

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,

Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.

Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .

Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.

Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

Факультет инженерно-экологических систем

Кафедра водоснабжения

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по курсам «Водоснабжение. Ч. 1», «Эксплуатация систем  
водоснабжения и водоотведения», «Реконструкция систем  
водоснабжения и водоотведения» для студентов специальности  
270112 – водоснабжение и водоотведение

Санкт-Петербург  
2010

Рецензент канд. техн. наук, доцент кафедры водоснабжения А. В. Подпорин (СПбГАСУ)

**Определение гидравлических характеристик водопроводной сети:** методические указания к выполнению лабораторных работ по курсам «Водоснабжение. Ч. 1», «Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения», «Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения» для студентов специальности 270112 – водоснабжение и водоотведение / сост.: Ю. А. Феофанов, А. И. Езерский; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 20 с.

Дается методика выполнения лабораторных работ по определению гидравлических характеристик водопроводной сети, содержатся рекомендации по обработке полученных результатов и требования по оформлению отчетов.

Предназначены для студентов специальности 270112 – водоснабжение и водоотведение – при изучении дисциплин «Водоснабжение. Ч. 1», «Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения», «Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения».

Табл. 8. Ил. 4. Библиогр.: 10 назв.

Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ

## Введение

При расчете, проектировании, реконструкции и эксплуатации водопроводных сетей возникает необходимость определения фактических гидравлических характеристик отдельных участков сети. В ходе испытаний, проводимых с этой целью на водопроводных сетях, определяют свободные напоры в разных точках водопроводной сети, гидравлические сопротивления и пропускную способность отдельных ее участков, выявляют дефектные участки сети, объемы потерь воды на них и другие показатели.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты получают практические навыки проведения испытаний на водопроводных сетях с целью определения гидравлических характеристик водопроводной сети, в частности, гидравлических сопротивлений отдельных участков, распределения расходов воды по участкам сети, определения дефектных участков сети, имеющих утечки и закрытые задвижки, определения объемов утечек на участках сети.

## Описание лабораторной установки

Работы проводятся на лабораторной установке, схема которой представлена на рис. 1.

Установка представляет собой модель водопроводной сети, состоящей из двух колец 1–2–3–1 и 2–3–4–2, которые выполнены из полиэтиленовых труб диаметром  $d = 20$  мм. На сети в узлах 1, 2 и 4 установлены образцовые манометры  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$  для измерения напоров в указанных точках сети, а также вентили А, Б, В, Г, Д, Е, К, Л, М, Н и Р, которые служат для регулирования работы сети. В частности, вентили А, Б, В, Г, Д, Е и К предназначены для отключения отдельных участков водопроводной сети в процессе выполнения лабораторных работ. Вентили Л, М, Н и Р служат для отбора воды и имитации утечек на отдельных участках сети.

Вода подается на установку погружным насосом из бака. Расход воды, подаваемой насосом, определяется по показаниям стационарно установленного расходомера ( $P_{ст}$ ).

