



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

Методические рекомендации
для выполнения лабораторных работ
для студентов, обучающихся по направлению
08.03.01 «Строительство»

**«Водоснабжение и
водоотведение»**

Авторы
Щуцкая Е.Е.,
Нечаева Л.И.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Водоснабжение и водоотведение: Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

Методические рекомендации содержит учебный материал по основным темам учебной программы для выполнения лабораторных работ

Авторы

к.т.н., доцент
кафедры «ВиВ»
Щуцкая Е.Е.
к.т.н., доцент
кафедры «ВиВ»
Нечаева Л.И.



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа №1 Изучение материалов, оборудования и трубопроводов, применяемых для устройства внутреннего водопровода.....	5
Лабораторная работа №2 Изучение материалов, оборудования и трубопроводов, применяемых для устройства внутренней канализации.	7
Лабораторная работа №3 Определение характеристик скоростного водомера.....	8
Лабораторная работа №4 Ознакомление с насосной группой лаборатории. Пуск и остановка центробежного насоса	10
Лабораторная работа №5 Осветление во взвешенном слое осадка.....	12
Лабораторная работа №6 Определение технологических параметров фильтрования и промывки скорых фильтров	16
Список использованных источников	21



ВВЕДЕНИЕ

Методические указания окажут помощь студентам при проведении практических занятий.

В связи с повышением уровня инженерного оборудования зданий инженерам строительных специальностей необходимо изучить принципы проектирования и расчета сетей внутреннего водоснабжения и водоотведения, ознакомиться с основным технологическим оборудованием, применяемым при монтаже этих систем: трубами, фасонными частями, арматурой, санитарными приборами, насосными установками.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА.

Введение. Для устройства внутреннего водопровода применяется большое разнообразие материалов, оборудования и трубопроводов.

Для экономии цветных металлов, применяемых в сантехнике, имеет место широкое использование полимерных материалов. Оборудование и трубопроводы имеют свои ГОСТы, нормы и рекомендации для их использования.

Знание специфики сантехоборудования, его выбор – важны при монтаже и проектировании внутреннего водопровода.

Цель работы: систематизация материалов, оборудования и трубопроводов, применяемых для монтажа внутреннего водопровода. Изучение ГОСТов, норм на оборудование и трубопроводы.

Материалы и приборы для проведения работы:

1. Плакаты на материалы и оборудование, применяемые для внутреннего водопровода.

2. Арматура, приборы, образцы трубопроводов и фасонных частей.

Порядок выполнения работ:

1. Студенты, выполняющие лабораторную работу, знакомятся с настоящим методическим указанием.

2. Преподаватель, ведущий занятия, демонстрирует студентам следующий материал:

а) планы с изображением арматуры, трубопроводов и их фасонных частей;

б) арматуру, образцы трубопроводов и фасонных частей в их натуральном виде;

3. Студенты разбиваются на 3-4 группы для самостоятельного просмотра натуральных материалов и систематизируют их в виде отчета в таблицу 1.

4. Таблица 1 заполняется и поясняется рукописным текстом, на основании сведений, полученных на лекциях, из рукописных и устных сообщений преподавателя, ведущего лабораторную работу, а также справочной литературы.

Таблица 1.

Характеристика оборудования внутреннего водопровода

№ пп	Вид материала и оборудования	Область применения	ГОСТ	Диаметры, мм	Изготовлен из материала	Условные обозначения	Способы соединения
1	2	3	4	5	6	7	8
	1. Трубопроводы						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						
	2. Фасонные части						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						
	3. Арматура						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						
	4. Контрольно-измерительная арматура						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ.

Цель работы: систематизация материалов, оборудования и трубопроводов, применяемых для монтажа внутренней канализации. Изучение ГОСТов, норм на оборудование и трубопроводы.

Материалы и приборы для проведения работы:

1. Плакаты, материалы и оборудование, применяемые для внутренней канализации.

