

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине

“Теплоснабжение” на тему

“Горячее водоснабжение жилого дома”

для студентов специальности 1-70 04 02

“Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна”
для всех форм обучения, слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71

“Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна”

Настоящие методические указания для выполнения курсовой работы по горячему водоснабжению жилого многоквартирного дома составлены в соответствии с программой курса "Теплоснабжение" для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна" и слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна".

В работе использованы действующие нормативные документы, изложены объем работы и последовательность выполнения курсовой работы, основные методики расчетов, примеры расчетов.

Составители: В.Г. Новосельцев, к.т.н., доцент
Д.В. Новосельцева, к.т.н.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Исходные данные и состав курсовой работы.....	3
2. Выбор системы ГВС и ее конструирование	4
3. Определение расчётных расходов воды и теплоты	6
4. Гидравлический расчет подающих теплопроводов.....	8
5. Определение потерь теплоты	9
6. Определение циркуляционных расходов воды.....	11
7. Корректировка гидравлического расчёта подающих теплопроводов	11
8. Гидравлический расчёт циркуляционных теплопроводов	12
9. Подбор счетчика воды, теплообменника, насосного оборудования	12
10. Пример расчета системы ГВС.....	13
Литература.....	25
Приложения.....	26

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В курсовой работе требуется разработать закрытую систему горячего водоснабжения (далее ГВС) жилого дома. Нагрев воды для системы осуществляется в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) с использованием теплоносителя тепловых сетей.

Исходными данными в задании на курсовую работу являются: план типового этажа, этажность здания, высота этажа, гарантийный напор холодной водопроводной воды на вводе в ИТП.

В состав курсовой работы входит пояснительная записка (20-25 страниц) и графическая часть (1 лист формата А1). Пояснительная записка включает следующие разделы:

Титульный лист, задание с исходными данными, реферат, содержание, введение;

1. Выбор системы ГВС и ее конструирование;
2. Определение расчетных расходов воды и теплоты;
3. Гидравлический расчет подающих теплопроводов системы ГВС;
4. Определение потерь теплоты теплопроводами;
5. Определение циркуляционных расходов воды;
6. Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов;
7. Проектирование теплового пункта и подбор его оборудования (циркуляционного (при необходимости и повысительного) насоса, счетчика воды, теплообменника);
8. Список использованной литературы.

Графическая часть содержит:

- 1) планы типового этажа здания, подвала, чердака, с нанесением элементов системы ГВС в масштабе 1:100;

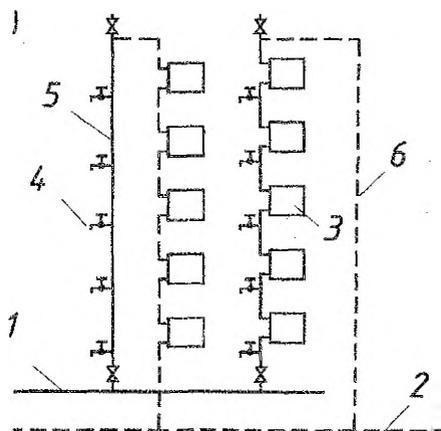
2) аксонометрическую схему теплопроводов системы ГВС с указанием номеров расчетных участков, их длины и диаметров, расходов воды и уклонов, с установкой запорной и водоразборной арматуры, устройств для выпуска воздуха и воды;

3) схему ИТП.

2. ВЫБОР СИСТЕМЫ ГВС И ЕЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ

В курсовой работе необходимо обосновать выбор схемы внутридомовой системы ГВС исходя из конструктивных особенностей здания, планировочных решений помещений кухни, ванной и санузла, их взаимного расположения. Принципиальные схемы систем горячего водоснабжения представлены на рис. 2.1, 2.2.

В соответствии с требованиями [1] при проектировании систем централизованного внутреннего горячего водоснабжения необходимо предусматривать циркуляцию горячей воды в водоразборных (подающих) трубопроводах.



1 – подающая магистраль; 2 – циркуляционная магистраль; 3 – полотенцесушитель;
4 – водоразборный кран; 5 – водоразборный стояк; 6 – циркуляционный стояк
Рисунок 2.1 – Схема системы горячего водоснабжения с нижней разводкой

В системе с нижней разводкой, представленной на рис. 2.1, полотенцесушители могут располагаться как на водоразборном, так и на циркуляционном стояке. Эта схема характеризуется большей металлоемкостью. В целях снижения металлоёмкости в жилых зданиях высотой свыше четырех этажей и зданиях большой протяженности (жилые здания более пяти секций) к циркуляционному стояку присоединяют несколько (от 3 до 7) подающих [1] стояков, как показано на рис. 2.2, а. Также возможна схема с водоразборно-циркуляционным стояком (рис. 2.2,б).

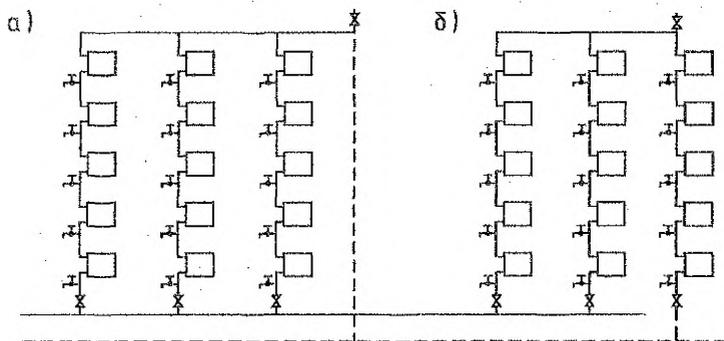


Рисунок 2.2 – *Посекционная закольцованные стояки: с дополнительным циркуляционным стояком (а); с водоразборно-циркуляционным стояком (б)*

Допускается не закольцовывать водоразборные стояки при протяженности колеблющейся перемычки, превышающей суммарную протяженность циркуляционных стояков.

С целью удаления воздуха и спуска воды из системы ГВС горизонтальные теплопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,002, при этом циркуляционный теплопровод располагают параллельно подающему.

ИТП рекомендуется размещать как можно ближе к середине здания, это положительно сказывается на увязке отдельных ветвей системы ГВС при гидравлическом расчете теплопроводов и на гидравлическом режиме системы в целом.

Стояки располагают в специальных нишах санитарно-технических блоков или в штрабах в капитальных стенах санузлов. Горизонтальную разводку теплопроводов от стояков к водоразборным приборам осуществляют на высоте 200 мм от пола открытым способом с уклоном 0,002-0,005.

В квартирах в зависимости от планировки устанавливается следующая водоразборная арматура: в ванной комнате – смеситель для ванны и смеситель для умывальника (или комбинированный); на кухне – смеситель для мойки (раковины). В ванных комнатах устанавливаются полотенцесушители.

Для уменьшения потерь теплоты предусматривается изоляция подающих и циркуляционных теплопроводов, а также стояков, кроме подводов к водоразборным приборам. Выпуск воздуха из системы с нижней разводкой осуществляется через водоразборные приборы верхних этажей или через воздушные краны в верхней части подающих стояков. При верхней разводке теплопроводов выпуск воздуха ведут из верхних точек системы с помощью автоматических воздухоотводчиков. Для спуска воды из системы в нижней части трубопроводов устанавливают сливные патрубки с запорной арматурой.

Установку запорной арматуры в системах горячего водоснабжения следует предусматривать на трубопроводах холодной и горячей воды у водоподогревателей (теплообменников); на ответвлениях трубопроводов к секционным узлам водоразборных стояков; у основания подающих и циркуляционных стояков в зданиях высотой 3 этажа и более, на ответвлениях от стояков в каждую квартиру, на вводах в здания. Обратные клапаны устанавливают у водоподогревателя

(теплообменника) на циркуляционном теплопроводе и на трубопроводе холодной воды.

Для учета расхода воды применяют счетчики расхода воды:

– общедомовой, который устанавливают в закрытых системах теплоснабжения на трубопроводе холодной воды перед водонагревателем (теплообменником);

– квартирные, устанавливаемые на ответвлении от стояка в квартиру, на высоте 0,9÷1,5 м от уровня чистого пола до оси счетчика [2, п.6.2.5].

Для трубопроводов системы ГВС применяются полимерные (полипропиленовые и полиэтиленовые) и металлополимерные трубы, стальные трубы с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии (оцинкованные).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ И ТЕПЛОТЫ

Вероятность действия санитарно-технических приборов системы ГВС определяется по формуле:

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600}, \quad (3.1)$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимаемая по табл. 3.1;

q_0^h – расход горячей воды водоразборным прибором, л/с, принимаемый по табл. 3.1;

U – общее число потребителей горячей воды в жилом доме, чел., определяемое из условия, что в однокомнатной квартире живут 2 человека, в 2-комнатной – 3, в 3-комнатной – 4 и т. д.;

N – количество водоразборных приборов в жилом доме, шт.

Вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом определяется по формуле:

$$P_{hr}^h = \frac{3600 P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h}, \quad (3.2)$$

где $q_{0,hr}^h$ – расход горячей воды санитарно-техническим прибором, л/ч, принимаемый по табл. 3.1.

Максимальный часовой расход воды q_{hr}^h , м³/ч, определяется по формуле:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}, \quad (3.3)$$

где α_{hr} – коэффициент, определяемый по прил. В [1] (прил. 1 методических указаний), в зависимости от произведения общего числа приборов N и вероятности их использования P_{hr}^h .

Средний часовой расход воды, м³/ч, за сутки максимального водопотребления определяется по формуле:

$$q_T^h = \frac{q_u^h \cdot U}{1000 \cdot T}, \quad (3.4)$$

где q_u^h – норма расхода горячей воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут., принимаемая по таблице 3.1;

$T = 24$ ч – расчётное время потребления воды.

Тепловой поток за сутки максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения (с учетом теплопотерь) в кВт:

а) в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h (55 - t^c)(1 + K^t); \quad (3.5)$$

б) в течение часа максимального потребления

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot (q_{hr}^h + q_T^h \cdot K^t)(55 - t^c), \quad (3.6)$$

где t^c – температура холодной воды, °С, в сети холодного водопровода; при отсутствии данных ее следует принимать 5°С;

K^t – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубами, принимаемый по таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Нормы расхода горячей воды одним жителем [1, прил. Б]

Водопотребители	в средние сутки $q_{u,m}^h$, л/сут.	в сутки наибольшего водопотребления q_u^h , л/сут.	в час наибольшего водопотребления $q_{hr,u}^h$, л/ч	расход воды прибором $q_0^h (q_{0,hr}^h)$, л/с (л/ч)
Жилые дома квартирного типа с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	105	120	10	0,2 (200)

Таблица 3.2 – Значения K^t в зависимости от типа системы горячего водоснабжения (ГВС) и степени изоляции стояков [1, прил. Г.4]

Тип системы горячего водоснабжения	Значения K^t	
	При наличии наружных распределительных сетей ГВС от ЦТП	Без наружных распределительных сетей ГВС
Без полотенцесушителей с изолированными стояками	0,15	0,1
С полотенцесушителями и изолированными стояками	0,25	0,2
С полотенцесушителями и неизолированными стояками	0,35	0,3

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОДАЮЩИХ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Задачей гидравлического расчета является определение диаметров теплопроводов и потерь напора в системе. К гидравлическому расчету приступают после вычерчивания аксонометрической схемы подающих теплопроводов системы ГВС.