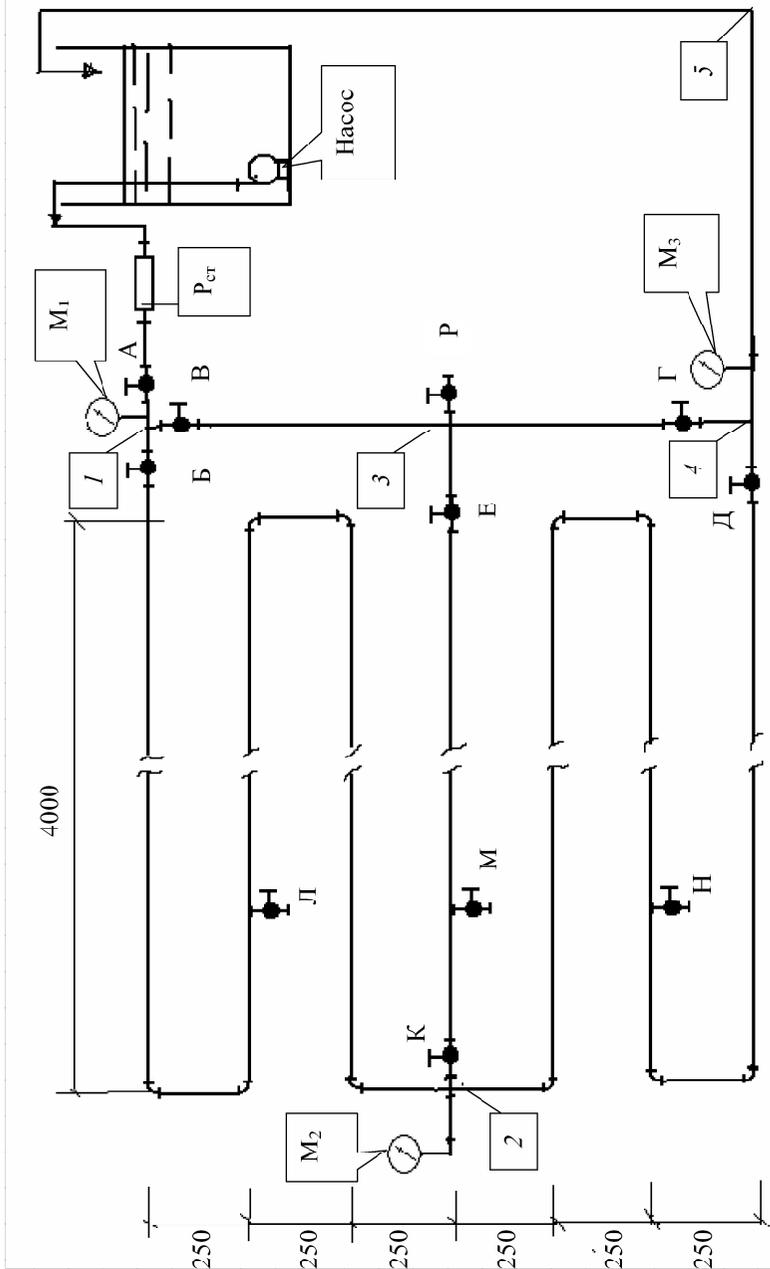


Рис. 1. Схема лабораторной установки. 1, 2, 3, 4 и 5 – контрольные точки сети;  $M_1, M_2, M_3$  – манометры;  $P_{ст}$  – расходомер стационарный; А, В, Г, Д, Е, К, Л, М, Н, Р – вентили

## Лабораторная работа № 1. Определение гидравлических сопротивлений участков водопроводной сети

Гидравлическое сопротивление определенного участка сети  $S$  учитывает общие потери напора (потери по длине и местные потери на поворотах, в вентилях, тройниках и др.).

Потери напора на участках сети определяются по разности показаний манометров, размещенных в начале и конце участков, с учетом разности геодезических отметок точек сети, в которых установлены манометры.

Величина потерь напора на определенном участке сети определяется по уравнению (1):

$$h = 10\Delta M + \Delta z, \quad (1)$$

где  $h$  – потери напора, м вод. ст.;

$\Delta M$  – разность показаний манометров, кг/см<sup>2</sup>;

$\Delta z$  – разность геодезических отметок, м.

Гидравлическое сопротивление участка сети (при скорости движения воды  $v \geq 1,2$  м/с) определяется по формуле (2):

$$S = \frac{h}{Q^2}, \quad (2)$$

где  $S$  – гидравлическое сопротивление;

$Q$  – расход, л/с.

### Задание

Определить гидравлические сопротивления водопроводной сети на участках 1–2, 2–4, 1–3 и 2–3.

### Порядок выполнения работы

Составить схему работы сети для определения гидравлического сопротивления участка 1–2. На схеме показать, какие вентили остаются рабочими (открытыми) и какие вентили выключаются из работы (закрываются).

Например, при определении гидравлического сопротивления участка 1–2 степень открытия вентиля А регулируется при разных измерениях, полностью открываются вентили Б и Д, остальные вентили (В, Г, Е, К, Л, М, Н и Р) закрываются. Схему необходимо согласовать с преподавателем.

Включить насос, полностью открыть вентиль А и определить расход воды  $Q$  с помощью расходомера.

Снять показания манометров, установленных на концах испытуемого участка ( $M_1$  и  $M_2$ ).

По результатам измерения определить величину гидравлического сопротивления участка  $S_{1-2}$ .

Повторить измерения потерь напора на участке 1–2 еще 3–4 раза при разных расходах воды (регулируя положение вентиля А) и повторно определить величину гидравлического сопротивления участка  $S_{1-2}$ .

