

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»*

УДК 697.34.001

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.

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

Рецензент: Ю. Н. Новик, главный эксперт отдела экспертизы инженерного обеспечения управления экспертизы проектно-сметной документации ДРУП «Госстройэкспертиза по Брестской области»

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Исходные данные и состав курсовой работы	3
2. Выбор системы ГВС и ее конструирование.....	4
3. Определение расчетных расходов воды и теплоты.....	6
4. Гидравлический расчет подающих теплопроводов	8
5. Определение потерь теплоты.....	10
6. Определение циркуляционных расходов воды	11
7. Корректировка гидравлического расчета подающих теплопроводов.....	12
8. Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов	12
9. Пример расчета системы ГВС с полотенцесушителями на циркуляционных стояках	13
10. Пример расчета системы ГВС с посекционно закольцованными стояками с дополнительным циркуляционным стояком	21
11. Монтажная схема системы ГВС квартиры.....	29
Литература	31
Приложения	32

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.

Заключение.

Список использованной литературы.

Графическая часть содержит:

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

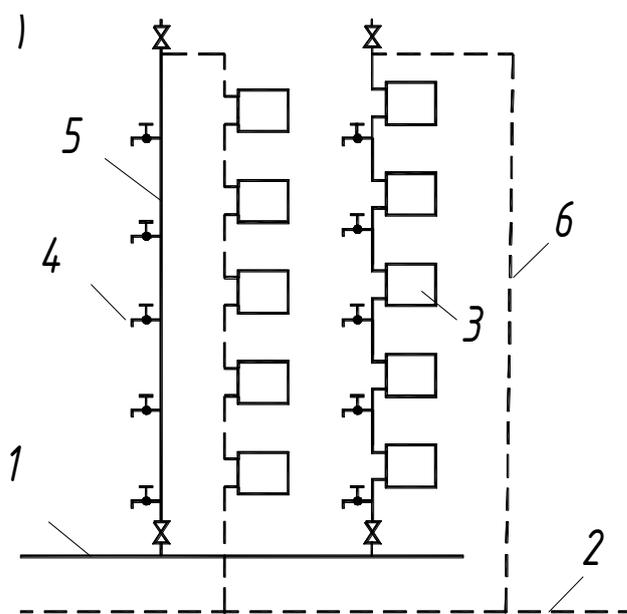
2) аксонометрическая схема теплопроводов системы ГВС с указанием номеров расчетных участков, их длины и диаметров, расходов воды и уклонов, с установкой запорной и водоразборной арматуры, устройств для выпуска воздуха и воды;

3) монтажная схема системы ГВС квартиры.

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 рисунках 2.1, 2.2.

В соответствии с требованиями [1, п. 9.4] 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 рисунке 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, п. 9.22] стояков, как показано на рисунке 2.2 а. Также возможна схема с водоразборно-циркуляционным стояком (рисунок 2.2 б).

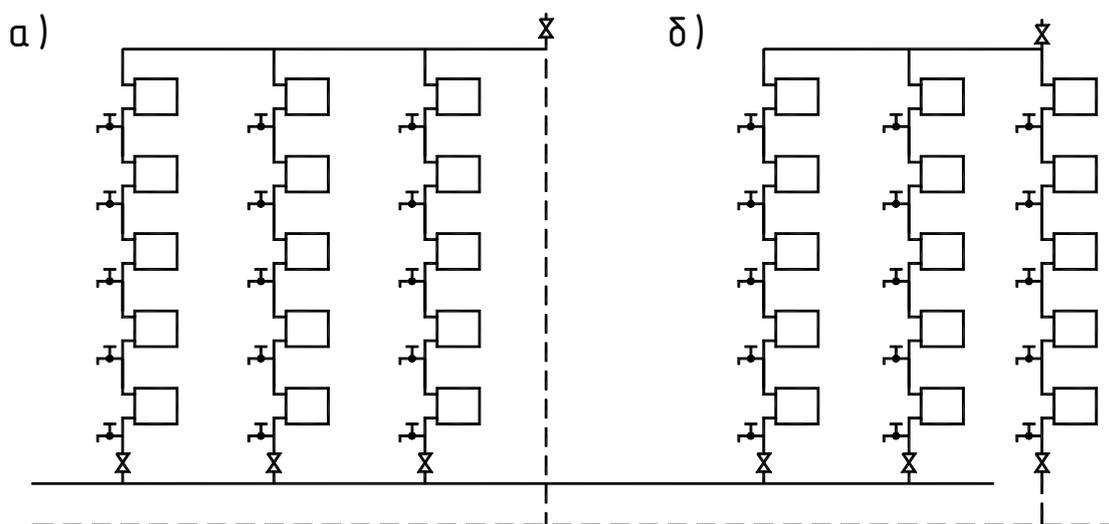


Рисунок.2.2. – Посекционно закольцованные стояки: с дополнительным циркуляционным стояком (а); с водоразборно-циркуляционным стояком (б)

Допускается не закольцовывать водоразборные стояки при протяженности кольцующей 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 (высота установки от уровня чистого пола должна составлять 0,8м [2, п. 6.2.9]) и смеситель для умывальника; на кухне – смеситель для мойки (раковины). В ванных комнатах устанавливаются полотенцесушители. Высота установки полотенцесушителей от уровня чистого пола должна составлять 1,2–1,3м [2, п. 6.2.9].

Для уменьшения потерь теплоты предусматривается изоляция подающих и циркуляционных теплопроводов, а также стояков, кроме подводок к водоразборным приборам [1, п. 9.8]. 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 [1, п. 9.6].

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 [1, п. 9.13].

Для учета расхода воды применяют счетчики расхода воды:

– общедомовой, который устанавливают в закрытых системах теплоснабжения на трубопроводе холодной воды перед водоподогревателем (теплообменником) [1, п. 11];

– квартирные, устанавливаемые на ответвлении от стояка в квартиру, на высоте $0,9 \div 1,5$ м от уровня чистого пола до оси счетчика [2, п. 6.2.13].

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 РАСЧЁТНЫХ 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 таблице 3.1;

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

U – общее число потребителей горячей воды в жилом доме, чел., определяемое из условия, что в однокомнатной квартире живут 2 человека, в 2-х комнатной – 3, в 3-х 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, табл. А.2]

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

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 расчёт подающих трубопроводов внутридомовой системы производят без учёта циркуляционных расходов. Впоследствии, определив циркуляционные расходы, выполняют корректировку гидравлического расчёта 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 $q_{0,hr}^h$, л/ч
Умывальник со смесителем	0,09	40
Мойка со смесителем	0,09	60
Ванна со смесителем	0,18	200

Условный диаметр расчётного 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 из стальных труб) и, вследствие этого, уменьшения диаметров. Скорость движения горячей воды в трубопроводах системы горячего водоснабжения не должна превышать 1,5 м/с [1, п. 10.2.8]. 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

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

где R – удельные потери напора, м/м, принимаемые по данным производителей трубопроводов (прил. 2 методических указаний для стальных труб и прил. 3–5 методических указаний для полимерных труб);

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 таблицу 4.2.

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 % [1, п. 10.2.7]. Увязку производят изменением диаметров труб на отдельных участках.

Таблица 4.2 – Гидравлический расчёт подающих трубопроводов

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N , шт	Вероятность действия P^h	NP^h	Коэффициент α	Расчётный расход q^h , л/с	Диаметр трубопровода D , мм	Скорость воды v , м/с	Длина участка l , м	Удельные потери напора R , м/м	Коэффициент k_1	Потери напора на участке H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

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 теплотери неизолмированными полимерными теплопроводами q^{ht} , Вт/м, принимают по данным производителей трубопроводов в зависимости от наружного диаметра теплопровода d_n , разницы средней температуры воды в системе горячего водоснабжения t_m^h и температуры окружающей среды t_0 (прил. 6, 7 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].

