

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Алексеевич

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиала) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 04.06.2026 09:34:38

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и
водоотведение с основами гидравлики)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	.
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.....	
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2	
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)» предназначены для бакалавров очно-заочной формы обучения.

Цель дисциплины «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)»:

- формирование набора общепрофессиональных компетенций бакалавра по направлению 08.03.01 «Строительство», направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство».

- ознакомление студентов с методами организации строительства отдельных объектов и их комплексов, организационных структур и производственной деятельности строительных организаций; организацией материально-технического обеспечения строительства; планирования и подготовки строительного производства; оперативного управления и обеспечения качества.

- прививание студентам навыков технологического проектирования и моделирования строительных производств, разработка стройгенплана объекта, определение и расчет основных материально-технических ресурсов.

К основным задачам при изучении дисциплины относятся:

- приобретение необходимых знаний по вопросам организации строительного производства, календарного планирования, комплектации строительных организаций основными материалами и конструкциями;

- подготовка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;

- обеспечение соответствия разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам;

- организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;

- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам.

Практическое занятие № 1.

Тема 2. Системы забора, подачи и распределения воды

Цель занятия: Знать традиционные и перспективные направления очистки воды для питьевого водоснабжения, уметь использовать нормативные правовые документы в своей деятельности

Задание на занятие: разработать схему очистки воды для питьевого водоснабжения.

Порядок действий:

- ознакомиться с исходными данными по качеству воды в источнике, сравнить их с требуемыми по СанПиНу «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»;
- проанализировать исходные данные; -
- прочитать соответствующие разделы СНиПа «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» ;
- разработать схему очистки воды (указать основные способы очистки воды, предполагаемые сооружения по очистке воды, методы обеззараживания).

Требования к отчетным материалам: предоставить схему очистки воды, описание методов очистки, основных сооружений для очистки воды питьевого назначения.

Практическое занятие № 2.

Тема 3. Системы подачи и распределения воды

Цель занятия: научиться использовать нормативные правовые документы в своей деятельности

Задание на занятие: определить расчетные расходы воды, найти диаметр водовода.

Порядок действий:

- выбрать системы водоснабжения поселения (хозяйственно- питьевая, противопожарная, поливочная, производственная);
- разобраться с формулами расчетных расходов воды (суточные максимальные, минимальные и средние; часовые, секундные) по СНиПу «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» ;
- найти все требуемые значения параметров; рассчитать максимальный секундный расход воды, по которому определить диаметр водовода. Использовать таблицы гидравлического расчета Шевелева.

Требования к отчетным материалам: Краткое описание систем. Расчетные формулы со всеми обозначениями и значениями. Результаты расчета.

Список литературы

Перечень основной литературы:

1. Самусь, О.Р. Руководство по изучению дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Водоснабжение и водоотведение высотных зданий. - 53 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Самусь, О.Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики : учебное пособие / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 128 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и
водоотведение с основами гидравлики)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
.....	
1.Лабораторная работа №1 Расчет наружных сетей системы водоснабжения. Определение диаметра водопроводной сети.	
.....	
2. Лабораторная работа №2. Основные уравнения статики и кинематики	
Расчёт внутренней канализации.....	
3. Список литературы.....	

ВВЕДЕНИЕ

Целью дисциплины «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)» является передача студентам основных теоретических сведений из области проектирования и расчета современных гидравлических систем жизнеобеспечения.

Выполнение лабораторных работ способствует более глубокому пониманию дисциплины и помогает студенту приобрести практические навыки при работе с инженерными системами зданий.

Перед началом проведения опытов студент должен нарисовать в рабочей тетради схему установки, подготовить необходимые таблицы для записи показаний приборов.

Продлав необходимые измерения и выполнив требуемые расчеты, студент должен составить отчет о работе, где помещается краткое описание установки и проведения опытов, основные формулы, результаты опытов, анализ полученных результатов и соответствующие выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема2. Расчет наружных сетей системы водоснабжения. Определение диаметра водопроводной сети.

1.1 Цель работы. Определить экспериментальным путем основные свойства жидкости.

1.2 Основные теоретические сведения.

Сопротивление растяжению *внутри капельных жидкостей по молекулярной теории может быть значительным до 10000 атм. Однако любые даже технически чистые жидкости содержат взвешенные твердые частицы и пузырьки газов и не выдерживают даже незначительных напряжений растяжения. Например, требуется поднять жидкость из скважины с большой глубины. В этом случае под действием веса жидкости, находящейся в поднимающемся трубопроводе, жидкость разрывается с образованием газовых полостей. Поэтому считается, что напряжение растяжения в капельных жидкостях невозможны.*

Вязкостью называется свойство жидкостей оказывать сопротивление сдвигу. Она проявляется в виде внутреннего трения при относительном перемещении смежных частиц жидкости. Таким образом, вязкость характеризует степень текучести жидкости или подвижность ее частиц. Вязкость есть свойство, противоположное текучести: более вязкие

жидкости (глицерин, смазочные масла и др.) являются менее текучими и наоборот.

Касательное напряжение τ - это касательная составляющая напряжений, действующего на жидкость. В то время как, давление – это нормальное к площади напряжение. Касательное напряжение в жидкости, как результат ее вязкости, зависит от рода и характера течения и изменяется прямо пропорционально поперечному градиенту скорости $\frac{dv}{dy}$ и равно

$$\tau = \eta \frac{dv}{dy}, \text{ Н/м}^2$$

где η - коэффициент динамической или абсолютной вязкости. Поперечный градиент скорости $\frac{dv}{dy}$ определяет собой изменение скорости, приходящееся на единицу длины в направлении y , т.е. перпендикулярно направлению течения жидкости и, следовательно, характеризует интенсивность сдвига слоев жидкости в данной точке.

Коэффициент динамической вязкости в системе СИ имеет размерность Па·с или Н·с/м², или кг/(м·с). Широко используется размерность пуаз, при этом 1 пуаз = 1 дин с/см² = 0.1 Па·с.

Наряду с динамическим коэффициентом вязкости η применяют еще так называемый кинематический коэффициент вязкости

$$\nu = \eta / \rho, \text{ м}^2/\text{сек.} \quad (1.7)$$

В качестве единицы измерения кинематического коэффициента вязкости употребляется также Стокс = 1 см²/сек = 100 сСтоска = 100 сСт.

Вязкость капельных жидкостей при увеличении температуры уменьшается, а вязкость газов возрастает. Вода принадлежит к наименее вязким жидкостям. Лишь немногие из практически используемых жидкостей (эфир, спирт) имеют меньшую вязкость, чем вода.

В таблице 1.4 показаны значения вязкости воды от температуры.

Таблица 1.4.

Температура, °С	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150
-----------------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

$\square$, 10^{-6} кг/(м $\square$ с)	151 8	130 7	100 4	803	655	551	470	407	357	317	284	232	184
$\square$, 10^{-6} м ² /сек	1.52	1.31	1.01	0.81	0.66	0.56	0.48	0.42	0.37	0.33	0.3	0.25	0.2

Принято считать, что

нормальные *стандартные условия* это: давление = 1 атм и температура = 20⁰С

нормальные *физические условия* это: давление = 1 атм и температура = 0⁰С.