Обработать результаты измерений, определить среднюю величину гидравлического сопротивления участка ( $S_{1-2}_{\text{ср}}$ ) и стандартное отклонение этой величины  $\sigma$ .

Стандартное отклонение – это мера того, насколько широко разбросаны точки данных относительно их среднего. Для определения стандартного отклонения используют следующую формулу:

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum S_i^2 - (\sum S_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (3)$$

где  $S_i$  – измеренная величина гидравлического сопротивления участка;  
 $n$  – число измерений.

Аналогичным образом (п. 1–6) проводится определение гидравлических сопротивлений на участках 2–4, 1–3, 3–4 и 2–3.

При измерениях принимается, что потери напора и гидравлические сопротивления на участках 1–3 и 3–4 равны между собой, так как длины участков и диаметры трубопроводов равны и на указанных участках установлено по одному вентилю. Поэтому определяются общие потери напора на участке 1–4 по показаниям манометров  $M_1$  и  $M_3$  и делятся поровну между участками 1–3 и 3–4.

Сопротивление участка 2–3 определяем с помощью показаний манометров  $M_1$  и  $M_2$  как разность сопротивлений участка 1–3–2 и 1–3.

## Представление результатов

Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 1 (для участка 1–2) и табл. 2.

Таблица 1

Результаты измерений гидравлического сопротивления участка 1–2

№ измерений	Расход $Q$ , л/с	Показания манометров, кг/см <sup>2</sup>		$\Delta M$	$h_{1-2}$	$S_{1-2}$
		$M_1$	$M_2$			
1						
2						
3						
4						
5						
						$(S_{1-2})_{\text{ср}}$
						$\sigma(S_{1-2})$

Результаты определения гидравлических сопротивлений на участках 2–4, 1–3, 3–4 и 2–3 заносятся в таблицы, по форме аналогичные табл. 1. Результаты обработки показателей по всем участкам сводятся в табл. 2.

Таблица 2

Гидравлические сопротивления участков водопроводной сети

Участок сети	$S_{\text{ср}}$	$\sigma$
1–2		
2–4		
1–3		
3–4		
2–3		

## Лабораторная работа № 2. Установление потокораспределения по участкам водопроводной сети

Цель работы – установить распределение потоков воды по участкам сети в соответствии с общим расходом воды, подаваемой насосом.

Исходя из формулы (2) для определения потерь напора на участке можно вычислить расход воды на этом участке по формуле

$$Q = \sqrt{\frac{h}{S}}. \quad (4)$$

**Результаты измерений потокораспределения по участкам водопроводной сети**

№ измерений	Расход $Q_{\text{общ}}$ , л/с	Показания манометров, кг/см <sup>2</sup>			$Q_{1-2}$ , л/с	$Q_{2-4}$ , л/с	$Q_{1-3}$ , л/с	$Q_{3-4}$ , л/с	$Q_{2-3}$ , л/с
		$M_1$	$M_2$	$M_3$					
1									
2									
3									
4									

**Лабораторная работа № 3. Определение расхода воды на участках сети расходомером накладного типа**

С помощью расходомера накладного типа можно производить измерения объемного расхода, или суммарного объема протекающей жидкости в напорных и самотечных трубопроводах. Переносные расходомеры такого типа позволяют определять расход воды на разных участках сети, не нарушая целостности труб. При измерениях датчики расходомера накладываются на наружные стенки трубопровода, не внося дополнительного гидравлического сопротивления на участке. Показания расходомера практически не зависят от материала труб, состава транспортируемой воды и ее температуры.

Расходомер относится к ультразвуковым приборам с непрерывным излучением и приемом отраженного сигнала пьезоэлектрическими преобразователями. В основе его работы лежит ультразвуковой доплеровский метод непрерывного измерения скорости движения жидкости. В процессорном блоке расходомера происходит преобразование импульсного сигнала и подсчет расхода и объема протекающей жидкости. Определение объемного расхода производится по значениям измеренной средней скорости потока и величине площади его поперечного сечения. Объемный расход вычисляется по формуле

$$Q = 3600 \cdot f \cdot V, \quad (6)$$

где  $Q$  – объемный расход, м<sup>3</sup>/ч;  
 $f$  – площадь поперечного сечения потока жидкости, м<sup>2</sup>;  
 $V$  – средняя скорость потока жидкости, м/с.

