

**ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Л.И.Короткова

Г.А.Павлова

Ю.А.Морева

**Магнитогорск
2009**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

**Л. И. Короткова
Г.А. Павлова
Ю. А. Морева**

ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2009

УДК 697(075.8)

Рецензенты:
Доктор технических наук,
заведующий кафедрой водоснабжения и канализации
ГОУ ВПО «Пермский государственный технический университет»
А.Г.Мелехин

Начальник проектного отдела ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск
Г.Г.Горбунова

Л.И. Короткова, Г.А. Павлова, Ю.А. Морева

Диагностика систем водоснабжения и водоотведения: Учеб.
пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. 59 с.

Приведены методы испытания новых и бывших в эксплуатации внутренних систем водоснабжения, водоотведения и отопления, а также наружных систем водоснабжения и канализации.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 270112 – Водоснабжение и водоотведение.

УДК 697(075.8)

© ГОУ ВПО «МГТУ», 2009

© Короткова Л.И.,
Павлова Г.А.,
Морева Ю.А., 2009

ВВЕДЕНИЕ

После окончания монтажных работ по всем построенным, вновь оборудованным и реконструированным внутренним санитарно-техническим системам водоснабжения, водоотведения, отопления, а также наружным сетям и сооружениям водоснабжения и канализации проводят испытание, регулирование и приемку в эксплуатацию.

В настоящем учебном пособии рассмотрены способы проведения испытаний и регулировки систем, порядок приемки их в эксплуатацию.

1. ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

По завершении монтажных работ монтажные организации выполняют испытание систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения, а также внутренней канализации зданий.

Испытывают следующие устройства:

- водомерные узлы;
- магистральные, распределительные трубопроводы и подводы к водоразборным устройствам;
- водоподогреватели систем горячего водоснабжения;
- трубопроводы внутренней хозяйственно-фекальной и ливневой канализации.

Проводят также индивидуальные испытания смонтированно-го оборудования с составлением актов.

Схемы систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения приведены на рис. 1.1 и 1.2.

1.1. Испытание трубопроводов систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения

Испытания трубопроводов на герметичность проводят до начала отделочных работ и до установки водоразборной арматуры. Испытания могут производиться гидростатическим или манометрическим методом. Испытание гидростатическим методом проводится при температуре воздуха в помещениях не ниже +5°C. Температура воды должна быть также не ниже +5°C. Испытание и приемку в эксплуатацию систем водоснабжения в условиях минусовых температур (в зимний период) проводят после введения в действие систем отопления.

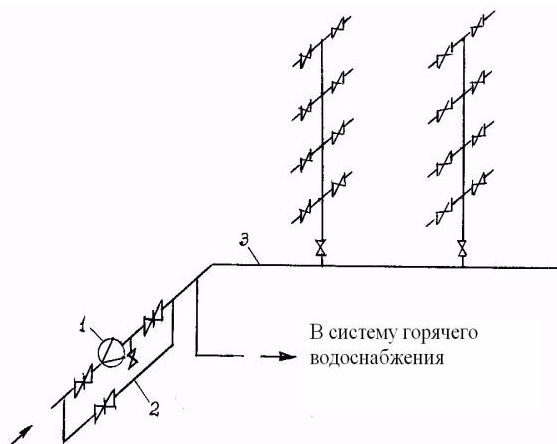


Рис. 1.1. Схема системы внутреннего холодного водоснабжения:
1 – водомер (или расходомер); 2 – обводная линия; 3 – трубопровод холодной воды

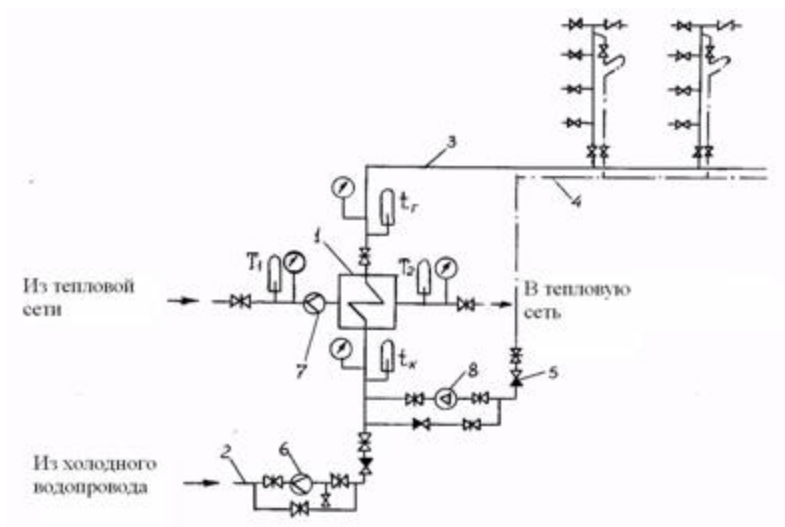


Рис. 1.2. Схема системы внутреннего горячего водоснабжения:
1 – водоподогреватель; 2 – трубопровод холодной воды;
3 – трубопровод горячей воды; 4 – циркуляционный трубопровод;
5 – обратный клапан; 6 – водомер горячей воды;
7 – водомер (расходомер) сетевой воды; 8 – насос

Гидростатические испытания производятся при величине пробного давления, равного 1,5 избыточного рабочего давления. Систему выдерживают под давлением в течение 10 минут. Системы считаются выдержавшими испытание, если в течение этого времени не обнаружено падения давления более 0,05 МПа, капель в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и утечки воды через смывные устройства. По окончании испытаний необходимо выпустить воду из систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения.

Манометрические (пневматические) испытания проводятся при заполнении системы воздухом избыточным пробным давлением 0,15 МПа. Дефекты монтажа определяются на слух и отмечаются. Устранение дефектов производится после снижения давления до атмосферного. После этого систему вновь заполняют воздухом с избыточным давлением 0,1 МПа и выдерживают в течение 5 минут. Система считается выдержавшей испытание, если падение давления не превысит 0,01 МПа.

В процессе испытания систем водоснабжения проверяют исправность водоразборных кранов, смывных устройств, запорной арматуры и т.д.

При приемке смонтированных санитарно-технических систем предъявляется следующая документация:

- чертежи и документы согласований на дополнительные работы и изменения, допущенные при монтаже;
- акты приемки скрытых работ;
- паспорта оборудования и акты испытаний монтажных деталей и конструкций;
- акты испытаний.

В процессе приемки проверяют соответствие выполненных работ утвержденному проекту, прочность креплений, правильность уклонов и др.

После приемки системы составляют акты (прил. 1), в которых указывают все замеченные отступления от утвержденного проекта, результаты ИСПЫТАНИЯ систем (гидравлического, пневматического), характеристику рабочего состояния оборудования и установок (насосов, электродвигателей и т.п.), качество выполненных монтажных работ, перечень дефектов, недоделок и неполадок с указанием сроков их устранения.

1.2. Испытание внутренней хозяйственно-фекальной и ливневой канализации

При испытании системы внутренней хозяйственно-фекальной канализации одновременно открывают 75% санитарных приборов, подключаемых к проверяемому участку, и выдерживают в течение времени, необходимого для осмотра.

Система считается выдержавшей испытание, если при осмотре не обнаружено течи через стенки трубопроводов и места соединений.

Если трубопроводы канализации проложены в земле или подпольных каналах, то испытание проводится до закрытия трубопроводов. Их заполняют водой до уровня пола первого этажа. Испытания участков систем канализации, скрывааемых при последующих работах, выполняются проливом воды до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ.

Испытание внутренней ливневой канализации производят наполнением водосточных труб водой до уровня наивысшей отметки водосточной воронки. Испытания проводят при положительной наружной температуре. Продолжительность испытания составляет не менее 10 минут. Водостоки считаются выдержавшими испытание, если при осмотре не обнаружено течи, а уровень воды в стояках не понизился.

По результатам испытаний составляют акт (прил. 2).

1.3. Индивидуальные испытания оборудования

При индивидуальных испытаниях оборудования (насосов, муфт, фильтров) проводится проверка соответствия установленного оборудования и выполненных работ рабочей документации и требованиям СНиП. После этого проводят испытания оборудования на холостом ходу и под нагрузкой в течение 4 ч непрерывной работы.

При этом проверяют балансировку колес и роторов в сборе насосов, качество сальниковой набивки, исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателя, выполнение требований к сборке и монтажу оборудования, указанных в технической документации предприятий-изготовителей.

По результатам испытаний составляют акты. Форма актов приведена в прил. 3.

1.4. Испытание и регулирование водоподогревательных установок

Испытания водоподогревателей подразделяются на следующие:

- 1) испытания на плотность (гидравлическая опрессовка);
- 2) тепловые испытания;
- 3) испытания на гидравлические потери.

Испытание на плотность водоводяных подогревателей, установленных на тепловых пунктах, проводится при приемке их в эксплуатацию или после ремонта, а также в эксплуатационных условиях не реже 1 раза в 4 месяца. Цель – выявление неплотностей в теплообменных трубках (трещин, свищей, нарушение вальцовки).

Гидравлическая опрессовка проводится при избыточном давлении, равном 1,25 рабочего давления, но не выше 1 МПа (10 атм). Давление теплоносителя после заполнения трубопроводов и оборудования доводится до рабочего и выдерживается в течение времени, необходимого для тщательного осмотра, но не менее 10 мин. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если в течение 10 мин не произошло падение давления.

Тепловые испытания проводят при приемке в эксплуатацию и 1 раз в 5 лет в процессе эксплуатации. Если водоподогреватели не обеспечивают прогрев водопроводной воды до установленной температуры (60°C) или начинают работать с завышенной против нормы t_o сетевой воды, то проводят внеочередные тепловые испытания.

Цель тепловых испытаний – проверка тепловой производительности и коэффициента теплопередачи.

При испытаниях измеряют температуру водопроводной воды на входе и выходе подогревателя (t_x и t_e), а также температуру сетевой воды на входе в подогреватель и выходе из него (T_1 и T_2). Расходы водопроводной и сетевой воды определяют по водомеру или расходомеру в течение определенного времени (30 мин).

Теплопроизводительность Q , Вт, водоподогревательной установки находят по формуле

$$Q = 0.278 \cdot G_{вод} \cdot (t_e - t_x), \quad (1.1)$$

где $G_{вод}$ – расход водопроводной воды, кг/ч.

Полученную величину Q сравнивают с паспортной производительностью. Из уравнения теплопередачи

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{cp..л} \quad (1.2)$$

вычисляют коэффициент теплопередачи водоподогревателя k , Вт/(м² · °С)

$$k = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_{cp..л}}, \quad (1.3)$$

где F – поверхность теплообмена, м²;

$\Delta t_{cp..л}$ – среднелогарифмическая разность температур греющей и нагреваемой воды подогревателя, °С, определяемая по формуле

$$\Delta t_{cp..л} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m}{2.3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m}}, \quad (1.4)$$

где $\Delta t_{\bar{o}}$, Δt_m – большая и меньшая разность температур теплообменивающихся сред на концах теплообменника (входе и выходе), °С.

Вычисленную величину коэффициента теплопередачи k сравнивают с каталожной величиной.

Большое влияние на величину фактического k оказывает степень загрязнения поверхности теплообменника. Необходимо в процессе эксплуатации периодически очищать и промывать подогреватель при скоростях воды, превышающих нормальные. При загрязнении поверхности нагрева отложениями солей жесткости необходима периодическая промывка раствором ингибированной соляной кислоты.

