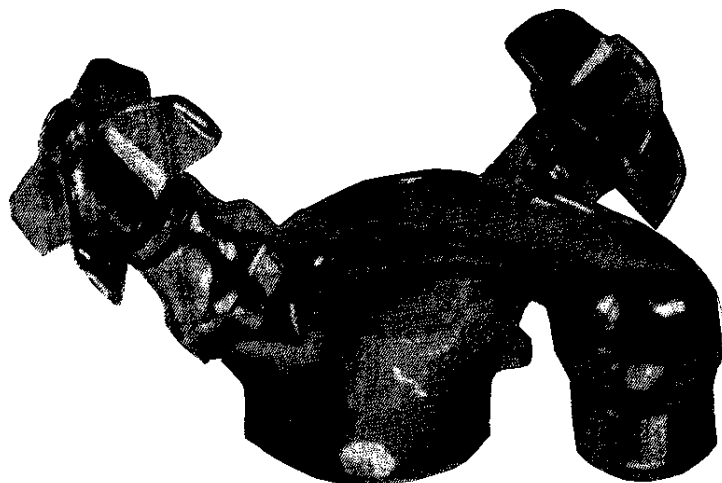


Министерство образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

ВОДОПРОВОД

Методические указания к лабораторным работам



Ульяновск 2001

Министерство образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

ВОДОПРОВОД

**Методические указания к
лабораторным работам**

Составители: К.Н.Мишина
ГГ. Ломовцева

Ульяновск 2001

УДК 532.542(076)
ББК38.761я7 В 62

Рецензент профессор Д.Л. Жуховицкий

Одобрено секцией методических пособий научно-методического
совета университета

Водопровод: Методические указания к лабораторным работам /Сост. В
62 К.Н. Мишина, Г.Г. Ломовцева. - Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 23 с.

Указания составлены в соответствии с учебными программами и предназначены для студентов Ульяновского государственного технического университета, обучающихся по специальностям 2907 и 2903, изучающих курс «Инженерные сети и оборудование зданий», «Водопровод и канализация».

Предназначены для выполнения лабораторных работ по указанным выше дисциплинам и закрепления теоретического материала, полученного на лекционных занятиях.

Указания включают пять лабораторных работ. Работа подготовлена на кафедре ТГВ.

УДК 532.542(076)
ББК38.761я7

СОДЕРЖАНИЕ

1	Предварительные замечания.....	4
2	Техника безопасности.....	5
3	Методические указания к лабораторным работам.....	6
3.1	Лабораторная работа №1. Расходные характеристики водоразборной арматуры.....	6
3.2	Лабораторная работа №2. Определение величин "непроизводительных расходов в водоразборной арматуре.....	9
3.3	Лабораторная работа №3. Стабилизация напоров во внутреннем водопроводе.....	13
3.4	Лабораторная работа №4. Тарировка диафрагмы.....	16
3.5	Лабораторная работа №5. Очистка воды хозяйственно - питьевого назначения.....	20
	Список литературы.....	23

1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ (МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ВиК.

Методические принципы проведения лабораторного практикума по водоснабжению и канализации и содержание его лабораторных работ определяются:

1. Задачами, которые стоят перед будущими инженерами-строителями, изучающими инженерное оборудование зданий.
2. Техническими возможностями лаборатории гидравлики, на базе которой проводится практикум в настоящее время.

Во время, необходимое для выполнения лабораторной работы, входит время на ознакомление с методическими указаниями, оборудованием лабораторной установки, время проведения опытов, обработки их результатов и составления отчета.

Работу выполняют группы в составе 4-5 человек.

Все записи в процессе проведения лабораторных работ, подсчеты, таблицы опытных данных, графики должны были выполнены аккуратно в отдельной тетради.

Перед началом лабораторного занятия студенты должны четко усвоить его цель и порядок выполнения. Предварительно изучить теоретический материал по лекциям или учебнику.

Группа приступает к выполнению работы после инструктажа преподавателя.

Отчет по каждой лабораторной работе должны содержать:

1. Название и цель работы.
2. Схему установки, на которой проводится эксперимент, и её краткую характеристику.
3. Краткое описание порядка проведения опыта и вычислений.
4. Таблицы результатов измерений и расчетов.
5. Графики полученных зависимостей, если они требуются (на миллиметровке).
6. Результаты научных исследований, если необходимо было их выполнить.
7. Выводы и обобщения. Несколько рекомендаций по пункту 5.