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 ваннах комнатах +25 °С; в каналах, шахтах +23 °С, [3, с. 289].

Удельные теплотери стальными теплопроводами, Вт/м, определяются по формуле

$$q^{ht} = 3,14 \cdot d_n \cdot k \cdot (t_m^h - t_0), \quad (5.2)$$

где d_n – наружный диаметр теплопровода, м, (для стальных трубопроводов по таблице прил. 2 методических указаний);

$k = 11,6$ Вт/(м²°С) – коэффициент теплопередачи неизолмированного стального теплопровода [3, с. 289].

Потери теплоты, Вт, на расчетном участке:

$$Q^{ht} = q^{ht} \cdot l \cdot (1 - \eta), \quad (5.3)$$

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

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

№ 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^{ht} , Вт/м	$1 - \eta$	Потери теплоты стояков Q^{ht} , Вт	Потери теплоты полотенцесушителями Q_n , Вт	Суммарные теплотопотери стояков и полотенцесушителей ΣQ^{ht} , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

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

Циркуляционный расход горячей воды, л/с, в системе

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

где $\beta = 1$ – коэффициент разрегулировки циркуляции;

ΣQ^{ht} – суммарные теплотопотери всеми теплопроводами системы, включая все полотенцесушители, Вт;

Δt – разность температур в подающих теплопроводах системы от водоподогревателя до наиболее удаленной водоразборной точки.

Распределение циркуляционного расхода воды по отдельным участкам и стоякам системы проводят пропорционально потерям теплоты в них методом экстраполяции [1, п. 10.2.5].

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 таблице 7.1.

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 ГВС

$\frac{q^h}{q^{cir}}$	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. 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 % [1, п. 10.2.7]. При невозможности увязки потерь напора путем изменения диаметров теплопроводов на участках циркуляционной сети следует предусматривать установку балансировочной арматуры у основания циркуляционных стояков [1, п. 10.2.5].

Расчет сводят в таблицу 8.1

Таблица 8.1 – 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 , м/м	Коэффициент k_l	Потери напора H^{h}_{cir} , м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

9 ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ГВС С ПОЛОТЕНЦЕСУШИТЕЛЯМИ НА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СТОЯКАХ

ПРИМЕР

Запроектировать закрытую систему ГВС жилого 2-секционного 5-этажного дома (рисунок 9.1). Материал стояков и внутриквартирных теплопроводов – полипропилен; материал магистральных теплопроводов – сталь. Мощность полотенцесушителя 100 Вт, размеры полотенцесушителя в осях 500×500 мм.

РЕШЕНИЕ

Определение расчетных расходов воды и теплоты

Вероятность действия санитарно-технических приборов системы горячего водоснабжения:

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

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:

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

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

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

б) в течение часа максимального потребления

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

Гидравлический расчет подающих теплопроводов

Принимаем к проектированию систему с нижней разводкой по схеме, показанной на рисунке 2.2а с дополнительным циркуляционным стояком. Расстановка стояков, магистралей показана на планах этажа и подвала (рисунки 9.1, 9.2).

Вычерчиваем аксонометрическую схему внутреннего водопровода (рисунок 9.3) 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 9.1 (Расчет произведен для полипропиленовых трубопроводов по таблице прил. 3 методических указаний, для стальных труб по таблице прил. 2 методических указаний).

Расчет сводим в таблицу 9.1.

Разность потерь напора по двум расчетным направлениям (от точки разветвления) через наиболее удаленный водоразборный стояк ($4,91 - 0,75 - 0,4 = 3,76$ м) и ближайший водоразборный стояк здания ($2,79$ м) относительно его теплового ввода не должна превышать 10% – $100 \cdot (3,76 - 2,79) / 3,76 = 25,8$ %. 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 $\Delta P = 3,76 - 2,79 = 0,97 \text{ м} = 9,7 \text{ кПа}$. По требуемому сопротивлению и расходу воды на участке 32-10 по данным каталога изготовителя определяем настройку РБК. В данном случае принимаем настройку «3,5». Перепад давления на РБК при настройке «3,5» составляет $9,14 \text{ кПа} = 0,914 \text{ м}$. Разность потерь напора по двум расчетным направлениям после установки РБК составит $100 \cdot (3,76 - (2,79 + 0,914)) / 3,76 = 1,5$ % < 10 %.

Таблица 9.1 – Гидравлический расчёт подающих трубопроводов

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N, шт	Вероятность действия P^h	NP^h	Коэффициент α	Расчётный расход q^h , л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость воды v, м/с	Длина участка L, м	Удельные потери напора R, м/м	Коэффициент k_1	Потери напора на участке H_1 , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СтТ3-1											
1-2	1	0,01	0,01	0,2	0,18	20x3,4	1,3	1	0,1679	0,5	0,25
2-3	2	0,01	0,02	0,215	0,215	25x4,2	0,975	0,8	0,07743	0,5	0,09
3-4	3	0,01	0,03	0,237	0,237	25x4,2	1,085	5,5	0,09331	0,5	0,77
4-5	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	3	0,13086	0,1	0,43
5-6	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	3	0,16856	0,1	0,56
6-7	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	3	0,06153	0,1	0,20
7-8	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	7	0,07071	0,2	0,59
8-9	30	0,01	0,3	0,534	0,534	25	1,27	1	0,2589	0,2	0,31
9-10	45	0,01	0,45	0,645	0,645	32	0,82	7	0,0638	0,2	0,54
10-11	60	0,01	0,6	0,742	0,742	32	0,94	4	0,0843	0,2	0,40
11-12	120	0,01	1,2	1,071	1,071	32	1,36	3,5	0,1796	0,2	0,75
									Сумма		4,91
СтТ3-2 (СтТ3-3)											
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	5,5	0,9331	0,5	0,77
15-16	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	3	1,3086	0,1	0,43
16-17	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	3	1,6856	0,1	0,56
17-18	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	3	0,6153	0,1	0,20
18-8	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	4,5	0,7071	0,2	0,38
									Сумма		2,69
СтТ3-4											
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	5,3	0,9331	0,5	0,74
29-30	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	3	1,3086	0,1	0,43
30-31	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	3	1,6856	0,1	0,56
31-32	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	3	0,6153	0,1	0,20
32-10	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	4,5	0,7071	0,2	0,38
									Сумма		2,79

Определение потерь теплоты теплопроводами

Расчет потерь теплоты подающими теплопроводами сводим в таблицу 9.2.