Величина потерь напора  $h$  на конкретном участке сети определяется по показаниям манометров, установленных в начале и в конце участка, с учетом высотного расположения точек измерения. Значения гидравлических сопротивлений  $S$  отдельных участков водопроводной сети выбираются по результатам лабораторной работы № 1 (табл. 2).

**Задание**

Установить распределение потоков воды на участках водопроводной сети 1–2, 2–4, 1–3 и 2–3.

**Порядок выполнения работы**

Составить схему работы сети для определения расходов воды на участках водопроводной сети 1–2, 2–4, 1–3 и 2–3. Схему необходимо согласовать с преподавателем.

Включить насос, полностью открыть вентиль А и определить расход подаваемой воды  $Q_{\text{общ}}$  с помощью водомера.

Снять показания манометров  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$  и определить потери напора на участках сети 1–2 и 2–4.

По результатам измерений и используя результаты лабораторной работы № 1 (табл. 2), определить расходы воды на участках водопроводной сети 1–2 и 2–4 ( $Q_{1-2}$ ;  $Q_{2-4}$ ).

Расход воды на остальных участках сети определяется расчетом (балансовым способом):

$$\begin{aligned} Q_{1-3} &= Q_{\text{общ}} - Q_{1-2}; \\ Q_{3-4} &= Q_{\text{общ}} - Q_{2-4}; \\ Q_{2-3} &= Q_{1-3} - Q_{3-4}. \end{aligned} \quad (5)$$

Изменяя расход воды  $Q_{\text{общ}}$  с помощью регулирующего вентиля А, повторить измерения и расчеты по формулам (3), (4) еще 3 раза. Выключить насос.

Обработать результаты измерений. Нанести на схему направление потоков и величины расхода воды на участках сети.

**Представление результатов**

Результаты измерений представляются в табличной форме (табл. 3), на схеме установки указываются направление потоков и величины расхода воды на участках сети.

В состав расходомера входят:

- процессорный блок (рис. 2);
- два ультразвуковых датчика (первичные преобразователи).

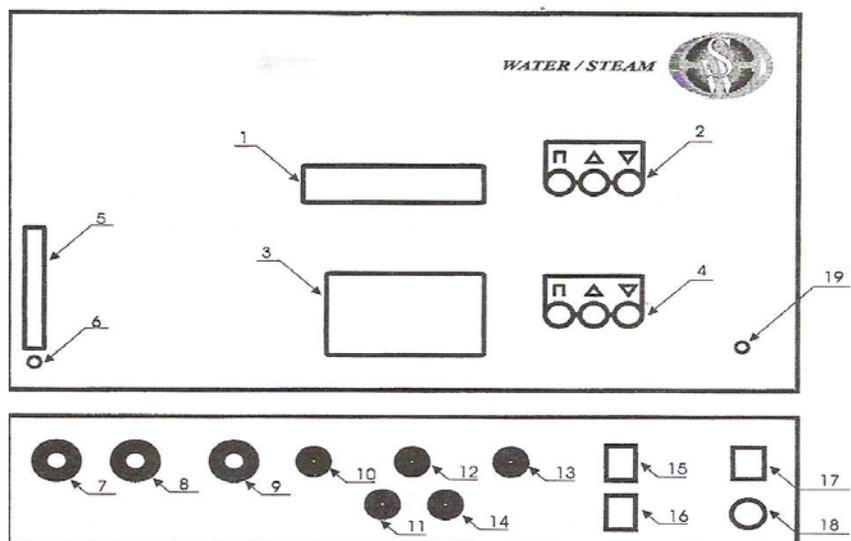


Рис. 2. Вид лицевой панели процессорного блока

1 – многофункциональный индикатор показаний прибора; 2 – кнопки управления индикатором; 3 – осциллограф; 4 – кнопки управления осциллографом; 5 – индикатор амплитуды сигнала; 6 – индикатор работоспособности прибора; 7 – гнездо для датчика 1 (излучатель); 8 – гнездо для датчика 2 (приемник); 9 – разъем «Выход» (0–5 мА); 10 – переключатель низких частот; 11 – переключатель высоких частот; 12 – регулятор контрастности изображения осциллографа; 13 – адаптер прохождения сигнала; 14 – регулятор коэффициента усиления; 15 – переключатель «Руч./Авт.»; 16 – переключатель вида контролируемой среды «Пар/Вода»; 17 – тумблер включения расходомера-счетчика в сеть 220 В; 18 – предохранитель; 19 – индикатор подключения к сети