Результаты, полученные в опытах, в большинстве случаев необходимо представить в виде графических зависимостей. При этом всегда возникает вопрос о масштабе, в котором на координатных осях

следует наносить значения параметров по осям x и y . При ограниченном числе опытных точек лучше применять меньший масштаб. Масштабы подбирают так, чтобы поле графика приближалось по форме к квадрату, а построенная кривая или прямая - диагонали квадрата. Как правило, следует избегать слишком пологих кривых, точность отсчета по которым значительно меньше, чем при крутых кривых. Обычно для любого графика достаточно форматки размером не более 200х300мм. После выбора масштаба на график наносят числовые значения на координатных осях. В начале координат необязательно могут быть нулевые значения величин. В конце координатных осей нужно написать символы отложенных по этим осям величин, а также единицы физических величин. После этого на график наносят все полученные в результате эксперимента точки. Если необходимо установить зависимость между двумя исследуемыми физическими параметрами при различных значениях третьего, то все экспериментальные точки следует маркировать по этим параметрам, то есть изображать разными значками: точками, кружками, крестиками и т.п.

2 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К лабораторным занятием в гидравлической лаборатории допускаются студенты, получившие инструктаж по технике безопасности у руководителя занятия и расписавшиеся в соответствующем журнале.

Запрещается:

1. Самовольно включать лабораторную установку без ведома руководителя лабораторного практикума.
2. Открывать вентили и задвижки до начала эксперимента.
3. Оставлять без наблюдения включенную лабораторную установку,
4. Загромождать своё рабочее место одеждой, сумками, книгами и другими вещами, не относящимися к работе.

Окончив работу на установке, необходимо поставить в известность об этом руководителя занятия или лаборанта.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

3.1 Лабораторная работа №1 Расходные

характеристики водоразборной арматуры

Цель работы

Установить зависимость расхода воды в водопроводном кране от величины напора в подводке.

Общие сведения

Водоразборная арматура является одним из самых важных элементов внутреннего водопровода. Она во многом определяет успешное его функционирование, является основным источником утечек и непроизводительных расходов воды при избыточных напорах в подводках и технических неисправностях арматуры.

Одним из гидравлических показателей работы водоразборной арматуры является зависимость расхода от напора в подводке при различных значениях относительного открытия: $q=f(H)$ - расходная характеристика.

При этом существуют нормативные расходы воды q_0 при соответствующих свободных напорах H_f в подводках. Значения q_0 для некоторых видов арматуры приведены ниже в табл. 1.1 (СНиП 2.04.01-85).

Табл. 1.1

Санитарные приборы	Расчетный секундный расход воды, л/с		Свободный напор, м, H_f
	Общий Q_0	Холодной воды Q_0^c	
Умывальник с водоразборным краном	0,1	0,1	2
Раковина, мойка с водоразборным краном	0,15	0,15	2
Мойка со смесителем	0,12	0,09	2

Описание установки

Для проведения лабораторной работы необходимо использовать водоразборную арматуру лаборатории гидравлики, в частности, раковину с водоразборным краном. Схема подводки показана на рис. 1.1.

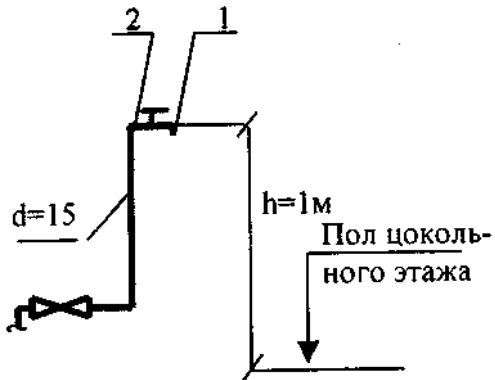


Рис. Г.1. Схема подводки к исследуемому крану:

- 1 - кран водоразборный;
2 - подводка

Методика проведения опыта и обработка опытных данных

1. Открыть кран 1 так, чтобы вытекающая из него струя была толщиной со спичку.
2. Замерить расход объемным способом

$$Q_1 = \frac{W_1}{T_1}, \quad (1)$$

где W_1 - объем воды в мерной колбе, см^3 ; T_1 - время наполнения колбы, с ;

3. Опыт повторить при том же раскрытии крана

$$Q_2 = \frac{W_2}{T_2}. \quad (2)$$

4. Вычислить среднеарифметическое значение расхода

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}. \quad (3)$$

5. Провести десять опытов при различном открытии крана до его полного открытия.
6. Закрыть кран.
7. Данные занести в форму 1.1.