Таблица 9.2 – 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 теплоты q_{it}^h , Вт/м	$1 - \eta$	Потери теплоты стояков Q_{it}^h , Вт	Потери теплоты полотенцесушителями Q_n , Вт	Суммарные теплоты стояков и полотенцесушителей ΣQ_{it}^h , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СтТ3-1									
1-4 В	25	3	23	32	20,7	0,2	12	0	12
4-5 В	25	3	23	32	20,7	0,2	12	0	12
5-6 В	25	3	23	32	20,7	0,2	12	0	12
6-7 В	32	3	23	32	25,1	0,2	15	0	15
7-8 В	32	3,5	23	32	25,1	0,2	18	0	18
Г	32	3,5	5	50	51,8	0,2	36	0	36
1-2 В	16	12	23	32	0,2	17,1	41	500	541
Г	16	5	23	32	0,2	21,1	21	0	21
Г	16	4	5	50	0,2	36,3	29	0	29
								$\Sigma =$	696
8-9	33,5	1	5	50	61,0	0,2	12	0	12
9-10	42,3	7	5	50	77,0	0,2	108	0	108
10-11	42,3	4	5	50	77,0	0,2	46	0	62
11-12	42,3	3,5	5	50	77,0	0,2	54	0	54
								$\Sigma =$	236
СтТ3-2 (СтТ3-3)									
7-15 В	25	3	23	32	0,2	20,7	12	0	12
15-16 В	25	3	23	32	0,2	20,7	12	0	12
16-17 В	25	3	23	32	0,2	20,7	12	0	12
17-18 В	32	3	23	32	0,2	25,1	15	0	15
18-8 В	32	3,5	23	32	0,2	25,1	18	0	18
Г	32	1	5	50	0,2	51,8	10	0	10
7-2 В	16	12	23	32	0,2	17,1	41	500	541
Г	16	5	23	32	0,2	21,1	21	0	21
Г	16	1,5	5	50	0,2	36,3	11	0	11
								$\Sigma =$	652
СтТ3-4									
9-29 В	25	3	23	32	0,2	20,7	12	0	12
29-30 В	25	3	23	32	0,2	20,7	12	0	12
30-31 В	25	3	23	32	0,2	20,7	12	0	12
31-32 В	32	3	23	32	0,2	25,1	15	0	15
32-10 В	32	3,5	23	32	0,2	25,1	18	0	18
Г	32	1	5	50	0,2	51,8	10	0	10
9-4 В	16	12	23	32	0,2	17,1	41	500	541
Г	16	5	23	32	0,2	21,1	21	0	21
Г	16	1,5	5	50	0,2	36,3	11	0	11
								$\Sigma =$	652

Определение циркуляционных расходов воды

Циркуляционный расход горячей воды, л/с, в системе

$$q^{cir} = \beta \frac{\Sigma Q^{ht}}{4,2 \cdot 10^3 \cdot \Delta t} = 1 \cdot \frac{(696 + 652 + 652 + 652 + 12 + 108 + 62) \cdot 2 + 54}{4,2 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,136 \text{ л/с} = 0,49 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Циркуляционный расход воды в стояке 1: $q_1^{cir} = 0,136 \cdot \frac{696}{5722} = 0,0165 \text{ л/с}$.

Циркуляционный расход воды в стояках 2,3,4: $q_{2,3,4}^{cir} = 0,136 \cdot \frac{652}{5722} = 0,0155 \text{ л/с}$.

Циркуляционный расход на участке 8–9: $q_{8-9}^{cir} = 0,136 \cdot \frac{12}{5722} = 0,0003 \text{ л/с}$.

Циркуляционный расход на участке 9–10: $q_{9-10}^{cir} = 0,136 \cdot \frac{108}{5722} = 0,0026 \text{ л/с}$.

Циркуляционный расход на участке 10–11: $q_{10-11}^{cir} = 0,136 \cdot \frac{62}{5722} = 0,0015 \text{ л/с}$.

Циркуляционный расход на участке 11–12: $q_{11-12}^{cir} = 0,136 \cdot \frac{54}{5722} = 0,0012 \text{ л/с}$.

Проверка: $(0,0165 + 0,0155 \cdot 3 + 0,0003 + 0,0026 + 0,0015) \cdot 2 + 0,0012 = 0,136 \text{ л/с}$ – 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: $\frac{q^h}{q^{cir}} = \frac{1,071}{0,136} = 7,88 > 2,1$ $k_{cir} = 0$.

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 9.3.

Для гидравлической увязки в основании стояка СтТ4-4 устанавливаем ручной балансировочный клапан (РБК) фирмы ТА марки STAD диаметром 10мм (условный диаметр участка 9–4). Определяем требуемое сопротивление РБК $\Delta P = 1,601 - 1,176 = 0,425 \text{ м} = 4,25 \text{ кПа}$. По требуемому сопротивлению и расходу воды на участке 9–4 по данным каталога изготовителя определяем настройку РБК. В данном случае принимаем настройку «2,2». Перепад давления на РБК при настройке «2,2» составляет $3,28 \text{ кПа} = 0,328 \text{ м}$. Разность потерь напора по двум расчетным направлениям после установки РБК составит $100 \cdot (1,601 - (1,176 + 0,328)) / 1,601 = 6\% < 10\%$.

Таблица 9.3 – 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 , м/м	Коэффициент k_i	Потери напора $H^{h_{cir}}$, м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11–12	3,5	0,136	32	0,173	0,0029	0,2	0,0121	подающий трубопровод
10–11	4	0,068	32	0,088	0,0010	0,2	0,0049	
9–10	7	0,0504	32	0,066	0,0008	0,2	0,0064	
8–9	1	0,0323	25	0,078	0,0027	0,2	0,0033	
7–8	7	0,0165	32x5,4	0,1	0,0004	0,2	0,0034	
6–7	3	0,0165	32x5,4	0,1	0,0004	0,1	0,0013	
5–6	3	0,0165	25x4,2	0,1	0,0011	0,1	0,0036	
4–5	3	0,0165	25x4,2	0,1	0,0011	0,1	0,0036	
1–4	3	0,0165	25x4,2	0,1	0,0011	0,1	0,0036	
1–2	21	0,0165	16x2,7	0,165	0,0072	0,5	0,2274	циркуляционный трубопровод
2–3	1,5	0,0323	16x2,7	0,323	0,0219	0,2	0,0394	
3–4	6,5	0,0504	16x2,7	0,604	0,0473	0,2	0,3692	
4–5	4,5	0,068	16x2,7	0,78	0,0843	0,2	0,4553	
5–6	4	0,136	20x3,4	0,980	0,0973	0,2	0,4672	
						$\Sigma=$	1,601	
11–12	3,5	0,136	32	0,173	0,0029	0,2	0,0122	подающий трубопровод
10–11	4	0,068	32	0,088	0,0010	0,2	0,0048	
32–10	4,5	0,0176	32x5,4	0,1	0,0004	0,2	0,0022	
31–32	3	0,0176	32x5,4	0,1	0,0004	0,1	0,0013	
30–31	3	0,0176	25x4,2	0,1	0,0011	0,1	0,0036	
29–30	3	0,0176	25x4,2	0,1	0,0011	0,1	0,0036	
9–29	3	0,0176	25x4,2	0,1	0,0011	0,1	0,0036	
9–4	18,5	0,0176	16x2,7	0,176	0,008	0,5	0,222	циркуляционный трубопровод
4–5	4,5	0,068	16x2,7	0,780	0,0843	0,2	0,4552	
5–6	4	0,136	20x3,4	0,980	0,0973	0,2	0,4670	
						$\Sigma=$	1,176	
Невязка: $(1,601 - 1,176) / 1,601 \cdot 100 = 26,5 \% > 10 \%$								