Гидравлический расчет систем ГВС следует производить на расчетный расход горячей воды с учетом циркуляционного расхода $q^{h, cir}$, л/с, [1]. На данном этапе проектирования значения циркуляционных расходов воды неизвестны, поэтому гидравлический расчет подающих трубопроводов внутридомовой системы производят без учета циркуляционных расходов. Впоследствии, определив циркуляционные расходы, выполняют корректировку гидравлического расчета систем горячего водоснабжения.

Расчет теплопроводов производят последовательно, в направлении от самого удаленного и требующего наибольшего рабочего напора водоразборного прибора (диктующего) до водоподогревателя (теплообменника), по этому же принципу нумеруют расчетные участки. Расчетным участком называют отрезок теплопровода между двумя ответвлениями, на протяжении которого не изменяется расход воды и диаметр.

При присоединении к водоразборному стояку полотенцесушителей по проточной схеме, без короткозамыкающих участков, в расчетную длину участка стояка при гидравлическом расчете включают длину трубопроводов полотенцесушителей.

Максимальный расчетный расход горячей воды на участке сети q^h , л/с, определяют по формуле:

$$q^h = 5q_0^h \cdot \alpha, \quad (4.1)$$

где α – коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их действия P^h по приложению 1 методических указаний.

Значение q_0^h для участка, который обеспечивает горячей водой однотипные приборы, определяют по таблице 4.1. В случае если расчетный участок обеспечивает горячей водой различные приборы – по таблице 3.1.

Таблица 4.1 – Расход горячей воды санитарными приборами [1, прил. А]

Санитарные приборы	Секундный расход воды q_0^h , л/с	Часовой расход воды q_0^h, hr , л/ч
Умывальник со смесителем	0,09	40
Мойка со смесителем	0,09	60
Ванна со смесителем	0,18	200

Условный диаметр расчетного участка подбирается по таблицам для расчета трубопроводов холодной воды в зависимости от расхода и скорости воды с учетом зарастания труб накипью (зарастание учитывается только для закрытых систем ГВС) и, вследствие этого, уменьшения диаметров. Скорость воды в системах водоснабжения должна быть в пределах 0,3–3,0 м/с [1, п. 8.3.7]. Как пра-

вило, скорости движения воды в магистральных и стояках принимают до 1,5-2м/с, в подводках к санитарным приборам не более 2,5м/с. Наиболее экономичны пределы скоростей 0,7 ÷ 1,5 м/с (для полимерных трубопроводов экономичные пределы скоростей могут отличаться от приведенных и должны приниматься по рекомендациям производителей).

Потери напора, м, на участках трубопроводов систем горячего водоснабжения следует определять по формуле:

$$H = R \cdot l \cdot (1 + k_l) / 10, \quad (4.2)$$

где R – удельные потери напора, кПа/м, принимаемые по данным производителей трубопроводов (прил. 2 – 4 методических указаний);

l – длина участка трубы, м;

k_l – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, значения которого следует принимать: 0,2 – для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов; 0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных и циркуляционных стояков с полотенцесушителями; 0,1 – для трубопроводов водоразборных и циркуляционных стояков без полотенцесушителей [1].

Гидравлический расчет сводят в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Гидравлический расчёт подающих трубопроводов

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N , шт	Вероятность действия P^a	NR^b	Коэффициент α	Расчётный расход q^k , л/с	Диаметр трубопровода D , мм	Скорость воды v , м/с	Длина участка l , м	Удельные потери напора R , кПа/м	Коэффициент k_l	Потери напора на участке H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Разность потерь напора по двум расчетным направлениям (от точки разветвления) через наиболее удаленный водоразборный стояк и ближайший водоразборный стояк здания относительно его теплового ввода не должна превышать 10%. Узвязку производят изменением диаметров труб на отдельных участках.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ТЕПЛОПРОВОДАМИ

Потери теплоты теплопроводами и полотенцесушителями системы горячего водоснабжения определяют с целью нахождения циркуляционного расхода воды, который предназначен для восполнения этих потерь.

Удельные теплотопотери неизолрованными теплопроводами q^{ht} , Вт/м, принимают по данным производителей трубопроводов в зависимости от наружно-

го диаметра теплопровода d_n , разницы средней температуры воды в системе горячего водоснабжения t_m^h и температуры окружающей среды t_0 (прил. 5, 6 методических указаний).

Средняя температура воды в системе горячего водоснабжения, °С:

$$t_m^h = 0,5 \cdot (t_n^h + t_k^h), \quad (5.1)$$

где t_n^h и t_k^h – соответственно температуры горячей воды на выходе из водоподогревателя и у самого удаленного водоразборного прибора, °С, принимаемые равными 60 и 50°С [1, п.5.4 и п. 9.3.2].

Температуру окружающей среды t_0 принимают в зависимости от места прокладки теплопровода: в подвале +5°С; на чердаке +10°С; в кухнях, туалетах +21°С; в ванных комнатах +25°С; в каналах, шахтах +23°С, [3, с.289].

Потери теплоты, Вт, на расчетном участке:

$$Q^h = q^h \cdot l \cdot (1 - \eta), \quad (5.2)$$

где l – длина расчетного участка, м;
 $\eta = 0,6 - 0,8$ – КПД тепловой изоляции.

Потери теплоты полотенцесушителями, Вт:

$$Q_n = 100 \cdot n, \quad (5.3)$$

где 100 – средняя теплоотдача одного полотенцесушителя, Вт;
 n – количество полотенцесушителей на стояке.

По результатам расчёта определяют суммарные потери теплоты трубопроводами и полотенцесушителями жилого здания Q^{ht} .

Расчет потерь теплоты сводят в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Определение потерь теплоты теплопроводами

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ участка	Наружный диаметр трубопровода d_n , мм	Длина участка l , м	Температура окружающей среды t_0 , °С	$t_m^h - t_0$, °С	Удельные теплотопотери q^h , Вт/м	$1 - \eta$	Потери теплоты стояков Q^h , Вт	Потери теплоты полотенцесушителями Q_n , Вт	Суммарные теплотопотери стояков и полотенцесушителей ΣQ^{ht} , Вт

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

Циркуляционный расход воды в системе ГВС определяют при условии отсутствия водоразбора, исходя из теплотерь и остывания горячей воды в теплопроводах от водоподогревателя (теплообменника) до наиболее удаленной водоразборной точки.

Циркуляционный расход горячей воды, л/с, в системе [1, п. 9.3.2]:

$$q^{cir} = \beta \cdot \frac{\Sigma Q^h}{4,2 \cdot 10^3 \cdot \Delta t}, \quad (6.1)$$

где $\beta = 1$ – коэффициент разрегулировки циркуляции [1, п. 9.3.2];

ΣQ^h – суммарные теплотери всеми теплопроводами системы, включая все полотенцесушители, Вт;

Δt – разность температур в подающих теплопроводах системы от водоподогревателя до наиболее удаленной водоразборной точки [1, п. 9.3.2].

Распределение циркуляционного расхода воды по отдельным участкам и стоякам системы проводят пропорционально потерям теплоты в них методом экстраполяции [3, с. 294].

7. КОРРЕКТИРОВКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ПОДАЮЩИХ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Определив циркуляционные расходы воды q^{cir} на отдельных участках сети ГВС, уточняют расчётные значения расходов горячей воды с учетом циркуляционного $q^{h,cir}$ на участках подающих трубопроводов внутридомовой системы до первого водоразборного стояка (по ходу движения воды) по формуле:

$$q^{h,cir} = q^h \cdot (1 + k_{cir}), \quad (7.1)$$

где k_{cir} – коэффициент, принимаемый для начальных участков систем до первого водоразборного стояка по табл. 7.1 [1, табл. Г.3].

Затем, исходя из $q^{h,cir}$, уточняют удельные потери давления и скорость движения воды на участках, которая не должна превышать 3 м/с. Если скорость движения воды превышает допустимое значение, то увеличивают диаметр участка. Корректировку гидравлического расчета для остальных участков не производят [3, с. 297].

Таблица 7.1 – Значения коэффициента k_{cir} для систем горячего водоснабжения

$\frac{q^h}{q^{cir}}$	k_{cir}	$\frac{q^h}{q^{cir}}$	k_{cir}
1,2	0,57	1,7	0,36
1,3	0,48	1,8	0,33
1,4	0,43	1,9	0,25
1,5	0,40	2,0	0,12
1,6	0,38	2,1 и более	0,00

8. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Задачей гидравлического расчета является определение диаметров циркуляционных теплопроводов, потерь давления в них и в циркуляционных кольцах. Гидравлический расчет циркуляционных колец производится при условии отсутствия водоразбора и пропуска только циркуляционных расходов воды, при этом диаметры подающих теплопроводов уже определены в п. 4 и не изменяются, а определяются только диаметры циркуляционных теплопроводов.

Расчет производится аналогично расчету подающих теплопроводов. Диаметры циркуляционных теплопроводов рекомендуется принимать на 1-2 типоразмера меньше диаметров соответствующих участков подающих теплопроводов.

В проекте производят увязку потерь напора циркуляционных колец (начиная от точек разветвления) через наиболее удаленный и ближайший стояки здания относительно ИТП. Разность потерь напора в циркуляционных кольцах допускается не более 10 %. При невозможности увязки потерь напора путем изменения диаметров теплопроводов на участках циркуляционной сети следует предусматривать установку балансировочной арматуры у основания циркуляционных стояков [1, п. 9.3.6].

Расчет сводят в таблицу 8.1

Таблица 8.1 – Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов

№ участка	Длина участка L , м	Циркуляционный расход воды q^{circ} , л/с	Диаметр трубопровода D , мм	Скорость движения воды v , м/с	Удельные потери напора R , кПа/м	Коэффициент k_1	Потери напора $H_{отр}$, м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

9. ПОДБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

В курсовой работе необходимо запроектировать тепловой пункт при независимом присоединении к тепловой сети через водоподогреватель (теплообменник).

Целью расчета водоподогревателя является выбор его типоразмера для обеспечения расчетной тепловой нагрузки. Расчет водоподогревателей следует выполнять по методикам производителей оборудования [4, п.7.1.4], а также с использованием компьютерных программ подбора.

Счетчик воды устанавливается на трубопроводе холодной воды в ИТП перед водоподогревателем.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки, который не должен превышать эксплуатационный или номинальный расход, принимаемый по паспортным данным изготовителей. Потери напора в счетчиках при максимальном часовом расходе горячей воды следует определять по паспортным данным или графикам изготовителя. Для крыльчатых счетчиков они не должны превышать 5 м [1, п. 7.3].

Требуемый напор, м, для внутреннего горячего водопровода определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{г} + h_m + h_{сч}^{обш} + \Delta P_{ф} + \Delta P_{кл} + h_{сч}^{ке} + \sum h + H_{св}, \quad (9.1)$$

где $H_{г}$ – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность отметок высшей точки, на которую поднимается вода в подающем стояке при водоразборе, и ввода холодного водопровода, м;

$H_{св}$ – свободный напор у диктующего водоразборного устройства, м, определяемый по приложению А [1]: $H_{св}=3\text{м}$ – для смесителей ванн, $H_{св}=2\text{м}$ – для смесителей моек и умывальников;

h_m – потери напора в водоподогревателе, м;

$h_{сч}^{обш}$ и $h_{сч}^{ке}$ – потери напора в счетчике воды общедомовом и квартирном соответственно, м;

$\sum h$ – потери напора в трубопроводах системы ГВС, м;

$\Delta P_{ф}$ – потери напора в фильтре, м;

$\Delta P_{кл}$ – потери напора в обратном клапане, м.

Полученную величину требуемого напора необходимо сравнить с величиной гарантийного напора $H_{гар}$.