8. Вычислить располагаемый напор H в подводке

$$H = \frac{V^2}{2g}, \quad (4)$$

где $V = \frac{Q}{\omega}$ - средняя скорость в подводке диаметром $d=15$ мм,

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{-- площадь ее сечения. У.}$$

Построить графическую зависимость

$$Q = f(H).$$

10. С помощью построенного графика найти свободный напор H в подводке, соответствующий нормативному расходу $Q=q_0$. Сравнить полученное в опыте значение H с нормативным H_f (табл. 1Л).

11. Вычислить S_a - гидравлическое сопротивление крана, решая уравнения

$$(5) \text{ откуда} \quad H = S_a \cdot q_0^2,$$

$$S_a = \frac{H}{q_0^2} \left(\frac{м \cdot с^2}{л^2} \right), \quad (6)$$

где H - опытное значение свободного напора.

12. Результаты вычислений занести в форму 1.2.

Форма 1.1.

Результаты замеров

Номер опыта	$V, \text{см}^3$	$T_b, \text{с}$	$S, \text{см}^3/\text{с}$	$W_2, \text{см}^3$	$T_2, \text{с}$	$Q_2, \text{см}^3/\text{с}$	$Q, \text{см}^3/\text{с}$
1							
и т.д.							

Номер $W_1, \text{см}^3$ $T_{1, \text{с}}$ $Q_1, \text{см}^3/\text{с}$ $W_2, \text{см}^3$ $T_{2, \text{с}}$ $Q_2, \text{см}^3/\text{с}$ $Q, \text{см}^3/\text{с}$

Результаты вычислений

Номер опыта	$V, \text{см/с}$	$H=V^2/2g,$ м	$Q, \text{л/с}$	$S_a, \frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{л}^2}$
1				
и т.д.				

Элементы научного исследования

1. Дать принципиальные схемы и описание действия водопроводной арматуры (по заданию преподавателя) [1, с.20].
2. Провести испытания смесителя у мойки дома по методике данной лабораторной работы.

Контрольные вопросы

1. Дать анализ полученной зависимости $H_{рф}(Q)$.
 2. При каком значении напора расход превышает нормативное значение?
 3. Вычислите гидравлическое сопротивление S_a водоразборной арматуры, приведенной в таблице 1.1.
 4. Как изменяется расход воды через водоразборный кран при увеличении напора в подводке?
 5. Что такое свободный напор? Как его определили в опыте?
 6. Вычертить принципиальную схему исследованного водоразборного крана [2, с.72]. Пояснить принципы его работы.
- Литература: [1, с.18-24]; [2, с.71-78]; [3, с.386-390].

3.2. Лабораторная работа № 2**Определение величин непроизводительных расходов воды в водоразборной арматуре**

Цель работы

Изучить влияние избыточных напоров на величину непроизводительных расходов во внутреннем водопроводе.

Общие сведения

Система водоснабжения здания любого назначения должна обеспечить подачу воды по всем водоразборным устройствам (арматуре). При этом потребитель должен получить расход воды не меньше нормативного q_0 (л/с) или Q_0 (л/с). Известно, что внутренний водопровод считается обеспеченным напором, если $H_{расп}$ во вводе не меньше требуемого $H_{тр}$. Если $H_{расп} > H_{тр}$, то в сети образуется избыточный напор

$$H_{изб} = H_{расп} - H_{тр}. \quad (1)$$

В то же время у водоразборной арматуры также будет создаваться избыточный напор

$$H_{изб.а} = H_a - H_f, \quad (2)$$

где H_a - располагаемый напор перед арматурой; H_f - нормативный напор.

$H_{изб.а}$ увеличит нормативный расход воды q_0 на величину «непроизводительного расхода» Δq . Расход через арматуру - q_a составит

$$q_a = q_0 + \Delta q = \sqrt{\frac{H_a}{S_a}} = \sqrt{\frac{H_f + H_{изб.а}}{S_a}}, \quad (3)$$

где H_f - рабочий (свободный) напор, м, обеспечивающий нормативный расход воды q_0 , л/с; $H_{изб.а}$ - избыточный напор перед водоразборной арматурой, м; S_a - гидравлическое сопротивление арматуры,

$\frac{м \cdot с^2}{л^2}$; Δq - непроизводительный расход воды через арматуру (в т.ч.