Тогда для стандартных условий динамическая вязкость воды равна $1 \square 10^{-3}$ Па $\square$ с, этиленгликоля – $0.0198 \square 10^{-3}$ Па $\square$ с, а кинематическая вязкость воды $1.01 \square 10^{-6}$ м²/с = 1 мм²/с = 1 сСт. При этих условиях этилен гликоль имеет кинематическую вязкость $0.018 \square 10^{-6}$ м²/с = 0.018 сСт.

Вязкость жидкостей также зависит от давления, однако эта зависимость существенно проявляется лишь при относительно больших изменениях давления, порядка нескольких сотен атмосфер.

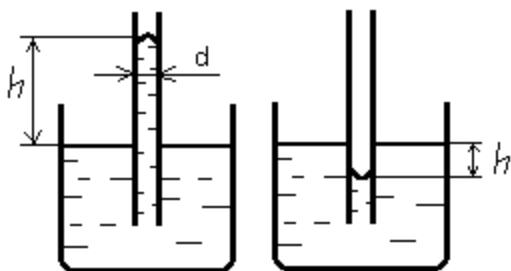
Молекулы жидкости, расположенные у поверхности контакта с другой жидкостью, газом или твердым телом, находятся в условиях, отличных от условий молекул, находящихся внутри объема. Внутри объема жидкости молекулы окружены со всех сторон такими же молекулами, вблизи поверхности – лишь с одной стороны, поэтому энергия поверхностных молекул отличается от энергии молекул, находящихся в объеме жидкости, на некоторую величину, силы *поверхностного натяжения*, стремящейся придать объему жидкости сферическую форму и вызывающей некоторое дополнительное давление в жидкости. Однако это давление заметно сказывается лишь на малых размерах и для сферических объемов (капель).

Влияние сил поверхностного натяжения приходится учитывать при работе с жидкостными приборами для измерения давления, при истечении жидкости из малых отверстий/ при фильтрации/ образовании капель и в других случаях, когда прочие силы, действующие на жидкость (вес, давление) малы. Действительно в трубках малого диаметра возникает дополнительное давление, обусловленное поверхностным натяжением, которое вызывает подъем или опускание жидкости в ней относительно нормального уровня. Высота подъема (рис. 1.2) смачивающей жидкостью или опускание несмачивающей жидкости в трубке диаметром d определяют по формуле

$$h = k/ d,$$

где коэффициент k имеет следующее значение: для воды + 30 мм², для ртути – 10.1 мм².

Это значит, что при замере давления с помощью трубочки диаметром 1 мм, мы будем мерить



давление на 30 мм Н₂О больше чем оно есть на самом деле, для ртути на 10 мм Нг меньше давление, чем оно есть на самом деле из-за того, жидкость в трубочках поднялась или опустилась из-за сил поверхностного натяжения. Поэтому при измерениях

Рис. 1.2. Результат действия сил поверхностного натяжения для трубочек малого диаметра

следует применять трубки большого диаметра, когда силы поверхностного натяжения минимальны.

Теплоемкость – параметр, характеризующий способность среды или тела аккумулировать тепло. Количество энергии, передаваемое при тепловом взаимодействии тел, называется количеством тепла. В системе СИ теплота измеряется в *джоулях*. Однако она может измеряться и в *калориях*. Они связаны следующим соотношением $1 \text{ кал} = 4.1868$

Дж.

Удельная теплоемкость численно равна количеству тепла, которое необходимо сообщить телу единичной массы для повышения его температуры от $t^{\circ}\text{C}$ до $(t + 1)^{\circ}\text{C}$. Количество тепла, полученное телом массы m при увеличении его температуры на Δt равно

$$Q = c m \Delta t, \quad \text{Дж} \quad (1.8)$$

где c – удельная теплоемкость.

Теплоемкость зависит от условий нагревания. Теплоемкость при изобарическом процессе (нагревание происходит при постоянном давлении) называется теплоемкостью при постоянном давлении – c_p . Теплоемкость при изохорическом процессе (нагревание осуществляется при постоянном объеме) называется теплоемкостью при постоянном объеме – c_v . Всегда $c_p > c_v$. Для веществ в твердом или жидком состоянии c_p и c_v отличаются незначительно. Поэтому в дальнейшем удельную теплоемкость будем обозначать как c .

Единицы измерения удельной теплоемкости: $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град} \text{ K})$ или $\text{ккал}/(\text{кг} \cdot \text{град} \text{ K})$. В интервале от 0°C до 100°C удельная теплоемкость воды мало изменяется и ее можно принять равной $1 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot \text{град} \text{ K})$. Существенное увеличение удельной теплоемкости воды происходит при температуре более 200°C .

Переход жидкости в газообразное состояние, происходящее с ее поверхности, называется *испарением*. Обратный переход называется *конденсацией*. *Испаряемость* свойственна всем каплевым жидкостям, однако интенсивность испарения неодинакова у различных жидкостей и зависит от условий, в которых они находятся.

Испарение, происходящее не только на поверхности, но и внутри жидкости, называется *кипением*. Кипение происходит всегда при постоянной (для данного внешнего давления) температуре, которая называется температурой кипения. Испарение жидкости в открытом сосуде может продолжаться до полного исчезновения жидкости. В закрытом сосуде испарение жидкости продолжается до установления равновесия между массой вещества, находящегося в жидком состоянии и массой пара. При этом равновесии будут наблюдаться процессы испарения и конденсации, компенсирующие друг друга. Это так называемое динамическое равновесие. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется *насыщенным*.

С повышением температуры увеличиваются давление и плотность насыщенного пара, а плотность жидкости уменьшается. Так будет продолжаться до такой температуры, при которой плотности их станут равными друг другу. При этом пропадет граница между ними.

Одним из показателей, характеризующим испаряемость жидкости является температура ее кипения при нормальном атмосферном давлении: чем выше температура кипения, тем меньше испаряемость жидкости.

В гидравлических системах работа насоса при нормальном атмосферном давлении является лишь частным случаем. Обычно приходится иметь дело с испарением, а иногда и кипением жидкостей при различных температурах и давлениях. Поэтому более полной характеристикой испаряемости является давление (упругость) насыщенных паров P_n , выраженное в функции от температуры. Давление, при котором закипает жидкость при данной температуре жидкости, называется *давлением насыщенного пара*. Чем больше давление насыщенных паров при данной температуре, тем больше испаряемость жидкости. С увеличением температуры давление P_n увеличивается. В таблице 1.5 приведены значения давления насыщенного пара для воды от температуры.

Таблица 1.5 (вода)

Температура, $^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150
---------------------------------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

$P_n, 10^{-3} \text{ атм}$	6.2	12.5	23.8	43.2	75.2	126	203	318	483	715	1030	2020	4850
$P_n, 10^2 \text{ Па}$	6.08	12.3	23.4	42.4	73.8	123.6	199	312	474	701	1010	1982	4758

Давление насыщенных паров зависит не только от физико-химических свойств жидкости, но и от соотношения объемов жидкой и газо-паровой фаз. Давление насыщенных паров возрастает с увеличением части объема, занятого газовой фазой.

1.4. Понятие насыщенного пара или упругости паров очень важно для оценки кавитационных свойств насосов.

