе имеется четыре поворота под углом 90° , $r/R_3=0,5$.



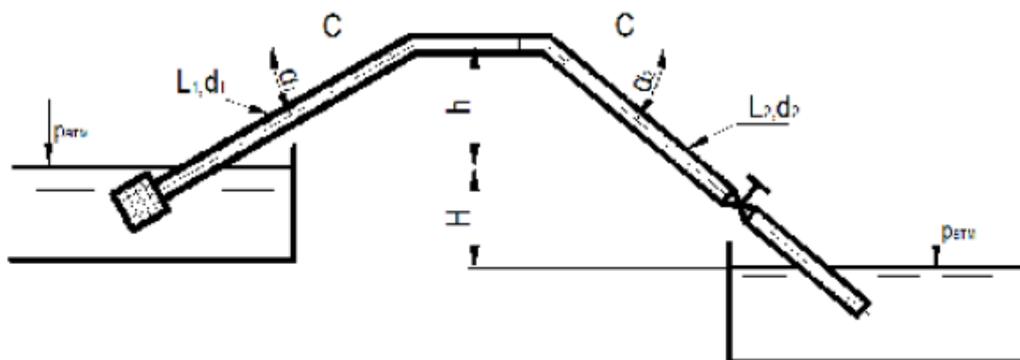
21. На берегу реки предполагается установить насос для подачи воды из реки расходом Q . Определить расстояние от оси насоса до уровня воды в реке h_b . Длина всасывающей трубы L , трубы стальные новые. На всасывающей трубе установлен приемный клапан с сеткой, имеются три поворота трубы под углом 90° , с закруглением R_3 . Допустимая вакуумметрическая высота $h_{\text{вак}}$.



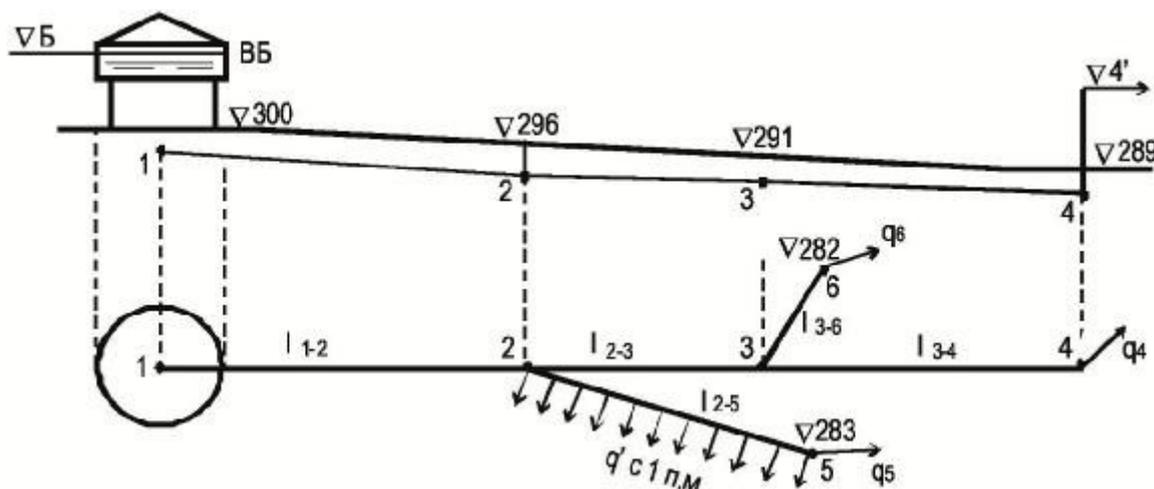
22. Определить разность уровней в баке Z , которая обеспечивает расход воды Q по трубопроводу диаметром d . Степень открытия задвижки на трубопроводе равна a/d . Длина трубы L . На трубопроводе имеются четыре поворота с углами 90° со степенью закругления $r/R_3=0,7$. Скоростными напорами в баках пренебречь.