Процессорный блок расходомера имеет показывающее устройство (многофункциональный индикатор), на которое выводятся следующие измеряемые физические величины и параметры:

- объемный расход воды –  $q$ , м<sup>3</sup>/ч;
- объем воды (с нарастающим итогом) –  $u$ , м<sup>3</sup>;
- внутренний диаметр трубопровода –  $d$ , мм.

Диаметр трубопровода измеряется и вносится в память расходомера непосредственно на месте измерений. Индикатор позволяет сохранять в энергонезависимой памяти значения диаметра (площади поперечного сечения), объема воды, номера диапазона измерения.

Клавиатура электронного блока состоит из трех кнопок (рис. 2).

Кнопка «П» предназначена для выбора параметра. Переключение параметра происходит последовательно по кругу при однократном нажатии на кнопку.

Кнопки «▲» и «▼» предназначены для изменения значения диаметра трубы. Однократное нажатие на кнопку «▲» / «▼» приводит к увеличению/уменьшению диаметра на 0,1 мм. Длительное нажатие и удержание кнопки «▲» / «▼» приводит к плавному увеличению/уменьшению значения диаметра с нарастающей скоростью.

Диапазон возможных значений диаметра – от 20 до 1600 мм.

На панели процессорного блока расположены также экран осциллографа, предназначенный для визуального анализа доплеровского сигнала и отображения спектральных параметров сигнала, и кнопки управления режимами работы экрана.

Измерение средней скорости протекающей жидкости производится доплеровским методом при помощи ультразвуковых датчиков (первичные преобразователи). Датчики устанавливаются на противоположных сторонах трубопровода в одной плоскости и ориентируются по направлению потока (рис. 3).

Датчик 1 работает в качестве излучателя ультразвуковых колебаний, а датчик 2 – в качестве приемника.

Для проверки правильности установки датчиков

служит индикатор работоспособности прибора. Зеленый цвет индикатора свидетельствует о нормальной работе прибора, при красном свечении необходимо изменить место установки датчиков.

Длина прямолинейных участков трубопроводов до места установки датчиков принимается по табл. 4.

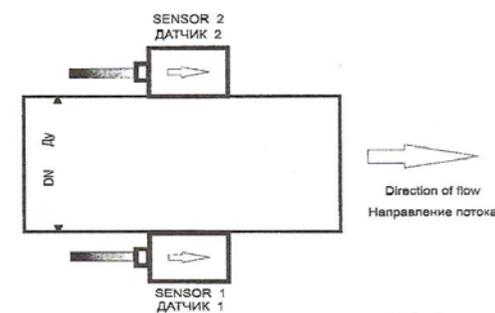


Рис. 3. Схема установки датчиков на трубопроводе

Таблица 4

## Характеристики гидравлических сопротивлений

Тип местного сопротивления	Отношение длины прямого участка трубопровода к его диаметру
Колено, тройник:	21
– в одной плоскости	21
– в разных плоскостях	48
Диффузор	21
Конфузор	10
Полностью открытая задвижка	23
Наполовину открытая задвижка	48
Ответвление от основного потока при соотношении площадей не более 0,33	8

Длина прямолинейных участков трубопроводов за местом установки датчиков должна быть не менее  $L = 5 D_y$ .

В случае необходимости длина прямолинейного участка трубопровода может быть сокращена после обследований конкретного трубопровода. Для этого определяют показания прибора при расположении датчиков в трех разных плоскостях (в горизонтальной плоскости, под углом 60 и 120° к горизонтальной оси (рис. 4)).