Растворимость газов в жидкостях происходит при всех условиях, но количество растворенного газа в единице объема жидкости различно для разных жидкостей и изменяется с увеличением давления. Во всех жидкостях имеется растворенный газ. Его относительный объем, растворенный в жидкости до полного ее насыщения, можно считать прямо пропорциональным давлению, т.е.

$$V_g/V_{жс} = k (P_2/P_1),$$

где V_g – объем растворенного газа в объеме жидкости $V_{жс}$ при нормальных стандартных условиях (давление = 1 атм, температура = 20°C), k – коэффициент растворимости.

Для стандартных условий коэффициент k имеет следующие значения: для воды – 0.016, для керосина – 0.127, для масла – 0.08. Т.е. при прочих равных условиях в керосине всегда растворено большее количество газов (воздуха). При атмосферном давлении в 1 м³ воды находится 0.016 м³ воздуха. При увеличении давления в два раза во столько же увеличивается количество растворенного воздуха в нем в том же объеме жидкости.

При понижении давления в жидкости или на входе в насос происходит выделение растворенного в ней газа. Причем газ выделяется из жидкости интенсивнее, чем растворяется в ней.

Это явление может отрицательно сказываться на работе насосов и гидравлических систем.

Примеры 1.2

Кинематическая вязкость жидкости равна 20 сСт. Рассчитать динамическую вязкость жидкости в единицах СИ и пуазах, приняв плотность равной 0.8 г/см³.

$$\text{Кинематическая вязкость в единицах СИ } \nu = 20 \text{ сСт} = 20 \cdot 10^{-2} \frac{\text{см}^2}{\text{с}} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}.$$

$$\text{Динамическая вязкость в единицах СИ } \eta = \nu \rho = 0.8 \frac{10^{-3} \text{ кг}}{10^{-6} \text{ м}^3} 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}} = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

$$\text{И т.к. } 1 \text{ пуаз} = 0.1 \text{ Па} \cdot \text{с} \text{ то } \eta = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ Па} \cdot \text{с} = 0.16 \text{ Пуаз}.$$

Задачи 1. 4

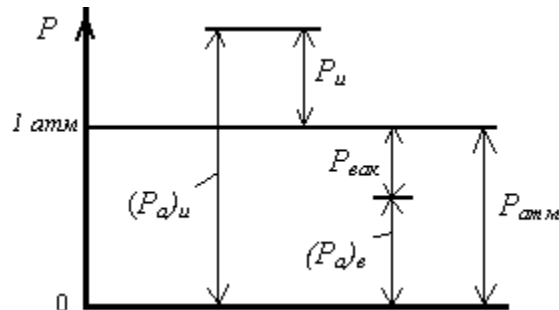
1. Определить плотность смеси жидкостей, имеющей следующий состав: этиленгликоль – 40% объема, вода – 60% объема. Плотность гликоли $\rho_2 = 1.1 \text{ г/см}^3$, воды 1 г/см^3 .
2. На сколько уменьшится объем воды при повышении давления с 1 атм до 100 атм, если первоначальный объем равен 50 л? Модуль объемной упругости воды $K = 20000 \text{ атм}$.
3. При гидроопрессовке сосуда объемом 1.2 м³ давление в нем подняли с 1 до 500 атм. Определить объем воды, который необходимо дополнительно закачать в сосуд, если коэффициент объемного сжатия воды $\beta_p = 4.2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$.

Вопросы 1. 4

1. Какова связь между кинематической и динамической вязкостью?
2. От чего зависит растворимость газов в жидкости?
3. Что называется давлением насыщенного пара жидкости? От чего оно зависит?

1. 5. Основные уравнения статики и кинематики

Давление, отсчитываемое от нулевого значения, называют абсолютным давлением $(P_a)_u$



или $(P_a)_в$ (рис.1.3). Давление P_u , отсчитываемое и больше атмосферного давления $P_{атм}$, называется избыточным и

$$(P_a)_u = P_u + P_{атм} . \quad (1.9)$$

Если абсолютное давление меньше атмосферного, то разность между ними называется вакуумом и

$$P_{вак} = P_{атм} - (P_a)_в . \quad (1.10)$$

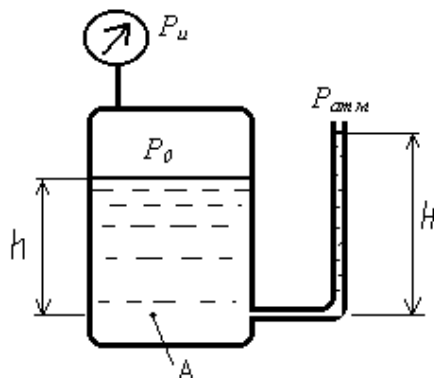
Рис. 1.3. К определению давления

Манометр всегда показывают избыточное давление, а вакуумметр – вакуум.

Уравнение гидростатики: давление P_A в произвольной точке А, расположенной на глубине h равно:

$$P_A = P_0 + \rho g h, \quad (1.11)$$

где P_0 – давление над свободной поверхностью жидкости. Если жидкость заполняет сосуд, открытый в атмосферу, то абсолютное давление в любой точке будет равно



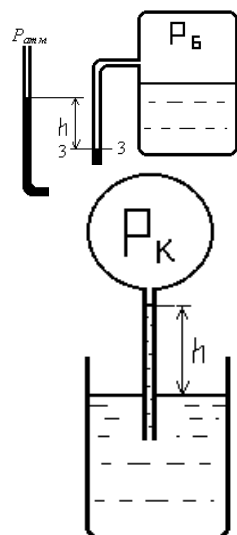
$$P_A = P_{атм} + \rho g H, \quad (1.12)$$

где H – глубина расположения точки А от свободной поверхности соединенной с атмосферой. Т.е.

$$P_A = P_0 + \rho g h = P_{атм} + \rho g H.$$

Рис. 1.4. К определению давления в любой точке. При этом манометр показывает избыточное давление $P_u = P_0 - P_{атм}$.

Примеры 1.5.1



1. Определить давление P_B в баке, наполненном газом и жидкостью, если разность уровня ртути в манометре $h = 0.3$ м. Плотность ртути $\rho_{Hg} = 13.6$ г/см³.

Решение. Запишем уравнение равновесия для сечения 3-3:

$$P_{3-3} = P_B = P_{атм} + \rho_{Hg} g h = 9.81 \cdot 10^4 + 13.6 \frac{10^{-3}}{10^{-6}} \cdot 9.81 \cdot 0.3 = 13.8 \cdot 10^4 \text{ Па} = 1.4 \text{ атм}$$

2. Определить на какую высоту поднимется вода в колбе, если абсолютное давление в ней $P_k = 9.3 \cdot 10^4$ Па.

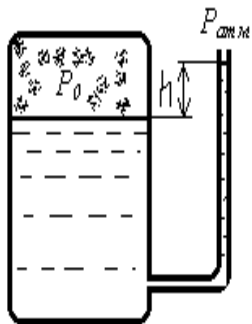
Решение.

Условие равновесия жидкости для свободной поверхности $P_{атм} = P_k + \rho g h$.