2. Приборы, образцы трубопроводов и фасонных частей в их натуральном виде.

Порядок выполнения работ.

1. Студенты, выполняющие лабораторную работу, знакомятся с настоящим методическим указанием.

2. Преподаватель, ведущий занятия, демонстрирует студентам следующий материал:

а) плакаты с изображением арматуры, трубопроводов и их фасонных частей;

б) приборы, образцы трубопроводов и фасонных частей в их натуральном виде.

3. Студенты разбиваются на 3-4 группы для самостоятельного просмотра натуральных материалов и систематизируют их в виде отчета в таблицу 2.

4. Таблица 2 выполняется рукописным текстом, на основании сведений, полученных из лекций и сообщений преподавателя, ведущего лабораторную работу, а также справочной литературы.

Таблица 2.

Характеристика оборудования внутренней канализации

№ пп	Вид материала и оборудования	Область применения	ГОСТ	Диаметр, мм	Изготовлено из материала	Условные обозначения	Способы соединения
1	2	3	4	5	6	7	8
	1. Приборы						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						
	2. Фасонные части						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						
	3. Трубопроводы						
1							
2							
3							
4							
	и т.д.						

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СКОРОСТНОГО ВОДОМЕРА.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Определить расход через водомер и его погрешность.

1. Описание установки

Для исследований используются скоростной водомер - мокроход $d=20$ мм, соединяемый с системой трубопроводом, показанным на рис 1.

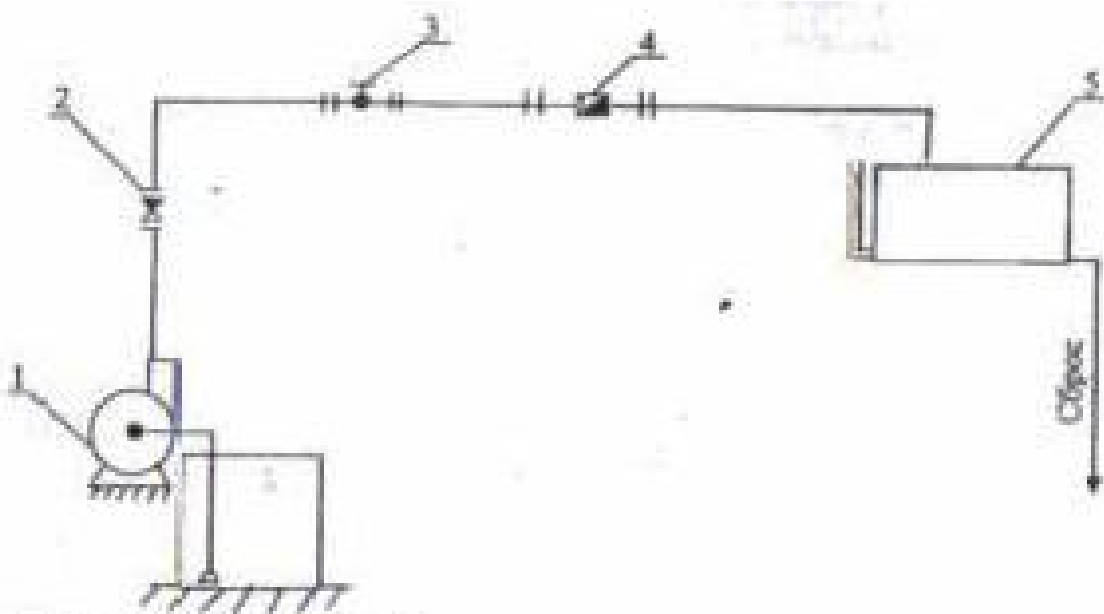


Рис.1. Система трубопроводов

- 1 – центробежный насос;
- 2 – обратный клапан;
- 3 – регулирующий вентиль;
- 4 – водомер;
- 5 – мерный бак.

Водомер установлен на напорном трубопроводе центробежного насоса I.