при технических неисправностях арматуры), величина утечек, л/с; H_a - фактический (располагаемый) напор перед арматурой, м.

Описание установки

Исследование выполняется на установке, описание и схема которой даны к лабораторной работе №1.

Данная работа выполняется после того, как проведены полностью исследования по заданию лабораторной работы №1.

Методика проведения опыта и обработка опытных данных

1. Открыть полностью кран 1 цокольного этажа (кр.О) и замерить расход Q_1 объемным способом.
2. Опыт повторить и замерить расход Q_2 .
3. Вычислить среднеарифметическое значение расхода

(4)

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}, \quad \frac{\text{см}^3}{\text{с}}.$$

4. Закрыть кран.
5. Аналогичный опыт провести для крана, расположенного в лаборатории 1¹⁰ этажа (кр. 1).
6. Данные занести в формулу 2.1.
7. Вычислить значение «непроизводительных расходов»

$$\Delta q = Q - q_0, \quad \text{л/с}, \quad (5)$$

8. Вычислить гидравлическое сопротивление S_a кранов (кр.О и кр. 1), полагая в формуле (3) $H_a = H_f = 2m$,

$$S_a = \frac{H_f}{q_0^2}, \quad \frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{л}} \quad (6)$$

9. Найти располагаемый напор H_y в подводке перед кранами

$$H_a = S_a \cdot Q^2, \quad \text{м} \quad (7)$$

10. Определить избыточный напор по формуле (2).
11. Результаты вычислений занести в формулу 2.2.

Форма 2.1.

Результаты замеров

Водоразбор. арматура	W_b см ³	T_b с	$W_{2,3}$ см ³	$T_{2,3}$ с	Q_1	$Q_{2,3}$ см ³ /с	Q_2 см ³ /с
Кр.0							
Кр.1							

12

Форма 2.2.

Результаты вычислений

Водоразбор. арматура	Q л/с	$Ч_0$ л/с	Aq л/с	H_b М	S_a мс ² /л ²	H_a М	$P_{даб-а} > M$
Кр.0				2			
Кр.1				2			

Элементы научных исследований

1. Провести испытания смесителя мойки и смесителя общего для ванны и умывальника в квартире по указанной методике.
2. Сделать анализ результатов о зависимости Aq от $H_{изб а}$

Контрольные вопросы

1. Что такое избыточный напор?
2. Как изменяется напор (располагаемый) по высоте многоэтажного здания?
3. На этажах (верхних или нижних) наиболее вероятны избыточные напоры? Почему?
4. Когда бывает недостающий напор? Его влияние на расход через водоразборную арматуру.
5. Что Вы понимаете по термином «непроизводительные расходы»? Поясните на примере.
6. Как уменьшить непроизводственные расходы Aq ?
7. Что означает нормативный расход воды в арматуре?
8. Как влияют избыточные напоры на расходы в водопроводе и утечки воды?

Литература: [1, с.34-35]; [2, 14-18; 71-78].

Лабораторная работа №3 Стабилизация напоров во внутреннем водопроводе

Цель работы

1. Подобрать диафрагму для водоразборной арматуры с целью снижения избыточных напоров и расходов воды до нормативных.
2. Ознакомиться с другими способами стабилизации напоров с целью рационального использования воды.

Общие сведения

Гидравлический режим в сетях внутреннего водопровода характеризуется неравномерностью водопотребления и нестабильностью напоров, что приводит к непроизводительным расходам и утечкам, особенно в зданиях, расположенных в местах с большими колебаниями напоров в наружной водопроводной сети. Создание условий, обеспечивающих стабилизацию напоров в сетях внутреннего водопровода, является очень важной задачей.

Стабилизация напоров с целью уменьшения или ликвидации избыточных напоров достигается установкой регуляторов давления, дросселированием, зонированием.

В данной работе предусматривается ознакомление со снятием избыточных напоров дросселированием с помощью диафрагмы. Сущность метода заключается в том, что на подводках и у водоразборной арматуры устанавливаются дисковые диафрагмы.