Испытания на гидравлические потери проводят по показаниям манометров, установленных на трубопроводе сетевой воды до и после подогревателя, а также на трубопроводе холодной и горячей воды с определением потерь давления сетевой воды $\Delta p_{сет}$ и водопроводной воды $\Delta p_{з/в}$ и сравнивают их с паспортными данными водоподогревателя. Если потери давления в сети горячего водоснабжения $\Delta p_{з/в}$ превышают нормируемое значе-

ние, то возможно отложение солей жесткости на внутренней поверхности трубок или засорение трубопроводов горячего водоснабжения.

Если величина $\Delta p_{з/в}$ значительно меньше паспортного значения, то вследствие возможной неплотности обратного клапана на циркуляционной линии холодная (водопроводная) вода может поступать в распределительную сеть через циркуляционную линию, минуя подогреватель и аккумулятор.

Контрольные вопросы

1. Какими способами проводят испытания трубопроводов систем внутреннего водоснабжения?
2. Каким образом проводят испытания трубопроводов гидростатическим и манометрическим методом?
3. Какие виды испытаний водоподогревательных установок проводят при приемке и эксплуатации?

2. ИСПЫТАНИЕ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАЛАДКА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

После монтажа, реконструкции или ремонта систем отопления производят их испытание и промывку. Испытание осуществляют в два этапа:

I-й этап – гидравлическое испытание манометрическим или гидростатическим методом;

II-й этап – тепловое испытание на равномерный прогрев отопительных приборов и достижение требуемой t_g .

Испытания должны производиться до начала отделочных работ. После испытания комиссией составляется акт.

2.1. Гидравлическое испытание систем отопления

Гидравлическое испытание трубопроводов и оборудования систем отопления проводится с целью определения их прочности и плотности (герметичности).

При манометрических (пневматических) испытаниях систему заполняют воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа. При обнаружении дефектов монтажа на слух снижают дав-

ление до атмосферного и устраняют дефекты. Затем систему заполняют воздухом с избыточным давлением 0,1 МПа и выдерживают ее в течение 5 минут.

Система признается выдержавшей испытание, если при нахождении ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа.

Гидростатическое испытание (опрессовка) проводится давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Сущность опрессовки заключается в том, что систему наполняют водой и выдерживают в течение времени, достаточного для осмотра, под давлением, которое проверяют по манометру.

Величина давления при гидростатическом методе не должна превышать предельного давления для отопительных приборов и оборудования:

- в системах отопления с радиаторами – 0,6 МПа;
- в системах отопления с конвекторами гладкотрубными приборами – 1 МПа.

Испытания проводят проверенными приборами для измерения давления с ценой деления 10–20 кПа при открытых задвижках и полном отключении неиспытываемых участков (при помощи заглушек или глухих фланцев). Из испытываемых участков полностью удаляют воздух.

Гидростатическое испытание системы отопления проводят в такой последовательности:

- открывают все воздушные краны;
- медленно заполняют систему водой из водопровода до тех пор, пока из воздушных кранов пойдет вода без воздуха;
- открывают кран на водопроводной трубе, присоединенной к обратной линии системы, и держат до тех пор, пока манометр покажет нужное давление;
- после этого кран закрывают и наблюдают за давлением.

Результаты испытания системы отопления можно считать удовлетворительными, если в течение не менее 5 мин падение давления не превышает 0,02 МПа.

Гидравлическое испытание системы отопления оформляется актом, который подписывают представители заказчика, генерального подрядчика и монтажной организации (прил. 1).

2.2. Тепловое испытание систем отопления

Тепловое испытание систем отопления осуществляется для проверки обеспечения системой отопления требуемой температуры внутреннего воздуха в помещениях в холодный период года.

Оно может производиться при положительной и отрицательной температуре наружного воздуха t_n . При положительной температуре наружного воздуха испытание проводится при температуре воды в подающих магистралях не ниже 60°C. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно. При отсутствии в теплое время года источников теплоты тепловое испытание систем отопления должно быть произведено по подключении к источнику теплоты.

При отрицательной температуре наружного воздуха тепловое испытание должно производиться при температуре воды в подающем трубопроводе, соответствующей t_n по температурному графику во время испытания, но не менее 50°C, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Тепловое испытание проводят в течение 7 ч.

Проверку прогреваемости элементов системы отопления обычно производят на ощупь. Проверяют прогрев всех отопительных приборов и нижних точек всех стояков.

Проверка распределения воды по стоякам производится по замерам температур поступающей и выходящей воды. Разность температур воды у входа и выхода должна быть примерно одинаковой. Замеры температур обычно производятся термощупом. Термощуп обязательно тарируют, а места замеров тщательно очищают от грязи и краски.

Проверка равномерности прогрева нагревательных приборов сочетается с проверкой температурного режима помещения. При этом устраняют дополнительные, неучтенные в проекте потери теплоты (неплотные и незаклеенные притворы окон, дверей и т.п.).

При проведении испытания замеряют в помещениях с помощью психрометров или жидкостных термометров температуру внутреннего воздуха t_g в середине помещения на высоте 1,5 м от пола. Комфортная температура жилых помещений принимается 20°C. В промышленных помещениях t_g принимают в соответствии с ГОСТ «Требования к воздуху рабочей зоны».

2.3. Регулирование и наладка систем отопления

Наладка системы отопления включает в себя регулировку системы как по горизонтали (распределение воды по стоякам), так и по вертикали (распределение воды по этажам).

Горизонтальную регулировку проводят, если наблюдается неравномерная температура в помещениях одного этажа, находящихся в разных частях здания. При горизонтальной разрегулировке происходит неравномерное распределение воды по отдельным стоякам. Через кольца, ближайшие к вводу, как правило, проходит относительно большее количество воды, чем через удаленные кольца. На стадии проектирования при гидравлическом расчете трубопроводов не всегда удается получить равенство потерь давления в циркуляционных кольцах разных стояков из-за существующего сортамента труб (невязка).

Размеры горизонтальной разрегулировки зависят от величин остаточных давлений в стояках и количества стояков в системе.

Проверяют на ощупь прогрев нижних точек стояков и прикрывают краны или вентили на перегреваемых стояках. Регулировка по стоякам должна обеспечить примерно одинаковую разность температур воды на входе и выходе всех стояков.

При регулировке стояков придерживаются следующего правила: чем ближе к вводу расположен стояк, тем больше должен быть прикрыт кран или вентиль на нем.

В схеме с попутным движением воды горизонтальная разрегулировка почти отсутствует.

Вертикальную регулировку производят, если наблюдается неравномерная температура помещений в разных этажах здания.

Вертикальная разрегулировка возникает в том случае, когда кроме постоянного давления насоса в стояках также действуют переменные естественные давления, которые перераспределяют расход воды по этажам в зависимости от ее температуры (при изменении t_n). Разрегулировка происходит из-за естественного давления Δp_e , Па, возникающего под влиянием разности плотности охлажденной и горячей воды, которое равно

$$\Delta p_e = g \cdot h \cdot (\rho_o - \rho_z), \quad (2.1)$$

где g – ускорение свободного падения, $g = 9.81 \text{ м/с}^2$;

h – высота центра нагрева над центром охлаждения, м;

ρ_o и ρ_z – соответственно плотность охлажденного и горячего теплоносителя, кг/м^3 .

Вертикальная разрегулировка особенно значительна в 2-трубных системах (h для каждого этажа различно – расстояние по вертикали от места присоединения стояка к магистрали до центра прибора).

Однотрубные вертикальные системы с замыкающими участками по сравнению с 2-трубными гидравлически более устойчивы. Естественные давления, возникающие в циркуляционных кольцах различных нагревательных приборов, суммируются и влияют на работу всего стояка в целом. Кроме того, доля естественного давления в циркуляционных кольцах стояка однотрубной системы значительно меньше, чем в двухтрубной, т.к. в первых через подводы к приборам проходит воды в несколько раз больше (к циркуляционному кольцу относятся участки трубопроводов, которые расположены между точками разделения и слияния потоков).

Сущность способа уменьшения вертикальной гидравлической разрегулировки систем отопления заключается в уменьшении доли естественного давления в суммарном давлении.

Естественное давление в циркуляционных кольцах стояка гасится при помощи дроссельных шайб.

В двухтрубных системах дроссельные шайбы устанавливают в зависимости от места расположения перегревающих отопительных приборов (рис. 2.1). Например, при перегреве верхних этажей и недогреве нижних дроссельную шайбу следует установить на обратном стояке между перегреваемыми и недогреваемыми этажами (рис. 2.1, схема а); при перегреве отопительного прибора верхнего этажа дроссельная шайба ставится на подводке к этому прибору (рис. 2.1, схема б). Знак “+” на рисунке означает перегрев прибора, знак “-” – недогрев.

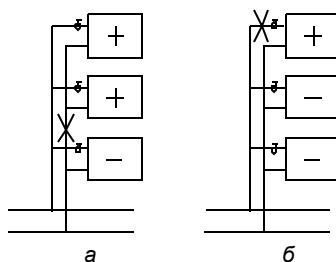


Рис. 2.1. Установка дроссельных шайб в двухтрубных системах водяного отопления

В двухтрубной системе с верхней разводкой рекомендуется заранее, до пуска системы, выполнить предварительную регулировку: краны у приборов на нижнем этаже оставляют полностью открытыми; на 2-м этаже незначительно прикрывают; на 3-м – больше и т. д.

В однотрубных системах с замыкающими участками регулировка проводится следующими способами (рис. 2.2):

- при перегреве верхних этажей – установкой шайб на подводах к отопительным приборам верхних этажей (рис. 2.2, схема а); уменьшением поверхности нагревательных приборов верхних этажей (рис. 2.2, схема б); увеличением диаметров замыкающих участков на верхних этажах (рис. 2.2, схема в); снятием замыкающих участков на нижних этажах (рис. 2.2, схема г);
- при равномерном недогреве верхних этажей и одновременном перегреве нижних этажей – уменьшением количества подмешиваемой воды в элеваторе путем прикрытия задвижки после элеватора;
- при недогреве приборов верхних этажей по отдельным стоякам – установкой шайб на замыкающих участках этих стояков на верхних этажах (рис. 2.2, схема д).

В однотрубных проточных системах ее регулировка достигается изменением поверхности нагрева отопительных приборов.

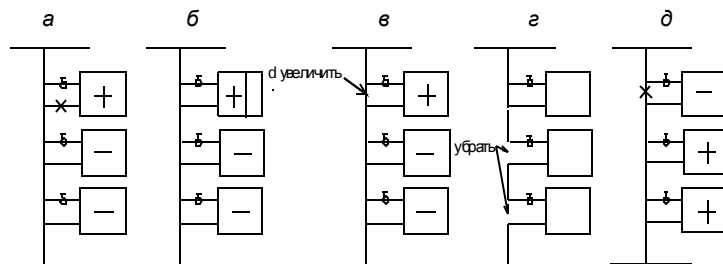


Рис. 2.2. Способы вертикальной регулировки однотрубных систем отопления

2.4. Испытание и регулирование элеваторного узла

Перед сдачей систем теплоснабжения в эксплуатацию элеваторы подвергают испытаниям: во-первых, на герметичность; во-вторых, на определение расчетного коэффициента подмешивания; в-третьих, на определение фактического расхода сетевой воды в

элеваторном узле. Испытание элеваторного узла производят при открытых и отсоединенных задвижках от наружной сети и системы отопления.

Испытание на герметичность элеваторного узла проводят гидростатическим методом. Величина давления при гидростатическом испытании не должна превышать предельного давления 1 МПа. Результаты испытания элеваторного узла можно считать удовлетворительными, если в течение не менее 5 мин падение давления не превышает 0,02 МПа.