При $H_{тр} < H_{гар}$ требуется только циркуляционный насос.

При $H_{тр} > H_{гар}$ требуется повысительный и циркуляционный насосы.

Подбор циркуляционного насоса осуществляется по расчетной подаче, равной циркуляционному расходу воды в системе, м³/ч, и напору, м, определяемому по формуле:

$$H = h_m + h^{св} + \Delta P_{ф} + \Delta P_{кл}.$$

Для подбора циркуляционного и повысительного насосов необходимо воспользоваться каталогами изготовителей или компьютерными программами подбора.

10. ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ГВС

ПРИМЕР. Запроектировать закрытую систему ГВС жилого 2-секционного 5-этажного дома (рис 10.1). Применяемые трубопроводы – полипропиленовые. Нагрев воды для системы осуществляется в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) с использованием теплоносителя тепловых сетей с присоединением теплообменника по параллельной схеме. Гарантийный напор холодной водопроводной воды на вводе в ИТП – 22м.

РЕШЕНИЕ.

Определение расчетных расходов воды и теплоты

Вероятность действия санитарно-технических приборов системы горячего водоснабжения:

$$P^h = \frac{q_{hr,n}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600} = \frac{10 \cdot 90}{0,2 \cdot 120 \cdot 3600} = 0,01.$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом определяется по формуле:

$$P_{hr}^h = \frac{3600 P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,01 \cdot 0,2}{200} = 0,036.$$

По значению $N \cdot P_{hr}^h = 120 \cdot 0,036 = 4,32$ находим безразмерный коэффициент $\alpha_{hr} = 2,32$ (прил. 1 методических указаний).

Средний часовой расход воды за сутки максимального водопотребления:

$$q_T^h = \frac{q_n^h \cdot U}{1000 \cdot T} = \frac{120 \cdot 90}{1000 \cdot 24} = 0,45 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальный часовой расход воды q_{hr}^h определяется по формуле:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 2,32 = 2,32 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Тепловой поток за сутки максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения (с учетом теплопотерь) в кВт:

а) в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h (55 - t^c)(1 + K^t) = 1,16 \cdot 0,45 \cdot (55 - 5) \cdot (1 + 0,2) = 31,3 \text{ кВт};$$

б) в течение часа максимального потребления

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot (q_{hr}^h + q_T^h \cdot K^t)(55 - t^c) = 1,16 \cdot (2,32 + 0,45 \cdot 0,2) \cdot (55 - 5) = 139,8 \text{ кВт}.$$

Гидравлический расчет подающих теплопроводов

Принимаем к проектированию систему с нижней разводкой по схеме, показанной на рис. 2.2а с дополнительным циркуляционным стояком. Расстановка стояков, магистралей показана на планах этажа, подвала и чердака (рис. 10.1-10.3).

Вычерчиваем аксонометрическую схему внутреннего водопровода (рис. 10.4) и приступаем к определению расчетных расходов. Для этого выбираем расчетное направление водопровода от диктующего водоразборного устройства – смесителя для ванной на 5 этаже стояка СтТЗ-1, которое разбиваем на расчетные участки. Расчет подающих теплопроводов сводим в таблицу 10.1. (Расчет произведен для полипропиленовых трубопроводов по таблице прил. 2 методических указаний);

Таблица 10.1 - Гидравлический расчёт подающих трубопроводов

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N, шт	Вероятность действия P ^в	NR ^в	Коэффициент α	Расчётный расход q ^в , л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость воды v, м/с	Длина участка L, м	Удельные потери напора R, Па/м	Коэффициент k _г	Потери напора на участке H, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СтГЗ-1											
1-2	1	0,01	0,01	0,2	0,18	20x3,4	1,3	1	1,679	0,5	0,25
2-3	2	0,01	0,02	0,215	0,215	25x4,2	0,975	0,8	0,7743	0,5	0,09
3-4	3	0,01	0,03	0,237	0,237	25x4,2	1,085	7,5	0,9331	0,5	1,05
4-5	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	5	1,3086	0,5	0,98
5-6	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	5	1,6856	0,5	1,26
6-7	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	5	0,6153	0,5	0,46
7-8	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	9	0,7071	0,5	0,95
8-9	30	0,01	0,3	0,534	0,534	40x6,7	0,968	1	0,4	0,2	0,05
9-10	45	0,01	0,45	0,645	0,645	40x6,7	1,19	7	0,5621	0,2	0,47
10-11	60	0,01	0,6	0,742	0,742	40x6,7	1,342	4	0,7242	0,2	0,35
11-12	120	0,01	1,2	1,071	1,071	50x8,3	1,271	3,5	0,48	0,2	0,2
									Сумма		6,13
СтГЗ-2 (СтГЗ-3)											
12-13	1	0,01	0,01	0,2	0,18	20x3,4	1,3	1	1,679	0,5	0,25
13-14	2	0,01	0,02	0,215	0,215	25x4,2	0,975	0,8	0,7743	0,5	0,09
14-15	3	0,01	0,03	0,237	0,237	25x4,2	1,085	7,5	0,9331	0,5	1,05
15-16	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	5	1,3086	0,5	0,98
16-17	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	5	1,6856	0,5	1,26
17-18	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	5	0,6153	0,5	0,46
18-8	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	6,5	0,7071	0,5	0,69
									Сумма		4,79
СтГЗ-4											
26-27	1	0,01	0,01	0,2	0,18	20x3,4	1,3	1,8	1,679	0,5	0,45
27-28	2	0,01	0,02	0,215	0,215	25x4,2	0,975	0,2	0,7743	0,5	0,02
28-29	3	0,01	0,03	0,237	0,237	25x4,2	1,085	7,3	0,9331	0,5	1,02
29-30	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	5	1,3086	0,5	0,98
30-31	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	5	1,6856	0,5	1,26
31-32	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	5	0,6153	0,5	0,46
32-10	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	6,5	0,7071	0,5	0,69
									Сумма		4,89

Разность потерь напора по двум расчётным направлениям (от точки разветвления) через наиболее удаленный водоразборный стояк (6,13-0,2-0,35=5,58м) и ближайший водоразборный стояк здания (4,89 м) относительно его теплового ввода не должна превышать 10% — $100 \cdot (5,58 - 4,89) / 5,58 = 12,4\%$. Для гидравлической увязки в

основании стояка СтТЗ-4 устанавливаем ручной балансировочный клапан (РБК) фирмы ТА марки STAD диаметром 20 мм (условный диаметр участка 32-10). Определяем требуемое сопротивление РБК $\Delta P = 5,58 - 4,89 = 0,69 \text{ м} = 6,9 \text{ кПа}$. По требуемому сопротивлению и расходу воды на участке 32-10 по данным каталога изготовителя определяем настройку РБК. В данном случае принимаем настройку «4». Перепад давления на РБК при настройке «4» составляет $6,35 \text{ кПа} = 0,635 \text{ м}$. Разность потерь напора по двум расчетным направлениям после установки РБК составит $100 \cdot (5,58 - (4,89 + 0,635)) / 5,58 = 1\% < 10\%$.

Определение потерь теплоты теплопроводами

Расчет потерь теплоты подающими теплопроводами сводим в таблицу 10.2.

Таблица 10.2 – Определение потерь теплоты подающими теплопроводами

№ участка	Наружный диаметр трубопровода d_n , мм	Длина участка l , м	Температура окружающей среды t_0 , °C	$t_m^h - t_0$, °C	Удельные теплотопотери q'' , Вт/м	$1 - \eta$	Потери теплоты стояков Q'' , Вт	Потери теплоты пологотенсусителями Q_n , Вт	Суммарные теплотопотери стояков и пологотенсусителей $\Sigma Q''$, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СтТЗ-1									
3-4 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
4-5 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
5-6 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
6-7 В	32	2,5	23	32	0,2	25,1	13	100	113
Г	32	1	23	32	0,2	30,4	6	0	6
7-8 В	32	3	23	32	0,2	25,1	15	100	115
Г	32	4,5	5	50	0,2	51,8	47	0	47
8-9 Г	40	1	5	50	0,2	60,5	12	0	12
9-10 Г	40	7	5	50	0,2	60,5	85	0	85
10-11 Г	40	3	5	50	0,2	60,5	36	0	36
11-12 Г	50	2	5	50	0,2	69,9	28	0	28
В	50	1,5	5	50	0,2	60,9	18	0	18
							$\Sigma =$		806

Продолжение таблицы 10.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СтТЗ-2 (СтТЗ-3)									
14-15 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
15-16 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
16-17 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
17-18 В	32	2,5	23	32	0,2	25,1	13	100	113
Г	32	1	23	32	0,2	30,4	6	0	6
18-8 В	32	3	23	32	0,2	25,1	15	100	115
Г	32	2	5	50	0,2	51,8	21	0	21
								Σ=	601
СтТЗ-4									
28-29 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
29-30 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
30-31 В	25	2,5	23	32	0,2	20,7	10	100	110
Г	25	1	23	32	0,2	25,2	5	0	5
31-32 В	32	2,5	23	32	0,2	25,1	13	100	113
Г	32	1	23	32	0,2	30,4	6	0	6
32-10 В	32	3	23	32	0,2	25,1	15	100	115
Г	32	2	5	50	0,2	51,8	21	0	21
								Σ=	601

В связи с незначительной протяженностью циркуляционных теплопроводов их теплопотери не учитывались.

Определение циркуляционных расходов воды

Циркуляционный расход горячей воды, л/с, в системе

$$q^{cir} = \beta \frac{\Sigma Q^{h}}{4,2 \cdot 10^3 \cdot \Delta t} = 1 \cdot \frac{(806 + 601 + 601 + 601) \cdot 2}{4,2 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,124 \text{ л/с} = 0,447 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Циркуляционный расход воды в стояке 1: $q_1^{cir} = 0,124 \cdot \frac{806}{5218} = 0,019 \text{ л/с}.$

Циркуляционный расход воды в стояках 2,3,4: $q_{2,3,4}^{cir} = 0,124 \cdot \frac{601}{5218} = 0,0143 \text{ л/с}.$

Проверка: $(0,019 + 0,0143 \cdot 3) \cdot 2 = 0,124 \text{ л/с}$ – невязка 0% (допустимо до 1%).

Корректировка гидравлического расчёта подающих теплопроводов

Уточняем расчётные значения расходов горячей воды с учетом циркуляционного $q^{h, cir}$ на участках подающих трубопроводов внутридомовой системы до первого водоразборного стояка (по ходу движения воды).

Значение коэффициента k_{cir} для систем горячего водоснабжения по таблице 7.1: $\frac{q^h}{q^{cir}} = \frac{1,071}{0,124} = 8,64 > 2,1$ $k_{cir} = 0$.

Таким образом, $q^{h,cir} = q^h = 1,071 \text{ л/с}$ – расчетный расход воды на участках 11-12 и 10-11 не изменяется, корректировка гидравлического расчета не требуется.

Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов

Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов сводим в таблицу 10.3.