До водомера имеются штуцера для присоединения регулирующего вентиля 3 для отключения водомера 4 от сети.

Расход воды, прошедший и замеренный водомером, измеряем объемным способом с помощью мерного бака 5.

2. Порядок проведения работы

Водомер. Пропускаем расход через водомер в течение 5 минут. Расход (q) через водомер определяем по разности конечного и предыдущего.

Определяем расход объемным способом (Q). Для этого снимаем показания с рейки пьезометра в начале и в конце опыта. В результате опытов определяем относительную погрешность в % для расходов и среднюю величину погрешности.

Допустимая погрешность по расходу для новых водомеров $\pm 2-3\%$, бывших в употреблении, не более $\pm 5\%$

$$A = \frac{Q - q}{Q} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где A – погрешность по расходу воды.

Данные показаний приборов и их обработку введем в табл.3

Таблица 3

№ п/п	Показания водомера			Показания пьезометра			Объем воды $W = F \cdot h, \text{мм}^3$	Расход объемным способом	Погрешность по расходу $A, \%$
	Время $t, \text{с}$	Расход в начале опыта, $q \text{ л/с}$	Расход в конце опыта, $л/с$	в начале опыта, мм	в конце опыта, мм	Разность показаний, $h, \text{мм}$		$Q = W/t, \text{л/с}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С НАСОСНОЙ ГРУППОЙ ЛАБОРАТОРИИ. ПУСК И ОСТАНОВКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

1. Цель работы

Ознакомление с насосной группой лаборатории, с запорной, измерительной и регулирующей арматурой, щитом управления, электрооборудованием насосных агрегатов. Изучение операций по пуску и остановке центробежных насосов, основных мероприятий по технике безопасности и эксплуатации насосов.

2. Состав и порядок ее выполнения

2.1. Ознакомление с насосной группой

При ознакомлении с насосной группой необходимо изучить схему движения воды от источника водоснабжения (резервуар) через всасывающие линии, насосный агрегат, напорные линии до объекта водоснабжения (тот же резервуар). При этом студенты знакомятся с запорной, регулирующей, измерительной и другими видами арматуры и приборов, установленных на трубопроводах.

Попутно студенты знакомятся с типом и маркой насосов и электродвигателей, входящих в состав насосной группы. Подробно изучается система электропитания от пускателя до электродвигателя. Студенты знакомятся со щитом контроля электрических параметров, установленными на нем приборами.

При ознакомлении необходимо обращать внимание на назначение отдельных элементов арматуры и оборудования насосной группы.

В частности, студенты изучают методику снятия показаний и измерения расходов воды по ним, а также снятия показаний с других измерительных приборов (манометров, электроприборов и пр.).

В результате ознакомления с насосной группой составляют:

- аксонометрическую схему насосной группы, в том числе и источник питания, всасывающие и напорные трубопроводы, насосные агрегаты и арматуру;
- эскиз щита управления с краткой характеристикой приборов, установленных на нем, и системой пуска и остановки насоса;
- экспликацию на насосные агрегаты.

2.2. Пуск и остановка насоса

В процессе выполнения работы студенты изучают и осваивают операцию по пуску и остановке насосных агрегатов.

Перед пуском насоса необходимо проверить исправность насосного агрегата, т.е. равномерность затяжки сальников (если таковы имеются), состояние манометров и вакуумметров (если таковы имеются), центровку агрегатов, правильность затяжки болтов крепления, состояние пальцев на соединительной муфте и наличие ограждений у нее (если таковы имеются), исправность заземления или зануления и т.д.

Перед пуском насосов необходимо проверить заливку их и всасывающих трубопроводов. В противном случае необходимо произвести их заливку от водопроводной

линии лаборатории при открытой пробке для выпуска воздуха. Насос считается залитым, если через отверстие перестает выходить воздух и пойдет равномерно полным сечением вода.