Отсюда

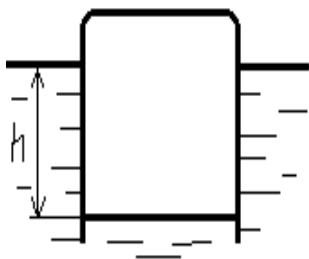
$$h = (P_{атм} - P_k) / \rho g = (9.81 - 9.3) \cdot 10^4 / 9.81 \cdot 10^3 = 0.51 \text{ м}$$

Задачи 1.3.1



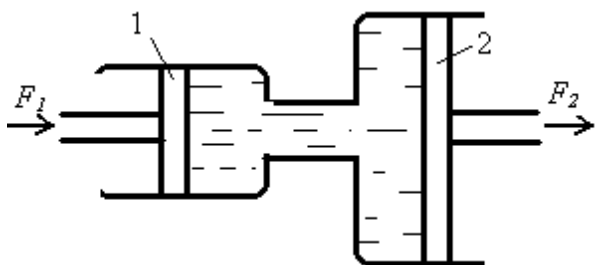
1. В закрытом сосуде находится газ и жидкость с плотностью $\rho_{Hg} = 13.6 \text{ г/см}^3$. С сосудом соединена пьезометрическая трубка. Определить давление газа в сосуде P_0 , если жидкость в трубке

поднялась на высоту $h = 30 \text{ см}$. Ответ дать в ата (абсолютное давление).

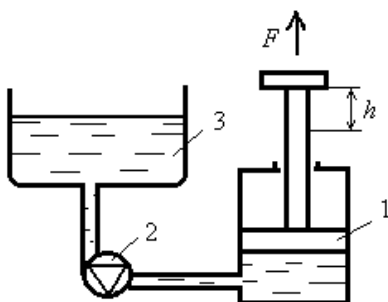


2. Полный тонкостенный цилиндр опустили в воду вверх дном. Цилиндр плавает так, что уровень воды внутри цилиндра находится на глубине

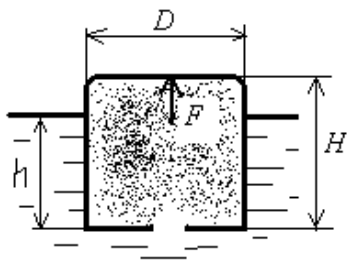
$h = 20 \text{ см}$ от поверхности окружающей воды. Плотность воды 1000 кг/м^3 , вес цилиндра 2 кГ (20 Н). Определить площадь доньшка цилиндра.



3. Гидроусилитель состоит из двух цилиндров 1 и 2, соединенных трубкой. Площадь поршня $S_1 = 2 \text{ см}^2$. На него действует сила $F_1 = 50 \text{ кГ}$. Площадь поршня $S_2 = 20 \text{ см}^2$. Определить силу F_2 на втором гидроцилиндре и перемещение поршня, если первый поршень переместился на $h_1 = 5 \text{ см}$. Перемещение поршней считать бесконечно медленным.



4. Гидравлический подъемник развивает силу $F = 2000 \text{ кГ}$. Площадь поршня – 1 гидроцилиндра $S = 40 \text{ см}^2$. Какое давление должен обеспечить насос – 2, чтобы развить эту силу? Какова должна быть вместимость бака – 3, чтобы обеспечить подъем груза на высоту $h = 1 \text{ м}$?



5. Опрокинутый танк с нефтью плавает в воде. Диаметр танка $D = 5$ м, высота $H = 4$ м, вес 4000 кГ. Плотность нефти $\rho_n = 850$ кг/м³. Определить глубину его погружения h и силу F давления нефти на дно танка.

Вопросы

1. В чем заключается разность между напором и давлением?
2. Что называется абсолютным давлением, избыточным давлением и вакуумом?
3. Как записывается основное уравнение гидростатики?
4. Какова абсолютная возможная величина вакуума?
5. Чему равна пьезометрическая высота (в метрах Н₂О для атмосферного давления)?
6. Чему равно давление жидкости на твердую поверхность?
7. Чему равна сила давления жидкости на плоскую поверхность?
8. Чем измеряют давление в жидкости?

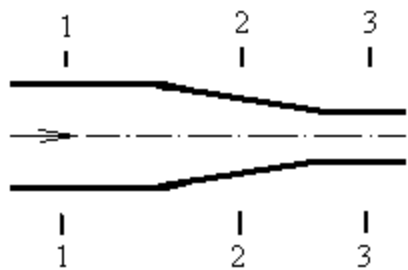
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема 3. Основные уравнения статики и кинематики

Расчёт внутренней канализации

1.6. Уравнение постоянства расхода

Расходом называется количество жидкости, протекающее через сечение потока в



единицу времени. Различают массовый $\dot{m}$ и объемный $\dot{V}$ расходы. Они связаны следующим соотношением

$$\dot{m} = \rho \dot{V}.$$

(1.13)

Одним из основных уравнений гидродинамики является уравнение постоянства расхода, который говорит: расход через сечения перпендикулярные оси трубопровода есть величина постоянная, т.е.

Рис. 1.6. Поперечное сечение трубопровода

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 = \text{const} = \rho_1 S_1 = \rho_2 S_2 = \rho_i S_i \quad (1.14)$$

где S_1 , S_2 и S_i – площади поперечных сечений трубопровода. $S_i = \pi D_i^2 / 4$, где D_i – диаметр i -ого сечения трубопровода; ρ_1 , ρ_2 и ρ_i – средние скорости течения жидкости в трубопроводе в сечениях 1, 2 и i -ом соответственно.

Из этого уравнения следует, что средние скорости в потоке несжимаемой жидкости обратно пропорциональны площадям сечений, т.е. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$.

Примеры 1.6.2.

Трубопровод диаметром $D = 100$ мм разветвляется на два трубопровода с диаметрами d_1 и d_2 . Диаметр $d_1 = 50$ мм. Определить диаметр второго трубопровода, если после разветвления скорость в первом трубопроводе увеличилась в два раза, а во втором уменьшилась в два раза.

Решение: Запишем уравнение постоянства расходов для трубопроводов:

$$\dot{V} = \dot{V}_1 + \dot{V}_2 \text{ или}$$

учитывая, что $\dot{V} = \rho S$ перепишем

$$\rho (\pi D^2)/4 = \rho_1 (\pi d_1^2)/4 + \rho_2 (\pi d_2^2)/4.$$

По условию задачи $\rho_1 = 2\rho$, $\rho_2 = 0.5\rho$. Тогда получаем $D^2 = 2d_1^2 + 0.5d_2^2$.

Откуда $d_2 = 100$ мм.

Задачи 1.6.2.

1. По трубопроводу диаметром $d = 200$ мм перекачивают керосин со скоростью $\rho = 8$ м/с. Определить массовый и объемный расход керосина.

2. По трубе диаметром $d_1 = 600$ мм движется жидкость со скоростью $\rho_1 = 8$ м/с. Как изменится скорость движения на участке трубопровода с диаметром $d_2 = 300$ мм?

3. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости для двух произвольно выбранных сечений трубопроводов выражает равенство энергий в этих двух сечениях, т.е.

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \rho h_{\text{ном } 1-2} \quad \text{или} \quad (1.15)$$

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_3 + \frac{P_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} + \square h_{nom\ 1-3},$$

где z_1 , z_2 и z_3 – высоты расположения сечений 1, 2 и 3 над произвольной горизонтальной плоскостью; $\square_1$, $\square_2$ и $\square_3$ – средние скорости потока и P_1 , P_2 и P_3 – давления в сечениях 1, 2 и 3; $\square h_{nom\ 1-2}$ и $\square h_{nom\ 1-3}$ – потери энергии на участке 1–2 и 1–3, соответственно.