Таблица 10.3 – Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов

№ участка	Длина участка l , м	Циркуляционный расход воды q^{cir} , л/с	Диаметр трубопровода D , мм	Скорость движения воды v , м/с	Удельные потери напора R , кПа/м	Коэффициент k_f	Потери напора H_{cir}^p , м	Применение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-4	5	0,019	25x4,2	0,1	0,01	0,5	0,015	подающий трубопровод
4-5	5	0,019	25x4,2	0,1	0,01	0,5	0,010	
5-6	5	0,019	25x4,2	0,1	0,01	0,5	0,010	
6-7	5	0,019	32x5,4	0,1	0,004	0,5	0,004	
7-8	9	0,019	32x5,4	0,1	0,004	0,5	0,007	
8-9	1	0,0333	40x6,7	0,1	0,0027	0,2	0,001	
9-10	7	0,0476	40x6,7	0,1	0,0055	0,2	0,007	
10-11	4	0,062	40x6,7	0,1	0,0086	0,2	0,006	
11-12	3,5	0,124	50x8,3	0,12	0,0106	0,2	0,006	
1" - 2"	6,5	0,019	16x2,7	0,19	0,089	0,2	0,069	
2" - 3"	1	0,0333	16x2,7	0,37	0,239	0,2	0,029	
3" - 4"	0,7	0,0476	16x2,7	0,58	0,432	0,2	0,036	
4" - 5"	26,3	0,062	16x2,7	0,72	0,715	0,2	2,256	
5" - 6"	4	0,124	20x3,4	0,92	0,7	0,2	0,336	
						$\Sigma =$	2,792	
28-29	5	0,0143	25x4,2	0,1	0,011	0,5	0,0083	подающий трубопровод
29-30	5	0,0143	25x4,2	0,1	0,011	0,5	0,0083	
30-31	5	0,0143	25x4,2	0,1	0,011	0,5	0,0083	
31-32	5	0,0143	32x5,4	0,1	0,004	0,5	0,0030	
32-10	6,5	0,0143	32x5,4	0,1	0,004	0,5	0,0039	
10-11	4	0,062	40x6,7	0,1	0,0086	0,2	0,006	
11-12	3,5	0,124	50x8,3	0,12	0,0106	0,2	0,006	
7" - 4"	11	0,0143	16x2,7	0,14	0,057	0,2	0,075	циркуляционный трубопровод
4" - 5"	26,3	0,062	16x2,7	0,72	0,715	0,2	2,256	
5" - 6"	4	0,124	20x3,4	0,92	0,7	0,2	0,336	
						$\Sigma =$	2,711	
Невязка: $(2,792 - 2,711) / 2,792 \cdot 100 = 2,9 \% < 10\%$								

Подбор основного оборудования теплового пункта

При среднечасовом расходе воды $0,45 \text{ м}^3/\text{ч}$ принимаем крыльчатый счетчик «Струмень» js-3,5 диаметром 25мм номинальным расходом $3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления при максимальном расходе $1,071 \text{ л/с} = 3,86 \text{ м}^3/\text{ч}$ по графику изготовителя составляют $23 \text{ кПа} = 2,3 \text{ м}$, что не превышает 5м.

Принимаем к проектированию спиралетрубчатый теплообменник фирмы «БУГ-ЭНЕРГО» (Брест, Беларусь). Для его подбора воспользуемся компьютерной программой подбора CAIRO.

При тепловой мощности 139,8 кВт, температура сетевой воды на входе в водоподогреватель 65°C , температура сетевой воды на выходе из водоподогревателя 40°C , температура холодной воды на входе в водоподогреватель 5°C , температура горячей воды на выходе из водоподогревателя 60°C . Подбираем теплообменник марки БУГ-ХК5.38 с потерями напора по нагреваемой части $1,3 \text{ кПа} = 0,13 \text{ м}$.

Принимаем фильтр «Гран-Система» и обратный клапан «Danfoss» диаметром 32 мм (по диаметру условного прохода трубопровода В1 в тепловом пункте).

Потери напора в фильтре и обратном клапане:

$$\Delta P_{\phi} = 0,1 \cdot \left(\frac{3856}{16} \right)^2 = 5810 \text{ Па} = 5,81 \text{ кПа} = 0,58 \text{ м},$$

$$\Delta P_{\text{ок}} = 0,1 \cdot \left(\frac{3856}{17,4} \right)^2 = 4910 \text{ Па} = 4,91 \text{ кПа} = 0,49 \text{ м}.$$

Требуемый напор для внутреннего горячего водопровода:

$$H_{\text{тр}} = 16 + 0,13 + 2,3 + 0,49 + 0,58 + 0,8 + 6,13 + 3 = 29,43 \text{ м}.$$

где $H_{\text{г}} = 13,7 - (-2,3) = 16 \text{ м}$; $H_{\text{св}} = 3 \text{ м}$ – для смесителей ванн.

Полученную величину требуемого напора необходимо сравнить с величиной гарантийного напора $H_{\text{гар}}$. В нашем случае $H_{\text{тр}} > H_{\text{гар}}$, т. е. $29,43 > 22$. Результаты расчета неудовлетворительные – требуется повысительный насос.

Для подбора повысительного и циркуляционного насосов воспользуемся компьютерной программой подбора насосов фирмы WILLO «Wilo select 4».

Подбор повысительного насоса осуществляем по расчетной подаче, равной расходу воды в системе $1,071 \text{ л/с} = 3,86 \text{ м}^3/\text{ч}$, и напору $29,43 - 22 = 7,43 \text{ м}$. Подбираем повысительный насос марки «SiBoostSmart 1 Helix VE 602».

Подбор циркуляционного насоса осуществляем по расчетной подаче, равной циркуляционному расходу воды в системе $0,124 \text{ л/с} = 0,45 \text{ м}^3/\text{ч}$, и напору, определяемому по формуле:

$$H = 0,13 + 2,792 + 0,099 + 0,103 = 3,124 \text{ м}.$$

Принимаем фильтр «Гран-Система» и обратный клапан «Danfoss» диаметром 15 мм (по диаметру условного прохода трубопровода Т4 в тепловом пункте).

Потери напора в фильтре и обратном клапане:

$$\Delta P_{\phi} = 0,1 \cdot \left(\frac{446}{4,477} \right)^2 = 992 \text{ Па} = 0,992 \text{ кПа} = 0,099 \text{ м},$$

$$\Delta P_{\text{ок}} = 0,1 \cdot \left(\frac{446}{4,4} \right)^2 = 1027 \text{ Па} = 1,027 \text{ кПа} = 0,103 \text{ м}.$$

Подбираем циркуляционный насос марки «Stratos PICO-Z 25/1-6».

Схема проектируемого ИТП показана на рисунке 10.7.