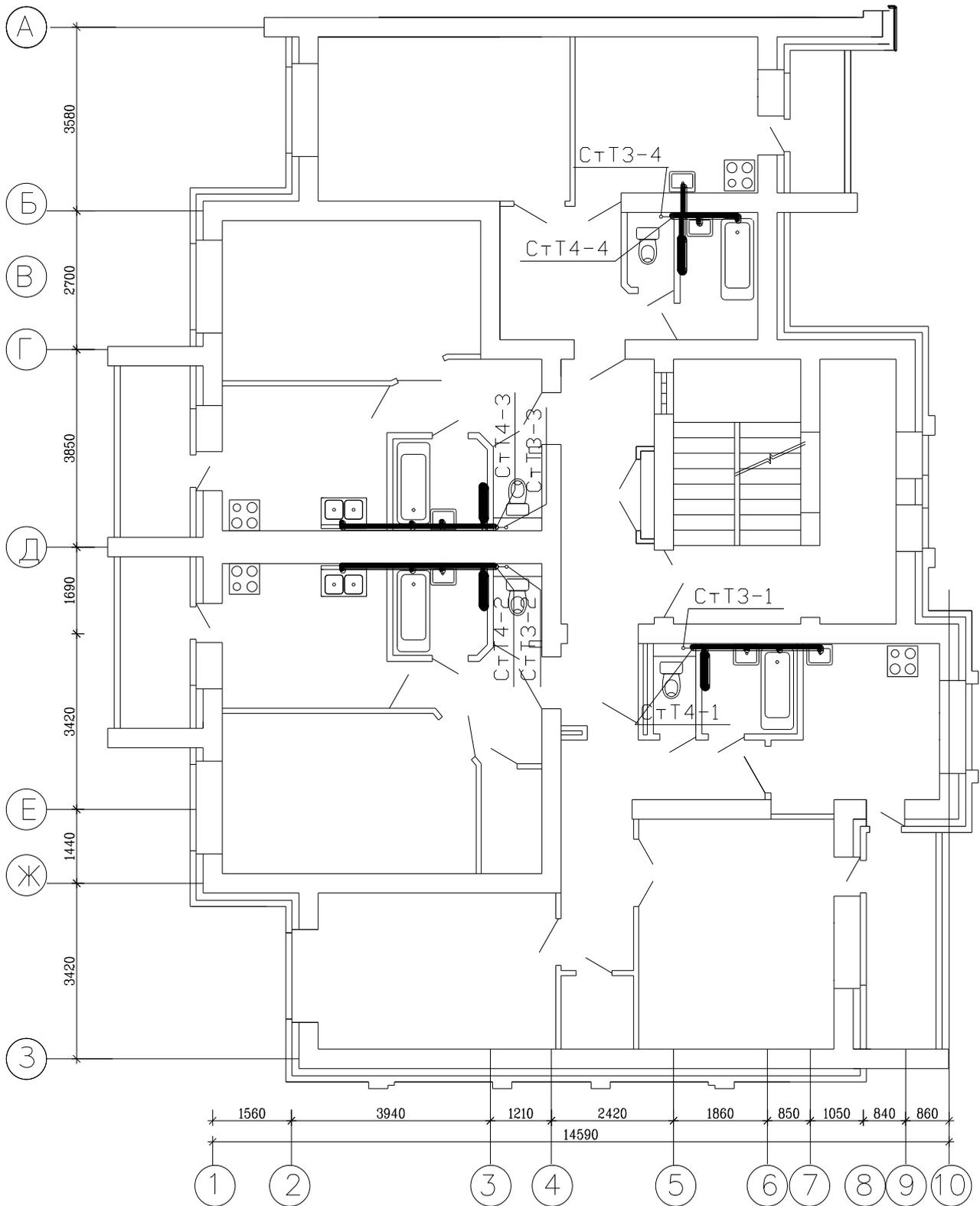


Рисунок 9.1 – План типового этажа с элементами ГВС

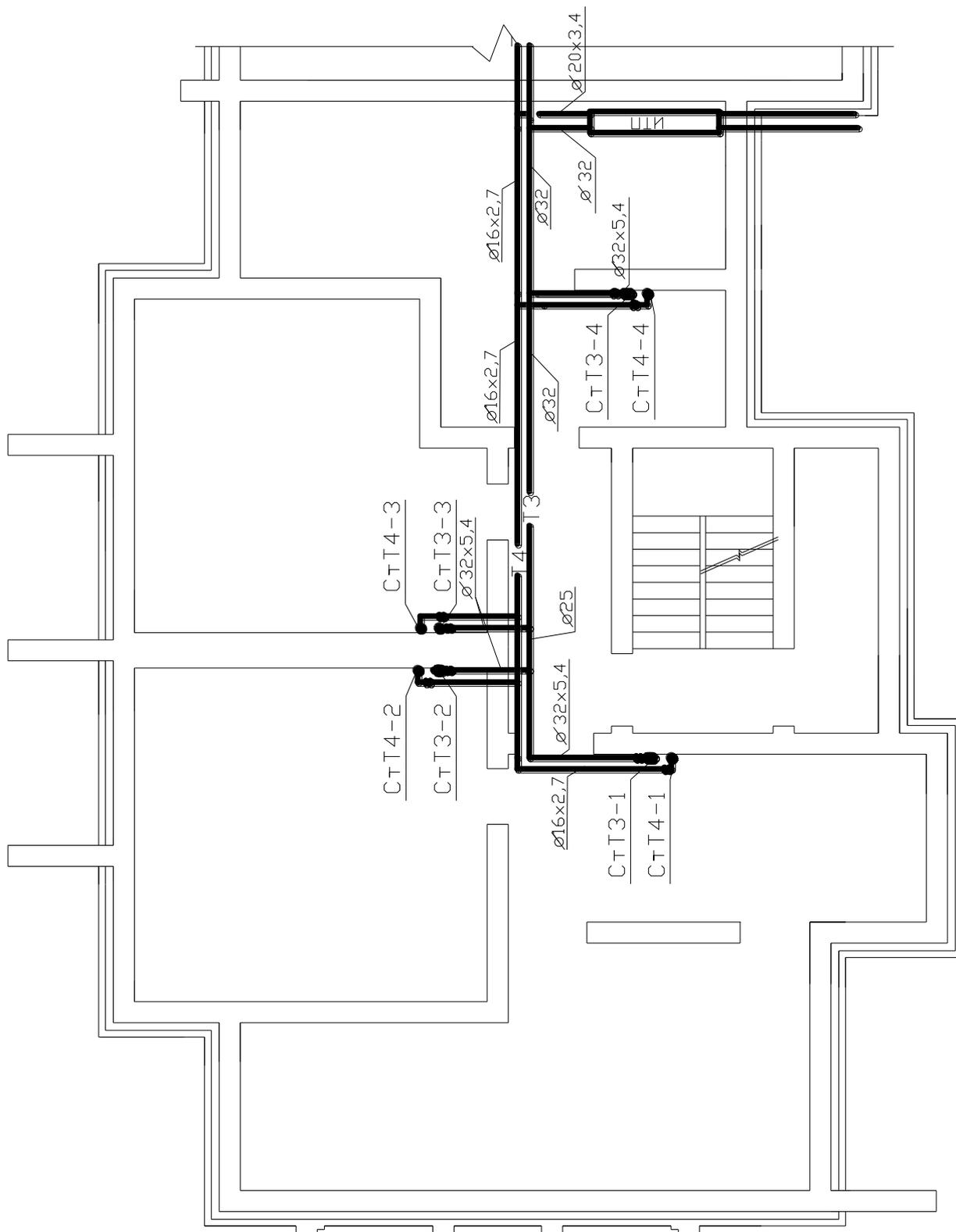


Рисунок 9.2 – План подвала с элементами ГВС

10 ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ГВС С ПОСЕКЦИОННО ЗАКОЛЬЦОВАННЫМИ СТОЯКАМИ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ СТОЯКОМ

ПРИМЕР

Запроектировать закрытую систему ГВС жилого 2-секционного 5-этажного дома (рисунок 10.1). Материал стояков и внутриквартирных теплопроводов – полипропилен; материал магистральных теплопроводов – сталь. Мощность полотенцесушителя 100 Вт, размеры полотенцесушителя в осях 500×500 мм.

РЕШЕНИЕ

Определение расчетных расходов воды и теплоты

Вероятность действия санитарно-технических приборов системы горячего водоснабжения

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

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

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

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 рисунке 2.2а с дополнительным циркуляционным стояком. Расстановка стояков, магистралей показана на планах этажа, подвала и чердака (рисунки 10.1-10.3).