Пуск центробежного насоса осуществляется в следующем порядке:

1. Открывается задвижка всасывающем трубопроводе.
2. Открывается вентиль у манометра и включается электродвигатель путем нажатия кнопки "пуск" на щите управления **при полностью закрытой задвижке на напорной линии.**

3. Когда насос разовьет полное число оборотов и манометр покажет давление, соответствующее каталожному давлению при закрытой задвижке, можно считать, что насос работает нормально.

4. Открывают вентиля у вакуумметра и на трубопроводах, подводящих воду к сальникам и подшипникам (если таковые имеются), и постепенно открывают задвижку на напорном трубопроводе у насосов, до получения требуемых либо напора, либо производительности насоса.

Для установки насоса необходимо:

1. Постепенно закрывать задвижку на напорном трубопроводе у насоса.
2. Закрывать вентиль у вакуумметра (если таковой имеется).
3. Выключить электродвигатель путем нажатия кнопки "стоп" на щите управления.
4. Закрывать вентиль у манометра и вентиль на трубопроводах, подводящих воду к сальникам и подшипникам (если таковые имеются).
5. Закрывать задвижку на всасывающем трубопроводе.

Операции по пуску и остановке насосов выполняет группа студентов, состоящих из 2-3 человек, не более.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 ОСВЕТЛЕНИЕ ВО ВЗВЕШЕННОМ СЛОЕ ОСАДКА

Цель работы – ознакомиться с основами осветления воды во взвешенном слое и конструкциями осветлителей. Освоить методику пробного осветления воды в слое взвешенного осадка для определения технологических параметров производственных осветлителей со слоем взвешенного осадка.

1. Теоретические основы работы

Осветление воды в осветлителе происходит в результате прохождения воды с образованными хлопьями через слой взвешенного осадка. При этом загрязнения коагулируются на поверхности хлопьев и удаляются из воды.

Процесс характеризуется следующими основными параметрами:

- концентрацией взвешенных веществ в слое: весовой и объемной;
- высотой взвешенного слоя.

Эти параметры могут быть определены в лабораторных условиях на модели для необходимого эффекта осветления конкретной воды (C_m , V_m , H_m). Параметры производственного осветлителя (C_p , V_p , H_p) связаны с параметрами модели следующими соотношениями:

$$C_p/C_m = (D_m/D_p)^{0,2} = \left(\frac{F_m}{F_p}\right)^{0,2}; \quad (2)$$

$$V_p/V_m = 1,25/D_p^{0,2} = 1,25/\left(\sqrt{\frac{4F_m}{\pi}}\right)^{0,2}; \quad (3)$$

$$H_p/H_m = (D_p/D_m)^{0,4} = \left(\sqrt{\frac{4F_m}{\pi}}\right)^{0,4}, \quad (4)$$

где D_m , D_p – диаметры модели и производственного осветлителя соответственно;
 F_m , F_p – площадь модели и производственного осветлителя соответственно.

С увеличением размеров осветлителя концентрация взвеси в слое падает для эффекта осветления требуется увеличить высоту взвешенного слоя. Уменьшается и скорость восходящего потока в производственном осветлителе по сравнению с моделью при одном и том же эффекте осветления.

Из соотношений (1) и (3) можно определить параметры работы производственного осветлителя по результатам изучения работы модели.

2. Материальное обеспечение работы

Модель осветлителя с выделенной зоной хлопьеобразования и установкой для приготовления замутненной воды.

Дозатор коагулянта.

Фильтры бумажные (синяя или белая полоса).

Воронки стеклянные – 2 шт.

Колбы конические 250мм – 2 шт.

Сушильный шкаф.

Бюксы стеклянные или металлические – 2 шт.

Весы аналитические.

Масштабная линейка, секундомер.
Фотоэлектрический колориметр (ФЭК).