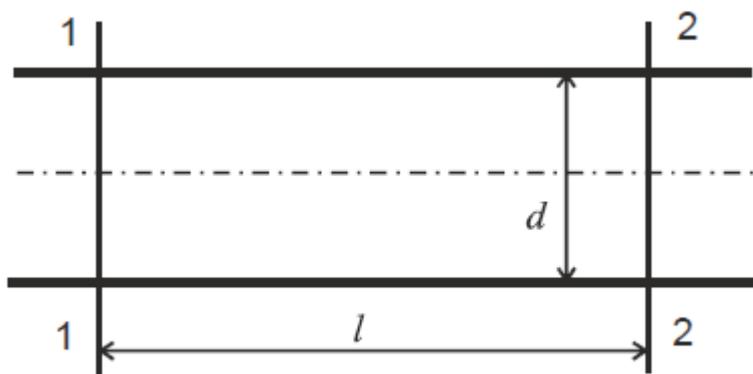
23. По сифонному трубопроводу, для которого задан напор H , необходимо подавать расход воды Q при условии, что вакуумметрическая высота в сечениях трубопровода не превосходила $h_{\text{вак}}=7$ м. Опасное сечение С-С расположено выше начального уровня воды на h , длина восходящей линии трубопровода до этого сечения равна L_1 , а нисходящей линии L_2 . Трубопровод снабжен задвижкой и приёмным клапаном с сеткой. Повороты трубы в вертикальной плоскости равны $\alpha_1=30^\circ$ и $\alpha_2=40^\circ$. Определить диаметр трубопровода $d=d_1=d_2$ и коэффициент сопротивления задвижки ζ , удовлетворяющие условиям задачи. Построить напорную линию по длине трубопровода.



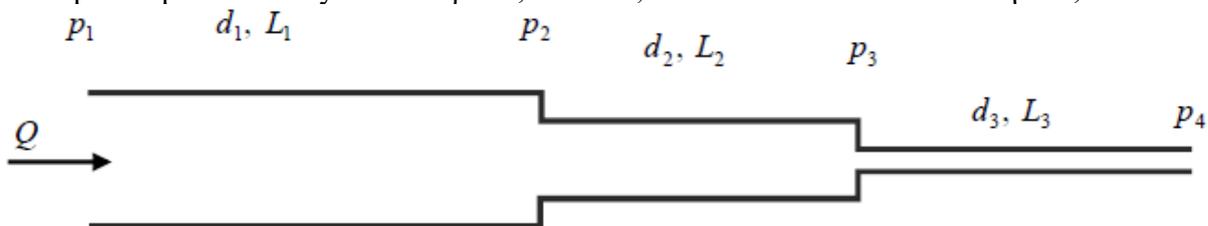
24. Определить отметку воды в баке (∇_B) водонапорной башни и построить пьезометрическую линию по магистрали 1-2-3-4 при $q^1=0,5$ л/с; q_4 ; q_6 ; q_5 . Произвести расчет отвлений.



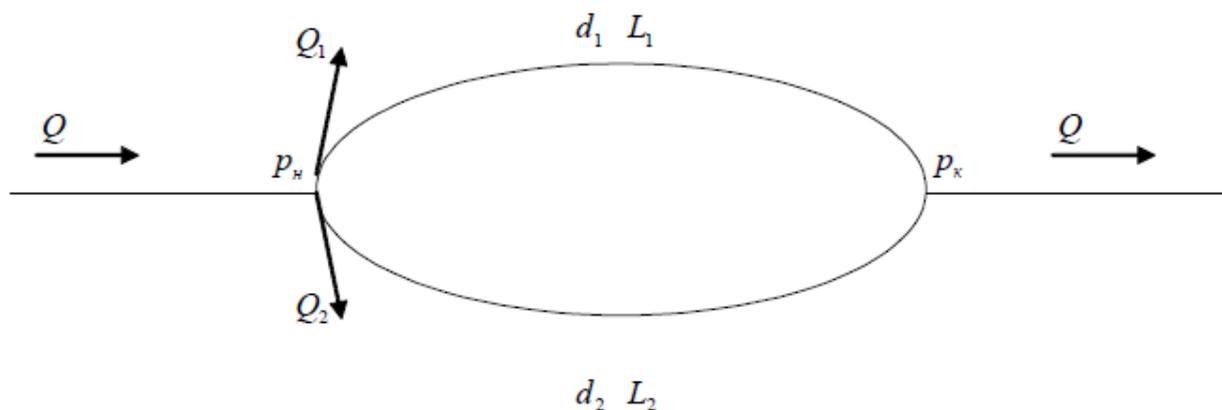
25. В стальной трубопровод диаметром d и длиной l поступает сжатый воздух под избыточным давлением p_1 . Температура воздуха t . Скорость в начале трубопровода v_1 . Определить массовый расход воздуха M и давление в конце трубки p_2 .