Вычерчиваем аксонометрическую схему внутреннего водопровода (рисунок 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. 3 методических указаний, для стальных труб по таблице прил. 2 методических указаний).

Расчет сводим в таблицу 10.1.

Разность потерь напора по двум расчетным направлениям (от точки разветвления) через наиболее удаленный водоразборный стояк ($7,06 - 0,75 - 0,4 = 5,91$ м) и ближайший водоразборный стояк здания ($4,89$ м) относительно его теплового ввода не должна превышать 10 % – $100 \cdot (5,91 - 4,89) / 5,91 = 17,3$ %. 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 $\Delta P = 5,91 - 4,89 = 1,02$ м = 10,2 кПа. По требуемому сопротивлению и расходу воды на участке 32–10 по данным каталога изготовителя определяем настройку РБК. В данном случае принимаем настройку «3,5». Перепад давления на РБК при настройке «3,5» составляет 9,14 кПа = 0,914 м. Разность потерь напора по двум расчетным направлениям после установки РБК составит $100 \cdot (5,91 - (4,89 + 0,914)) / 5,91 = 1,8$ % < 10 %.

Таблица 10.1 – Гидравлический расчёт подающих трубопроводов

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N, шт	Вероятность действия P^h	NP^h	Коэффициент α	Расчётный расход q^h , л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость воды v, м/с	Длина участка l, м	Удельные потери напора R, м/м	Коэффициент k_1	Потери напора на участке H, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СтТЗ-1											
1–2	1	0,01	0,01	0,2	0,18	20x3,4	1,3	1	0,1679	0,5	0,25
2–3	2	0,01	0,02	0,215	0,215	25x4,2	0,975	0,8	0,07743	0,5	0,09
3–4	3	0,01	0,03	0,237	0,237	25x4,2	1,085	7,5	0,09331	0,5	1,05
4–5	6	0,01	0,06	0,289	0,289	25x4,2	1,345	5	0,13086	0,5	0,98
5–6	9	0,01	0,09	0,331	0,331	25x4,2	1,524	5	0,16856	0,5	1,26
6–7	12	0,01	0,12	0,367	0,367	32x5,4	1,001	5	0,06153	0,5	0,46
7–8	15	0,01	0,15	0,399	0,399	32x5,4	1,097	9	0,07071	0,5	0,95
8–9	30	0,01	0,3	0,534	0,534	25	1,27	1	0,2589	0,2	0,31
9–10	45	0,01	0,45	0,645	0,645	32	0,82	7	0,0638	0,2	0,54
10–11	60	0,01	0,6	0,742	0,742	32	0,94	4	0,0843	0,2	0,40
11–12	120	0,01	1,2	1,071	1,071	32	1,36	3,5	0,1796	0,2	0,75
									Сумма		7,06

Продолжение таблицы 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СтТЗ-2 (СтТЗ-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
СтТЗ-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

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 теплотери q^h , Вт/м	$1 - \eta$	Потери теплоты стоек Q_{st}^h , Вт	Потери теплоты полотенецшителями Q_n , Вт	Суммарные теплотери стоек и полотенецшителей ΣQ_{st}^h , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СтТЗ-1									
1-4 В	25	2,5	23	32	20,7	0,2	10	100	110
Г	25	1	23	32	25,2	0,2	5	0	5
4-5 В	25	2,5	23	32	20,7	0,2	10	100	110
Г	25	1	23	32	25,2	0,2	5	0	5
5-6 В	25	2,5	23	32	20,7	0,2	10	100	110
Г	25	1	23	32	25,2	0,2	5	0	5
6-7 В	32	2,5	23	32	25,1	0,2	13	100	113
Г	32	1	23	32	30,4	0,2	6	0	6
7-8 В	32	3	23	32	25,1	0,2	15	100	115
Г	32	4,5	5	50	51,8	0,2	47	0	47
								$\Sigma =$	626
8-9	33,5	1	5	50	61,0	0,2	12	0	12
9-10	42,3	7	5	50	77,0	0,2	108	0	108
10-11	42,3	4	5	50	77,0	0,2	62	0	62
11-12	42,3	3,5	5	50	77,0	0,2	54	0	54
								$\Sigma =$	236

Продолжение таблицы 10.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СтТЗ-2 (СтТЗ-3)									
8–15 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									
7–29 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

Определение циркуляционных расходов воды

Циркуляционный расход горячей воды, л/с, в системе

$$q^{cir} = \beta \frac{\Sigma Q^{ht}}{4,2 \cdot 10^3 \cdot \Delta t} = 1 \cdot \frac{(626 + 601 + 601 + 601 + 12 + 108 + 62) \cdot 2 + 54}{4,2 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,126 \text{ л/с} = 0,454 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Циркуляционный расход воды в стояке 1: $q_1^{cir} = 0,126 \cdot \frac{626}{5276} = 0,0149 \text{ л/с}.$

Циркуляционный расход воды в стояках 2,3,4: $q_{2,3,4}^{cir} = 0,126 \cdot \frac{601}{5276} = 0,0143 \text{ л/с}.$

Циркуляционный расход на участке 8–9: $q_{8-9}^{cir} = 0,126 \cdot \frac{12}{5276} = 0,0003 \text{ л/с}.$

Циркуляционный расход на участке 9–10: $q_{9-10}^{cir} = 0,126 \cdot \frac{108}{5276} = 0,0026 \text{ л/с}.$

Циркуляционный расход на участке 10–11: $q_{10-11}^{cir} = 0,126 \cdot \frac{62}{5276} = 0,0016 \text{ л/с}.$

Циркуляционный расход на участке 11–12: $q_{11-12}^{cir} = 0,126 \cdot \frac{54}{5276} = 0,0014 \text{ л/с}.$

Проверка: $(0,0149 + 0,0143 \cdot 3 + 0,0003 + 0,0026 + 0,0016) \cdot 2 + 0,0014 = 0,126 \text{ л/с}$ – 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: $\frac{q^h}{q^{cir}} = \frac{1,071}{0,126} = 8,5 > 2,1$ $k_{cir} = 0$.

Таким образом, $q^{h,cir} = q^h = 1,071$ 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 , м/м	Коэффициент k_t	Потери напора $H^{h,cir}$, м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11–12	3,5	0,126	32	0,161	0,0025	0,2	0,0105	подающий трубопровод
10–11	4	0,063	32	0,082	0,0009	0,2	0,0045	
9–10	7	0,0464	32	0,060	0,0007	0,2	0,0058	
8–9	1	0,0295	25	0,071	0,0025	0,2	0,0030	
7–8	9	0,0149	32x5,4	0,1	0,0004	0,5	0,0054	
6–7	5	0,0149	32x5,4	0,1	0,0004	0,5	0,0030	
5–6	5	0,0149	25x4,2	0,1	0,0011	0,5	0,0083	
4–5	5	0,0149	25x4,2	0,1	0,0011	0,5	0,0083	
1–4	5	0,0149	25x4,2	0,1	0,0011	0,5	0,0083	
1–2	6,5	0,0149	16x2,7	0,149	0,0061	0,2	0,0478	циркуляционный трубопровод
2–3	1	0,0295	16x2,7	0,295	0,0191	0,2	0,0229	
3–4	0,7	0,0464	16x2,7	0,564	0,0415	0,2	0,0349	
4–5	26,3	0,063	16x2,7	0,730	0,0736	0,2	2,3234	
5–6	4	0,126	20x3,4	0,930	0,0744	0,2	0,3573	
						$\Sigma =$	2,843	
11–12	3,5	0,126	32	0,161	0,0025	0,2	0,0105	подающий трубопровод
10–11	4	0,063	32	0,082	0,0009	0,2	0,0045	
32–10	6,5	0,0166	32x5,4	0,1	0,0004	0,5	0,0039	
31–32	5	0,0166	32x5,4	0,1	0,0004	0,5	0,0030	
30–31	5	0,0166	25x4,2	0,1	0,0011	0,5	0,0083	
29–30	5	0,0166	25x4,2	0,1	0,0011	0,5	0,0083	
7–29	5	0,0166	25x4,2	0,1	0,0011	0,5	0,0083	
7–4	11	0,0166	16x2,7	0,166	0,0073	0,2	0,0964	циркуляционный трубопровод
4–5	26,3	0,063	16x2,7	0,730	0,0736	0,2	2,3234	
5–6	4	0,126	20x3,4	0,930	0,0744	0,2	0,3573	
						$\Sigma =$	2,824	
Невязка: $(2,843 - 2,824) / 2,843 \cdot 100 = 0,7 \% < 10 \%$								