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой осветлителя со слоем взвешенного осадка, изучить ее работу (рис. 2). Исходная вода из бака I подается насосом II в нижнюю часть камеры хлопьеобразования III, в которой формируются хлопья и вместе с водой, не разрушаясь, по соединительному трубопроводу в нижнюю часть рабочей камеры осветлителя IV, где задерживаются, проходя с низу через слой взвешенного осадка, осветленная вода отводится через патрубок из верхней части зоны осветления в сборно-распределительный канал X.

Избыток осадка по трубе поступает в осадкоуплотнитель.

Осветленная вода из осадкоуплотнителя собирается и отводится по патрубку в сборно-распределительный канал X.

2. Постепенным увеличением расхода воды добиться мутности осветленной воды $M_{осв}=8-12$ мг/л. Для этого после каждого измерения расхода воды через 15 мин. отбирать пробы осветленной воды и измерять их мутность на фотоэлектрическом колориметре. Данные занести в табл.4, построить зависимость $M_{осв}=f(V_m)$.

3. Добившись требуемого эффекта осветления, измерить высоту взвешенного слоя H_m .

4. Объемным способом с помощью мерного сосуда и секундомера определить расход очищаемой воды, л/с.

5. Рассчитать скорость движения воды в зонах осветления рабочей камеры и осадкоуплотнения модели, мм/с:

$$V_m = Q / F_m \quad (5)$$

6. Через пробоотборник отобрать пробу из слоя взвешенного осадка емкостью 0,1 л и определить в ней содержание взвешенного вещества – C_v^m .

Результаты занести в табл.5.

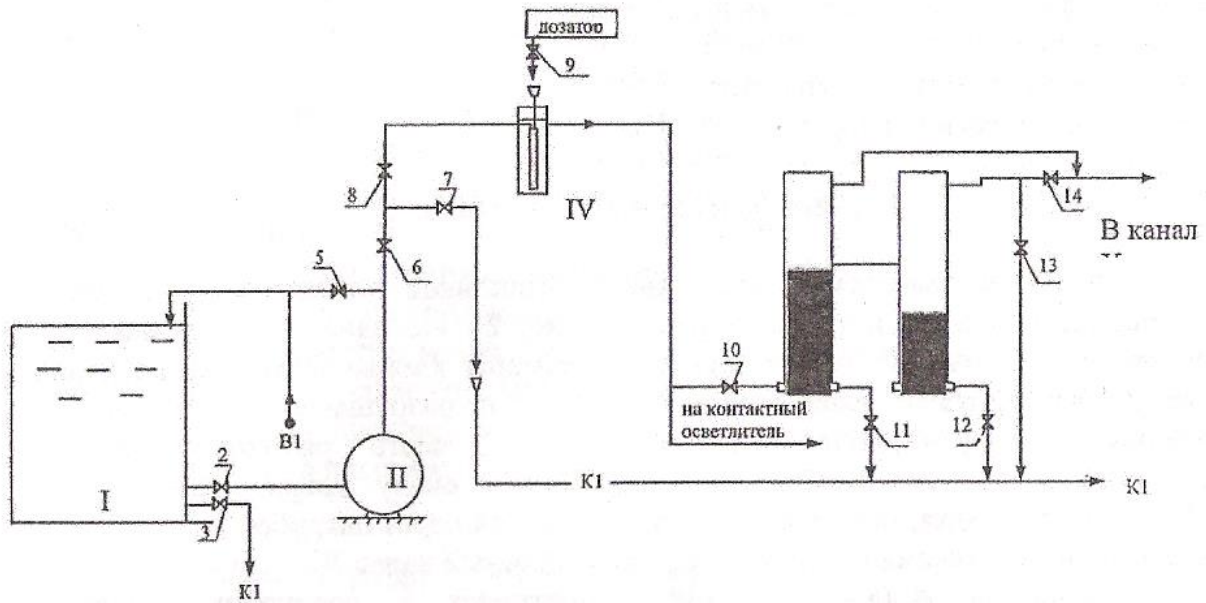


Рис.2. Схема лабораторной установки осветителя со слоем взвешенного осадка:
 I – бак исходной воды, II – насос циркуляционный, III – камера хлопьеобразования,
 IV – рабочая камера осветителя, 1-14 – регулирующие вентили