Коэффициент смешения элеватора характеризует отношение количества обратной воды $G_{обп}$ из системы отопления к количеству сетевой воды G_{cem}

$$a = \frac{G_{обп}}{G_{cem}}; \quad (2.2)$$

$$G_{om} = G_{cem} \cdot (1 + a). \quad (2.3)$$

Коэффициент смешения определяют по показателям трех термометров: T_1 , T_2 и t_2 (рис. 2.3).

$$a = \frac{T_1 - t_2}{t_2 - T_2}. \quad (2.4)$$

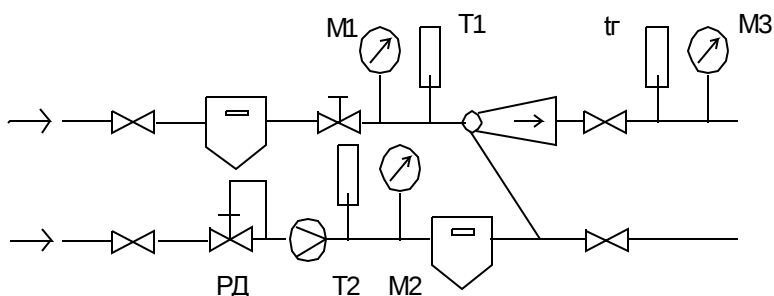


Рис. 2.3. Схема элеваторного узла

В элеваторном узле устанавливают три термометра, служащие для контроля температуры воды: T_1 – до элеватора (сетевой воды); T_2 – на обратной линии (в теплосеть); t_2 – за элеватором (поступающей в систему отопления).

По показаниям **термометра** T_1 производится контроль температуры воды, поступающей из теплосети. Температура T_1 изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха t_n и должна соответствовать температурному графику (в среднем за сутки). Допустимые отклонения $+2 \div -1^\circ\text{C}$.

Среднесуточная температура обратной воды (**по показаниям термометра** T_2) не должна быть выше, чем по температурному графику. Допустимые отклонения $\pm 5^\circ\text{C}$ при разнородных тепловых нагрузках и $\pm 3^\circ\text{C}$ при наличии одной нагрузки.

Максимальная температура воды после элеватора (**по показаниям** t_2) принимается равной $105\ (95)^\circ\text{C}$.

Для измерения температуры воды в трубопроводах устанавливают стеклянные ртутные термометры, которые помещают в гильзах, изготовленных из трубы диаметром 15, 20 мм и вваренных в трубопровод. Длина погруженной части гильзы при вертикальной установке должна быть равна половине диаметра трубы плюс 10 мм. Гильза термометра заполняется чистым машинным маслом на величину столбика ртути.

По показаниям термометров T_1 , T_2 , t_2 определяют коэффициент смешения a с использованием формулы (2.4).

Для получения расчетного коэффициента смешения требуется правильный подбор номера элеватора, диаметра сопла и соответствующий перепад давлений перед элеватором. Завышенный номер элеватора приводит к снижению КПД элеватора, вызывает необходимость в повышенных давлениях перед элеватором и обычно приводит к снижению коэффициента смешения a . Коэффициент смешения обратно пропорционален диаметру сопла. При увеличении a t_2 понижается. При уменьшении a уменьшается подмешивание воды из системы, отчего увеличивается расход сетевой воды.

Для уменьшения a при одном и том же элеваторе увеличивают диаметр сопла или повышают сопротивление местной систе-

мы, например, прикрытием задвижки после элеватора. Первый способ используют при необходимости увеличить расход сетевой воды, второй способ – при необходимости сохранить расход сетевой воды.

Увеличение a достигается путем уменьшения диаметра сопла d . Расход сетевой воды в этом случае останется без изменения, если будет обеспечено необходимое дополнительное давление.

Новый коэффициент смешения a' при изменении диаметра сопла d' находят из формулы

$$\frac{d}{d'} = \frac{1 + a'}{1 + a}. \quad (2.5)$$

Необоснованное увеличение диаметра сопла приводит к перегреву помещений и разрегулировке системы теплоснабжения, т. е. увеличение расхода сетевой воды для данного абонента происходит за счет других потребителей.

Коэффициент смешения a зависит от правильной установки сопла в элеваторе. Необходимо, чтобы сопло было строго центрировано, имело требуемую длину, не имело трещин, заусениц по краям.

Располагаемое давление на вводе определяют по показаниям манометров M_1 и M_2 :

$$\Delta p_{вода} = M_1 - M_2. \quad (2.6)$$

Располагаемое давление в местной системе отопления после элеватора определяют по показаниям манометров M_2 и M_3 :

$$\Delta p_{ом} = M_3 - M_2. \quad (2.7)$$

Манометры должны иметь шкалу с делениями 0,1 атм (1 м вод. ст.).

Манометры используют для определения обеспечения перепада давления перед элеватором.

$$\Delta p_{вода} = 1,4 \cdot \Delta p_{ом} \cdot (1 + a)^2. \quad (2.8)$$

Они используются также для проверки исправности действия отдельных элементов системы. Резкое повышение давления по показанию манометра указывает на наличие засора на участке (по ходу движения воды) до манометра. Например, повышенное дав-

ление перед грязевиком или элеватором указывает на наличие засорения.

Давление на радиаторы определяется по показаниям манометра M_2 (не должно превышать 0,6 МПа). Показания манометра M_2 характеризуют состояние системы отопления с точки зрения бесперебойности и безопасности работы.

Фактический расход сетевой воды в элеваторном узле определяют по водомеру. В случае отсутствия водомера фактический расход сетевой воды можно определить при помощи таблиц или номограмм по диаметру сопла d_c и перепаду давлений перед элеватором $\Delta p_{вода}$. Существует также метод определения по относительному расходу теплоносителя:

$$\bar{G} = \frac{G_{\phi}}{G_{расч}}; \quad (2.9)$$

$$G = 0.12 \cdot d_c^2 \cdot \sqrt{\Delta p_{вода}}; \quad (2.10)$$

$$\bar{G} = \frac{(1 + a_{расч}) \cdot (t_z - T_2) \cdot (t'_z - T'_2 - 2 \cdot t_n)}{(1 + a_{\phi}) \cdot (t'_z - T'_2) \cdot (t_z - T_2 - 2 \cdot t_n)}. \quad (2.11)$$

Значение T_2 (температуры обратной воды) является критерием достаточного расхода воды в системе отопления. Повышение T_2 по сравнению с расчетной по отопительному графику свидетельствует о повышенном, а снижение T_2 – о сниженном расходе воды в системе.

Контрольные вопросы

1. Как проводят гидравлические испытания системы отопления?
2. С какой целью и каким образом осуществляют тепловые испытания систем отопления?
3. Как проводят горизонтальную и вертикальную регулировку систем отопления?
4. В чем заключается испытание и регулирование элеваторного узла?

3. ИСПЫТАНИЕ НАРУЖНЫХ НАПОРНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Испытания напорных наружных трубопроводов могут проводиться гидравлическим или манометрическим способом.

При отсутствии в проекте указаний о способе испытания напорные трубопроводы испытываются на прочность и герметичность, как правило, гидравлическим способом.

При отсутствии воды или при определенных климатических условиях в районе строительства может быть применен пневматический способ испытания для трубопроводов с внутренним расчетным давлением p_p не более:

- 0,5 МПа – для подземных чугунных, асбестоцементных и железобетонных труб;
- 1,6 МПа – для подземных стальных труб;
- 0,3 МПа – надземных стальных труб.

Испытание проводят в 2 этапа:

Первый (предварительный) этап для оценки прочности и герметичности магистрали производится после засыпки на половину вертикального диаметра с оставлением открытыми для осмотра стыковых соединений. Допускается без участия представителей заказчика и эксплуатирующей организации. Составляется акт, утверждаемый главным инженером строительной организации.

Второй (окончательный, приемочный) этап испытания на прочность и герметичность выполняется после полной засыпки трубопровода при участии представителей заказчика и эксплуатирующей организации с составлением акта, подписанного представителями монтажной организации, технического надзора заказчика и эксплуатационной организации.

Трубопроводы подводных переходов подлежат предварительному испытанию дважды:

- 1) на площадке после сваривания труб, но до нанесения антикоррозийной изоляции на сварные соединения;
- 2) после укладки трубопровода в траншею в проектное положение, но до засыпки грунтом.

Трубопроводы, прокладываемые на переходах через железные и автомобильные дороги I и II категорий, предварительно испытывают после укладки рабочего трубопровода в футляре (кожухе) до заполнения межтрубного пространства полости футляра и до засыпки рабочего и приемного котлованов перехода.

3.1. Гидравлический способ испытания напорных трубопроводов

Испытания проводят отдельными участками. Длина испытываемых участков составляет до 1 км при стальных, чугунных, асбестоцементных и железобетонных трубах, пластмассовых – до 0,5 км. Для стальных труб в некоторых случаях длина может быть более 1 км.

В условиях просадочных грунтов всех типов сооружаемые напорные трубопроводы водоснабжения и канализации вне территории промышленных площадок и населенных пунктов испытывают участками длиной не более 500 м. На территории промышленных площадок и населенных пунктов длину испытательных участков назначают с учетом местных условий, но не более 300 м.

Испытательное давление на прочность всегда больше давления на герметичность $P_{II} > P_{Г}$.

Величина гидравлического испытательного давления на прочность P_{II} принимается в соответствии с проектом и требованиями таблицы СНиП 2.04.02-84*. Если таких данных нет, то для предварительных испытаний принимают P_{II} по табл. 3.1.

Таблица 3.1

Величина давления на прочность
при предварительном испытании

Характеристика трубопровода	Величина P_{II} при предварительном испытании
1. Стальной 1-го класса с соединением на сварке Рр до 0,75 МПа Рр от 0,75 до 2,5 МПа Рр свыше 2,5 МПа	1,5 МПа 2 Рр 1,5 Рр
2. Стальной из секций на фланцах Рр до 0,5 МПа	0,6 МПа

Характеристика трубопровода	Величина P_{II} при предварительном испытании
3. Стальной 2-го и 3-го классов с соединением на сварке P_r до 0,75 МПа P_r от 0,75 до 2,5 МПа P_r свыше 2,5 МПа	1 МПа 1,5 P_r 1,25 P_r
4. Чугунный	1,0–1,5 МПа ($P_r + 0,5$ МПа)
5. Железобетонный	1,3 P_r
6. Асбестоцементный	1,3 P_r
7. Пластмассовый	1,3 P_r

При проведении испытания на прочность давление в трубопроводе повышают до величины испытательного давления p_n и путем подкачки воды поддерживают его в течение не менее 10 мин, не допуская снижения давления более чем на 0,1 МПа. Снижают испытательное давление до внутреннего расчетного давления p_r и, поддерживая его путем подкачивания воды, производят осмотр трубопровода с целью выявления дефектов в нем в течение времени, необходимого для осмотра. В случае выявления дефектов устраняют их и производят повторное испытание трубопровода.

Трубопровод признается выдержавшим испытание, если величина расхода подкаченной воды не превышает допустимых величин по табл. 3.3.