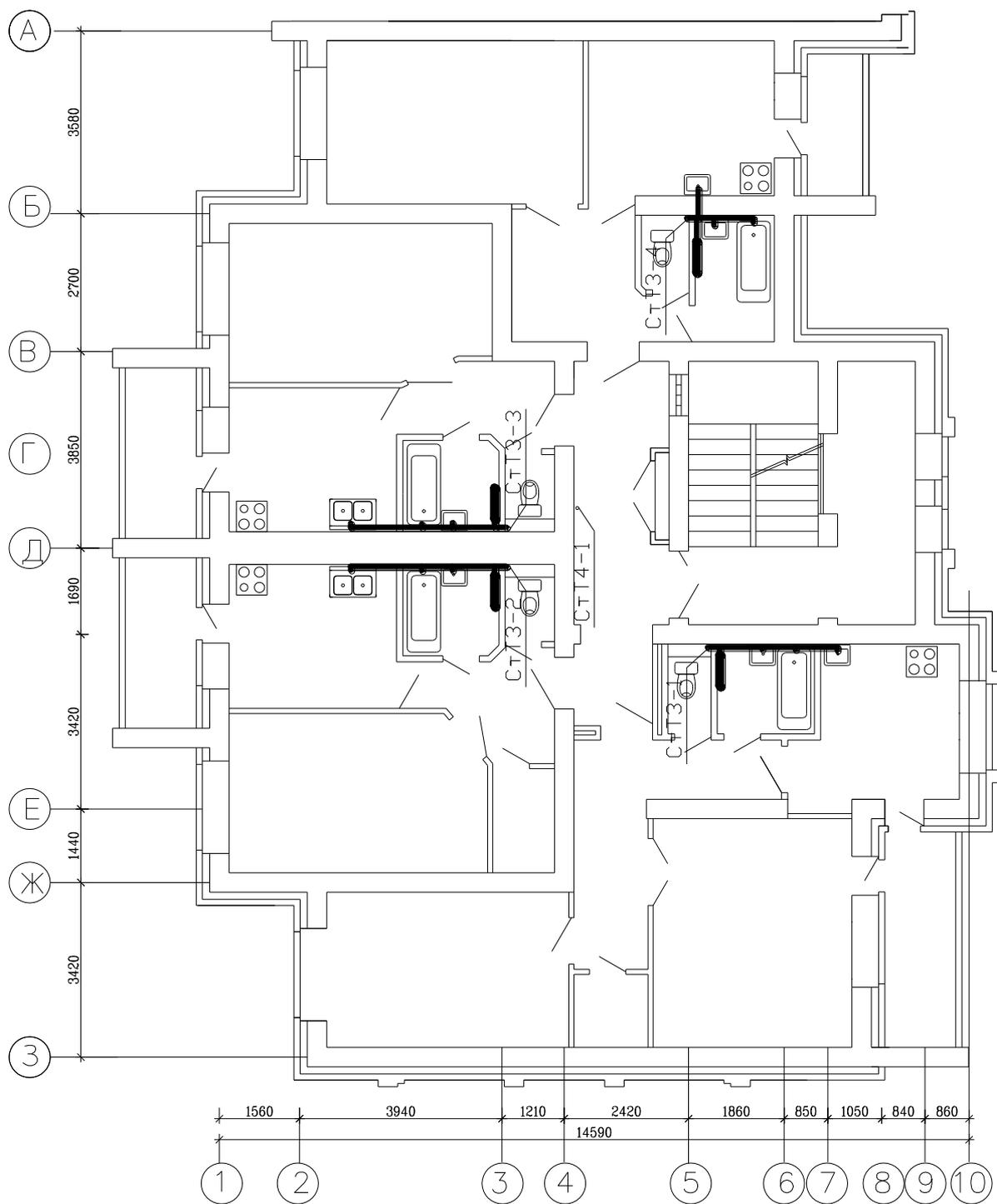


Рисунок 10.1 – План типового этажа с элементами ГВС

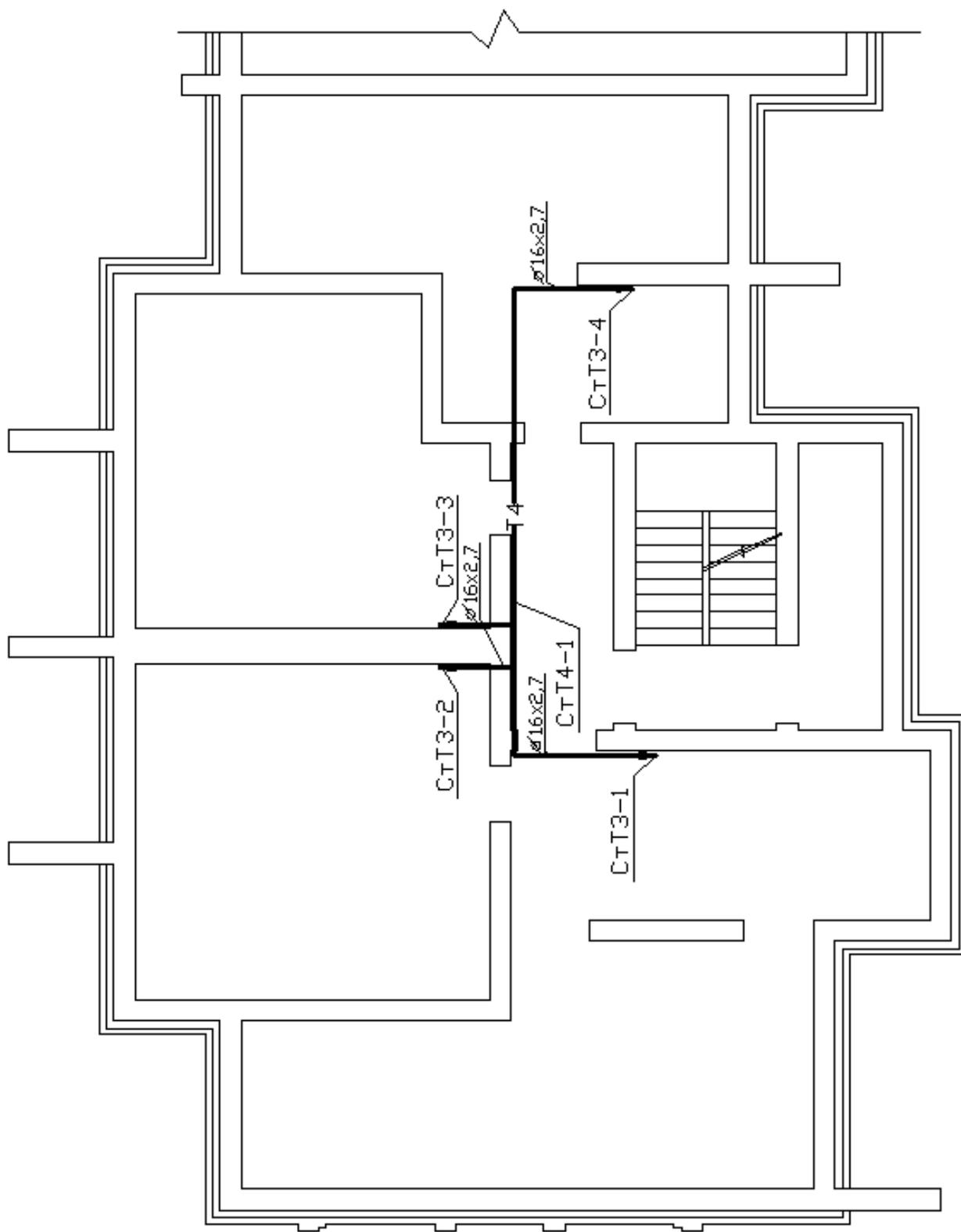


Рисунок 10.2 – План чердака с элементами ГВС

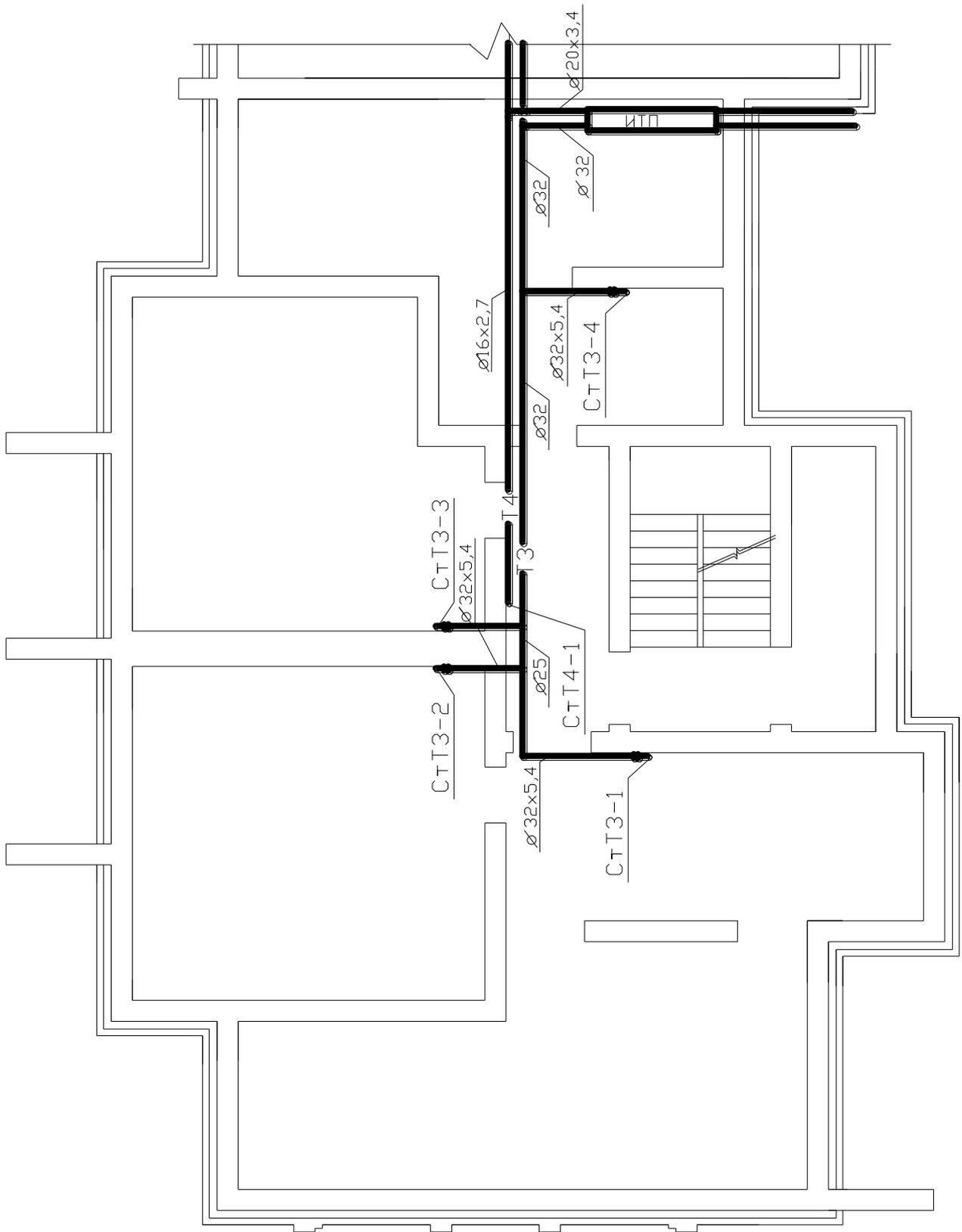


Рисунок 10.3 – План подвала с элементами ГВС

11 МОНТАЖНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ГВС КВАРТИРЫ

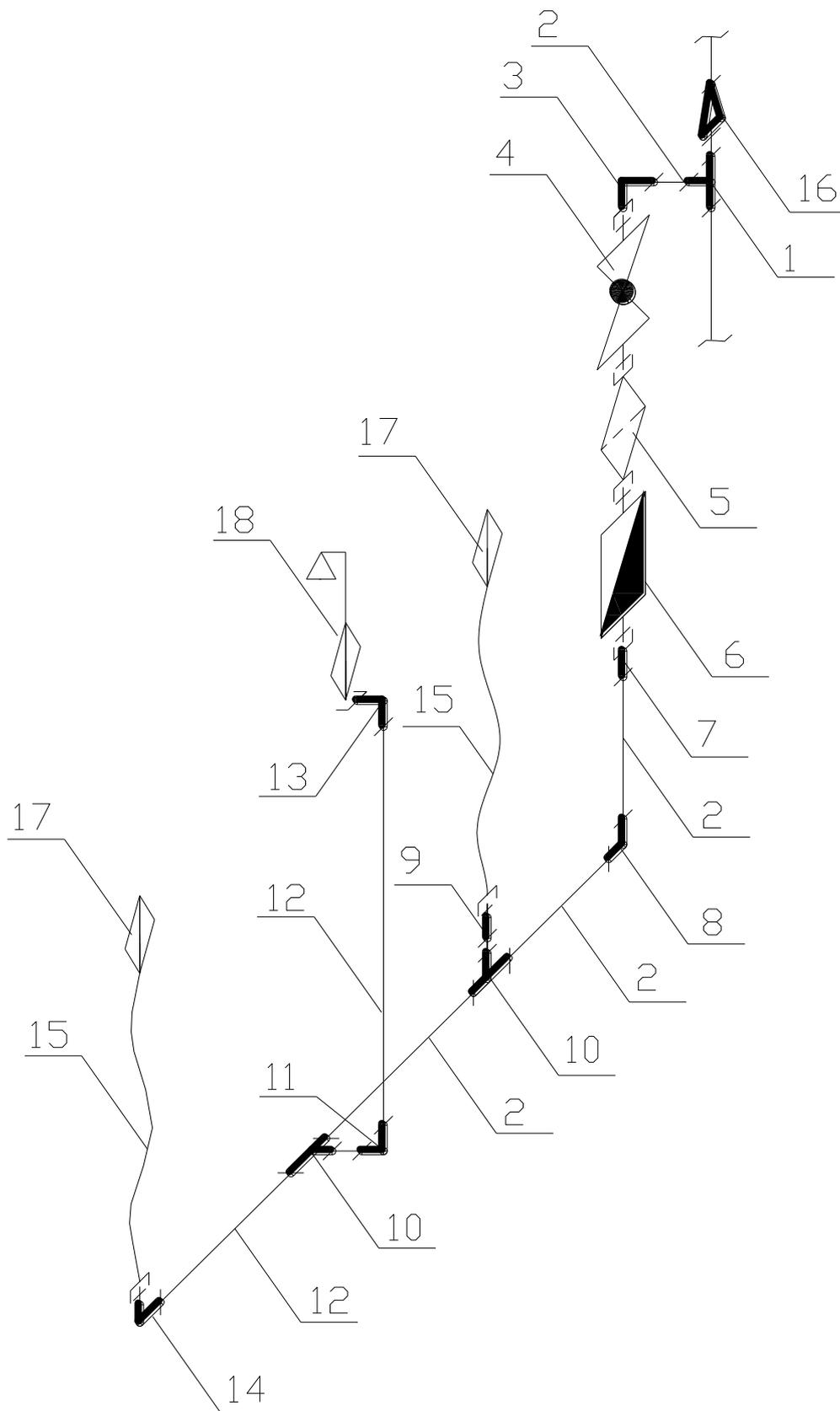


Рисунок 11.1 – Монтажная схема системы ГВС квартиры

ПОЗИЦИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	ТИП, МАРКА ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА, ОПРОСНОГО ЛИСТА	КОД ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗДЕЛИЯ, МАТЕРИАЛА	ЗАВОД-ПОСТАВЩИТЕЛЬ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	КОЛИЧЕСТВО
1	2	3	4	5	6	7
	<u>ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ</u>					
	<u>ОБОРУДОВАНИЕ</u>					
6	СЧЕТЧИК ВОДЫ	ЕТ-Н		БЕЛЮС-НЕР	шт.	1
17	СМЕСИТЕЛЬ			ЛЕДЕНЕ	шт.	2
18	СМЕСИТЕЛЬ С ДИШЕВОЙ СЕТКОЙ			ЛЕДЕНЕ	шт.	1
	<u>АРМАТУРА</u>					
4	КРАН ШАРОВЫЙ Ø15	КЕ-250	400061	SLOVARM	шт.	1
5	ВЫЛЪП Ø15	К-508	400301	SLOVARM	шт.	1
	<u>ТРУБОПРОВОДЫ</u>					
12	ТРУБЫ ПЛАМПОП/ЕНОЗЫЕ Ø20x3,4	PNB0	04000320	KAN-term	м	3
2	ТРУБЫ ПЛАМПОП/ЕНОЗЫЕ Ø25x4,2	PNB0	04000325	KAN-term	м	3
2	ТРУБЫ ПЛАМПОП/ЕНОЗЫЕ Ø32x5,4	PNB0	04000332	KAN-term	м	0,1
	<u>ФИТИНГИ</u>					
1	ТРОНИК РЕДУЦИОННЫЙ Ø25/Ø20		04105034	KAN-term	шт.	1