Диафрагма представляет собой тонкий диск, имеющий отверстие, концентричное оси трубы, с достаточно острой кромкой со стороны потока. Диафрагма уменьшает сечение трубопровода и тем самым вызывает изменения давления.

Это позволяет снизить избыточные напоры (стабилизировать напоры), а расходы воды довести до нормативных. При установке диафрагм в подводке создается дополнительное местное сопротивление (внезапное сужение), на которое тратится избыточный напор.

Коэффициент местного сопротивления диафрагмы рекомендуется [1] определить по формуле

$$\xi = H_{изб} / (A_m \cdot q_0^2), \quad (1)$$

где q_0 - нормативный расход водоразборной арматуры, л/с; A_m - коэффициент удельного сопротивления, определяемый по формуле

$$A_m = \frac{16 \cdot 10^6}{2g \cdot \pi^2 \cdot D^4} \quad (2)$$

Здесь $g = 9,8$ м/с; D - диаметр подводки, мм.

Значения A_m принимаются равными:

Диаметр трубы подводки или арматуры

$D, \text{мм}$	8	9	10	12	16
Удельное сопротивление A_m ...	20,2	2,65	8,28	3,93	1,26

Для определения диаметра d отверстия диафрагмы по коэффициенту ξ следует пользоваться графиком который приведен на рис.3.1. $\xi = f(d/D), \%$

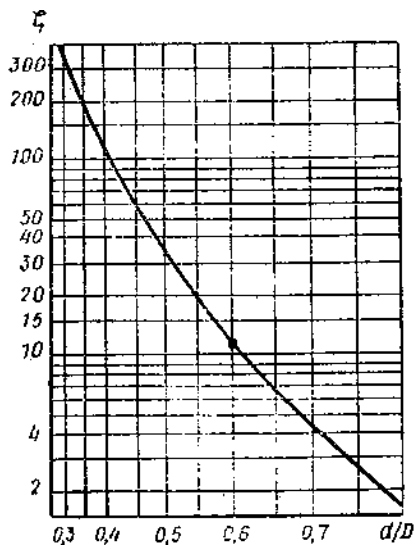


Рис. 3.1. Зависимость коэффициента сопротивления диафрагмы L , от отношения диаметров диафрагмы d и диаметра трубы D - $C=f(d/D)$

Описание установки

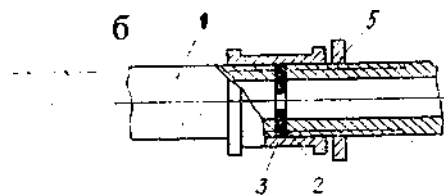
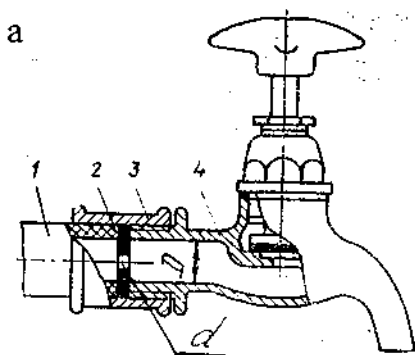


Рис. 3.2. Схемы установки диафрагм у водоразборной арматуры крана (а) и в сгоне (б):
 1- труба подводки; 3- муфта;
 2- диафрагма; 4- корпус крана;
 5- контргайка

Методика проведения опыта и обработка опытных данных

В форму 3.1 (Результаты замеров) занести данные формы 2.2, которые составлены для кранов кр.О и кр. 1 в лабораторной работе №2.

1. Определить коэффициент удельного сопротивления A_M подводок к кранам кр.О и кр.1 по формуле (2) при $D=15$ мм.
2. Вычислить коэффициенты сопротивления $\%o_n$ обоих кранов при соответствующих значениях $H_{изб. а}$ - формула (1).
3. По графику $\xi = f(d / D)$ (диаграммы) отношение $d/D=0,6$. к
ш $\xi = 12$,
4. Рассчитать диаметр диафрагмы по величине отношения d/D при известном значении D . Например, если $D=10$ мм и $d/D=0,6$, диаметр диафрагмы составит $d= 0,6D = 0,6 \cdot 10 = 6$ мм.
5. Полученные данные занести в форму 3.2 и сделать выводы.
6. Сделать чертеж подводки с диафрагмой, указав значения d и D (рис.3.2).