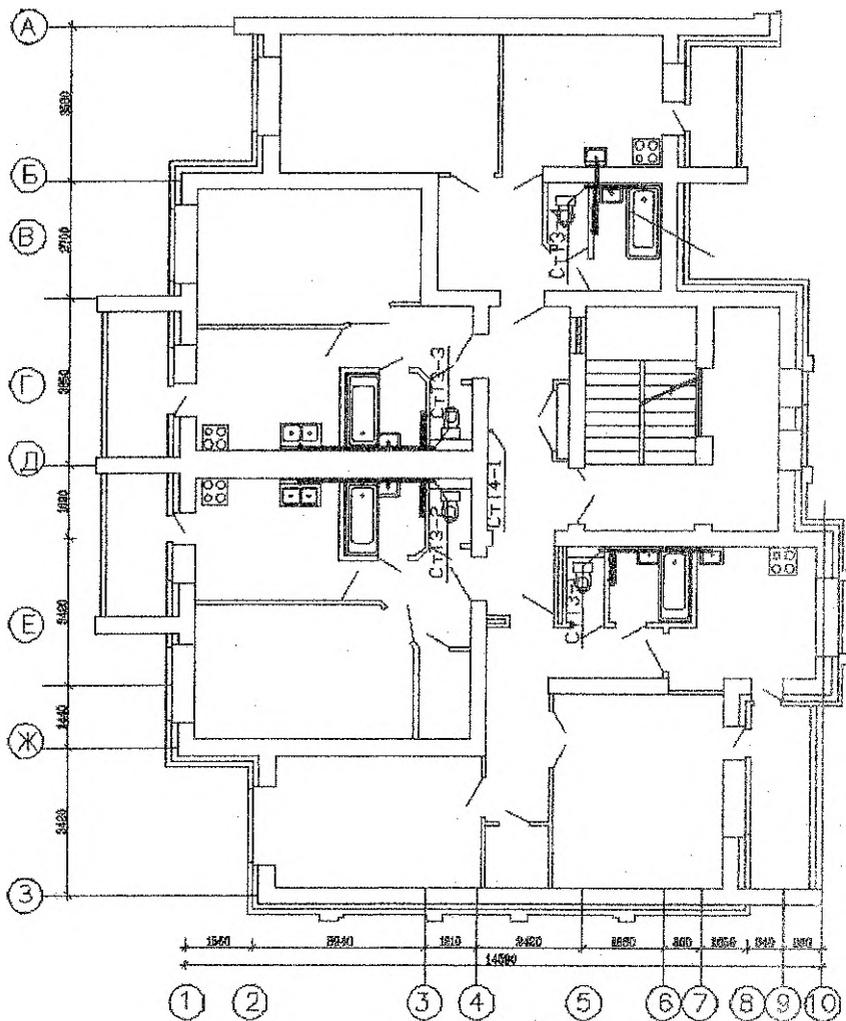


Рисунок 10.1 – План типового этажа с элементами ГВС

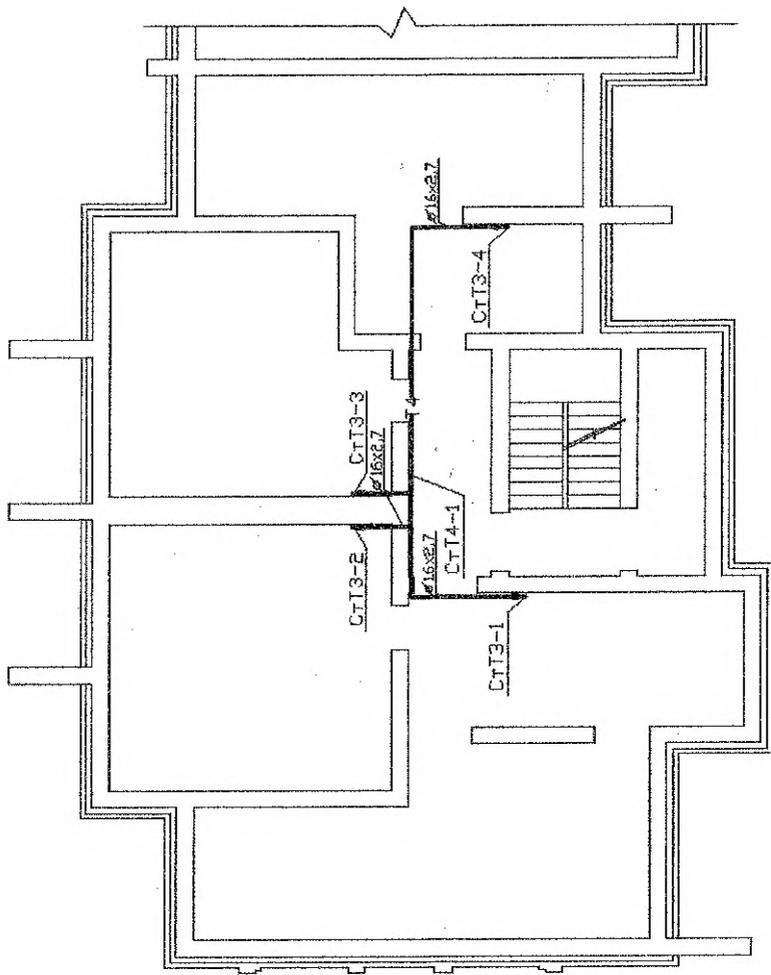


Рисунок 10.2 – План чердака с элементами ГВС

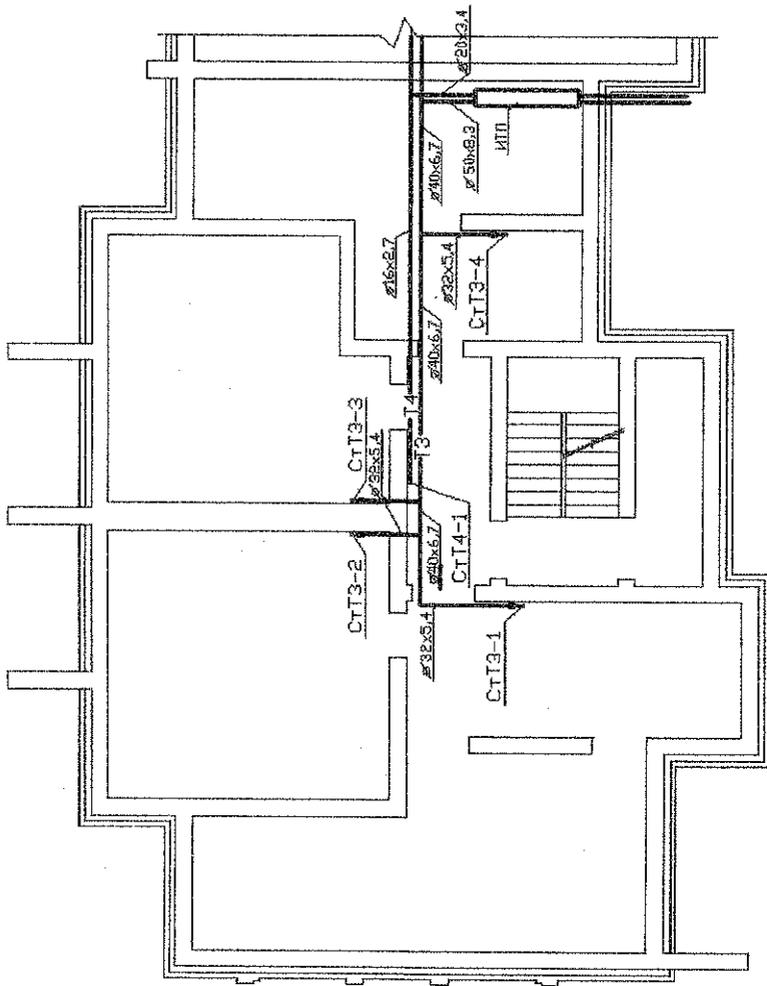


Рисунок 10.3 – План подвала с элементами ГВС

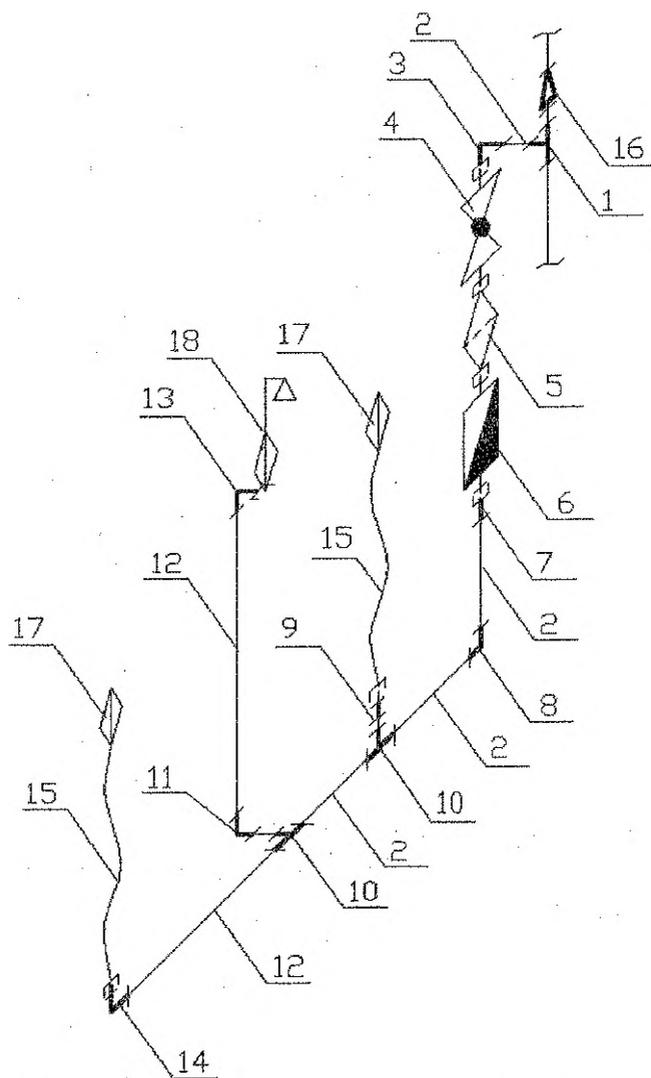


Рисунок 10.4 – Монтажная схема системы ГВС квартиры

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип марки оборудования административного назначения	Код оборудования (классификация, инвентарный номер)	Завод-изготовитель	Классификация по счету	Комплектация
1	2	3	4	5	6	7
6	Счетчик воды	ИТ-Н		ВЕЛЧЕР	ИТ.	1
17	Счетчик			LODGE	ИТ.	2
18	Счетчик с датчиком расхода			LODGE	ИТ.	1
4	Кран шаровый 1/2"	ИЕ-230	400021	СЛОУАН	ИТ.	1
5	Кран 1/2"	К-538	400001	СЛОУАН	ИТ.	1
12	Трель планировочная	ПН20	440020	КАН-ТЕМ	И	3
2	Трель планировочная	ПН20	0400035	КАН-ТЕМ	И	8
2	Трель планировочная	ПН20	0400032	КАН-ТЕМ	И	11
1	Трелька регулируемая		1410034	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
2	Отвод 1/2 с резьбой		4400035	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
7	Кран 1/2 с резьбой		0410023	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
8	Отвод 1/2		0410025	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
9	Кран 1/2 с резьбой		0410020	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
10	Трелька регулируемая		0410025	КАН-ТЕМ	ИТ.	2
11	Отвод 1/2		0410027	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
12	Отвод регулируемый с шариком с резьбой		0410020	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
14	Отвод 1/2 с резьбой		0410020	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
15	Переключатель		0410033	КАН-ТЕМ	ИТ.	1
15	Трель шаровая			КАН-ТЕМ	И	2

Рисунок 10.5 -- Спецификация оборудования

Литература

1. Системы внутреннего водоснабжения зданий: ТКП 45-4.01-52-2007. – Минск, 2008.
2. Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа: ТКП 45-1.03-85-2007. – Минск, 2008.
3. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б.М. Хрусталева. – М.: АСВ, 2007. – 784 с.
4. Тепловые пункты: ТКП 45-4.02-183-2009. – Минск, 2010.

Приложение 1 [1, прил. В. табл. В.2]

Значения коэффициентов α (α_{hr}) при $P(P_{hr}) \leq 0,1$ и любом числе N , а также при $P(P_{hr}) > 0,1$ и числе $N > 200$

NP	α	NP	α	NP	α	NP	α	NP	α
<0,015	0,200	0,068	0,301	0,29	0,526	0,98	0,959	4,4	2,352
0,015	0,202	0,070	0,304	0,30	0,534	1,00	0,969	4,5	2,386
0,016	0,205	0,072	0,307	0,31	0,542	1,05	0,995	4,6	2,421
0,017	0,207	0,074	0,309	0,32	0,550	1,10	1,021	4,7	2,456
0,018	0,210	0,076	0,312	0,33	0,558	1,15	1,046	4,8	2,490
0,019	0,212	0,078	0,315	0,34	0,565	1,20	1,071	4,9	2,524
0,020	0,215	0,080	0,318	0,35	0,573	1,25	1,096	5,0	2,558
0,021	0,217	0,082	0,320	0,36	0,580	1,30	1,120	5,1	2,592
0,022	0,219	0,084	0,323	0,37	0,588	1,35	1,144	5,2	2,626
0,023	0,222	0,086	0,326	0,38	0,595	1,40	1,168	5,3	2,660
0,024	0,224	0,088	0,328	0,39	0,602	1,45	1,191	5,4	2,693
0,025	0,226	0,090	0,331	0,40	0,610	1,50	1,215	5,5	2,726
0,026	0,228	0,092	0,333	0,41	0,617	1,55	1,238	5,6	2,760
0,027	0,230	0,094	0,336	0,42	0,624	1,60	1,261	5,7	2,793
0,028	0,233	0,096	0,338	0,43	0,631	1,65	1,283	5,8	2,826
0,029	0,235	0,098	0,341	0,44	0,638	1,70	1,306	5,9	2,858
0,030	0,237	0,100	0,343	0,45	0,645	1,75	1,328	6,0	2,891
0,031	0,239	0,105	0,349	0,46	0,652	1,80	1,350	6,1	2,924
0,032	0,241	0,110	0,355	0,47	0,658	1,85	1,372	6,2	2,956
0,033	0,243	0,115	0,361	0,48	0,665	1,90	1,394	6,3	2,989
0,034	0,245	0,120	0,367	0,49	0,672	1,95	1,416	6,4	3,021
0,035	0,247	0,125	0,373	0,50	0,678	2,00	1,437	6,5	3,053
0,036	0,249	0,130	0,378	0,52	0,692	2,1	1,479	6,6	3,085
0,037	0,250	0,135	0,384	0,54	0,704	2,2	1,521	6,7	3,117
0,038	0,252	0,140	0,389	0,56	0,717	2,3	1,563	6,8	3,149
0,039	0,254	0,145	0,394	0,58	0,730	2,4	1,604	6,9	3,181
0,040	0,256	0,150	0,399	0,60	0,742	2,5	1,644	7,0	3,212
0,041	0,258	0,155	0,405	0,62	0,755	2,6	1,684	7,1	3,244
0,042	0,259	0,160	0,410	0,64	0,767	2,7	1,724	7,2	3,275
0,043	0,261	0,165	0,415	0,66	0,779	2,8	1,763	7,3	3,307
0,044	0,263	0,170	0,420	0,68	0,791	2,9	1,802	7,4	3,338
0,045	0,265	0,175	0,425	0,70	0,803	3,0	1,840	7,5	3,369
0,046	0,266	0,180	0,430	0,72	0,815	3,1	1,879	7,6	3,400
0,047	0,268	0,185	0,435	0,74	0,826	3,2	1,917	7,7	3,431
0,048	0,270	0,190	0,439	0,76	0,838	3,3	1,954	7,8	3,462
0,049	0,271	0,195	0,444	0,78	0,849	3,4	1,991	7,9	3,493
0,050	0,273	0,20	0,449	0,80	0,860	3,5	2,029	8,0	3,524
0,052	0,276	0,21	0,458	0,82	0,872	3,6	2,065	8,1	3,555
0,054	0,280	0,22	0,467	0,84	0,883	3,7	2,102	8,2	3,585
0,056	0,283	0,23	0,476	0,86	0,894	3,8	2,138	8,3	3,616
0,058	0,286	0,24	0,485	0,88	0,905	3,9	2,174	8,4	3,646
0,060	0,289	0,25	0,493	0,90	0,916	4,0	2,210	8,5	3,677
0,062	0,292	0,26	0,502	0,92	0,927	4,1	2,246	8,6	3,707
0,064	0,295	0,27	0,510	0,94	0,937	4,2	2,281	8,7	3,738
0,065	0,298	0,28	0,518	0,96	0,948	4,3	2,317	8,8	3,768