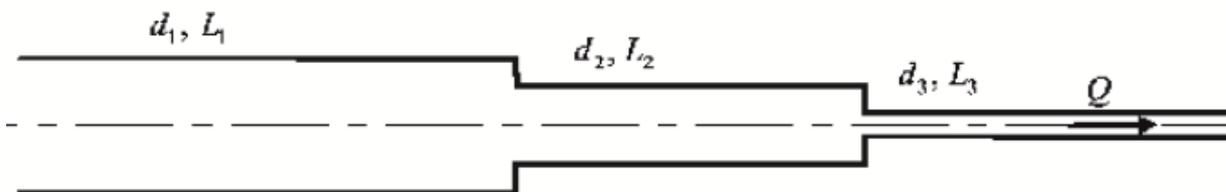
26. Подобрать диаметры стального трубопровода для газопровода высокого давления, состоящего из трёх последовательно соединённых участков, расход газа при нормальных условиях Q , давления p_1, p_2, p_3, p_4 . Длины трубопроводов L_1, L_2, L_3 . Плотность газа при нормальных условиях $\rho = 0,79 \text{ кг/м}^3$, кинематическая вязкость $\eta = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.



28. Определить расход в параллельных ветвях газопровода Q_1 и Q_2 и суммарный расход газа Q , если начальное давление p_H , конечное p_K , диаметр ветвей d_1 и d_2 , длина ветвей $L_1 = 1000 \text{ м}$, $L_2 = 2000 \text{ м}$. Трубы стальные, плотность газа $\rho = 0,72 \text{ кг/м}^3$, кинематическая вязкость $\eta = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (при нормальных условиях). Расчёт провести по формулам и монограммам.

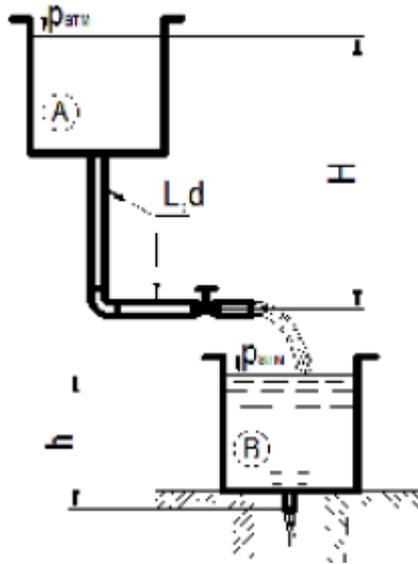


29. Определить потери давления в системе магистрального газопровода, если давление в начале трубопровода p_1 , диаметр трубопровода d_1, d_2, d_3 ; длины L_1, L_2, L_3 ; плотность газа принять при нормальных условиях; расход газа Q .