Форма 3.1.

Результаты замеров

Водоразб. арматура	q_0 , л/с	Л-изб.а? М	D, мм
Кр.О			15
Кр1			15

Форма 3.2.

Водоразб. Арматура	$A, м$	$\xi, М$	D, мм	d/D	d, мм
кр.О			15		
кр.1			15		

Результаты вычислений

Элементы научных исследований

Принимая диаметры подводок $D=8;10;12$ мм, определить диаметры

диафрагм для тех же значений избыточных напоров. Результаты представить в виде графика $d = \Gamma(D)$ при $D=8; 10; 12; 15$ мм.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода дросселирования для снятия избыточных напоров в водоразборной арматуре.
2. Что такое диафрагма?
3. Почему она снижает давление?
4. Какие другие методы используются для стабилизации напоров во внутреннем водопроводе?
5. Как определить коэффициент местного сопротивления для снятия избыточного напора?
6. Как найден избыточный напор $H_{\text{изб.а}}$?
7. Почему необходимо снижать избыточные напоры во внутреннем водопроводе?
8. Как определить диаметр диафрагмы в подводке к водоразборной арматуре? Литература: [1, с.34-40]; [2, с.55-59]; [3, с.387].

Лабораторная работа № 4

Тарировка диафрагмы

Цель работы

Определение экспериментального значения коэффициента расхода μ диафрагмы при различных расходах воды. Построить тарифовочный график в виде зависимости $Q=f(Ah)$.

Общие сведения

Для учета больших расходов воды, которые не могут быть измерены скоростными водосчетчиками, применяют расходомеры с сужающими устройствами: диафрагмы, сопла и трубы Вентури. Эти расходомеры измеряют расход по перепаду напора (давления) до и после сужения потока. Перепад напора изменяется пропорционально скорости потока воды и фиксируется дифференциальным манометром.

Диафрагма представляет собой тонкий диск с отверстием, выполненным по определенным правилам.

Согласно законам гидродинамики в случае движения жидкости по горизонтальной трубе, в которой установлена диафрагма, расход и перепад давления связаны уравнением

$$Q = \mu \cdot \omega_d \sqrt{2g\Delta h}, \quad (1)$$

где Δh - разность показаний манометров (рис.4.1);
 μ - коэффициент расхода, который зависит
 площадей диафрагмы и трубы, т.е. m и режима
 движения

$$\frac{\omega_d}{\omega_D} = \left(\frac{d}{D}\right)^2$$

(числа Рейнольдса).

$\omega_d = \frac{\pi d^2}{4}$ - площадь
 от отношения

Используя объемный способ определения расхода, определяют μ по формуле

$$\mu = \frac{Q}{\omega_d \sqrt{2g\Delta h}}. \quad (2)$$

Получив опытные значения μ при различных расходах жидкости, а значит и различных числах Re , строят график $\mu = f(Re)$ для данной

диафрагмы с $m = \left(\frac{d}{D}\right)^2 = const.$ Этот график называется тарировочным графиком диафрагмы.

Для практических целей удобно пользоваться графиком зависимости расхода Q от перепада напора Δh : $Q = f(\Delta h)$. Особенно удобен этот график при больших числах Re , когда μ перестает зависеть от Re . Строят график обычно в логарифмических координатах.

Описание установки

Рабочий участок гидростенда представляет собой горизонтальную трубу 2 постоянного сечения, в которую вмонтирована диафрагма 4 (рис.4.1). Диаметры соответственно равны $D=10\text{мм}$, $d=4\text{мм}$.