Продолжение прил. 1

NP	α	NP	α	NP	α	NP	α	NP	α
8,9	3,798	17,6	6,254	38,5	11,56	76	20,41	150	37,21
9,0	3,828	17,8	6,308	39,0	11,68	77	20,64	152	37,66
9,1	3,858	18,0	6,362	39,5	11,80	78	20,87	154	38,11
9,2	3,888	18,2	6,415	40,0	11,92	79	21,10	156	38,56
9,3	3,918	18,4	6,469	40,5	12,04	80	21,33	158	39,01
9,4	3,948	18,6	6,522	41,0	12,16	81	21,56	160	39,46
9,5	3,978	18,8	6,575	41,5	12,28	82	21,69	162	39,91
9,6	4,008	19,0	6,629	42,0	12,41	83	22,02	164	40,35
9,7	4,037	19,2	6,682	42,5	12,53	84	22,25	166	40,80
9,8	4,067	19,4	6,734	43,0	12,65	85	22,48	168	41,25
9,9	4,097	19,6	6,788	43,5	12,77	86	22,71	170	41,70
10,0	4,126	19,8	6,840	44,0	12,89	87	22,94	172	42,15
10,2	4,185	20,0	6,893	44,5	13,01	88	23,17	174	42,60
10,4	4,244	20,5	7,025	45,0	13,13	89	23,39	176	43,05
10,6	4,302	21,0	7,156	45,5	13,25	90	23,62	178	43,50
10,8	4,361	21,5	7,287	46,0	13,37	91	23,85	180	43,95
11,0	4,419	22,0	7,417	46,5	13,49	92	24,08	182	44,40
11,2	4,477	22,5	7,547	47,0	13,61	93	24,31	184	44,84
11,4	4,534	23,0	7,677	47,5	13,73	94	24,54	186	45,29
11,6	4,592	23,5	7,806	48,0	13,85	95	24,77	188	45,74
11,8	4,649	24,0	7,935	48,5	13,97	96	24,99	190	46,19
12,0	4,707	24,5	8,064	49,0	14,09	97	25,22	192	46,64
12,2	4,764	25,0	8,192	49,5	14,20	98	25,45	194	47,09
12,4	4,820	25,5	8,320	50	14,32	99	25,68	196	47,54
12,6	4,877	26,0	8,447	51	14,56	100	25,91	198	47,99
12,8	4,934	26,5	8,575	52	14,80	102	26,36	200	48,43
13,0	4,990	27,0	8,701	53	15,04	104	26,82	205	49,49
13,2	5,047	27,5	8,828	54	15,27	106	27,27	210	50,59
13,4	5,103	28,0	8,955	55	15,51	108	27,72	215	51,70
13,6	5,159	28,5	9,081	56	15,74	110	28,18	220	52,80
13,8	5,215	29,0	9,207	57	15,98	112	28,63	225	53,90
14,0	5,270	29,5	9,332	58	16,22	114	29,09	230	55,00
14,2	5,326	30,0	9,457	59	16,45	116	29,54	235	56,10
14,4	5,382	30,5	9,583	60	16,69	118	29,99	240	57,19
14,6	5,437	31,0	9,707	61	16,92	120	30,44	245	58,29
14,8	5,492	31,5	9,832	62	17,15	122	30,90	250	59,38
15,0	5,547	32,0	9,957	63	17,39	124	31,35	255	60,48
15,2	5,602	32,5	10,08	64	17,62	126	31,80	260	61,57
15,4	5,657	33,0	10,20	65	17,85	128	32,25	265	62,66
15,6	5,712	33,5	10,33	66	18,09	130	32,70	270	63,75
15,8	5,767	34,0	10,45	67	18,32	132	33,15	275	64,85
16,0	5,821	34,5	10,58	68	18,55	134	33,60	280	65,94
16,2	5,876	35,0	10,70	69	18,79	136	34,06	285	67,03
16,4	5,930	35,5	10,82	70	19,02	138	34,51	290	68,12
16,6	5,984	36,0	10,94	71	19,25	140	34,96	295	69,20
16,8	6,039	36,5	11,07	72	19,48	142	35,41	300	70,29
17,0	6,093	37,0	11,19	73	19,71	144	35,86	305	71,38
17,2	6,147	37,5	11,31	74	19,94	146	36,31	310	72,46
17,4	6,201	38,0	11,43	75	20,18	148	36,76	315	73,55

Приложение 2

Таблица для гидравлического расчета полипропиленовых труб PN20 фирмы Wavin

Q л/с	температура воды = 50°C													
	16x2,7 мм		20x3,4 мм		25x4,2 мм		32x5,4 мм		40x6,7 мм		50x8,3 мм			
	R кПа/м	V м/с	R кПа/м	V м/с	R кПа/м	V м/с	R кПа/м	V м/с	R кПа/м	V м/с	R кПа/м	V м/с	R кПа/м	V м/с
0,01	0,028	0,1	0,010	0,1										
0,02	0,096	0,2	0,034	0,1	0,011	0,1	0,004	0,1						
0,03	0,196	0,3	0,069	0,2	0,023	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1				
0,04	0,326	0,5	0,114	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1				
0,05	0,465	0,6	0,169	0,4	0,067	0,2	0,018	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1		
0,06	0,672	0,7	0,234	0,4	0,078	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1		
0,07	0,886	0,8	0,306	0,5	0,102	0,3	0,032	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1		
0,08	1,126	0,9	0,390	0,6	0,130	0,4	0,040	0,2	0,014	0,1	0,005	0,1		
0,09	1,392	1,0	0,482	0,7	0,160	0,4	0,050	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1		
0,10	1,684	1,1	0,582	0,7	0,193	0,5	0,060	0,3	0,020	0,2	0,007	0,1		
0,12	2,344	1,4	0,607	0,9	0,267	0,6	0,082	0,3	0,028	0,2	0,010	0,1		
0,14	3,104	1,6	1,065	1,0	0,351	0,6	0,106	0,4	0,037	0,3	0,013	0,2		
0,16	3,962	1,8	1,356	1,2	0,446	0,7	0,137	0,5	0,046	0,3	0,016	0,2		
0,18	4,918	2,0	1,679	1,3	0,551	0,8	0,169	0,5	0,057	0,3	0,020	0,2		
0,20	5,972	2,3	2,033	1,5	0,666	0,9	0,204	0,6	0,068	0,4	0,024	0,2		
0,30	12,68	3,4	4,273	2,2	1,388	1,4	0,423	0,8	0,141	0,5	0,049	0,3		
0,40			7,281	2,9	2,348	1,8	0,710	1,1	0,236	0,7	0,061	0,5		
0,50					3,541	2,3	1,065	1,4	0,353	0,9	0,121	0,6		
0,60					4,964	2,8	1,486	1,7	0,491	1,1	0,168	0,7		
0,70					6,615	3,2	1,972	2,0	0,649	1,3	0,221	0,8		
0,80							2,523	2,3	0,828	1,4	0,281	0,9		
0,90							3,138	2,5	1,027	1,6	0,348	1,0		
1,00							3,816	2,8	1,245	1,8	0,421	1,2		
1,20							5,384	3,4	1,742	2,2	0,587	1,4		
1,40									2,317	2,5	0,778	1,6		
1,60									2,971	2,9	0,994	1,8		
1,80									3,702	3,2	1,235	2,1		
2,00											1,501	2,3		
2,20											1,791	2,5		
2,40											2,106	2,8		
2,60											2,445	3,0		
2,80											2,809	3,2		
3,00											3,197	3,5		

Приложение 3

Таблица для гидравлического расчета полиэтиленовых труб РЕХ-а фирмы Уропог

Q л/с	температура воды = 60°C													
	16x2,2 мм		20x2,8 мм		25x3,5 мм		32x4,4 мм		40x5,5 мм		50x6,9 мм		63x8,7 мм	
	R даПа/м	V м/с	R даПа/м	V м/с	R даПа/м	V м/с	R даПа/м	V м/с	R даПа/м	V м/с	R даПа/м	V м/с	R даПа/м	V м/с
0,050	30,6	0,47	10,2	0,31	3,5	0,20								
0,055	35,7	0,52	11,9	0,34	4,1	0,22								
0,060	41,8	0,57	13,9	0,37	4,8	0,24								
0,065	49,0	0,62	16,3	0,40	5,6	0,26								
0,07	54,1	0,66	18,0	0,43	6,2	0,28								
0,08	71,4	0,76	23,8	0,49	8,2	0,31								
0,09	86,7	0,85	28,9	0,55	10,0	0,35	2,7	0,21						
0,10	102,0	0,95	34,0	0,61	11,7	0,39	3,3	0,24						
0,11	129,5	1,04	43,2	0,68	14,9	0,43	3,3	0,26						
0,12	147,9	1,14	49,3	0,74	17,0	0,47	4,4	0,28						
0,13	170,3	1,23	56,8	0,80	19,6	0,51	5,1	0,31						
0,14	188,7	1,33	62,9	0,86	21,7	0,55	5,9	0,33	2,1	0,21				
0,15	229,5	1,42	76,5	0,92	26,4	0,59	6,9	0,36	2,4	0,23				
0,16	255,0	1,51	85,0	0,98	29,3	0,63	7,8	0,38	2,7	0,24				
0,17	275,4	1,61	91,8	1,04	31,7	0,67	8,5	0,40	3,0	0,26				
0,18	306,0	1,70	102,0	1,11	35,2	0,71	9,5	0,43	3,3	0,27				
0,19	326,4	1,80	108,8	1,17	37,5	0,75	10,2	0,45	3,6	0,29				
0,20	377,4	1,89	125,8	1,23	43,4	0,79	11,3	0,47	4,0	0,30				
0,25	520,2	2,37	173,4	1,54	59,8	0,98	17,3	0,59	6,1	0,38	2,1	0,24		
0,30	744,6	2,84	248,2	1,84	85,6	1,18	23,5	0,71	8,2	0,45	2,9	0,29		
0,35	1020,0	3,31	340,1	2,15	117,3	1,38	32,1	0,83	11,2	0,53	3,9	0,34		
0,40	1224,0	3,79	408,1	2,46	140,8	1,57	40,3	0,95	14,1	0,61	4,9	0,39		
0,45	1836,0	4,26	612,1	2,76	211,1	1,77	51,0	1,07	17,9	0,68	6,2	0,44	2,1	0,28
0,50	1938,0	4,73	646,1	3,07	222,9	1,97	60,7	1,18	21,2	0,76	7,4	0,49	2,5	0,31
0,6	2550,0	5,68	850,2	3,69	293,3	2,36	79,6	1,42	27,8	0,91	9,7	0,58	3,3	0,37
0,7	3366,0	6,63	1122,2	4,30	387,1	2,75	107,1	1,66	37,5	1,06	13,1	0,68	4,4	0,43
0,8			1428,3	4,91	492,7	3,15	131,6	1,89	46,1	1,21	16,1	0,78	5,5	0,49
0,9			1836,4	5,53	633,4	3,54	163,2	2,13	57,1	1,36	20,0	0,87	6,8	0,55
1,0					703,8	3,93	204,0	2,37	71,4	1,51	25,0	0,97	8,5	0,61
1,2					904,4	4,72	262,1	2,84	91,7	1,82	32,1	1,17	10,9	0,74
1,4					1231,6	5,50	357,0	3,31	125,0	2,12	43,7	1,36	14,8	0,86
1,6							469,2	3,79	164,2	2,42	57,5	1,56	19,5	0,98
1,8							612,0	4,26	214,2	2,73	75,0	1,75	25,4	1,10
2,0							714,0	4,73	249,9	3,03	87,5	1,94	29,6	1,23
2,5							1054,0	5,92	368,9	3,79	129,1	2,43	43,7	1,53
3,0									476,0	4,54	166,6	2,92	56,4	1,84