Величина испытательного давления на герметичность равна

$$P_T = P_p + \Delta p, \quad (3.1)$$

где P_p – рабочее давление в трубопроводе;

Δp – дополнительная величина, принимаемая в соответствии с таблицей СНиПа в зависимости от верхнего предела измерения давления, класса точности и цены деления шкалы манометра (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Величина испытательного давления на герметичность

Величина рабочего давления в трубопроводе P_p	Класс точности манометра 0,4		Класс точности манометра 1	
	Цена деления, МПа	Δp , МПа	Цена деления, МПа	Δp , МПа
До 0,4	0,002	0,2	0,005	0,05
0,41 – 0,75	0,005	0,04	0,01	0,1
0,76 – 1,2	0,005	0,05	0,02	0,14
1,21 – 2,0	0,01	0,1	0,05	0,25
2,0 – 2,5	0,02	0,14	0,05	0,3

При предварительном гидравлическом испытании на герметичность трубопровод заполняется водой и выдерживается без давления в течение двух часов. Затем создается испытательное давление и выдерживается не менее 30 мин. После этого испытательное давление снижается до расчетного рабочего давления P_p и поддерживается в течение не менее 30 мин для проведения осмотра трубопровода.

Если при осмотре не обнаружено разрыва труб, стыков и утечки воды, то трубопровод считается выдержавшим испытание.

Приемочное гидравлическое испытание на герметичность начинают после засыпки грунтом и выдержки трубопровода, заполненным водой, с целью водонасыщения стенок не менее:

- 72 ч – для железобетонных труб;
- 24 ч – для асбестоцементных и чугунных труб.

Для стальных и пластиковых трубопроводов выдержка с целью водонасыщения не производится.

Создается расчетное давление и выдерживается в течение двух часов.

Если происходит падение давления в магистрали до 0,02 МПа, то необходимо подкачать в нее воду. Испытательное давление должно при подкачке подняться за время не более 10 мин и поддерживаться в продолжении двух часов.

Напорный трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на герметичность, если величина расхода подкаченной воды на участок длиной 1 км для повышения давления в трубопроводе до величины P_r не превышает допустимого по табл. 3.3.

Результаты гидравлического испытания напорных трубопроводов оформляют актом (прил. 4).

Таблица 3.3

Допускаемая утечка воды из трубопровода
при гидравлическом испытании

Внутрен- ний диаметр, мм	Допускаемый расход подкаченной воды на 1 км трубы, м ³ /ч				
	Стальные	Чугунные	Асбесто- цемент- ные	Железо- бетонные	Пластмас- совые
100	0,28	0,70	1,4	-	0,35
150	0,42	1,05	1,72	-	0,40
200	0,56	1,40	1,98	2,0	0,56
250	0,70	1,55	2,22	2,2	0,70
300	0,85	1,70	2,42	2,4	0,85
400	1,00	1,95	2,80	2,8	1,0
500	1,10	2,20	3,14	3,2	1,10
600	1,20	2,4	-	3,4	1,20
700	1,30	2,55	-	3,7	-
800	1,35	2,7	-	3,9	-
900	1,45	2,90	-	4,2	-
1000	1,50	3,0	-	4,4	-
1200	1,65	-	-	4,8	-

3.2. Пневматический способ испытания напорных трубопроводов

Испытание пневматическим способом производится в два этапа: предварительный и окончательный (приемочный).

Величина испытательного давления составляет: 0,6 МПа – для стальных трубопроводов с $P_p < 0,5$ МПа; 1,15 P_p – для стальных трубопроводов с $P_p = 0,5–1,6$ МПа. Для чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов: 0,15 МПа – при предварительном испытании; 0,6 МПа – при окончательных испытаниях независимо от P_p . Длина участков трубопроводов: до 0,5 км – для пластиковых труб; до 1 км – для всех остальных. Перед началом испытаний все стыки обмываются раствором. Трубопровод заполняют сжатым воздухом от компрессора.

Для выравнивания температуры трубопровод выдерживают в течение следующего времени:

Диаметр, мм	Время выдержки, ч
До 300	2
300–600	4
600–900	8
900–1200	16
1200–1400	24
Свыше 1400	32

При проведении предварительного испытания на прочность трубопровод выдерживают под испытательным давлением в течение 30 мин. Для поддержания испытательного давления производят подкачку воздуха. Осмотр трубопроводов для выявления дефектных мест производят после снижения давления: в стальных трубопроводах – до 0,3 МПа; в чугунных, железобетонных и асбестоцементных – 0,1 МПа. Места утечек воздуха обнаруживают по вспениванию мыльной эмульсии и по звуку просачивающегося воздуха. Выявленные дефекты устраняют после снижения избыточного давления в трубопроводе до 0. После устранения дефектов производят повторное испытание. Трубопровод признается выдержавшим предварительное пневматическое испытание на прочность, если при тщательном осмотре не обнаружено нарушение целостности трубопровода, дефектов в стыках и сварных соединениях.

При проведении окончательного испытания на прочность и герметичность доводят давление в трубопроводе до величины испытательного давления на прочность и выдерживают до 30 мин. Если нарушение в целостности трубопровода не происходит, то давление снижают до 0,05 МПа и выдерживают 24 ч.

По истечении этого времени давление снижается до 0,03 МПа, которое является начальным испытательным давлением на герметичность P_{Γ} . Отмечается время и барометрическое давление.

Под этим давлением трубопровод выдерживается в течение времени, указанного в табл. 3.4. Замеряют окончательное давление и барометрическое давление.

Величину падения давления Δp , мм вод.ст., определяют по формуле

$$\Delta p = \gamma(p_H - p_K) + 13,6(p_{нач}^{бар} - p_{кон}^{бар}), \quad (3.2)$$

где p_H и p_K – начальное и конечное давление в трубопроводе, мм вод.ст.;

$p_H^{бар}$ и $p_K^{бар}$ – начальное и конечное барометрическое давление, мм рт.ст.;

γ – удельный вес рабочей жидкости в манометре ($\gamma = 1$ – для воды, $\gamma = 0,87$ – для керосина).

Таблица 3.4

Продолжительность пневматического испытания
и допустимая величина падения давления

d вн, мм	Стальные трубы		Чугунные трубы		Железобетонные и асбестоце- ментные трубы	
	τ , ч	Δp доп, мм вод. ст.	τ , ч	Δp доп, мм вод. ст.	τ , ч	Δp доп, мм вод. ст.
100	0–30	55	0–15	65	0–15	130
200	1–00	55	0–30	65	0–30	130
300	2–00	75	1–00	70	1–00	140
500	4–00	75	2–00	70	3–00	140
800	6–00	50	3–00	45	5–00	90
1000	12–00	70	4–00	50	6–00	100

Трубопровод считается выдержавшим приемочное (окончательное) пневматическое испытание, если не будет нарушена его целостность и величина Δp , полученная по формуле, не превышает $\Delta p_{доп}$ из табл. 3.4.

Допускается образование пузырьков воздуха на наружной смоченной поверхности железобетонных напорных труб.

По результатам испытаний составляют акт (прил. 5).

3.3. Испытание напорных трубопроводов в процессе эксплуатации

Испытание трубопроводов при эксплуатации (контрольные испытания) производится с целью определения их технического состояния (пропускной способности, давлений, места и величины утечек).

В ходе контрольных гидравлических испытаний производятся следующие работы: манометрическая съемка, измерение гидравлических сопротивлений трубопроводов, контрольные испытания на утечку, снятие фактических характеристик насосов.

При манометрической съемке измеряют свободные напоры в различных точках сети. Для съемки используют образцовые манометры класса 0,4, которые устанавливают в колодцах, наиболее близких к узлам сети, где есть пожарные гидранты или заранее предусмотрены штуцера для подключения манометров. Манометрическая съемка должна производиться одновременно во всех испытываемых точках, по возможности при неизменных условиях работы сети в часы максимального и минимального потребления.

Измерение гидравлических сопротивлений производят с целью определения пропускной способности и мест зарастания труб. Выбор методики проведения испытаний зависит от диаметра труб и расхода воды. Испытание осуществляется следующими способами:

- сбросом воды через один пожарный гидрант (рекомендуется проводить на трубопроводах диаметром до 300 мм с расходом воды не более 20–30 л/с);

- сбросом воды через несколько последовательно расположенных пожарных гидрантов (для трубопроводов диаметром до 400 мм);

- сбросом воды через стендер, снабженный специальной насадкой (также применяется для трубопроводов диаметром до 400 мм);

- способом трех манометров.

Для проведения испытания методом сброса воды через один пожарный гидрант выбирают участок, по длине которого располагается не менее трех пожарных гидрантов (рис. 3.1). На первых двух гидрантах устанавливают стендеры с образцовыми манометрами для замера давления в этих точках и определения по ним потерь давления. Вместо стендеров могут использоваться врезанные штуцера с кранами. На третьем гидранте монтируют стендер, через который производится сброс воды. Сброс определяется либо по расходу воды путем заполнения емкостей определенного объема, например цистерн машин за замеренное время либо с помощью водомеров. Во время испытания все водопотребители на испытываемом участке отключаются, задвижка закрывается. Надежность закрытия задвижек проверяется до начала измерений по показаниям манометров M_1 и M_2 . При закрытой задвижке и

отсутствии сброса через третий гидрант показания манометров будут отличаться на величину разности их геодезических отметок, которая заранее известна.

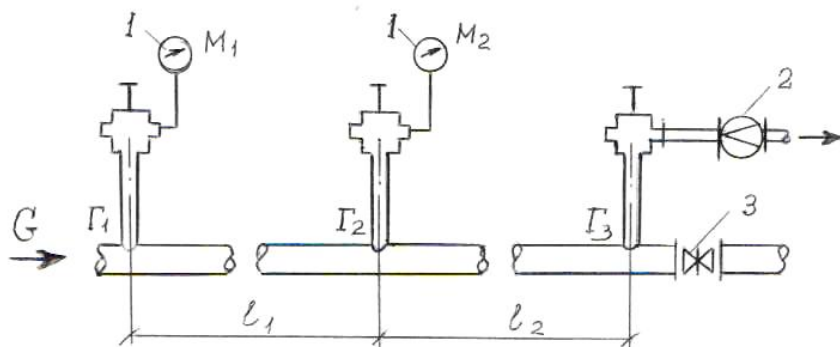


Рис. 3.1. Схема измерения гидравлических сопротивлений труб диаметром до 300 мм:

1 – манометры; 2 – водометр; 3 – задвижка;

$\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ – пожарные гидранты

Фактическое удельное сопротивление трубопровода, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2$, определяется по формуле

$$S_{\phi} = \frac{\Delta p}{l \cdot G^2}, \quad (3.3)$$

где Δp – потери давления на участке, Па;

l – расстояние между образцовыми манометрами, м;

G – расход воды, сбрасываемой при испытаниях, кг/ч.

Потери давления на исследуемом участке рассчитывают по формуле

$$\Delta p = (M_1 - M_2) + \rho \cdot g(Z_1 - Z_2), \quad (3.4)$$

где M_1, M_2 – показания манометров в начале и конце участка, Па;

Z_1, Z_2 – геодезические отметки в точках расположения манометров, м.

Степень зарастания трубопровода характеризуется отношением

$$K = \frac{S_{\phi}}{S_{\text{табл}}}, \quad (3.5)$$

где $S_{\text{табл}}$ – удельное сопротивление трубопровода данного диаметра по расчетным таблицам.

Второй и третий способы являются модификациями первого. Они позволяют путем увеличения контролируемого расхода измерять сопротивление трубопроводов большого диаметра.

Измерение гидравлических сопротивлений способом трех манометров производится следующим способом.

Выбирают участок, на котором устанавливаются три манометра M_1, M_2 и M_3 (рис. 3.2). Часть транзитного расхода воды сбрасывается между манометрами M_1 и M_3 . При этом осуществляется замер давлений в начале и в конце участка, а также в точке сброса расхода воды G .