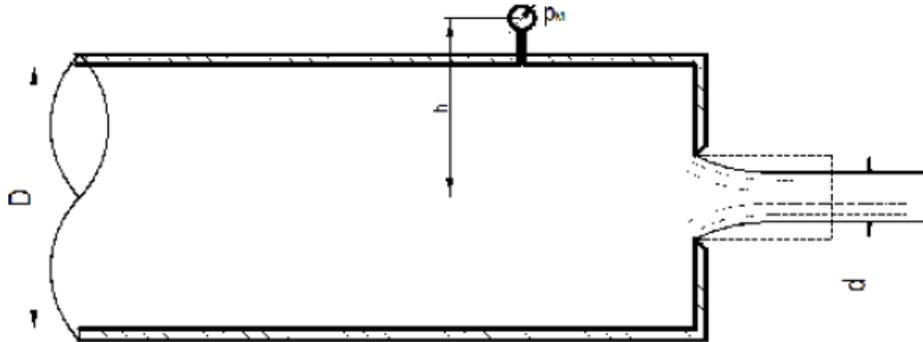


30. Вода сливается из бака A в бак B по трубопроводу диаметром d и полной длиной

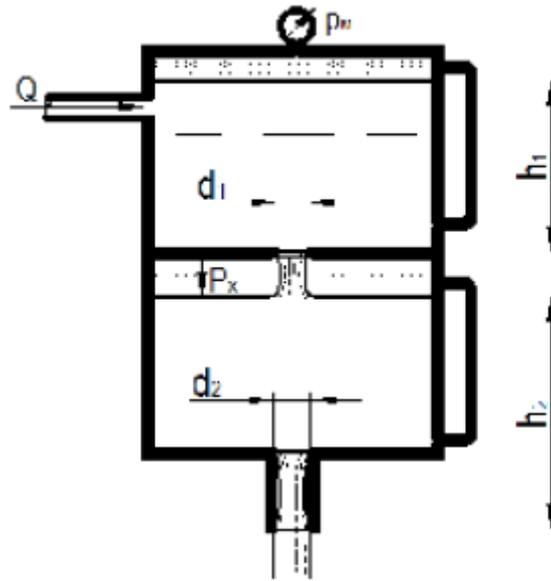
равной $2L$. Из бака B вода выливается в атмосферу через цилиндрический насадок такого же диаметра d . Определить какой напор H нужно поддерживать в баке A чтобы уровень в баке B находился на высоте h ?



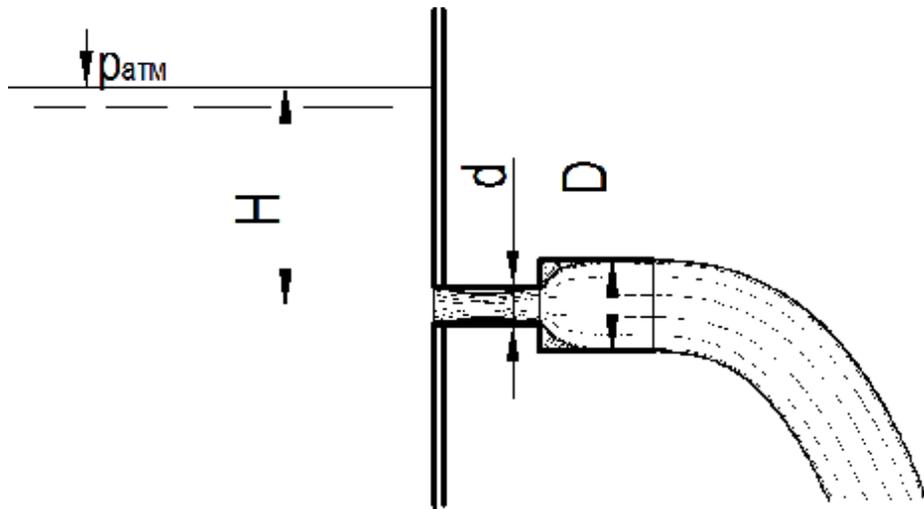
31. Определить расход воды через отверстие с острой кромкой диаметром d , если показания манометра M перед отверстием равно p_M и высота расположения манометра над осью трубы h . Как изменится расход, если к отверстию присоединить цилиндрический насадок (пунктиром)? Для насадки найти показания манометра, при котором произойдет срыв режима работы, принимая, что срыву соответствует абсолютное давление в сжатом сечении струи, равное нулю. Давление на выходе из насадки атмосферное.