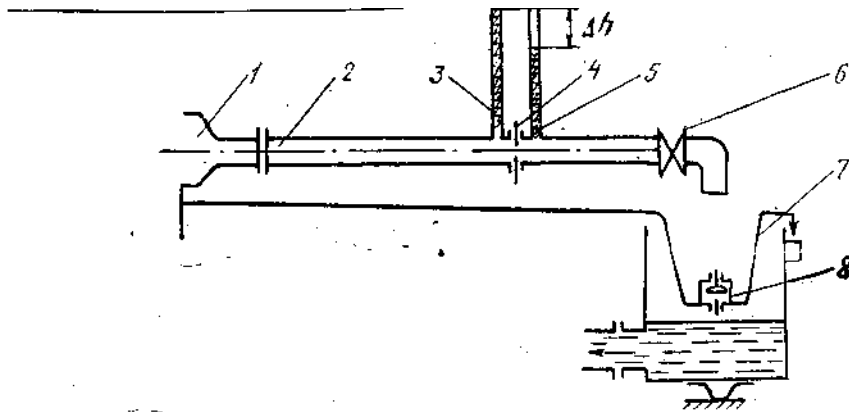


Рис.4.1. Схема рабочего участка гидростенда для тарировки диафрагмы

Трубопровод питается водой из бачка 1. Для измерения перепада пьезометрических напоров в сечениях до и после диафрагмы установлены пьезометры 3 и 5. Изменение расхода воды производится вентилем 6. Расход воды определяется объемным способом с помощью мерного бачка 7 и секундомера. При замере расхода воды сливной клапан 8 мерного бачка закрыт.

Методика проведения опыта и обработки опытных данных

1. Заполнить трубопровод 2 водой.
2. Проверить отсутствие воздуха в трубопроводе и пьезометрах 3 и 5. Для этого закрыть вентиль 6. Уровень воды в пьезометрах должен быть одинаковым.
3. Установить режим течения воды, постепенно открывая вентиль 6.
4. Снять показания пьезометров h_1 и h_2 .
5. Определить расход воды объемным способом

$$Q = \frac{W}{T}, \text{ см}^3/\text{с}. \quad (3)$$

6. Измерить температуру воды $t^\circ\text{C}$, и определить кинематический коэффициент вязкости ν , $\text{см}^2/\text{с}$.
7. Регулируя вентилем 6, сменить режим течения, постепенно увеличивая расход воды.

Повторить опыт несколько раз (5-7 раз) для различных расходов

воды, до полного открытия крана 6.

8. Записать данные в форму 4.1.
9. Вычислить разность показаний пьезометров

$$\Delta h = h_1 - h_2, \text{ см вод. ст.}, \quad (4) \text{ где } h_1 \text{ и } h_2 -$$

показания пьезометров до и после диафрагмы.

10. Вычислить площадь сечения диафрагмы $S_{0d} = \frac{m^2}{\dots}$, см.

11. Определить коэффициент расхода α при различных Q по формуле (2).

12. Найти значения чисел Рейнольдса (5)

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu},$$

где v - средняя скорость в трубе $v = \frac{Q}{\omega_d}$.

13. Вычисления записать в форму 4.2.

14. Построить в логарифмических координатах график $Q = f(Ah)$.

Форма 4.1.

Результаты замеров

№№ опытов	$W, \text{см}^3$	$T,$	$h_i, \text{см}$	$\Pi_2, \text{см}$	$t^\circ, \text{с}$	$v \text{ см}^2/\text{с}$

Форма 4.2.

Результаты вычислений

№№ опытов	$Q, \text{см}^3/\text{с}$	$Ah, \text{см}$	\wedge	$C_{ud}, \text{см}^2$	$\Pi A, \text{см}$	$v = \frac{Q}{\omega_d} \text{ см/с}$	Re	IgQ	$IgRe$

Элементы научных исследований

Проанализировать зависимость коэффициента расхода через испытанную диафрагму от числа Рейнольдса, построив график $\wedge = f(Re)$.

Контрольные вопросы

1. Какими устройствами измеряют расход воды во внутреннем водопроводе?
2. Принцип действия сужающих устройств при измерении расходов в водопроводе?
3. Что такое коэффициент расхода ζ ? Его физическая сущность.
4. Что такое диафрагма для измерения расходов?
5. Зависимость между расходом и перепадом давления в диафрагме?
6. По построенному графику $Q = f(Ah)$ найти расход при $Ah = 2; 5; 10; 25 \text{ см}$.

7. Как называется метод определения расхода по формуле (3)?
8. Зависит ли ζ от режима движения? Докажите по полученным результатам.

Литература: [1,с.33]; [4, с.38-40]

Лабораторная работа № 5 Очистка воды

хозяйственно-питьевого назначения

Цель работы

По результатам экскурсии на головную станцию Волжского водозабора составить принципиальную схему технологического процесса по очистке воды.