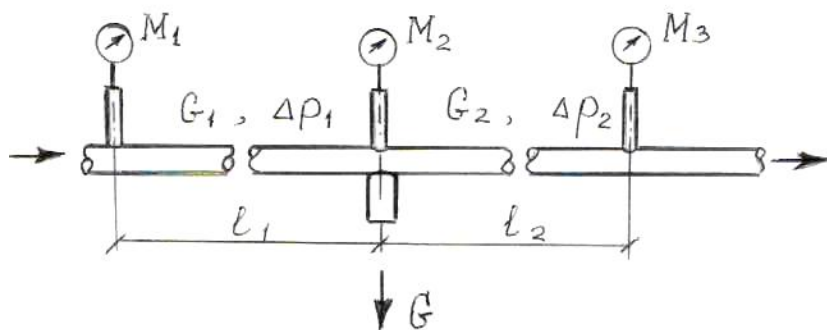


Рис. 3.2. Схема измерения гидравлических сопротивлений труб методом трех манометров

Удельное фактическое сопротивление S_{ϕ} вычисляют с помощью уравнения баланса расхода воды в точке сброса:

$$G_1 = G + G_2 = \sqrt{\frac{\Delta p_1}{l_1 \cdot S_{\phi}}} = G + \sqrt{\frac{\Delta p_2}{l_2 \cdot S_{\phi}}}, \quad (3.6)$$

где G_1, G_2 – расход воды по участкам.

В результате решения уравнения (3.6) фактическое удельное сопротивление трубопровода равно

$$S_{\phi} = \frac{1}{G^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{\Delta p_1}{l_1}} - \sqrt{\frac{\Delta p_2}{l_2}} \right)^2, \quad (3.7)$$

где $\Delta p_1, \Delta p_2$ – потери давления соответственно на участках длиной l_1 и l_2 .

При испытании на участке между манометрами M_1 и M_3 все потребители должны быть отключены. Замеренный расход G должен составлять не менее 10–15% от транзитного расхода G_1 .

Контрольные вопросы

1. Когда выполняют предварительный и окончательный этапы испытаний на прочность и герметичность?
2. Как проводят испытания напорных трубопроводов гидравлическим способом?
3. Как проводят испытания напорных трубопроводов пневматическим способом?
4. Какие испытания напорных трубопроводов проводят при эксплуатации с целью определения их технического состояния?

4. ИСПЫТАНИЕ БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Безнапорные трубопроводы испытывают только на герметичность. Проводят предварительные (до засыпки траншей) и окончательные (после засыпки) испытания. Испытания проводятся двумя способами:

1. Определение утечки воды, т.е. объема воды, добавляемой в трубопровод, проложенный в сухих грунтах, а также в мокрых грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли более чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шелыги (верха трубы).

2. Определение притока воды в трубопровод, проложенный в мокрых грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли менее чем на половину глубины заложения труб, считается от люка до верха трубы.

Способ испытания устанавливается проектом.

Первый этап – предварительные испытания.

Перед предварительным испытанием на герметичность канализационных сетей необходимо:

- 1) проверить качество оснований под трубы и заделку стыков между ними по всей окружности;
- 2) проверить прямолинейность укладки труб на свет между двумя смежными колодцами.

Герметичность трубопроводов оценивается по величине утечки воды из них по количеству залитой в бак воды за 30 мин в пересчете на 1 км в сутки, а также по количеству попадаемой грунтовой воды в трубы и колодцы при высоком уровне вод визуально по замеру воды в трубе (рис. 4.1). Результаты испытаний сравнивают с данными табл. 4.1.

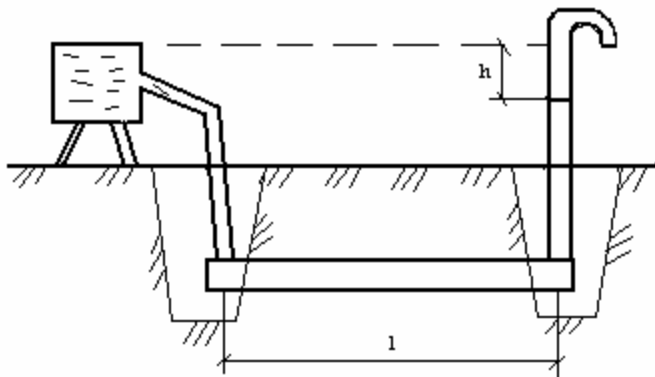


Рис. 4.1. Схема испытания до устройства колодцев

Таблица 4.1

Допустимый объем добавляемой воды

Dy, мм	Допустимый объем добавляемой воды на 10 м трубы за 30 мин, л		
	Железобетонные и бетонные трубы	Керамические трубы	Асбестоцемент. трубы
100	1,0	1,0	0,3
200	4,2	2,4	1,4
300	5,4	3,6	1,8
400	6,7	4,2	2,2
500	7,5	4,6	-
600	8,3	5,0	-

Испытанию подвергают участки между смежными колодцами до присыпки землей. Допускается производить испытания выборочно. При общей протяженности трубопровода до 5 км допускается испытание двух-трех участков, при протяженности трубопровода свыше 5 км – несколько участков общей протяженностью не менее 30% (рис. 4.2).

Если результаты выборочного испытания окажутся неудовлетворительными, то испытанию подвергаются все участки трубопровода.

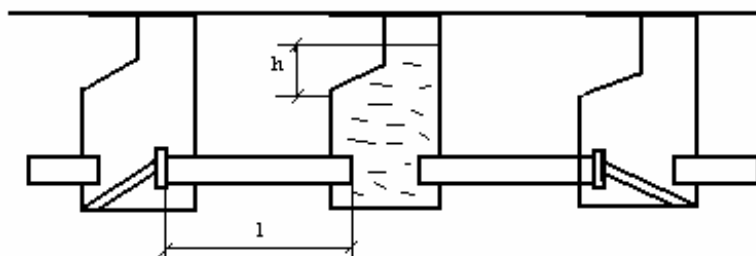


Рис. 4.2. Схема испытания при наличии колодцев

При предварительном испытании давление в трубопроводе создается заполнением водой стояка, установленного в верхней точке, или наполнением водой верхнего колодца. Величина гидростатического давления для стальных, чугунных и пластмассовых труб указана в рабочей документации. Для бетонных, железобетонных и керамических труб величина испытательного гидростатического давления равна 0,04 МПа. Испытание проводится при не присыпанном землей трубопроводе в течение 30 мин. Величину испытательного давления необходимо поддерживать добавлением воды в стояк или колодец. Уровень воды в стояке или колодце не должен снижаться более чем на 20 см.

Трубопровод и колодец признаются выдержавшими предварительные испытания, если при осмотре не будет обнаружено утечек воды. Допускается при отсутствии повышенных требований к герметичности отпотевание с образованием капель, не сливающихся в одну струю при количестве отпотеваний не более чем на 5% труб на испытываемом участке.

Трубопровод считается выдержавшим испытание на герметичность, если объемы добавляемой воды или притока грунтовой воды будут не более указанных в табл. 4.1.

По результатам испытаний составляется акт (прил. 6).

Колодцы безнапорных трубопроводов, имеющие гидроизоляцию с внутренней стороны, испытывают на герметичность путем определения объема добавляемой воды. Колодцы, имеющие гидроизоляцию с наружной стороны, испытывают путем определения притока воды в них.

Колодцы, имеющие по проекту водонепроницаемые стенки, внутреннюю и наружную изоляцию, могут быть испытаны на добавление воды или приток грунтовой воды в зависимости от уровня грунтовых вод совместно с трубопроводами или отдельно от них.

Колодцы, не имеющие по проекту водонепроницаемых стенок, внутренней или наружной гидроизоляции, приемочному испытанию на герметичность не подвергаются.

Контрольные вопросы

1. Какими способами проводят испытания безнапорных трубопроводов наружной канализации?
2. Как проводят испытания на определение утечки воды?
3. Когда проводят испытания на определение притока воды в трубопровод?
4. Как проводят испытания колодцев на герметичность?

5. ИСПЫТАНИЕ ЕМКОСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

Емкостные сооружения (резервуары питьевой воды, фильтры, отстойники, смесители, напорные баки и т.д.) подлежат гидравлическому испытанию на водонепроницаемость (герметичность). Испытания производят после их очистки и промывки, а также после достижения бетоном проектной прочности. Только после удовлетворительных результатов гидравлического испытания этих сооружений осуществляют устройство гидроизоляции и обсыпку грунтом.

Гидравлическое испытание емкостных сооружений проводят в два этапа:

I этап – наполнение водой на высоту 1 м и выдержка в течение суток;

II этап – наполнение водой до проектной отметки и выдержка в течение не менее трех суток.

Емкостное сооружение признают выдержавшим гидравлическое испытание, если убыль воды в нем за сутки не превышает 3 л на 1 м² смоченной поверхности стен и днища; а также в швах и стенках не обнаружено признаков течи и не установлено увлажнение грунта в основании. Допускается только потемнение и слабое отпотевание отдельных мест. Убыль воды на испарение при испытании с открытой водной поверхности учитывается дополнительно.

Емкостное сооружение считается не выдержавшим испытание, если имеются струйные утечки, подтеки воды на стенах или увлажнение грунта в основании, даже если потери воды в нем не превышают нормативных. В этом случае после измерения потерь воды из сооружения при полном заливе фиксируют места, подлежащие ремонту. После устранения выявленных дефектов производят повторное испытание емкостного сооружения.

Резервуары питьевой воды до устройства гидроизоляции и засыпки грунтом дополнительно испытывают на вакуум и избыточное давление соответственно вакуумметрическим и избыточным давлением воздуха 0,0008 МПа (80 мм вод. ст.) в течение 30 мин. Резервуары признают выдержавшими испытание, если величины разрежения и избыточного давлений за 30 мин не снизятся более чем на 0,0002 МПа (20 мм вод. ст.), если другие требования не обоснованы проектом.

Напорные каналы фильтров и контактных осветлителей (сборные и монолитные железобетонные) подвергают гидравлическому испытанию расчетным давлением, указанным в рабочей документации. Напорные каналы фильтров и контактных осветлителей признают выдержавшими гидравлическое испытание, если при визуальном осмотре в боковых стенках фильтров и под каналом не обнаружено течей воды и если в течение 10 мин величина испытательного давления не снизится более чем на 0,002 МПа.

Водосборные резервуары градирен должны быть водонепроницаемыми. При гидравлическом испытании этих резервуаров на внутренней поверхности их стен не допускается потемнение или слабое отпотевание отдельных мест.

Цилиндрическую часть метатенков подвергают гидравлическому испытанию выдерживанием под испытательным давлением не менее 24 ч. При обнаружении дефектных мест они устраняются. После этого сооружение испытывают на падение давления в течение дополнительных 8 ч. Метатенк признают выдержавшим испытание на герметичность, если давление в нем за 8 ч не снизится более чем на 0,001 МПа (100 мм вод. ст.). **Перекрытия метатенка и металлический газовый колпак** (газосборник) испыты-

вают на газонепроницаемость пневматическим способом на давление 0,005 МПа (500 мм вод. ст.).

После установки **колпачков дренажно-распределительной системы фильтров**, но до загрузки фильтров колпачки подвергают испытанию путем подачи воды интенсивностью 5 – 8 л/(с.м²) и воздуха интенсивностью 20 л/(с.м²) трехкратной повторяемостью по 8 – 10 мин. Обнаруженные при этом дефектные колпачки заменяют на новые.