32. Вода из верхней секции замкнутого бака перетекает в нижнюю секцию через отверстие d_1 , а затем через цилиндрическую насадку d_2 вытекает в атмосферу. Определить расход через насадку, если при установившемся режиме известно показание манометра M , а уровни в водомерных стеклах для каждой секции соответственно равны h_1 и h_2 . Найти при этом избыточное давление p_x над уровнем воды в нижней секции бака.

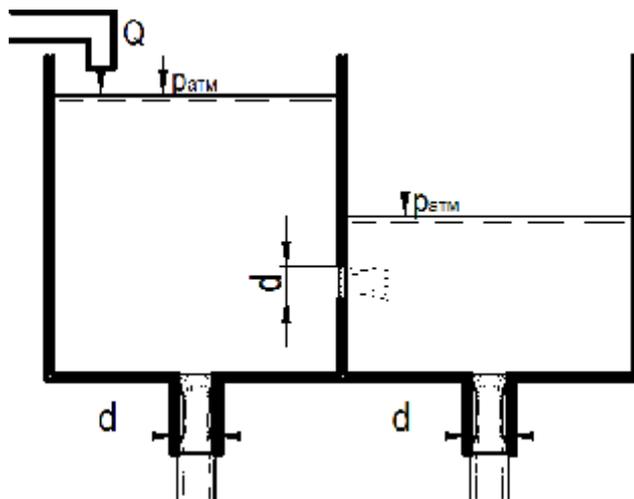


33. Для насадка, составленного из двух цилиндрических патрубков диаметрами d и D , определить коэффициент сопротивления и расход. Найти величину предельного напора $H_{пр}$ в случае истечения воды в атмосферу, принимая, что при $H=H_{пр}$ вакуумметрическая высота в наименьшем сечении потока достигает $h_{вак}$. Построить напорную линию.



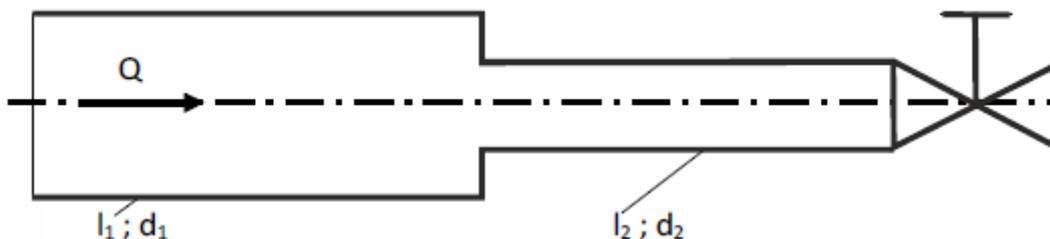
34. В бак, разделенный на две секции перегородкой, имеющей круглое отверстие диаметром d с острой кромкой, поступает вода в количестве Q . Из каждой секции вода вытекает через цилиндрический насадок, диаметр которого равен диаметру отверстия в перегородке.

Определить расход через каждый насадок при установившемся режиме, предполагая, что отверстия в перегородке является затопленным. Как надо изменить диаметр насадка в левой секции, чтобы расходы через оба насадка стали равными между собой?



35. В стальном трубопроводе длиной L , диаметром d и толщиной δ расход воды Q . Расчётная температура воды t °С. Определить наименьшее время закрывания задвижки t_{\min} , чтобы повышение давления в конце трубопровода, вызванное гидравлическим ударом было не более Δp_{\max} . Чему будет равно повышение давления в случае мгновенного закрывания задвижки в трубопроводе?

36. В конце системы, состоящей из двух последовательно соединённых стальных трубопроводов, установлена задвижка. Определить повышение давления перед задвижкой при её закрывании, если время закрывания t ; расход воды Q ; диаметры трубопроводов d_1 , d_2 ; длины l_1 , l_2 . Определить наименьшее время закрывания задвижки, исключая прямой гидравлический удар. Толщина стенок трубопровода δ , температура воды T .



37. Какую ширину по дну должен иметь трапециевидный канал длиной L , если для пропуска расхода Q , при глубине наполнения h используется разность отметок дна H ? Коэффициент шероховатости $n=0,020$.