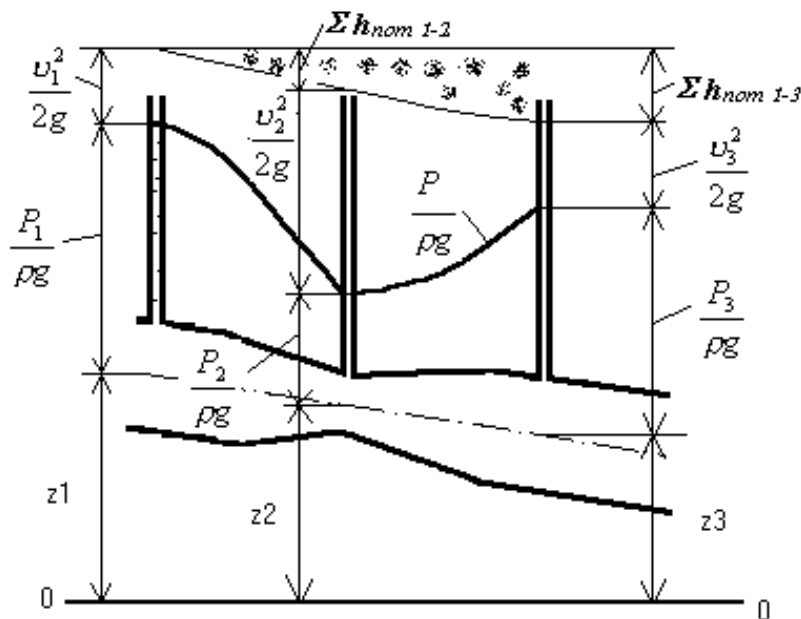


Рис. 1.6. 2. Графическая интерпретация закона Бернулли

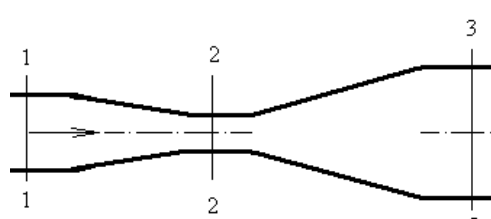
Это уравнение баланса энергии с учетом потерь. Т.е. сумма энергии положения – z_i , энергии давления $\frac{P_i}{\rho g}$, кинетической энергии $\frac{v_i^2}{2g}$ равна той же сумме энергий для второго (третьего) сечения с учетом всех потерь энергии на данном участке $\square h_{nom\ 1-i}$, которая характеризует уменьшение механической энергии потока на участке между сечениями. На рис. 1.16 показана графическая

интерпретация закона Бернулли. Энергия, теряемая жидкостью на рассмотренном участке течения,

разумеется не теряется бесследно, а лишь превращается в другую форму – тепловую, которая непрерывно рассеивается, поэтому повышение температуры бывает практически малозаметным.

Из уравнения Бернулли (1.15) и уравнения расхода (1.13) следует, что если площадь поперечного трубопровода уменьшается, то скорость течения жидкости увеличивается, а давление в этом сечении будет уменьшаться, и наоборот.

Пример 1.6.3.



По горизонтальному трубопроводу переменного сечения течет жидкость. Расход равен 15 л/с. Плотность жидкости 780 кг/м³. Диаметры трубопровода в характерных сечениях $d_1 = 50$ мм, $d_2 = 25$ мм,

$d_3 = 75$ мм. Определить напоры и давления в сечениях 1-1, 2-2, 3-3, если давление в сечении 1-1 равно $P_1 = 4$ ата. Потерями пренебречь.

Решение. Запишем уравнение постоянства расхода и определим скорости в этих сечениях:

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 = \dot{V}_3 = \square_1 S_1 = \square_2 S_2 = \square_3 S_3,$$

откуда $\square_1 = 4 \dot{V}_1 / (\square d_1^2)$, $\square_2 = 4 \dot{V}_2 / (\square d_2^2)$, $\square_3 = 4 \dot{V}_3 / (\square d_3^2)$.

Произведя вычисления, получаем $\square_1 = 7.64$ м/с, $\square_2 = 30.56$ м/с, $\square_3 = 3.4$ м/с.

Для определения пьезометрических напоров и давлений воспользуемся уравнением

$$\text{Бернулли } z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \square h_{\text{ном } 1-2} \text{ и } z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_3 + \frac{P_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} + \square h_{\text{ном}}$$

1-3, т.к. $z_1 = z_2 = z_3$, а потерями можно пренебречь получаем

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} = \frac{P_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g}.$$

$$\text{Т. к. } \frac{P_1}{\rho g} = \frac{4.98110}{780 \cdot 9.81} = 51.2 \text{ м, получаем}$$

$$\frac{P_2}{\rho g} = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = 51.2 + \frac{7.64^2 - 30.56^2}{2 \cdot 9.81} = 6.58 \text{ м,}$$

$$\frac{P_3}{\rho g} = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_3^2}{2g} = 51.2 + \frac{7.64^2 - 3.4^2}{2 \cdot 9.81} = 53.6 \text{ м.}$$

После этого можно найти давление в сечениях 2 и 3:

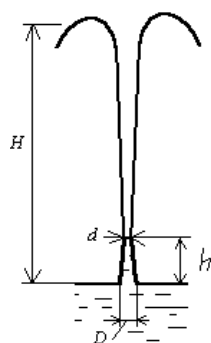
$$P_2 = 6.58 \cdot 780 \cdot 9.81 \text{ Па} = 5 \cdot 10^4 \text{ Па} = 0.51 \text{ атм}, P_3 = 53.6 \cdot 780 \cdot 9.81 \text{ Па} = 41 \cdot 10^4 \text{ Па} = 4.2 \text{ атм.}$$

Задачи 1.6.4.

1. По трубопроводу течет вода с расходом 125 л/с. В сечении 1-1 диаметр трубопровода $d_1 = 40$ см, давление $P_1 = 4.8$ атм, а в сечении 2-2, расположенном на 4 м ниже, диаметр равен $d_2 = 30$ см. Определить давление P_2 в сечении 2-2. Потерями пренебречь.

2. По нефтепроводу перекачивается нефть плотностью 890 кг/м³ в количестве 40 л/с. В одном сечении нефтепровода внутренний диаметр трубы равен 305 мм и давление 10 атм, а в другом сечении, расположенном на 10 м выше, внутренний диаметр трубы равен 254 мм и давление 8 атм. Определить потери напора между сечениями.

3. Вода фонтанирует из конического насадка на высоту $H = 5$ м. Пренебрегая потерями в насадке, определить расход воды и давление на входе в насадок, если его размеры $D = 45$ мм, $d = 8$ мм, $h = 350$ мм.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Самусь, О.Р. Руководство по изучению дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Водоснабжение и водоотведение высотных зданий. - 53 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-1658-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=242014> (10.08.2015). ЭБС
- Самусь, О.Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики : учебное пособие / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 128 с. : табл., рис., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4458-9555-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253622> (10.08.2015).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине **«Инженерные системы зданий и сооружений
(водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)»**
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	
План-график выполнения самостоятельной работы.....	
Методические указания по изучению теоретического материала.....	
Методические указания по видам работ, предусмотренных рабочей программой.....	
Методические указания по подготовке к экзамену.....	
Список рекомендуемой литературы.....	