Проверка водонепроницаемости емкостных сооружений, построенных на просадочных грунтах всех типов производится по истечении 5 сут после их заполнения водой. При этом убыль воды за сутки не должна превышать 2 л на 1 м² смоченной поверхности стен и днища. При обнаружении течи воду из сооружений выпускают и отводят в места, определяемые проектом, исключающие подтопление застроенной территории.

В районах распространения вечномерзлых грунтов гидравлическое испытание емкостных сооружений проводят, как правило, при температуре наружного воздуха не ниже 0°C, если другие условия испытания не обоснованы проектом.

Контрольные вопросы

1. Каковы этапы проведения испытаний емкостных сооружений?
2. Как испытывают на герметичность емкостные сооружения?

6. ПРОМЫВКА И ДЕЗИНФЕКЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

После окончания строительства трубопроводы и сооружения хозяйственно-питьевого водоснабжения перед проведением гидравлических испытаний и приемкой в эксплуатацию подвергают очистке, промывке и дезинфекции хлорированием с последующей промывкой до получения удовлетворительных контрольных физико-химических и бактериологических анализов воды, отвечающих требованиям ГОСТ.

Промывку и дезинфекцию трубопроводов и сооружений производят строительные-монтажные организации, выполнявшие работы по прокладке и монтажу этих трубопроводов и сооружений, при участии представителей заказчика и эксплуатационной организации при контроле, осуществляемом представителями санитарно-эпидемиологической службы.

Очистку и промывку трубопроводов выполняют для удаления оставшихся загрязнений и случайных предметов. Промывку и очистку проводят следующими способами:

- водовоздушным (гидропневматическим) способом;
- гидромеханическим способом с помощью очистных поршней;
- водой с большой скоростью (не менее 1 м/с).

При гидропневматической промывке по трубопроводу вместе с водой подают сжатый воздух в пропорции 1:6 (на 1 м³ воды подается 6 м³ воздуха).

Воздух вводят в трубопровод под давлением, превышающим внутреннее давление в трубопроводе на 0,05–0,15 МПа. При совместном движении воды и воздуха резко меняется структура их потока, в результате чего создаются завихрения. Сжатый воздух расширяется и за счет своей энергии создает увеличенные скорости воздушно-водяной эмульсии, размывающей уплотненные отложения. Промывку сети с применением сжатого воздуха производят на участках длиной 200–500 м.

При гидромеханической очистке используют щеточные очистители, очистители с нераздвижными и раздвижными металлическими скребками, эластичные поршни, трубоочистные снаряды, устройства с вращающейся реактивной насадкой.

Щеточные очистители представляют собой цилиндры, поверхность которых покрыта щетиной, изготовленной из упругой стальной проволоки. Для протаскивания очистителей через трубу очищаемых участков применяют стальные эластичные многожильные тросы, стальные упругие ленты или проволоку.

Также используются эластичные поршни, которые движутся в трубопроводе со скоростью 0,3–1,0 м/с при внутреннем давлении в трубах примерно 0,1 МПа. Очистку трубопроводов осуществляют только на прямых участках с плавными поворотами не более 15°. Задвижки должны быть полностью открытыми. В местах соединений трубопроводы не должны выступать внутрь. Диаметры очистных поролоновых поршней составляют 1,2–1,3 диаметра трубопровода, длина 1,5–2,0 диаметра трубопровода.

Трубоочистной снаряд в своей очистной части содержит две головки – держатели для ножей, соединенных между собой шарнирами. Снаряд вводится в трубопровод и движется в нем самостоятельно под действием давления воды. При движении по трубопроводу снаряд удаляет загрязнения с внутренней поверхности и разрушает их. Скорость движения жидкости должна быть не ме-

нее 1,4 м/с; необходимое давление для очистки – 0,17 МПа. Скорость движения снаряда при этих условиях составляет 1 м/с.

Устройства с вращающейся реактивной насадкой имеют в своем составе реактивную насадку с хвостовиком, механизм регулирования скорости вращения, состоящий из пары зубчатых колес, одно из которых жестко закреплено на корпусе реактивной насадки, и пары ходовых колес, кинетически связанных со вторым зубчатым колесом. При вращении реактивной насадки струи воды из наклонных сопел равномерно с перекрытием очищают всю внутреннюю поверхность трубопровода от отложений.

После очистки и промывки производят дезинфекцию трубопроводов и сооружений. Для дезинфекции применяют следующие реагенты:

- сухие реагенты – хлорную известь, гипохлорит кальция;
- жидкие реагенты – жидкий хлор, гипохлорит натрия (хлорноватисто-кислый натрий), электролитический гипохлорит натрия.

Хлорируют трубопровод отдельными участками длиной не более 1–2 км. Перед хлорированием проводят подготовительные работы:

- монтаж коммуникаций для введения реагента, воды, выпуска воздуха;
- установка стояков для отбора проб (с выводением их выше уровня земли);
- монтаж трубопроводов для сброса и отведения использованного раствора с обеспечением мер безопасности;
- подготовка рабочей схемы хлорирования;
- график проведения работ;
- подготовка необходимого количества раствора.

Пробоотборные стояки с запорной арматурой для осуществления контроля за содержанием активного хлора по длине трубопровода в процессе заполнения реагентом устанавливаются через каждые 500 м и выводятся выше поверхности земли. Диаметр стояков не менее 100 мм. Стояки также служат для выпуска воздуха по мере заполнения трубопровода.

Хлорный раствор подают в трубопровод до тех пор, пока в наиболее удаленной точке не будет вытекать вода с содержанием остаточного хлора не менее 50% заданного. Трубопровод оставляют заполненным хлорным раствором в течение времени:

- 5–6 ч при концентрации активного хлора 75–100 мг/л;
- не менее 24 ч при концентрации 40–50 мг/л.

Концентрация активного хлора назначается в зависимости от степени загрязнения трубопровода.

После хлорирования трубопровод промывают чистой водой до тех пор, пока содержание остаточного хлора не снизится до 0,3–0,5 мг/л.

Место и условия сбора использованного раствора и порядок контроля его отвода согласуются с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Водозаборные скважины дезинфицируются перед сдачей в эксплуатацию в тех случаях, когда после их промывки качество воды по бактериологическим показателям не соответствует требованиям ГОСТ. Дезинфекция проводится в два этапа: сначала надводной части скважины, затем – подводной. Для обеззараживания надводной части в скважине устанавливают пробку выше уровня воды. Верхнюю часть скважины заполняют раствором. Через 3–6 ч пробку убирают, и раствор вводят в подводную часть скважины. Через 3–6 ч раствор откачивают до тех пор, пока не исчезнет в воде заметный запах хлора.

Емкостные сооружения дезинфицируют с помощью хлорсодержащего раствора с концентрацией хлора 200–250 мг/л. Орошают из шланга или гидropульта стены и днище резервуара. Через 1–2 ч дезинфицированные поверхности промывают чистой водопроводной водой, удаляя отработанный раствор через грязевые выпуски.

Фильтры, отстойники, смесители и напорные баки малой емкости дезинфицируют наполнением их раствором с концентрацией 75–100 мг/л активного хлора. Емкости выдерживают в течение 5–6 ч. После этого раствор сливают и емкости промывают чистой водопроводной водой до содержания в промывной воде 0,3–0,5 мг/л остаточного хлора.

По результатам промывки и дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения составляют акт (прил. 7), который подписывают представители строительно-монтажной организации, заказчика и эксплуатационной организации.

Контрольные вопросы

1. Какие методы применяют для очистки и промывки трубопроводов систем водоснабжения?
2. Какие реагенты применяют для дезинфекции трубопроводов?
3. Как проводят дезинфекцию трубопроводов, скважин, емкостных сооружений?

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УТЕЧЕК В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

7.1. Причины повреждений трубопроводов водопроводных и водоотводящих сетей

В результате повреждений нарушается режим работы сетей. Причинами появления повреждений являются:

- гидравлические удары, возникающие при перебоях подачи электроэнергии или по другим причинам;
- вибрация стыков (особенно в зыбких грунтах), например при движении тяжеловесного транспорта;
- повышение давления в сетях с целью поддержания расчетных расходов воды при загрязнении труб отложениями;
- блуждающие токи;
- недоброкачественное выполнение монтажных работ;
- постороннее воздействие на трубопроводы, например при проведении земляных работ;
- неравномерное сжатие и деформация грунта при промерзании, осадка и подвижка грунта;
- внутренняя коррозия, абразивный износ труб.

При воздействии внутренних и внешних факторов на трубопроводы возможно образование продольных и поперечных трещин в стенках труб, свищей, течей в соединениях труб.

7.2. Контрольные испытания трубопроводов на утечку воды

Для определения места и величины утечек воды из трубопроводов проводят контрольные испытания.

Контрольные испытания выполняют следующими способами:

- с помощью водомеров;
- по падению уровня воды в баке водонапорного сооружения или в стояке;
- с помощью контактных индикаторов давления, действующих постоянно во время эксплуатации сетей;
- аналитически.

Существует несколько вариантов контрольных испытаний с помощью водомеров.

При использовании двух водомеров, установленных в начале и конце испытываемого участка (рис. 7.1) величину утечки дает разность показаний водомеров. Первый по ходу движения водомер

устанавливают на насосной станции непосредственно после насоса, второй – в конце участка. Перед проведением испытания водомеры тарируют.

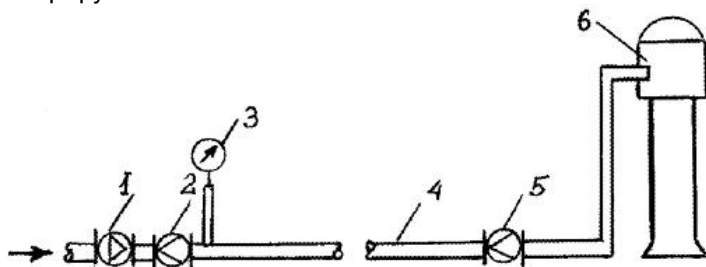


Рис. 7.1. Схема определения утечки воды с помощью водометров:
1 – насос; 2, 5 – водометры; 3 – манометр; 4 – трубопровод;
6 – водонапорная башня

При невозможности или трудности монтирования водомера на испытываемом участке трубопровода водометр устанавливают на обводной линии сразу же после насоса или передвижной насосной установки (рис. 7.2). Количество воды, поступающей в резервуар, замеряется. Разность между показаниями водометра и количеством воды, замеренным в резервуаре, дает величину утечки из трубопровода. Во время испытаний вода из резервуара не должна расходоваться.

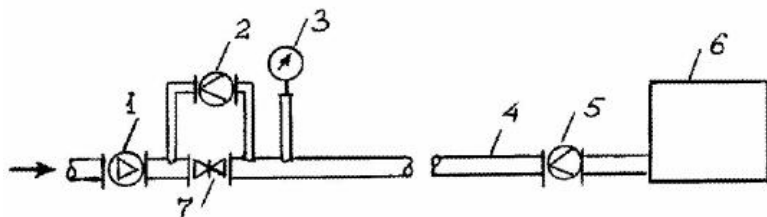


Рис. 7.2. Схема определения утечек воды водометром,
установленным на обводной линии:
1 – насос; 2, 5 – водометры; 3 – манометр; 4 – трубопровод;
6 – резервуар; 7 – задвижка

При определении утечки воды с помощью манометра (рис. 7.3) перекрывают задвижки, установленные в начале и конце испытываемого участка. Следят по манометру за величиной рабочего давления. Величина утечки воды на участке определяется по показаниям водометра.