38. Определить глубину трапециевидного канала, который пропускает расход Q , ширина по дну b . Уклон дна канала i проверить из условия неразмыва русла канала.

39. Рассчитать трапециевидный канал при известных величинах: Q , m , n , i , β .

Экзамен

Экзаменационный билет состоит из одного теоретического вопроса и одной задачи.

Теоретические вопросы к экзамену

1. Физические свойства жидкости. Строение жидкостей и газов с позиций современной физики. Сжимаемые и несжимаемые (капельные) жидкости. Законы объемного сжатия и теплового расширения жидкостей и газов.
2. Физические свойства жидкости. Плотность, удельный вес, удельный объем. Идеальные и реальные жидкости. Закон внутреннего трения Ньютона. Вязкость жидкостей и газов.
3. Физические свойства жидкости. Газовые законы. Уравнение газового состояния. Параметры газовой смеси.
4. Статика жидкостей и газов. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Основные уравнения статики жидкостей и газов.
5. Статика жидкостей и газов. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Основные уравнения статики жидкостей и газов. Сообщающиеся сосуды и равновесия в них жидкостей и газов. Статика дымовой трубы.
6. Статика жидкостей и газов. Измерение давления сообщающимися сосудами. Избыточное давление, разрежение, вакуум. Единицы измерения давления. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на плоскую и криволинейную стенки.
7. Статика жидкостей и газов. Закон Архимеда и плавание тел. Относительное равновесие жидкостей. Удельная энергия жидкостей. Напоры покоящейся жидкости.
8. Основные законы гидроаэродинамики. Основные понятия гидродинамики. Уравнения: неразрывности, движения идеальной жидкости Эйлера, Бернулли, движения вязкой жидкости Навье-Стокса, изменения количества движения.
9. Использование уравнений движения идеальной жидкости в инженерных задачах. Элементы газовой динамики. Течение газа в сужающемся канале.
10. Течение газа в расширяющемся канале. Сопло Лавала. Прямой скачок уплотнения. Косой скачок уплотнения.
11. Связь между скоростями течения газа и скоростью звука, число Маха. Потенциальное и вихревое течение жидкости.
12. Энергия потоков. Напоры движущейся жидкости. Общее уравнение энергии для потока сплошной жидкости. Уравнение энергии для потока несжимаемой жидкости.
13. Уравнение Бернулли для потока несжимаемой жидкости. Уравнение энергии для напорного и безнапорного течения жидкости. Диаграммы напоров. Полный напор насосной установки.
14. Уравнение энергии для потока газа в общем виде, в механической (уравнение Бернулли для газа) и термической (уравнение энтальпий) формах. Располагаемая работа газового потока. Изотермическое и адиабатическое течение потоков газа.
15. Гидравлические сопротивления. Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора на трение; формула Дарси-Вейсбаха. Режимы движения жидкости.
16. Структура ламинарного и турбулентного потоков. Закон распределения касательных напряжений по поперечному сечению потока.
17. Параметры потока и потери напора на трение при ламинарном течении в трубах. Потери напора на трение при турбулентном режиме течения. Потери на трение при движении газов.

18. Расчет газопроводов и газоходов. Расчет безнапорных каналов. Местные гидравлические сопротивления и их расчет.
19. Гидравлический расчет трубопроводов. Классификация трубопроводов. Обобщенные параметры трубопроводов. Соединение трубопроводов. Расчет простых трубопроводов.
20. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной и неквадратичной области сопротивления. Основы расчета сложных трубопроводов. Расчет коротких трубопроводов.
21. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давления. Расчет газоходов печей. Напорная характеристика трубопровода.
22. Истечение жидкостей и газов. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты истечения. Истечение под уровень.
23. Истечение жидкости через насадки. Особые случаи истечения жидкости. Истечение газов при малых и больших перепадах давления. Критические параметры истечения газов. Истечение газов через сопла.

Экзаменационные задачи

Типовые экзаменационные задачи приведены в заданиях для тестов и расчетно-графической работы.