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по организации и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)» предназначены для студентов направления подготовки 08.03.01 «Городское строительство и хозяйство».

Внеаудиторная самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирования общих и профессиональных компетенций
- развитию исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Перед выполнением студентами внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

В качестве форм и методов контроля вне аудиторной самостоятельной работы студентов используются семинарские занятия, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы.

Критериями оценки результатов вне аудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Целью изучения дисциплины «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)» является обучение студентов методам расчета теплового и воздушного режима помещений, выбора способов отопления и вентиляции помещений и расчета процессов обработки воздуха для последующего грамотного проектирования оборудования и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха помещений жилых, общественных и производственных зданий.

Основной задачей изучения дисциплины является ознакомление с принципами создания расчетных параметров микроклимата в помещениях промышленных и общественных зданий.

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр						
ОПК-3 (ИД-1 опк-3; ИД-2 опк-3; ИД-3 опк-3) ОПК-4 (ИД-1 опк-4; ИД-2 опк-4; ИД-4 опк-4; ИД-5 опк-4; ИД-6 опк-4)	Самостоятельное изучение литературы по теме 1-9	Ответы на вопросы по темам дисциплин	Собеседование	72	8	80
	Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальное задание	Отчёт (письменный)	6,3	0,7	7
	Подготовка к лабораторным занятиям	Индивидуальное задание	Отчёт (письменный)	6,3	0,7	7
	Выполнение контрольной работы	Текст контрольной работы	Контрольная работа	9,9	1,1	11
Итого за 5 семестр				94,5	10,5	105
Итого				94,5	10,5	105

3. Методические указания по изучению теоретического материала

Прежде всего, необходимо определить вид издания (моноиздание, сборник, часть многотомного или выпуск серийного издания). Устанавливается, какому вопросу, теме или области науки посвящено произведение. Обращается внимание на структуру издания, выявляются принципы группировки материала.

Анализ формы изложения материала помогает при определении читательского адреса. С этой целью изучается, насколько полно, доступно и наглядно изложены вопросы.

При анализе отмечаются особенности полиграфического исполнения и редакционно-издательского оформления, в частности наличие элементов научно-справочного аппарата. Помимо текста самого произведения библиограф просматривает предисловие, вступительную статью, примечания. Если сведений оказывается недостаточно, следует обратиться к дополнительным источникам.

Изучение дополнительных источников. Такими источниками могут быть рецензии, критические статьи, критико-биографические, историко-литературные работы. Выявить

эти источники можно с помощью справочных и библиографических изданий.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий дисциплины. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради дополнять конспект лекций, также следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Работа со справочными изданиями.

Словарь – справочное издание, содержащее упорядоченный перечень языковых единиц (слов, словосочетаний, фраз, терминов, имен, знаков), снабженных относящимися к ним справочными данными.

Терминологический словарь – словарь, содержащий термины какой-либо области знания или темы и их определения (разъяснения).

Справочник – справочное издание, носящее прикладной, практический характер, имеющее систематическую структуру или построенное по алфавиту заглавий статей. По целевому назначению различают: научный, массово-политический, производственно-практический, учебный, популярный и бытовой справочники.

Биографический справочник (словарь) – справочник, содержащий сведения о жизни и деятельности каких-либо лиц.

Библиографический справочник (словарь) – справочник, содержащий биографические сведения о каких-либо лицах, списки их трудов и литературы, освещающей их жизнь и деятельность.

Справочное пособие – пособие, рассчитанное по форме на то, чтобы по нему можно было наводить справки. От справочника отличается тем, что может быть использовано и для последовательного освоения материала, в то время как справочник нацелен главным образом на выборочное чтение, по мере того, как возникают те или иные вопросы и нужда в справке, и для последовательного чтения не приспособлен.

Энциклопедия – справочное издание, содержащее в обобщенном виде основные сведения по одной или всем отраслям знаний и практической деятельности, изложенные в виде кратких статей, расположенных в алфавитном или систематическом порядке. В зависимости от круга включенных сведений различают универсальную (общую), специализированную (отраслевую), региональную (универсальную или специализированную) энциклопедии.

Тезаурус относится к специальному типу словаря нормативной лексики с точно определенными связями между терминами.

Задания для самостоятельной работы студентов

4. Методические указания по видам работ, предусмотренных рабочей программой

Вид самостоятельной работы студентов:

Собеседование по темам 1-9

Во время практического занятия преподаватель опрашивает студентов по вопросам, заданным на данное занятие. Студенты должны заранее дома, в библиотеке и читальном зале подготовить ответы на все заданные вопросы практического занятия. Следует вести специальную тетрадь с записями ответов на вопросы. Желательно при подготовке ответа не ограничиваться материалом одного учебника, а использовать научные статьи из журналов, сборников статей, монографии.

В процессе организации работы большое значение имеют консультации преподавателя, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы.

Студент, отвечающий на вопрос практического занятия, должен делать это, как правило, не прибегая к помощи каких-либо записей или учебников. Ответ должен быть настолько полным, насколько это требуется, чтобы достаточно полно раскрыть данный вопрос.

№ п/п	Виды самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение литературы по теме № 1 Водопотребление. Системы водоснабжения.
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 2 Системы забора, подачи и распределения воды
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 3 Системы подачи и распределения воды
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 4 Системы горячего водоснабжения
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 5 Системы водоснабжения. Классификация, нормы потребления, расчет потребности в воде
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 6 Гидравлический расчет водоотводящих сетей.
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 7 Отстаивание воды.
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 8 Внутреннее водоснабжение зданий
	Самостоятельное изучение литературы по теме № 9 Биологическая очистка сточных вод методом биофильтрации

Критерии оценивания: Оценка «отлично» ставится студенту, если он полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится студенту, если он дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «отлично», но допускает ошибки, которые сам же исправляет, и имеются недочеты в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает

неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, если студент он незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

6. Методические указания по подготовке к экзамену

Начинайте готовиться к экзаменам заранее, понемногу, по частям, сохраняя спокойствие. Составьте план работы, распределите общее количество материала по дням подготовки, обязательно оставив время на повторение. Необходимо определить время занятий с учетом ритмов организма. Перед началом подготовки к экзаменам необходимо просмотреть весь материал и отложить тот, что хорошо знаком, а начинать учить незнакомый, новый.

Используйте время, отведенное на подготовку, как можно эффективнее. Новый и сложный материал учите в то время суток, когда хорошо думается, то есть высокая работоспособность. Обычно это утренние часы после хорошего отдыха.

Не слоняйтесь без дела. Займите себя чем-нибудь, когда готовитесь к экзамену. Это не оставит вам времени на пустые страхи. Можно заняться спортом, танцами, рисованием или кулинарией. Все это — отличный способ расслабиться и почувствовать уверенность в себе.

Существуют разные приемы работы с материалом.

1. Самое главное понять материал, разобраться в нем. Очень полезно составлять планы конкретных тем и держать их в уме («план в уме»), а не зазубривать всю тему полностью «от» и «до». Можно также практиковать написание вопросов в виде краткого изложения материала.

2. Заучиваемый материал лучше разбить на смысловые куски, стараясь, чтобы их количество не превышало семи. Смысловые куски материала необходимо укрупнять и обобщать, выражая главную мысль одной фразой. Текст можно сильно сократить, представив его в виде схемы типа «звезды», «дерева», «скобки» и т.п.