3	ОТВОД Ø25 С РЕЗЬБОМ ВНУТРЕННЕЙ 1/2"		04104425	KAN-term	шт.	1
7	МАРТА Ø25 С РЕЗЬБОЙ ВНУТРЕННЕЙ 1/2"		04103225	KAN-term	шт.	1
8	ОТВОД 90° Ø25		04104025	KAN-term	шт.	1
9	МАРТА Ø20 С РЕЗЬБОЙ НАРУЖНОЙ 1/2"		04103220	KAN-term	шт.	1
10	ТРОНИК РЕДУЦИОННЫЙ Ø25/Ø20		04105025	KAN-term	шт.	2
11	ОТВОД 90° Ø20		04104020	KAN-term	шт.	1
13	ОТВОД ФИКСИРУЕМЫЙ С УШКАМИ С РЕЗЬБОЙ ВНУТР. (КРЕЗДО ДЛЯ КРАНА) Ø20		04104420	KAN-term	шт.	1
14	ОТВОД Ø20 С РЕЗЬБОЙ НАРУЖНОЙ 1/2"		04104520	KAN-term	шт.	1
16	ПЕРЕХОДНИК Ø22/Ø25		04103033	KAN-term	шт.	1
15	ПЬЕЖИЯ ШАНГ				м	2

Рисунок 11.2 – Спецификация оборудования

Литература

1. Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий : СН 4.01.03-2019. – Минск, 2020.
2. Монтаж внутренних инженерных систем зданий и сооружений : СП 1.03.02-2020. – Минск, 2020.
3. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б. М. Хрусталева. – М. : АСВ, 2007. – 784 с.

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 (NP_{hr})	α (α_{hr})								
<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 приложения 1

NP (NP_{hr})	α (α_{hr})								
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	29.89	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

Скорости движения воды v , м/с (числитель) и удельные потери напора
в трубах R , мм/м (знаменатель) с учетом зарастания