Таблица 4

Зависимость мутности осветленной воды
 от скорости воды в осветлителе

Показатели	Значения показателя в опыте			
	1	2	3	4
Объем мерного сосуда Время наполнения мерного сосуда T , с Расход очищаемой воды q ? л/с Скорость движения воды в зоне осветления рабочей камеры по формуле (5), мм/с Скорость движения воды в зоне осветления осадкоуплотнителя по формуле (), мм/с Мосв.мг/л - в рабочей камере - в осадкоуплотнителе				

Таблица 5

Расчет параметров осветлителей

Показатель	Ед. изм.	Обозначение	Метод определения	Расчет показат.	Величина
1	2	3	4	5	6
Площадь зоны осветления рабочей камеры и осадкоуплотнителя	м	F _м	$F_M = \frac{\pi D_M^2}{4}$		
Объем мерного резервуара	лл	W _м	-		
Время наполнения мерного резервуара	сс	T	-		
Расход очищаемой воды	Лл/с	q	q=W _м /T		
Скорость движения воды в модели в зоне осветления:	Ммм/с	V _м ^{3,0}	Табл.5		
- в рабочей камере	Ммм/с	V ^{p.k}	Табл.5		
- в производственном осветлителе	Ммм/с	V _п ^{3,0}	$V_{п}^{3,0} = \frac{1,25}{F_{п}^{0,2}} \cdot V_M^{3,0}$		
Высота взвешенного слоя:					
-в модели	мм	Нм	Линейной		
-в производственном осветлителе	пм	Нп	$H_{п} = H_{м} \left(\sqrt{\frac{F_{п}}{F_{м}}} \right)^{0,4}$		
Концентрация взвешенных веществ:					
-в модели	Ммг/л	См ^в	Весовым способом		
-в производственном осветлителе	Ммг/л	Сп ^в	$C_{п} = C_{м} \cdot \left(\sqrt{\frac{F_{п}}{F_{м}}} \right)^{0,2}$		

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРОВАНИЯ И ПРОМЫВКИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

Цель работы: Ознакомление с конструкцией и принципом работы скорого фильтра, определение скорости фильтрования и прироста потерь напора в скорых фильтрах с различной загрузкой, определение интенсивности промывки и наиболее экономичного фильтра с наименьшим расходом воды на собственные нужды.

1. Теоретические основы работы

Завершающим этапом освобождения воды от взвешенных веществ как природного происхождения, так и образовавшихся при ее реагентной очистке, является фильтрование. Этот процесс осуществляется путем пропуска воды через слой мелкозернистого фильтрующего материала определенной высоты в специальных сооружениях – фильтрах. Для осветления воды после обработки ее коагулянтами применяют скорые фильтры.

В толще загрузки накапливается осадок, вследствие чего уменьшается свободный объем пор, увеличивается гидравлическое сопротивление загрузки. Время, в течение которого данная загрузка способна осветлять воду до 1,5 мг/л, называется продолжительностью защитного действия загрузки – фильтроциклон. По истечении времени защитного действия качество фильтрата начинает ухудшаться. Фильтр необходимо остановить на промывку. Промывка осуществляется обратном током воды.

Другим критерием, характеризующим продолжительность фильтрования, является заданная степень прироста потерь напора в загрузке.

Как прирост потерь напора, так и продолжительность защитного действия загрузки зависят от исходной мутности воды, материала, крупности зерен и высоты слоя загрузки, производительности фильтра или скорости фильтрования и характера химической обработки воды.

2. Материальное обеспечение

Модели скорых фильтров.

Колбы конические объемом 250 мм-2 шт.

Фотоэлектрический колориметр ФЭК.

Прибор Снеллена.

Секундомер.

Мерная емкость.