Приложение 4

Таблица для гидравлического расчета металлополимерных труб
(PE-RT/AL/PE-RT) фирмы Уроног

V м/с	температура воды = 60°C									
	14x2 мм		16x2мм		18x2 мм		20x2.5мм		25x2.5мм	
	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м
0,10	0,01	0,24	0,01	0,19	0,02	0,15	0,02	0,13	0,03	0,10
0,15	0,01	0,47	0,02	0,37	0,02	0,31	0,03	0,27	0,05	0,19
0,20	0,02	0,77	0,02	0,61	0,03	0,50	0,04	0,44	0,06	0,32
0,25	0,02	1,14	0,03	0,90	0,04	0,74	0,05	0,65	0,08	0,47
0,30	0,02	1,55	0,03	1,23	0,05	1,01	0,06	0,89	0,09	0,64
0,35	0,03	20,3	0,04	1,61	0,05	1,32	0,07	1,16	0,11	0,84
0,40	0,03	2,55	0,05	2,02	0,06	1,67	0,08	1,47	0,13	1,06
0,45	0,04	3,13	0,05	2,48	0,07	2,05	0,08	1,80	0,14	1,31
0,50	0,04	3,76	0,06	2,98	0,08	2,46	0,09	2,16	0,16	1,58
0,55	0,04	4,43	0,06	3,52	0,08	2,91	0,10	2,56	0,17	1,86
0,60	0,05	5,16	0,07	4,10	0,09	3,38	0,11	2,98	0,19	2,17
0,65	0,05	5,93	0,07	4,72	0,10	3,89	0,12	3,43	0,20	2,50
0,70	0,05	6,75	0,08	5,38	0,11	4,44	0,13	3,91	0,22	2,85
0,75	0,06	7,62	0,08	6,07	0,12	5,01	0,14	4,41	0,24	3,22
0,80	0,06	8,53	0,09	6,80	0,12	5,61	0,15	4,94	0,25	3,61
0,85	0,07	9,49	0,10	7,56	0,13	6,24	0,16	5,50	0,27	4,02
0,90	0,07	10,49	0,10	8,36	0,14	6,90	0,17	6,09	0,28	4,45
0,95	0,07	11,53	0,11	9,19	0,15	7,60	0,18	6,70	0,30	4,89
1,00	0,08	12,62	0,11	10,06	0,15	8,32	0,19	7,33	0,31	5,36
1,10	0,09	14,93	0,12	11,91	0,17	9,84	0,21	8,68	0,35	6,35
1,20	0,09	17,40	0,14	13,89	0,18	11,48	0,23	10,13	0,38	7,41
1,30	0,10	20,04	0,15	16,00	0,20	13,23	0,25	11,68	0,41	8,55
1,40	0,11	22,85	0,16	18,24	0,22	15,09	0,26	13,32	0,44	9,75
1,50	0,12	25,81	0,17	20,62	0,23	17,06	0,28	15,06	0,47	11,03
1,60	0,13	28,94	0,18	23,12	0,25	19,13	0,30	16,89	0,50	12,38
1,70	0,13	32,22	0,19	25,75	0,26	21,31	0,32	18,82	0,53	13,79
1,80	0,14	35,66	0,20	28,50	0,28	23,60	0,34	20,84	0,57	15,28
1,90	0,15	39,25	0,21	31,38	0,29	25,99	0,36	22,95	0,60	16,83
2,00	0,16	43,00	0,23	34,38	0,31	28,48	0,38	25,15	0,63	18,45
2,10	0,16	46,89	0,24	37,51	0,32	31,07	0,40	27,45	0,66	20,14
2,20	0,17	50,94	0,25	40,75	0,34	33,76	0,42	29,83	0,69	21,89
2,30	0,18	55,14	0,26	44,12	0,35	36,55	0,43	32,30	0,72	23,71
2,40	0,19	59,48	0,27	47,60	0,37	39,45	0,45	34,85	0,75	25,59
2,50	0,20	63,97	0,28	51,20	0,38	42,44	0,47	37,50	0,79	27,54
2,60	0,20	68,61	0,29	54,92	0,40	45,52	0,49	40,23	0,82	29,55
2,70	0,21	73,39	0,31	58,75	0,42	48,71	0,51	43,05	0,85	31,62
2,80	0,22	78,32	0,32	62,71	0,43	51,99	0,53	45,95	0,88	33,76
2,90	0,23	83,38	0,33	66,77	0,45	55,37	0,55	48,94	0,91	35,96
3,00	0,24	88,59	0,34	70,95	0,46	58,84	0,57	52,01	0,94	38,23

Приложение 4

Таблица для гидравлического расчета металлополимерных труб
(PE-RT/AL/PE-RT) фирмы Uropog – продолжение

V м/с	температура воды = 60°C							
	32x3 мм		40x4мм		50x4,5 мм		63x6мм	
	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м	Q л/с	R гПа/м
0,10	0,05	0,07	0,08	0,05	0,13	0,04	0,20	0,03
0,15	0,08	0,14	0,12	0,11	0,20	0,08	0,31	0,06
0,20	0,11	0,23	0,16	0,18	0,26	0,13	0,41	0,10
0,25	0,13	0,34	0,20	0,26	0,33	0,19	0,51	0,15
0,30	0,16	0,46	0,24	0,36	0,40	0,26	0,61	0,20
0,35	0,19	0,61	0,28	0,47	0,46	0,35	0,71	0,26
0,40	0,21	0,77	0,32	0,59	0,53	0,44	0,82	0,33
0,45	0,24	0,94	0,36	0,73	0,59	0,54	0,92	0,41
0,50	0,27	1,14	0,40	0,88	0,66	0,65	1,02	0,50
0,55	0,29	1,35	0,44	1,04	0,73	0,77	1,12	0,59
0,60	0,32	1,57	0,48	1,22	0,79	0,90	1,23	0,69
0,65	0,35	1,81	0,52	1,40	0,86	1,03	1,33	0,79
0,70	0,37	2,06	0,56	1,60	0,92	1,18	1,43	0,91
0,75	0,40	2,33	0,60	1,81	0,99	1,34	1,53	1,02
0,80	0,42	2,61	0,64	2,03	1,06	1,50	1,63	1,15
0,85	0,45	2,91	0,68	2,26	1,12	1,67	1,74	1,28
0,90	0,48	3,22	0,72	2,50	1,19	1,85	1,84	1,42
0,95	0,50	3,55	0,76	2,75	1,25	2,04	1,94	1,56
1,00	0,53	3,89	0,80	3,02	1,32	2,23	2,04	1,71
1,10	0,58	4,61	0,88	3,58	1,45	2,65	2,25	2,03
1,20	0,64	5,38	0,97	4,18	1,58	3,10	2,45	2,38
1,30	0,69	6,21	1,05	4,82	1,72	3,57	2,66	2,75
1,40	0,74	7,09	1,13	5,51	1,85	4,08	2,86	3,14
1,50	0,80	8,02	1,21	6,23	1,98	4,62	3,06	3,55
1,60	0,85	9,00	1,29	7,00	2,11	5,19	3,27	3,99
1,70	0,90	10,03	1,37	7,80	2,24	5,79	3,47	4,46
1,80	0,96	11,11	1,45	8,65	2,38	6,42	3,68	4,94
1,90	1,01	12,25	1,53	9,53	2,51	7,08	3,88	5,45
2,00	1,06	13,43	1,61	10,45	2,64	7,76	4,09	5,98
2,10	1,11	14,66	1,69	11,41	2,77	8,48	4,29	6,53
2,20	1,17	15,94	1,77	12,41	2,90	9,22	4,49	7,10
2,30	1,22	17,27	1,85	13,45	3,04	9,99	4,70	7,70
2,40	1,27	18,64	1,93	14,52	3,17	10,79	4,90	8,31
2,50	1,33	20,06	2,01	15,63	3,30	11,62	5,11	8,95
2,60	1,38	21,53	2,09	16,78	3,43	12,47	5,31	9,61
2,70	1,43	23,05	2,17	17,96	3,56	13,35	5,52	10,29
2,80	1,49	24,61	2,25	19,18	3,70	14,26	5,72	11,00
2,90	1,54	26,22	2,33	20,44	3,83	15,20	5,92	11,72
3,00	1,59	27,88	2,41	21,73	3,96	16,16	6,13	12,46

Приложение 5

Потери тепла неизолированными полипропиленовыми трубами (фирмы Valtec), Вт/м

Размер	Разница между температурой теплоносителя и воздуха, °С							Расположение
	20	30	40	50	60	70	80	
20x3,4	12,1	19,5	27,5	36,3	45,8	55,9	66,7	Гориз.
	10,5	15,7	22,7	30,5	36,5	45,5	51,9	Вертик.
20x2,8	12,7	20,3	28,7	38,0	48,0	58,7	70,3	Гориз.
	10,8	16,2	23,5	31,6	37,9	47,3	54,1	Вертик.
25x4,2	14,6	23,3	32,9	43,3	54,5	66,4	79,1	Гориз.
	12,7	19,0	27,3	36,6	43,9	54,5	62,3	Вертик.
25x3,5	15,3	24,4	34,5	45,5	57,4	70,1	83,6	Гориз.
	13,1	19,7	28,4	38,2	45,8	57,0	65,1	Вертик.
32x5,4	17,7	28,1	39,5	51,8	64,9	78,9	93,6	Гориз.
	15,4	23,1	33,1	44,2	53,1	65,6	80,0	Вертик.
32x4,4	18,7	29,9	42,1	55,4	69,7	84,9	100,9	Гориз.
	16,2	24,3	40,0	46,8	56,1	69,7	79,6	Вертик.
40x6,7	20,9	33,0	46,3	60,5	75,6	91,6	108,4	Гориз.
	18,3	27,5	39,2	52,1	62,6	77,1	88,1	Вертик.
40x5,5	22,2	35,4	49,7	65,2	81,8	99,4	117,9	Гориз.
	19,4	29,1	41,7	55,6	66,7	82,5	94,3	Вертик.
50x8,3	24,4	38,5	53,7	69,9	87,2	105,3	124,2	Гориз.
	21,6	32,4	46,0	60,9	73,1	89,8	102,6	Вертик.
50x6,9	26,1	41,4	58,0	75,9	94,9	114,9	136,0	Гориз.
	22,9	34,4	49,2	63,4	78,4	96,7	110,5	Вертик.
63x10,5	28,2	44,2	61,5	79,9	99,2	119,4	140,4	Гориз.
	25,2	37,8	53,4	70,4	84,5	103,2	118,0	Вертик.
63x8,6	30,8	48,5	67,8	88,3	110,1	132,9	156,8	Гориз.
	27,2	40,8	58,1	76,9	92,2	113,3	129,4	Вертик.
75x12,5	31,5	49,4	68,5	88,6	109,8	131,9	154,8	Гориз.
	28,3	42,5	60,0	78,8	94,5	115,2	113,7	Вертик.
90x15	34,2	53,4	73,7	95,1	117,1	140,6	164,5	Гориз.
	31,2	46,8	65,7	86,0	103,2	125,3	143,1	Вертик.