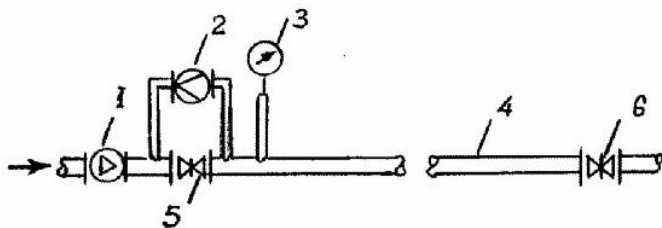


Рис. 7.3. Схема определения утечки воды с помощью манометра:
1 – насос; 2 – водомер; 3 – манометр; 4 – трубопровод; 5, 6 – задвижки

Определение утечек воды способом падения уровня воды в баке водонапорного сооружения показано на рис. 7.4. Перед испытанием бак водонапорной башни 5 наполняется водой через открытую задвижку 6. Задвижка 7 при этом закрыта. После наполнения бака закрывают задвижку 2 у насоса и устанавливают наблюдение за уровнем воды в баке при открытой задвижке 6 или показаниями манометра 3 в течение определенного времени. Величина утечки воды определяется по снижению уровня воды в баке башни за время наблюдения.

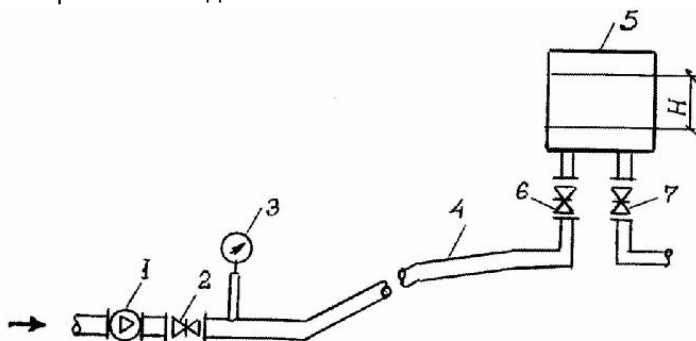


Рис. 7.4. Схема определения утечки по падению уровня воды в баке водонапорного сооружения:
1 – насос; 2 – задвижка; 3 – манометр; 4 – трубопровод;
5 – водонапорная башня; 6, 7 – задвижки

В случае, когда конечные точки трубопровода расположены выше, чем место установки манометра, относительно которого рассчитывается падение давления, применяют способ обнаружения утечек воды с помощью манометра.

По падению показаний манометра и по чертежу продольного профиля можно определить, на какой длине труба освободилась от воды за время наблюдения (на рис. 7.5 точка А).

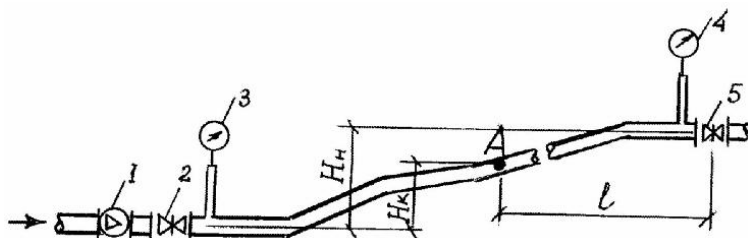


Рис. 7.5. Схема определения утечки воды по падению давления на манометре:
1 – насос; 2,5 – задвижки; 3,4 – манометры

Величина утечки воды, м³/ч, определяется по формуле

$$\Delta V = \frac{(\pi d^2 / 4) \cdot l}{Z}, \quad (7.1)$$

где d – внутренний диаметр трубопровода, м;

l – длина участка трубы, которая освободилась от воды, м;

Z – время проведения испытания, ч.

Одним из способов контроля утечек воды является применение контактных индикаторов давления и дистанционных расходомеров. Контрольные испытания осуществляются непрерывно путем автоматического контроля за параметрами и подачей сигналов в соответствующий командный (или диспетчерский) пункт.

Если место утечки воды является сосредоточенным, то с достаточной степенью точности его можно определить аналитическим (расчетным) способом.

Расстояние l от насоса до места утечки воды (точка А) рассчитывается по формуле, полученной на основании решения системы уравнений:

$$l = \frac{H_{\text{нас}} - (H_{\Gamma} + R_{A2} \cdot L)}{R_{A1} - R_{A2}}, \quad (7.2)$$

где $H_{\text{нас}}$ – напор насоса при наличии аварии, м вод. ст.;

H_{Γ} – геометрическая высота подачи воды (отметка уровня воды в резервуаре), м;

R_{A1} – удельные потери напора при аварии на участке от насоса до точки утечки, м вод. ст./м;

R_{A2} – удельные потери напора при аварии на участке от места утечки до точки разлива воды (до резервуара), м вод. ст./м;

L – расстояние от насоса до конца участка, м.

Места утечек в трубопроводах, проложенных подземно, можно определить акустическими или звуковыми способами. В качестве приборов, улавливающих шум, создаваемый водой при вытекании её из поврежденных трубопроводов, используют микрофоны, геофоны, аквафоны, стетоскопы, а также обычные металлические стержни. При определении места утечки коробки микрофонов, геофонов или аквафонов размещают на трассе водопровода по его оси на расстоянии 2–5 м друг от друга и в процессе обследования передвигаются вдоль него. Прослушивание производится непосредственно на слух или с помощью усиливающей мембранной трубки.

В настоящее время для определения утечек применяют установки с корреляторами шума. Принцип действия корреляторов основан не на определении звука, а на сравнении и нахождении по длине трубопровода звуковых сигналов. Прибор определяет разницу во времени прихода двух подобных звуковых сигналов, которые фиксируются первичными преобразователями, установленными на противоположных концах испытываемого участка трубопровода. В коррелятор вводят табличные данные скорости звука для данного трубопровода и расстояние между первичными преобразователями. Прибор автоматически производит вычисление расстояния от местонахождения утечки до одного из преобразователей.

Для определения утечек в последнее время применяют также метод телевизионной диагностики, осуществляющийся при продвижении транспортера с TV – камерой вдоль трубопровода и отмечающий места повреждения трубопроводов.

7.3. Повреждения в сетях и способы их устранения

Одним из видов повреждений является наличие продольных трещин в стенках труб. Для заделки небольших продольных трещин в стенках труб ставят накладные лифты. В чугунных трубах предварительно ударом молотка массой 1 кг проверяют, не увеличиваются ли трещины в длину. Между поверхностью трубы и муфтой прокладывают эластичную листовую резину, посредством которой достигается герметизация дефектного места. Для того, чтобы в дальнейшем трещина не увеличилась в длину, на концах её высверливают отверстия диаметром 1–3 мм, на стальных трубах трещины заваривают, предварительно освободив трубопровод от воды. До начала сварочных работ устанавливают точные границы трещин. Для этого место трещины смачивают керосином, а через 20–30 мин тщательно вытирают. Затем поверхность простукивают. В тех местах, где есть трещина, керосин выступает на поверхность в виде капель.

При образовании свищей в трубах диаметром до 25 мм их заделывают путем рассверливания стенок трубы и последующей постановкой стальных и бронзовых пробок, обмотанных прядью, на суриковую замазку или белила. Групповые и одиночные свищи диаметром более 25 мм в стенках чугунных труб заделывают с помощью накладных муфт, седелок с хомутами с прокладкой листовой резины для герметизации.

Устранение поперечных переломов чугунных труб производят установкой накладных муфт с резиновыми уплотняющими прокладками. Часть трубы у места перелома вырубает. Затем ставят новый участок трубы и закрепляют подвижной муфтой (или двумя муфтами).

Течь в соединениях труб временно, до выключения поврежденного участка, устраняют заклиниванием образовавшегося отверстия мелкими деревянными клиньями. В случае утечки воды через прокладку между фланцами подтягивают болты. Если течь не прекращается, то старую прокладку заменяют новой. При неисправности болтового соединения производится его замена. Небольшие тонкие трещины в стальных трубах устраняют зачеканиванием. Если зачеканка не достигнет цели, то место повреждения обертывают тканью, брезентом, мешковиной, войлоком или резиной, затем листовой сталью и стягивают хомутами.

В случае утечки воды через закрытые задвижки, вентильные или водоразборные краны производят уплотнение набивкой в сальниках или же заменяют сальники. Трещины в бронзовой или стальной арматуре запаивают сплавом свинца и олова.

Контрольные вопросы

1. Каковы причины повреждений трубопроводов водопроводных и водоотводящих сетей?
2. Какими способами проводят контрольные испытания трубопроводов на утечку воды?
3. Каким образом производят устранение повреждений в сети?

Заключение

Знание рассмотренных в учебном пособии различных способов проведения испытаний внутренних инженерных систем зданий, а также наружных напорных и безнапорных трубопроводов и емкостных сооружений необходимо для специалистов, работающих в области строительства и эксплуатации систем водоснабжения и канализации.

Кроме того, приведенные в учебном пособии материалы помогут приобрести навыки очистки, промывки и дезинфекции трубопроводов и сооружений, уметь определять места утечек воды и своевременно устранять повреждения.

Библиографический список

1. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного питьевого водоснабжения
2. СНиП 3.05.01-85*. Внутренние санитарно-технические системы. М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2000.
3. СНиП 3.05.04-85*. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. М.: ГП ЦПП Госстрой России, 1999.
4. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.
5. Инженерные сети. Оборудование зданий и сооружений: учебник / Е.Н. Бухаркин, В.В. Кушнiryк. М.: Высш. шк., 2001.
6. Калицун В.И. и др. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М.: Стройиздат, 2001.
7. Кедров В.С. Водоснабжение и водоотведение: учебник для вузов. М.: Стройиздат, 2002.
8. Санитарно-техническое оборудование зданий (монтаж, эксплуатация и ремонт): учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2002.

Приложение 1

АКТ

гидростатического или манометрического испытания
на герметичность

(наименование системы)
смонтированной в _____
(наименование объекта, здания, цеха)

г. _____ “ _____ ” _____ 20 ____ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика _____
(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика _____
(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

монтажной (строительной) организации _____
(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

произвела осмотр и проверку качества монтажа и составила на-
стоящий акт о нижеследующем:

1. Монтаж выполнен по проекту _____
(наименование проектной организации)
_____ и номера чертежей)

2. Испытание произведено _____
(гидростатическим или манометрическим методом)

давлением _____ МПа

в течение _____ мин.

3. Падение давления составило _____ МПа.

4. Признаков разрыва или нарушения прочности соединения кот-
лов и подогревателей, капель в сварных швах, резьбовых соеди-
нениях, отопительных приборах, на поверхности труб, арматуры и
т. п. не обнаружено.

Решение комиссии

Монтаж выполнен в соответствии с проектной документацией, действующими техническими условиями, стандартами, строительными нормами и правилами производства и приемки работ.

Система признается выдержавшей испытание давлением на герметичность.

Представитель заказчика

(подпись)

Представитель генерального подрядчика

(подпись)

Представитель монтажной
(строительной) организации

(подпись)

Приложение 2

АКТ испытания системы внутренней канализации и водостоков

_____ (наименование системы)

смонтированной в

_____ (наименование объекта, здания, цеха)

г. _____ «__» _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:
заказчика

_____ (наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

генерального подрядчика

_____ (наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

монтажной организации

_____ (наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

произвела осмотр и проверку качества монтажа, выполненного монтажным управлением, и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. Монтаж выполнен по проекту

_____ (наименование проектной организации и номера чертежей)

2. Испытание произведено проливом воды путем одно-временного открытия _____ санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку в течение _____ мин, или на-полнением водой на высоту этажа (ненужное зачеркнуть).