Общие сведения

В естественных условиях вода всегда содержит различного рода примеси в виде механических взвесей и в растворенном состоянии. Кроме того, в воде содержатся различные бактерии. Находящиеся в воде примеси и бактерии определяют ее физические (механические), химические и бактериологические свойства, которые устанавливают степень пригодности ее для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Вода в систему водоснабжения населенного пункта поступает с очистных сооружений. К наиболее распространенным методам очистки поверхностных вод относятся осветление (устранение мутности), обесцвечивание и обеззараживание.

Осветление включает в себя два процесса:

- 1) отстаивание воды (осаждение из нее взвешенных частиц);
- 2) фильтрование воды (пропуск ее через слой фильтрующего материала различной крупности).

Отстаивание производят в специальных бассейнах - отстойниках, фильтрование - на фильтрах.

С целью увеличения скорости осаждения взвесей применяют коагулирование, т.е. в воду вводят химические реагенты (коагулянты), которые способствуют образованию хлопьев из слипшихся мелких частиц, которые затем быстро выпадают в осадок. Одним из распространенных коагулянтов является сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$. На практике для ускорения процесса коагулирования добавляют к коагулянту флокулянты, например, полиакриламид ПАА-10.

Вообще приготовление и дозирование реагента осуществляют на установках, входящих в состав т.н. реагентного хозяйства.

Раствор коагулянта тщательно перемешивается с обрабатываемой водой в смесителе. Из смесителя вода направляется в камеру хлопьеобразования, а затем поступает в отстойник, где происходит осветление, т.е. выпадение хлопьев. Из отстойника вода поступает на фильтр, где завершается процесс полного осветления воды от взвеси и хлопьев коагулянта.

Попутно с осветлением в отстойниках и фильтрах вода освобождается в значительной степени (до 98%) от бактерий. Полное освобождение от бактерий достигается путем дезинфекции, которая осуществляется чаще всего жидким хлором. Доза хлора принимается 0,5-5-1,5 мг/л.

Комплекс очистных сооружений образует очистную станцию и является одним из элементов городского водопровода.

Описание очистной станции

Компоновка очистных сооружений зависит от выбранной схемы технологического процесса очистки воды, типа и числа отдельных сооружений. Необходимо составить общую схему взаимного расположения сооружений Волжской очистной станции после участия в экскурсии.

Методика оформления отчета

Отчет необходимо оформить в отдельной тетради. Он должен содержать:

1. Общую схему сооружения.
2. Описание технологического оборудования очистки воды.
3. Описание технологической цепочки очистки воды.

Элементы научных исследований

Составить реферат по темам История, состояние и перспективы систем водоснабжения Ульяновска. Два - три реферата на группу.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные физико-химические и бактериологические качества питьевой воды?
2. Методы улучшения качества воды, их сущность.
3. Какие реагенты применяют в процессе очистки воды?

4. В чем сущность процесса коагулирования?
 5. Каково назначение камер реакции, смесителей?
 6. В чем сущность процесса отстаивания воды? Какие применяют типы отстойников?
 7. Как устроены медленные и скорые фильтры?
 8. Какие вы знаете методы специальной очистки воды?
 9. Способы обеззараживания воды.
 10. Для чего применяют фторирование и углевание воды?
- Литература: [1, с.157-163; 163-167]; [3, с.217-233; 242-252].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кедров В.С., Пальгунов П.П., Сомов М.А. Водоснабжение и канализация. - М: Стройиздат, 1984.- 288с.
2. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. - М.: Стройиздат, 1989. - 495с.
3. Прозоров И.В., Николадзе Г.И., Минаев А.В. Гидравлика, водоснабжение и канализация. - М.: Высшая школа, 1990. - 448с.
4. Ломовцева Г.Г. Мишина К.Н. Механика жидкости и газа: Сборник лабораторных работ . - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 40с.

**Учебное издание
ВОДОПРОВОД**

Методические указания к лабораторным работам

**СОСТАВИТЕЛИ: МИШИНА Клавдия Николаевна
ЛОМОВЦЕВА Галина Георгиевна**

Редактор Н.А. ЕВДОКИМОВА

**Подписано в печать 08.10.01. Формат 60x84/16. Бумага писчая.
Печать трафаретная. Усл.п.л. 1,40. Уч.-изд.л. 1,00.**

Тираж 100 экз. Заказ/160.

**Ульяновский государственный технический университет 432027, г.
Ульяновск, Сев. Венец, 32**

Типография УлГТУ. 432027, Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32.