Приложение 6

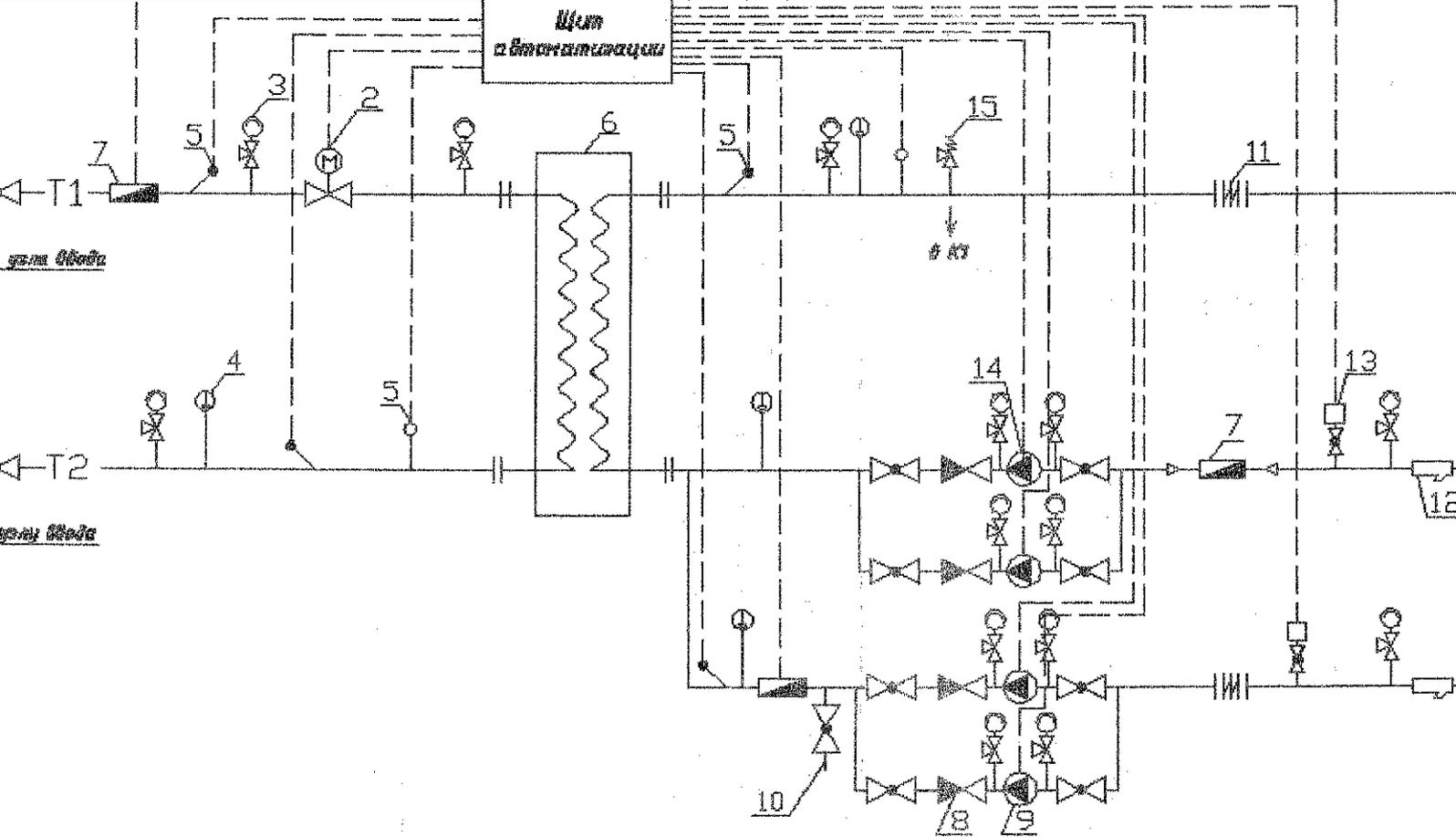
Потери тепла неизолированными металлополимерными трубами (фирмы Valtec), Вт/м

D _н	$\Delta T = T_{\text{теп}} - T_{\text{возд}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Положе- ние	
16	20	9,38	9,86	10,33	10,8	11,27	11,74	12,21	12,68	13,14	13,61	Вертик.	
		11,12	11,67	12,23	12,79	13,35	13,90	14,46	15,01	15,57	16,13	Гориз.	
	30	14,08	14,55	15,02	15,49	15,96	16,43	16,90	17,37	17,84	18,31	Вертик.	
		17,96	18,55	19,15	19,75	20,34	20,94	21,54	22,14	22,74	23,34	Гориз.	
	40	20,52	21,03	21,55	22,06	22,57	23,09	23,09	24,11	24,63	25,14	Вертик.	
		25,62	26,25	26,90	27,54	28,17	28,82	29,46	30,10	30,74	31,38	Гориз.	
	50	27,8	28,36	28,91	29,47	30,03	30,58	31,13	31,69	32,25	32,81	Вертик.	
		34,09	34,77	35,45	36,14	36,82	37,50	38,18	38,86	39,55	40,23	Гориз.	
	60	33,36	33,92	34,47	35,03	35,59	35,59	36,70	37,26	37,81	38,37	Вертик.	
		43,36	44,08	44,81	45,52	46,25	46,97	46,97	48,42	49,14	49,86	Гориз.	
	70	41,90	42,49	43,09	43,69	44,29	44,89	45,49	46,09	46,68	47,28	Вертик.	
		53,41	54,17	54,94	55,70	56,45	57,23	57,99	58,75	59,52	60,28	Гориз.	
	20	20	11,75	12,34	12,93	13,52	14,10	14,69	15,28	15,87	16,45	17,04	Вертик.
			13,93	14,62	15,32	16,02	16,71	17,41	18,10	18,80	19,50	20,19	Гориз.
		30	17,63	18,22	18,80	19,39	19,98	20,57	21,16	21,74	22,33	22,92	Вертик.
			22,48	23,23	23,99	24,74	25,49	26,24	26,99	27,73	28,48	29,23	Гориз.
		40	25,68	26,33	26,97	27,62	28,26	28,91	29,55	30,19	30,83	31,47	Вертик.
			32,08	32,89	33,69	34,49	35,30	36,10	36,90	37,70	38,50	39,31	Гориз.
50		34,81	35,51	36,20	36,90	37,60	38,29	39,00	39,69	40,39	41,08	Вертик.	
		42,71	43,56	44,41	45,27	46,12	46,97	47,83	48,69	49,54	50,39	Гориз.	
60		41,77	42,47	43,17	43,86	44,56	45,26	45,95	46,65	47,35	48,05	Вертик.	
		54,33	55,23	56,14	57,04	57,95	58,85	59,76	60,66	61,57	62,47	Гориз.	
70		52,47	53,22	53,97	54,72	55,47	56,22	56,97	57,72	58,47	59,22	Вертик.	
		66,93	67,88	68,84	69,80	70,76	71,71	72,66	73,62	74,58	75,53	Гориз.	
26		20	14,89	15,64	16,38	17,13	17,87	18,62	19,36	20,11	20,85	21,60	Вертик.
			17,57	18,45	19,33	20,21	21,08	21,96	22,84	23,72	24,60	25,48	Гориз.
		30	22,35	23,09	23,84	24,58	25,33	26,07	26,82	27,56	28,31	29,05	Вертик.
			28,31	29,25	30,19	31,13	32,08	33,02	33,96	34,91	35,86	36,80	Гориз.
		40	32,49	33,30	34,11	34,92	35,74	36,55	37,36	38,17	38,99	39,80	Вертик.
			40,30	41,31	42,32	43,32	44,33	45,34	46,34	47,35	48,36	49,37	Гориз.
	50	43,92	44,81 0	45,68	46,56	47,44	48,32	49,20	50,07	50,95	51,83	Вертик.	
		50,37	51,38	52,39	53,40	54,40	55,41	56,42	57,43	58,44	59,45	Гориз.	
	60	52,71	53,58	54,47	55,34	56,22	57,10	57,98	58,85	59,73	60,61	Вертик.	
		67,90	69,10	70,20	71,30	72,50	73,60	74,70	75,90	77,00	78,13	Гориз.	
	70	66,05	66,99	67,94	68,88	69,82	70,77	71,71	72,65	73,60	74,54	Вертик.	
		83,5	84,7	85,91	87,10	88,30	89,49	90,68	91,87	93,07	94,20	Гориз.	

Приложение 6

Потери тепла неизолированными металлополимерными трубами (фирмы Valtec), Вт/м - продолжение

D_n	$\Delta T = T_{\text{теп}} - T_{\text{возд}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Положение
		32	20	18,37	19,29	20,20	21,13	22,04	22,96	23,88	24,80	
		21,67	22,75	23,84	24,92	26,00	27,10	28,17	29,25	30,34	31,42	Гориз.
	30	27,55	28,47	29,39	30,31	31,23	32,14	33,07	33,99	34,90	35,80	Вертик.
		34,92	36,08	37,25	38,42	39,57	40,74	41,91	43,07	44,24	45,40	Гориз.
	40	40,07	41,07	42,07	43,07	44,07	45,08	46,08	47,08	48,08	49,09	Вертик.
		49,73	50,97	52,22	53,46	54,70	55,95	57,19	58,43	59,67	60,91	Гориз.
	50	54,18	55,26	56,35	57,43	58,51	59,60	60,68	61,77	62,85	63,93	Вертик.
		66,06	67,37	68,69	70,01	71,33	72,65	73,98	75,30	76,62	77,94	Гориз.
	60	65,01	66,10	67,18	68,26	69,35	70,43	71,51	72,60	73,68	74,67	Вертик.
		83,85	85,25	86,65	88,05	89,44	90,85	92,24	93,64	95,04	96,44	Гориз.
	70	81,48	82,65	83,81	84,97	86,14	87,31	88,47	89,63	90,8	91,96	Вертик.
		103,1	104,6	106,1	107,5	109,0	110,4	111,9	113,4	114,8	116,4	Гориз.
40	20	22,71	23,84	24,98	26,12	27,25	28,39	29,52	30,66	31,79	32,93	Вертик.
		26,73	28,07	29,41	30,75	32,09	33,43	34,76	36,10	37,43	38,77	Гориз.
	30	34,06	35,20	36,33	37,47	38,61	39,74	40,87	42,01	43,14	44,28	Вертик.
		43,04	44,48	45,91	47,34	48,78	50,22	51,65	53,08	54,52	56,00	Гориз.
	40	49,48	50,72	51,96	53,19	54,43	55,67	56,91	58,15	59,38	60,62	Вертик.
		61,23	62,76	64,29	65,82	67,36	68,89	70,42	71,95	73,98	75,00	Гориз.
	50	66,84	68,18	69,50	70,86	72,19	73,53	74,86	76,20	77,54	78,87	Вертик.
		81,26	82,88	84,51	86,14	87,76	89,39	91,01	92,63	94,26	95,89	Гориз.
	60	80,21	81,55	82,88	84,23	85,56	86,90	88,23	89,57	90,91	92,24	Вертик.
		103,0	104,7	106,5	108,2	109,9	111,7	113,3	115,0	116,8	118,5	Гориз.
	70	100,4	101,8	103,3	104,7	106,2	107,6	109,0	110,5	111,9	113,3	Вертик.
		126,6	128,4	130,2	132,0	133,8	135,6	137,5	139,3	141,1	142,9	Гориз.



- 1 – шаровой кран, 2 – двухходовой клапан регулятора теплового потока, 3 – манометр, 4 – термометр
 5 – датчик температуры (термометр сопротивления), 6 – теплообменник, 7 – счетчик воды, 8 – обратный
 9 – насос циркуляционный, 10 – контрольно-спускной кран, 11 – компенсатор (гибкая вставка), 12 – фильтр сетчатый
 13 – датчик-реле давления, 14 – насос повысительный, 15 – клапан предохранительный