3. К трудно запоминаемому материалу необходимо возвращаться несколько раз, просматривать его в течение нескольких минут вечером, а затем еще раз — утром.

4. Пересказ текста своими словами приводит к лучшему его запоминанию, чем многократное чтение, поскольку это активная, организованная целью умственная работа. Вообще говоря, любая аналитическая работа с текстом приводит к его лучшему запоминанию.

5. Используйте разные приемы запоминания - зрительно, на слух, письменно.

Вопросы к экзамену

Базовый уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать:

1. Виды потребления воды
2. Нормы водопотребления
3. Расчет водопотребления населенных пунктов
4. Источник водоснабжения
5. Классификация систем водоснабжения
6. Режим работы систем водоснабжения
7. Водозаборные сооружения

8. Системы подачи и распределения воды
9. Внутреннее водоснабжение зданий
10. Качество воды природных источников
11. Функции очистных сооружений
12. Коагулирование
13. Отстаивание воды
14. Осветление воды

Уметь, владеть:

15. Сорбционная очистка сточных вод
16. Очистка сточных вод озонированием
17. Схемы физико-химической очистки сточных вод
18. Глубокая очистка и обеззараживание сточных вод
19. Утилизация осадков сточных вод
20. Системы и схемы водоснабжения. Схема водоснабжения населенного пункта. Нормативная база инженерных систем и оборудования, планировка и застройка населенных мест.
21. Водоснабжение промпредприятий, инженерных систем и оборудование, планировка.
22. Основные данные для проектирования водопроводной сети (нормы водопотребления, режим водопотребления, расходы, напор).
23. Источники водоснабжения, оценка технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов и коммунального оборудования водоснабжения.
24. Водозаборные сооружения из подземных источников, эксплуатация, профилактические осмотры и ремонты.
25. Водозаборные сооружения из поверхностных источников, эксплуатация, профилактические ремонты.
26. Центробежные насосы (устройство, принцип работы, рабочие характеристики, нормативные требования).
27. Водопроводные насосные станции (классификация, назначение, эксплуатация, ремонты).
28. Наружная водопроводная сеть (схемы трассировки, элементы, трубы и арматура, эксплуатация, профилактические осмотры и ремонты). Требования к водопроводным сетям.

Повышенный уровень

Знать:

1. Фильтрация воды
2. Обеззараживание воды
3. Характеристика сточных вод
4. Системы водоотведения
5. Гидравлический расчет водоотводящих сетей
6. Водоотводящая сеть населенных пунктов
7. Водоотводящие сети промышленных предприятий
8. Водоотводящие сети атмосферных осадков (водостоки)
9. Оборудование насосных станций
10. Состав и свойства сточных вод
11. Технологические схемы очистки сточных вод
12. Механическая очистка сточных вод
13. Биологическая очистка сточных вод
14. Биологическая очистка сточных вод методом био-фильтрации
15. Очистка сточных вод флотацией
16. Очистка сточных вод коагулированием

Уметь, владеть:

17. Методы очистки и обеззараживания воды.
18. Реагентное хозяйство (назначение, элементы, техника безопасности).
19. Смесители, отстойники, осветлители со взвешенным слоем осадка, скорые зернистые фильтры: оценка технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов жилищно-коммунального хозяйства и жилищно-коммунального оборудования.
20. Схема канализации населенного пункта и ее основные элементы.
21. Схемы трассировки канализационных сетей. Расположение коммуникаций относительно фундаментов зданий и других коммуникаций.
22. Определение расчетных расходов, скорости, уклоны, глубина заложения канализационной сети.
23. Устройство канализационной сети. Трубы. Колодцы. Требования к эксплуатации, осмотрам и ремонтам.
24. Дождевая канализационная сеть (назначение, устройство).
25. Перекачка сточных вод. Канализационные насосные станции.
26. Состав загрязнений и методы очистки сточных вод.
27. Технологическая схема городских канализационных очистных сооружений: оценка технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов станции и оборудования.
28. Требования к расположению станции очистки сточных вод относительно города и водных объектов.
29. Принципы размещения и способы прокладки подземных коммуникаций.
30. Подземные коммуникации города
31. Системы водоснабжения. Классификация, нормы потребления, расчет потребности в воде
32. Системы горячего водоснабжения

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению контрольной работы
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и
водоотведение с основами гидравлики)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- 1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И РЕАЛИЗУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ**
- 2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ**
- 3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ**
- 4. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ**
- 5. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**
- 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОТЫ**
- 7. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ**
- 8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**
- 9. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение на основе гидравлики)» рассчитаны на студентов очно-заочной формы обучения по направлению 08.03.01 «Строительство», направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство».

Инженерная гидрология изучает процессы, происходящие в природных водах, в результате взаимодействия их с транспортными и гидротехническими сооружениями. При анализе статистических данных, получаемых при наблюдении за гидрологическими явлениями и процессами, инженерная гидрология применяет аппарат математической статистики для систематизации и использования этих данных в научных и практических целях.

В частности, методы математической статистики используются в рекомендациях по определению расчётных гидрологических характеристик при проектировании транспортных сооружений, например, средних годовых, максимальных расходов и наивысших уровней воды в реках.

Дисциплина «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение на основе гидравлики)» разрабатывает специальные методы, основанные на анализе происхождения стока, позволяющие определить расчётные гидрологические характеристики при отсутствии данных наблюдений или при их недостаточности.

Важное место в дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение на основе гидравлики)» занимает тема, связанная с изучением изменений русловых процессов под влиянием строительства транспортных сооружений. К ним относятся: занесение донными и заиление взвешенными наносами водопроводящих сооружений, местные и общие размывы речного русла у мостовых переходов.

В дорожно-мостовом строительстве необходимость использовать различные параметры потока возникает на стадии изысканий автомобильных и железных дорог, при их проектировании, разработке проектов организации строительства дорог, водопропускных труб, мостов и других дорожных водопроводящих сооружений. Гидрологические данные широко используются и во время их строительства и эксплуатации. Чтобы рационально проектировать, строить и эксплуатировать автомобильные дороги, требуются за длительный период подробные сведения о гидрологическом режиме водных объектов, вблизи которых они расположены или пересекают их. Гидрологическими и гидравлическими факторами определяются генеральные размеры сооружений: отверстий мостов и труб, глубина заложения фундаментов опор мостов, отметки бровок земляного полотна, способы крепления откосов полотна, размеры различных сооружений для обеспечения стабильности земляного полотна.

Запроектированный мостовой переход через водоток, включающий мост, подходные насыпи и регуляционные сооружения (струенаправляющие дамбы), должен обеспечивать безопасный пропуск высоких вод и ледохода. При взаимодействии потока с сооружениями мостового перехода возникают интенсивные размывы русла вследствие стеснения потока, которые также должны быть учтены при проектировании мостов. Размывы русел возникают и в нижних бьефах водопропускных труб.

Служба эксплуатации дорог использует гидрологическую информацию и прогнозы о прохождении паводков и селевых потоков, об образовании, развитии и разрушении затопов льда на участках их влияния на сооружения автомобильных дорог, об интенсивных размывах русел и др.