3. Порядок выполнения работы

Лабораторная установка состоит из моделей двух фильтров, установленных на стенде (рис. 3). Каждый фильтр представляет собой стеклянную колонку диаметром 58 мм, длиной 1500 мм. В нижней части фильтра установлен щелевой колпачек для равномерного сбора фильтрованной воды и подачи промышленной воды.

Фильтр VII загружен кварцевым песком с крупностью зерен 0,8-1,6 мм, высота слоя загрузки 700 мм, фильтр VI имеет двухслойную загрузку :нижний слой высотой

420 мм-песок с крупностью зерен 1,6 мм и более, верхний слой высотой 300 мм-антрацит с крупностью зерен 1,6-2 мм.

Для подачи осветленной воды на фильтры над стендом установлен распределительный канал X.

Для перекачки воды заданной концентрацией (8-12 мг/л) из бака I (рис.3) в распределительный канал установлен электронасос II.

Включаем насос II перекачки исходной воды из бака I в распределительный канал X (рис.3). Устанавливаем в канале постоянный уровень. При работе фильтров совместно с осветлителем осветленная вода из рабочей камеры и осадкоуплотнителя поступает в распределительный канал X. На каждый фильтр устанавливаем одинаковые постоянные расходы, регулируя подачу воды зажимами Мора 28 и 29. Расход определяем с помощью мерного цилиндра и секундомера объемным способом или по понижению уровня воды Н при прекращении подачи воды.

Устанавливаем одинаковую скорость фильтрования на всех фильтрах, в пределах 5-10 м/ч снимаем отчет по рейкам, фиксируя начальную высоту слоя воды над загрузкой. Далее в течение одного часа наблюдаем за повышением этого уровня, т.е. за повышением потерь напора. Если высота уровня воды достигнет предельного значения раньше, фильтр выключают из работы. После фиксирования конечных границ высоты слоя воды определяют величину прироста потерь. Наименьшая высота прироста одинаковой скорости фильтрования говорит о преимуществе данного фильтра, так как он обладает наиболее длительным фильтроциклом. Результаты наблюдения сводим в табл.6.

После того как высота столба воды достигнет критическое значение ($h_{кр}$), фильтры останавливают на промывку. Открываем вентиля 15, 19 или 21, и вода из водопровода подается на промывку. Вентили 19 или 21 открываем постепенно, наблюдая за расширением загрузки. Величина относительного расширения загрузки должна быть для фильтра VI-5%, фильтра VII-45%(СНиП 2.04.02-84, т.23).

Таблица 6.

Определение технологических параметров фильтрования

Показатель	Ед. изм.	Обозначение	Определение	Фильтр		
				1	2	3
Характеристика загрузки				песок	антрацит пес.	
Материал средний	-	-	-			
Диаметр	мм					
Высота слоя	м	H_3				
Расход	л/с	Q	Объемный метод			
Понижение уровня воды в модели	м	H	По рейке			
Время	ч	T	-			
Скорость фильтрования	м/ч	V	-			
Мутность исходной воды	Мг/л	Мисх	ФЭК			
Мутность фильтрата	Мг/л	Мф	ФЭК			
Уровень воды над загрузкой в начале опыта	м	H_1	По рейке			
Уровень воды над загрузкой	м		По рейке			
Через =30мин =60мин		$H_2,$ H_3	-			
Общие потери напора H_1-H	м		-			
Прирост потерь напора H_1-H	м	-	-			