Стандартное расположение датчиков на заполненном трубопроводе



Варианты расположения датчиков для оценки симметрии потока

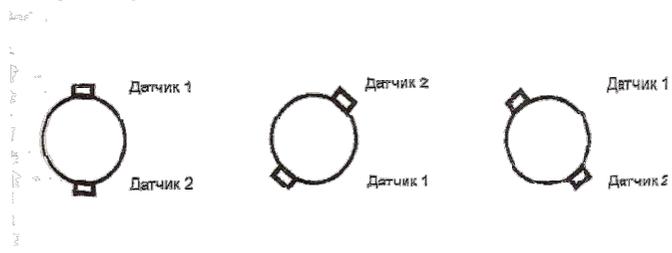


Рис. 4. Схема расположения датчиков при измерениях и при проверке симметрии потока

Если показания расходомера отличаются друг от друга не более чем на 2 %, то в данном месте профиль скоростей потока можно считать осесимметричным и показания расходомера правильными. В противном случае следует выбрать другое место установки датчиков.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и количества жидкости составляют  $\pm 2,0 \%$  в диапазоне расхода от 3 до 100 % максимального расхода во всем температурном диапазоне.

Измерение расхода производится в одном из трех диапазонов скорости течения жидкости:

- 1-й диапазон: от 0,05 до 1,5 м/с;
- 2-й диапазон: от 0,1 до 3 м/с;
- 3-й диапазон: от 0,2 до 6 м/с.

Диапазон измерений объемного расхода воды ( $Q_{\max}$  и  $Q_{\min}$ ) для различных номинальных диаметров трубопроводов приведен в табл. 5.

Таблица 5

## Диапазоны измерений объемного расхода воды

$D_y$ , мм	Диапазон измерений, м <sup>3</sup> /ч					
	1		2 (основной)		3	
	$Q_{\min}$	$Q_{\max}$	$Q_{\min}$	$Q_{\max}$	$Q_{\min}$	$Q_{\max}$
20	0,05	1,7	0,1	3,4	0,2	6,8
32	0,13	4,3	0,26	8,7	0,52	17,4
40	0,20	6,8	0,41	13,6	0,81	27,1
50	0,32	10,6	0,64	21,2	1,27	42,4
65	0,54	17,9	1,08	35,8	2,15	71,7
80	0,81	27,1	1,63	54,3	3,26	108,6
100	1,27	42,4	2,54	84,8	5,09	169,6

## Задание

Определить расход воды на участках 1–2, 2–4, 1–3 и 2–3 водопроводной сети.

## Порядок выполнения работы

1. Перед установкой на действующий трубопровод датчики должны быть подключены к процессорному блоку. Датчик 1 (с одним проводом) должен быть подключен к гнезду 7, а датчик 2 (с двумя проводами) – к разъему 8 (см. рис. 2).

2. Определить значение внутреннего диаметра трубопровода и ввести его в память расходомера, используя клавиатуру электронного блока. С помощью кнопки «П» установить на индикаторе режим ввода диаметра трубы (на экране высвечивается  $d$ ). Нажатием кнопок «▲» или «▼» установить нужное значение диаметра трубы.

3. Установить датчики на участке 4–5, соблюдая правила, приведенные выше.

4. Открыть вентили А, Б, В, Г, Д, Е и К полностью, остальные вентили (Л, М, Н и Р) закрываются. Включить насос.

5. Измерить расход подаваемой воды по стационарному расходомеру.

6. Произвести проверку правильности установки датчиков по цвету свечения индикатора 6 (см. рис. 2).

7. Произвести проверку симметрии потока (см. рис. 4).

8. С помощью кнопки управления индикатором «П» перевести его в позицию объемного расхода  $q$ .

9. Сравнить показания переносного и стационарного расходомеров и сделать выводы. При необходимости (значительное расхождение в показаниях расходомеров) произвести проверку правильности размещения датчиков и настройку переносного расходомера и добиться исправления погрешности измерений.

10. Произвести измерения расхода воды на участках 1–2 и 2–4 трубопровода, выполняя повторно п. 2, 5–8.

11. Определить расчетом по формулам (5) расход воды на остальных участках сети.

12. Нанести на схему направление потоков и величины расхода воды на участках сети.

### Представление результатов

Результаты измерений представляются в табличной форме (табл. 6), а на схеме установки указываются направление потоков и величины расхода воды на участках сети.