Чтобы определить возможные пределы изменения характеристик потока и их средние значения, необходимы непрерывные гидрометрические работы в течение нескольких десятков лет. С производством гидрометеорологических изысканий при проектировании инженерных сооружений студенты заочной и дистанционной форм обучения ознакомятся в период учебной гидрологической практики.

1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И РЕАЛИЗУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Целью освоения дисциплины «Инженерные системы зданий и сооружений (Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики)» является формирование у студентов профессиональных знаний и навыков по вопросам водоснабжения и водоотведения и использование этих знаний для проектирования систем водоснабжения и водоотведения.

Задачи освоения дисциплины изучить:

- Принципы действия и назначение внутренних систем водоснабжения и водоотведения;
- Методы гидравлических расчётов систем водоснабжения и водоотведения;
- Материалы трубопроводов и элементов систем, методы защиты трубопроводов систем;
- Оборудование, установки, сооружения и другие элементы систем водоснабжения и водоотведения.

2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ

Структура контрольной работы:

1. Теоретическая часть (всестороннее рассмотрение 3-х теоретических вопросов, предложенного в методических указаниях в соответствии с номером варианта). Недопустимо отсутствие ссылок на используемую литературу. Объем работы должен быть не менее 10 печатных листов.

2. Список используемой литературы.

1. Самусь, О.Р. Руководство по изучению дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Водоснабжение и водоотведение высотных зданий. - 53 с.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется в печатном виде на листах формата А4. Допускается выполнение работы в рукописном виде в тетради. Общий объем работы должен составлять 8-15 листов. Вариант выбирается по первой букве фамилии и последней цифре номера зачетной книжки согласно таблице.

Последняя цифра номера зачетной книжки		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Первая буква фамилии	А,Л,Х	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Б,М,Ц	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
	В,Н,Ч	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
	Г,О,Ш	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
	Д,П,Щ	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
	Е,Р,Э	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5
	Ж,С,Ю	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
	З,Т,Я	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
	И,У	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8
	К,Ф	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9

В задание варианта включается три теоретических вопроса. При написании теоретического вопроса следует пользоваться законодательными нормативными актами, учебной литературой, материалами периодической печати и статистическими данными. В конце контрольной работы нужно представить список использованных источников.

Текст реферата должен сопровождаться рисунками, таблицами, графиками, фрагментами топографических планов и карт, которые несут большую информационную нагрузку. Обязательными являются ссылки на использованные литературные источники.

Контрольная работа по результатам самостоятельной работы студента должна быть выполнена на основе компьютерных технологий и распечатывается на одной стороне стандартного листа формата А4 белой односортной бумаги через 1,5 интервала черным шрифтом с полями вокруг текста. Объем отчета составляет 25 печатных листов формата А4.

Размер левого, нижнего и верхнего полей – не менее 20 мм, правого – не менее 15 мм. Размер шрифта 14. Рекомендуемый шрифт - TimesNewRoman.

Текст должен равномерно располагаться на странице, с одинаковыми отступами от начала поля, где располагается текстовый материал. Текст, начинающийся с красной строки, печатают с абзаца отступом 1,25 см от начала строки.

Каждый структурный раздел (введение, главы, заключение, список использованных источников) начинается строго с новой страницы. Подразделы внутри основного раздела размещаются на той же странице.

Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовке не допускается. Рекомендуется выделять заголовки жирным шрифтом.

Разделы должны иметь порядковые номера на протяжении всего текста отчета, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится.

4. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Теоретическая часть предполагает изучение одного из следующих вопросов

Сорбционная очистка сточных вод

Очистка сточных вод озонированием

Схемы физико-химической очистки сточных вод

Глубокая очистка и обеззараживание сточных вод

Утилизация осадков сточных вод

Системы и схемы водоснабжения. Схема водоснабжения населенного пункта.

Нормативная база инженерных систем и оборудования, планировка и застройка населенных мест.

Водоснабжение промпредприятий, инженерных систем и оборудование, планировка.

Основные данные для проектирования водопроводной сети (нормы водопотребления, режим водопотребления, расходы, напор).

Источники водоснабжения, оценка технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов и коммунального оборудования водоснабжения.

Водозаборные сооружения из подземных источников, эксплуатация, профилактические осмотры и ремонты.

Водозаборные сооружения из поверхностных источников, эксплуатация, профилактические ремонты.

Центробежные насосы (устройство, принцип работы, рабочие характеристики, нормативные требования).

5. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1 Расчёт внутреннего водопровода

- 1.Определение потребителей воды и их число.
- 2.Определение числа установленных санитарных приборов.
- 3.Расчет вероятности использования санитарных приборов

Вариант 2 Расчет наружных сетей системы водоснабжения.

- 1.Определение диаметра водопроводной сети.
- 2.Определение расходов воды на каждом участке.
- 3.Определение расчетных расходов воды на каждом участке.

Вариант 3 Расчёт внутренней канализации

- 1.Определение минимальной глубины заложения канализационных трубопроводов.
- 2.Определение расчётного расхода сточных вод.

Вариант 4 Устройство канализационной сети.

- 1.Трубы. Колодцы.
- 2.Требования к эксплуатации, осмотрам и ремонтам.

Вариант 5. Системы горячего водоснабжения

- 1.Системы местного и централизованного горячего водоснабжения.
- 2.Трубопроводы горячего водоснабжения.
3. Схема горячего водоснабжения

Вариант 6 Системы водоснабжения. Классификация, нормы потребления, расчет потребности в воде

- 1.Классификация систем водоснабжения.
- 2.Нормы водоснабжения и требования к качеству воды.
- 3.Расчет потребности в воде.

Вариант 7 Гидравлический расчет водоотводящих сетей.

- 1.Формула Шези.
2. Водоотводящая сеть населенных пунктов.
3. Водоотводящие сети промышленных предприятий.

Вариант 8 Отстаивание воды.

- 1.Осветление воды. Фильтрация воды.
2. Обеззараживание воды. Водоотведение.
- 3.Характеристика сточных вод.

Вариант 9 Обработка воды

- 1.Качество воды природных источников.
- 2.Функции очистных сооружений.
- 3.Коагулирование.

Вариант 10 Биологическая очистка сточных вод методом биофильтрации

- 1.Физико-химическая очистка сточных вод.
- 2.Очистка сточных вод флотацией.
- 3.Очистка сточных вод коагулированием. Сорбционная очистка сточных вод

6. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОТЫ

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью справился с заданием, показал умения и навыки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью справился с заданием, показал умения и навыки, допустил незначительные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент полностью справился с теоретическим заданием, но не показал умения и навыки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не справился с поставленным заданием.

7. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ

Получив проверенную работу, студент должен внимательно ознакомиться с рецензией, пометками на полях и выполнить все указания научного руководителя. Если работа не соответствует предъявляемым требованиям, необходимо ознакомиться с рецензией, доработать контрольную работу, устранив все недостатки, указанные научным руководителем, и в новом варианте сдать на проверку.

В установленный кафедрой срок исполнитель обязан явиться на защиту контрольной работы, имея с собой последний вариант, рецензию на первый вариант с замечаниями руководителя и зачетную книжку.

При защите студент должен быть готов ответить на вопросы научного руководителя по всей теме контрольной работы.

8. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Самусь, О.Р. Руководство по изучению дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Водоснабжение и водоотведение высотных зданий. - 53 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Самусь, О.Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики : учебное пособие / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 128 с.