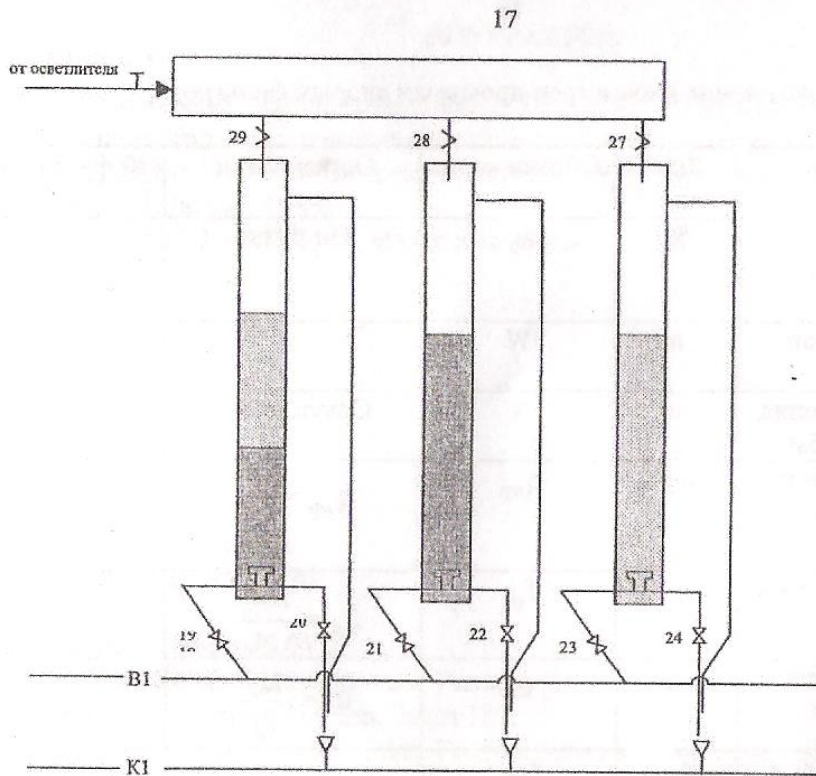


Рис.3. Схема лабораторной установки фильтров:

VI – фильтр с двухслойной загрузкой (антрацит, песок), VII – фильтр с одной песчаной загрузкой, X – сборно-распределительный канал, 18-29 – регулирующие вентили.

При достижении на каждом из фильтров предельной отметки расширения слоя загрузки открытия вентиля прекращается, после чего измеряем расход воды на промывку мерной колбой или по повышению уровня воды при закрытых зажимах на сбросе в канализацию. Промывку производим до тех пор, пока промывная вода не будет чистой (5-7мин). Для прекращения промывки закрываем вентили 15, 19 или 21. Результаты измерений сводим в табл. 7.

Таблица 7.

Определение параметров промывки скорых фильтров

Показатель	Ед. изм.	Обозначение	Определение	№ фильтров		
				1	2	3
Относительное расширение загрузки	%	α_z	По рейке			
Объем мерной колбы	л	W				
Время наполнения мерной колбы	с	t	Секундомер			
Расход воды при промывке	л/с	$q_{пр}$	$q_{пр} = \frac{W}{t}$			
Площадь фильтров	м ²	f_{ϕ}	$f_{\phi} = \frac{\pi d_{\phi}^2}{4}$			
Интенсивность промывки	л/с м ²	ω	$\omega = \frac{q_{пр}}{f_{\phi}}$			
Время промывки	мин	$t_{пр}$				
Вода на собственные нужды	%	a				
Время работы между промывками	ч	T				
Расстояние от поверхности загрузки до кромок сборных желобов	м	$\Delta H_{ж}$	$\Delta H_{ж} = \frac{H_{з\alpha_z}}{100} + 0,3$			

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ.2013-01-01. – М.: Проспект, 2016. – 112с.
2. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
3. Расчет систем внутренних водопроводов и канализации. Часть II: учеб. пособие/ Бутко А.В. [и др.] – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2011. – 60 с.
4. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий: Учебник для вузов – М.: Стройиздат, 1989.
5. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета: Стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб/ Ф.А. Шевелев. – 5-е изд., доп. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 116 с.
6. Лукиных А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Павловского: справочное пособие / Лукиных А.А., Лукиных Н.А. – 7-е изд. – М.: ООО «ИД «БАСТЕТ», 2012. – 384 с.
7. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 128 с.
8. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования. – М.: Госстрой России, 2001. – 30 с.