Результаты измерений потокораспределения по участкам водопроводной сети

№ измерений	Расход воды по показаниям стационарного расходомера, $Q_{общ}$ , л/с	Показания манометров, кг/см <sup>2</sup>			$Q_{1-2}$ , л/с	$Q_{2-4}$ , л/с	$Q_{1-3}$ , л/с	$Q_{3-4}$ , л/с	$Q_{2-3}$ , л/с
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>					
1									
2									
3									
4									

### Лабораторная работа № 4. Определение объема утечек из водопроводной сети и нахождение дефектного участка

В современной практике эксплуатации наружных водопроводных сетей нахождение места утечки начинается с определения уровня утечки на ограниченной площади (зоне), занятой частью водопроводной сети. Зона изолируется от остальной сети, и ее питание ограничивается несколькими трубами, на которых устанавливаются расходомеры. Сравнивая показания расходомеров на входе и выходе, определяют объем утечки воды в зоне. При значимой величине утечки поиск продолжается, зона измерения постепенно суживается и в конечном итоге определяется дефектный участок сети. Затем на нем проводятся дополнительные измерения с применением специального оборудования (течеискателей), в ходе которых определяется точная координата течи на дефектном участке трубопровода.

Цель настоящей лабораторной работы – определение на лабораторном стенде объема утечек из водопроводной сети и нахождение дефектного участка сети, на котором имеет место утечка воды.

Весь трубопровод лабораторной установки принимается за зону испытаний на утечку, в которой расход поступающей воды определяется по стационарно установленному расходомеру, а для определения расхода воды на участках сети используется расходомер накладного типа. Утечки на участках сети могут быть имитированы открыванием вентилей Л, М, Н и Р.

### Задание

Определить объем утечек в зоне испытаний (трубопровод лабораторной установки), выявить дефектный участок сети.

### Порядок выполнения работы

Подготовить расходомер накладного типа к работе (см. лабораторную работу № 3).

Установить, соблюдая правила, датчики прибора на участке 4–5.

Открыть вентили А, Б, В, Г, Д, Е и К полностью, положение вентиля Л, М, Н и Р неизвестно (оно устанавливается преподавателем). Включить насос.

Измерить расход подаваемой воды стационарным расходомером.

Произвести проверку правильности установки датчиков переносного расходомера по цвету свечения индикатора 6 (см. рис. 2).

Произвести проверку симметрии потока (см. рис. 4).

С помощью кнопки управления индикатором «П» перевести его в позицию объемного расхода  $q$ .

Сравнить показания переносного и стационарного расходомеров и определить объем утечки в зоне измерений.

Установить, соблюдая правила, датчики переносного расходомера на участке 1–2 (за вентилем Л) и закрыть вентиль В.

Произвести проверку правильности установки датчиков переносного расходомера и измерить расход воды на участке 1–2.

Сравнить показания переносного и стационарного расходомеров и определить объем утечки на участке 1–2.

Последовательно повторить измерения (п. 8–10) на участках 2–4, 2–3, 1–4. Выключить насос.

Обработать результаты измерений и определить дефектный участок.

Нанести на схему направление потоков и величины расхода воды на участках сети.

### Представление результатов

Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 7.

Таблица 7

Результаты измерений расхода воды на участках водопроводной сети

№ участка	Расход воды, подаваемой в зону измерений (по $P_{ст}$ ), $Q_{вх}$ , л/с	Место установки переносного водомера (номер участка)	Расход воды, выходящей из зоны измерений (по переносному расходомеру), $Q_{вых}$ , л/с	Номера открытых вентилях	Номера закрытых вентилях	Величина потерь на участке измерений $Q_{пот}$ , л/с	Примечания
Вся зона измерений		4–5		А, Б В, Г, Д, Е и К			
1–2							
2–4							
2–3							
1–4							

### Лабораторная работа № 5. Определение нарушений в работе водопроводной сети с помощью манометрической съемки

Нарушения в работе отдельных участков водопроводной сети, сопровождаемые резким изменением гидравлических сопротивлений, могут быть вызваны различными причинами, в частности, перекрытием живого сечения трубопровода задвижками и затворами, засорением трубы крупными предметами, несанкционированным отбором воды и другими. Для обнаружения нарушений в работе отдельных участков водопроводной сети проводят контрольные измерения напоров в диктующих точках сети (манометрическая съемка).

При перекрытии живого сечения трубопровода задвижкой (затвором) резко повышается сопротивление на этом участке, которое можно зафиксировать по падению напора с помощью манометров.