3. При осмотре во время испытаний течи через стенки трубопроводов и места соединений не обнаружено.

Решение комиссии

Монтаж выполнен в соответствии с проектной документацией, действующими техническими условиями, стандартами, строительными нормами и правилами производства и приемки работ.

Система признается выдержавшей испытание проливом воды.

Представитель заказчика

(подпись)

Представитель генерального
подрядчика

(подпись)

Представитель монтажной
организации

(подпись)

АКТ
индивидуального испытания оборудования

выполненного в _____
(наименование объекта, здания, цеха)

г. _____ “ _____ ” _____ 20 ____ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика _____
(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика _____
(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)
монтажной (строительной) организации _____
(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

составила настоящий акт о нижеследующем:

1. _____
(насосы, муфты, фильтры)

прошли обкатку в течение _____ согласно техническим условиям.

2. В результате обкатки указанного оборудования установлено, что требования по его сборке и монтажу, приведенные в документации предприятий-изготовителей, соблюдены и неисправности в его работе не обнаружены.

Представитель заказчика _____
(подпись)

Представитель генерального подрядчика _____
(подпись)

Представитель монтажной
(строительной) организации _____
(подпись)

Приложение 4

АКТ

о проведении приемочного гидравлического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность

Город _____ «__» _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:
строительно-монтажной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

технического надзора заказчика

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

эксплуатационной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания на прочность и герметичность участка напорного трубопровода

(наименование объекта и номера пикетов на его границах,

длина трубопровода, диаметр, материал трубы и стыковых соединений)

Указанные в рабочей документации величины расчетного внутреннего давления испытываемого трубопровода $p_p =$ _____ МПа (_____ кгс/см²).

Измерение давления при испытании производилось техническим манометром класса точности _____ с верхним пределом измерений _____ кгс/см².

Цена деления шкалы манометра _____ кгс/см².

Манометр был расположен выше оси трубопровода на

$Z =$ _____ м.

При указанных выше величинах внутреннего расчетного и испытательного давлений испытываемого трубопро-

вода показания манометра $p_{p.m}$ и $p_{и.м}$ должны быть соответственно:

$$p_{p.m} = p_p - \frac{Z}{10} = \text{_____ кгс/см}^2; p_{и.м} = p_{и} - \frac{Z}{10} = \text{_____ кгс/см}^2.$$

Допустимый расход подкаченной воды, определенный по таблице 6*СНиП 3.05-04-85* на 1 км трубопровода, равен _____ л/мин или, в пересчете на длину испытываемого трубопровода, _____ л/мин.

Проведение испытания и его результаты

Для испытания на прочность давление в трубопроводе было повышено до $p_{и.м} = \text{_____ кгс/см}^2$ и поддерживалось в течение _____ мин, при этом не допускалось его снижение более чем на $1,0 \text{ кгс/см}^2$. После этого давление было снижено до величины внутреннего расчетного манометрического давления $p_{p.m} = \text{_____ кгс/см}^2$ и произведен осмотр узлов трубопровода в колодцах (камерах); при этом утечек и разрывов не обнаружено, и трубопровод был допущен для проведения дальнейшего испытания на герметичность.

Для испытания на герметичность давление в трубопроводе было повышено до величины испытательного давления на герметичность $p_t = p_{p.m} + \Delta p = \text{_____ кгс/см}^2$, отмечено время начала испытания $T_n = \text{_____ час _____ мин}$ и начальный уровень воды в мерном бачке $h_n = \text{_____ мм}$.

Испытание трубопровода проводилось в следующем порядке:

(указать последовательность проведения испытания и

наблюдения за падением давления; производился ли выпуск воды из

трубопровода и другие особенности методики испытания)

За время испытания трубопровода на герметичность давление в нем по показанию манометра было снижено до _____ кгс/см^2 , отмечено время окончания испытания $T_k = \text{_____ час _____ мин}$ и конечный уровень воды в мерном бачке $h_k = \text{_____ мм}$. Объем воды, потребовавшийся для восстановления давления до испытательного, определенный по уровням воды в мерном бачке, $Q = \text{_____ л}$.

Продолжительность испытания трубопровода на герметичность $T = T_k - T_n = \underline{\hspace{2cm}}$ мин. Величина расхода воды, подкаченной в трубопровод во время испытания, равна $q_n =$

$\frac{Q}{T} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/мин, что менее допустимого расхода.

Решение комиссии

Трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на прочность и герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации

_____ (подпись)

Представитель технического надзора заказчика

_____ (подпись)

Представитель эксплуатационной организации

_____ (подпись)

АКТ
о проведении пневматического испытания напорного
трубопровода на прочность и герметичность

Город _____ «__» _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:
строительно-монтажной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

технического надзора заказчика

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

эксплуатационной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о проведении пневматического испытания на прочность и герметичность участка напорного трубопровода

(наименование объекта и номера пикетов на его границах)

Длина трубопровода _____ м, материал труб _____, диаметр труб _____ мм, материал стыков _____.

Величина внутреннего расчетного давления в трубопроводе $p_p =$ _____ МПа (_____ кгс/см²).

Для испытания на прочность давление в трубопроводе было повышено до _____ МПа (_____ кгс/см²) и поддерживалось в течение 30 мин. Нарушений целостности трубопровода не обнаружено. После этого давление в трубопроводе было снижено до 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) и под этим давлением трубопровод был выдержан в течение 24 ч.

После окончания выдержки трубопровода в нем было установлено начальное испытательное давление $p_n = 0,03$ МПа (0,3 кгс/см²). Этому давлению соответствует показание подключенного жидкостного манометра $p_n =$ _____ мм вод.ст.

Время начала испытания _____ час _____ мин, начальное барометрическое давление $p_n^6 =$ _____ мм рт.ст. Под начальным испытательным давлением трубопровод был испытан в течение _____ ч. По окончании этого времени было замерено конечное испытательное давление в трубопроводе $p_k =$ _____ мм вод.ст. При этом конечное барометрическое давление $p_k^6 =$ _____ мм рт.ст.

Фактическая величина снижения давления в трубопроводе $p = (p_n - p_k) + 13,6 * (p_n^6 - p_k^6) =$ _____ мм вод.ст., что менее допустимой величины падения давления по таблице 6*СНиП 3.05-04-85*.

Решение комиссии

Трубопровод признается выдержавшим пневматическое испытание на прочность и герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации

(подпись)

Представитель технического надзора заказчика

(подпись)

Представитель эксплуатационной организации

(подпись)

АКТ
о проведении приемочного гидравлического испытания
безнапорного трубопровода на герметичность

Город _____ «__» _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:
строительно-монтажной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

технического надзора заказчика

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

эксплуатационной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания участка безнапорного трубопровода

(наименование объекта, номера пикетов на его границах, длина и диаметр)

Уровень грунтовых вод в месте расположения верхнего колодца на расстоянии _____ м от верха трубы в нем при глубине заложения труб (до верха) _____ м.

Испытание трубопровода производилось

(указать, совместно или отдельно от колодцев и камер)

способом

(указать способ испытания – добавлением воды в трубопроводе или притоком грунтовой воды в него)

В соответствии с таблицей 8*СНиП 3.05-04-85* допустимый объем добавленной в трубопроводов воды, приток грунтовой воды на 10 м длины трубопровода за время
(ненужное зачеркнуть)

испытания 30 мин равен _____ л. Фактически за время испытания объем добавленной в трубопроводов воды, приток грунтовой воды составил _____ л. или в пересчете на 10 м
(ненужное зачеркнуть)

длины трубопровода (с учетом испытания совместно с колодцами, камерами) и продолжительности испытания в течение 30 мин составил _____ л, что меньше допустимого расхода.

Решение комиссии

Трубопровод признается выдержавшим приемочное гидравлическое испытание на герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации

(подпись)

Представитель технического надзора заказчика

(подпись)

Представитель эксплуатационной организации

(подпись)

Приложение 7

АКТ
о проведении промывки и дезинфекции трубопроводов
(сооружений) хозяйственно-питьевого водоснабжения

Город _____ «__» _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:
санитарно-эпидемиологической службы (СЭС)

(города, района, должность, фамилия, и.о.)

заказчика

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

строительно-монтажной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

эксплуатационной организации

(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о том, что трубопровод, сооружение

(ненужное зачеркнуть)

(наименование объекта, длина, диаметр, объем)

подвергнут промывке и дезинфекции хлорированием

(указать, каким реагентом)

при концентрации активного хлора _____ мг/л (г/м^3) и продолжительности контакта _____ ч.

Результаты физико-химического и бактериологического анализа воды на _____ листах прилагаются.

Представитель санитарно-
эпидемиологической службы
(СЭС)

(подпись)

Представитель заказчика

(подпись)

Представитель строительно-
монтажной организации

(подпись)

Представитель эксплуатаци-
онной организации

(подпись)

Заключение СЭС: Трубопровод, сооружение считать
(ненужное зачеркнуть)

продезинфицированным и промытым и разрешить пуск его в
эксплуатацию.

Главный врач СЭС

«__» _____ 20__ г.

(фамилия, и.о., подпись)

Оглавление

Введение	3
1. Испытание систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения и канализации	3
1.1. Испытание трубопроводов систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения	3
1.2. Испытание внутренней хозяйственно-фекальной и ливневой канализации	6
1.3. Индивидуальные испытания оборудования	6
1.4. Испытание и регулирование водоподогревательных установок	7
Контрольные вопросы	9
2. Испытание, регулирование и наладка систем отопления	9
2.1. Гидравлическое испытание систем отопления	9
2.2. Тепловое испытание систем отопления	11
2.3. Регулирование и наладка систем отопления	12
2.4. Испытание и регулирование элеваторного узла	14
Контрольные вопросы	18
3. Испытание наружных напорных водопроводных и канализационных трубопроводов	19
3.1. Гидравлический способ испытания напорных трубопроводов	20
3.2. Пневматический способ испытания напорных трубопроводов	23
3.3. Испытания напорных трубопроводов в процессе эксплуатации	25
Контрольные вопросы	29
4. Испытание безнапорных трубопроводов наружной канализации	29
Контрольные вопросы	32
5. Испытание емкостных сооружений систем водоснабжения и канализации	32
Контрольные вопросы	34
6. Промывка и дезинфекция трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения	34
Контрольные вопросы	37
7. Определение утечек в системах водоснабжения и водоотведения	38
7.1. Причины повреждений трубопроводов водопроводных и водоотводящих сетей	38
7.2. Контрольные испытания трубопроводов на утечку воды	38
7.3. Повреждения в сетях и способы их устранения	42
Контрольные вопросы	43
Заключение	44
Библиографический список	44
Приложения	45

Св. темплан 2009, поз. 38

Заявки на книгу присылать по адресу:
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38,
ГОУ ВПО «МГТУ», кафедра ТГВиГХ
Тел.: (3519) 29-84-35; факс: 29-84-26

КОРОТКОВА Людмила Ивановна
ПАВЛОВА Галина Анатольевна
МОРЕВА Юлия Александровна

ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор Н.В. Кутекина

Оператор компьютерной верстки Е.А. Назарова

Подписано в печать 16.04.09. Формат 60х84 1/16.

Плоская печать. Усл.печ.л. 3,75. Уч.-изд.л. 3,94.

Заказ 269.

Бумага тип. № 1.

Тираж 100 экз.



Издательский центр ГОУ ВПО «МГТУ»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Полиграфический участок ГОУ ВПО «МГТУ»