Цель работы – выявление участков водопроводной сети, на которых изменилось сопротивление вследствие не полностью открытого вентиля.

### Задание

Определить гидравлическое сопротивление участков водопроводной сети при максимальном расходе (при полностью открытой задвижке А) и, сравнивая показатели с результатами лабораторной работы № 1 (табл. 2), определить участок сети с прикрытой задвижкой.

**Порядок выполнения работы** такой же, как в лабораторной работе № 1.

### Представление результатов

Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 8. В графе «Выводы» табл. 5 указывают, на каком участке обнаружен прикрытый вентиль.

Таблица 8

**Гидравлические сопротивления участков водопроводной сети**

Участок сети	$\Delta M$ , кг/см <sup>2</sup>	Потери напора $h_i$ на участке, м	Гидравлическое сопротивление участка $S_{cp}$ при максимальном расходе воды		Выводы
			полученное при испытаниях	по результатам лабораторной работы № 1	
1–2					
2–4					
1–3					
3–4					
2–3					

### Рекомендуемая литература

1. *Гусаковский, В. Б.* Проектирование водопроводной сети: учеб. пособие для студ. спец. 270112 – водоснабжение и водоотведение / В. Б. Гусаковский, А. И. Езерский, Е. Э. Вуглинская. – СПб.: СПбГАСУ, 2006. – 136 с.
2. *Феофанов, Ю. А.* Современные трубы и изделия для ремонта и строительства инженерных сетей: учеб. пособие / Ю. А. Феофанов, А. В. Жуховицкий. – СПб.: СПбГАСУ, 2006. – 152 с.
3. *Правила* пользования системами коммунального водоснабжения и канализации РФ. Утверждены постановлением Правительства РФ № 167 от 12.02.1999. – М.: Госстрой, 1999. – 23 с.
4. *Инструкция* по оценке и нормированию неучтенных расходов воды в системах коммунального водоснабжения. Утверждена Постановлением Госстроя РФ от 31.03.2000. № 23. – М.: Госстрой, 2000. – 36 с.
5. *Водоснабжение* Санкт-Петербурга / под ред. Ф. В. Кармазина. – СПб.: Новый мир, 2003. – 687 с.
6. *СНиП 2.04.02–84.* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Госстрой, 1985. – 131 с.
7. *Методика* определения неучтенных расходов и потерь воды в системах коммунального водоснабжения / Ф. В. Кармазин, П. П. Махнев, Ю. А. Феофанов, М. Ю. Юдин // Утверждена приказом Минпромэнерго РФ от 20.12.2004. № 172.
8. *Храменков, С. В.* Бестраншейные методы восстановления трубопроводов / С. В. Храменков, О. Г. Примин, В. А. Орлов. – М.: Прима-Пресс, 2002. – 283 с.
9. *Эксплуатация* систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: справочник / под ред. В. Д. Дмитриева, Б. Г. Мишукова. – Л.: Стройиздат, 1988. – 383 с.
10. *Курганов, А. М.* Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения / А. М. Курганов, Н. Ф. Федоров. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440 с.

## Оглавление

Введение .....	3
Описание лабораторной установки .....	3
<b>Лабораторная работа № 1.</b> Определение гидравлических сопротивлений участков водопроводной сети .....	5
<b>Лабораторная работа № 2.</b> Установление потокораспределения по участкам водопроводной сети .....	7
<b>Лабораторная работа № 3.</b> Определение расхода воды на участках сети расходомером накладного типа .....	9
<b>Лабораторная работа № 4.</b> Определение объема утечек из водопроводной сети и нахождение дефектного участка .....	15
<b>Лабораторная работа № 5.</b> Определение нарушений в работе водопроводной сети с помощью манометрической съемки .....	17
Рекомендуемая литература .....	19

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсам  
«Водоснабжение. Ч. 1», «Эксплуатация систем водоснабжения  
и водоотведения», «Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения»  
для студентов специальности 270112 – водоснабжение и водоотведение

Составители: **Феофанов** Юрий Александрович,  
**Езерский** Альфред Иванович

Редактор В. А. Басова  
Корректор М. А. Котова  
Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 13.10.10. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.  
Усл. печ. л. 1,2. Тираж 200 экз. Заказ 71. «С» 57.  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет. 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4.  
Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 5.