Расход воды, л/с	Условный диаметр, мм										
	Наружный диаметр *, мм										
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	21,3	26,8	33,5	42,3	48,0	60,0	76,0	89,0	108,0	133,0	159,0
0,1	0,87 294,8	0,42 38,1	0,24 8,5	0,13 1,5	—	—	—	—	—	—	—
0,15	1,31 663,2	0,63 87,2	0,36 20,25	0,19 3,43	0,14 1,56	—	—	—	—	—	—
0,2	1,74 1179,1	0,84 154,9	0,48 36	0,25 6,1	0,19 2,76	0,11 0,61	—	—	—	—	—
0,25	2,18 1842,3	1,05 242,1	0,6 56,25	0,32 9,5	0,24 4,31	0,14 0,96	—	—	—	—	—
0,3	—	1,26 338,7	0,72 81	0,38 13,1	0,28 6,21	0,16 1,38	—	—	—	—	—
0,4	—	1,68 619,9	0,96 144	0,51 22,4	0,38 11,04	0,22 2,45	—	—	—	—	—
0,5	—	2,1 968,6	1,19 225	0,63 38,1	0,47 17,25	0,27 3,8	—	—	—	—	—
0,6	—	2,52 1443,1	1,43 324	0,76 54,9	0,57 24,85	0,32 5,52	—	—	—	—	—
0,7	—	—	1,67 417,2	0,89 74,7	0,66 33,82	0,38 7,51	0,23 1,94	0,16 0,69	—	—	—
0,8	—	—	1,91 545	1,01 97,6	0,76 44,17	0,43 9,81	0,26 2,53	0,18 0,9	0,1 0,2	—	—
0,9	—	—	2,14 689,7	1,14 123,5	0,85 55,91	0,49 12,42	0,29 3,4	0,2 1,14	0,114 0,26	—	—
1	—	—	2,39 851,5	1,27 152,5	0,95 69,02	0,54 15,33	0,33 3,96	0,22 1,4	0,13 0,32	—	—
1,5	—	—	—	1,9 343,2	1,42 155,29	0,81 34,5	0,49 8,9	0,33 3,16	0,19 0,71	—	—
2	—	—	—	—	1,89 276,01	1,08 61,32	0,65 15,82	0,45 5,62	0,254 1,27	—	—
2,5	—	—	—	—	2,4 431,4	1,35 95,81	0,82 24,73	0,56 8,78	0,32 1,98	0,2 0,58	0,14 0,22
3	—	—	—	—	—	1,62 137,97	0,98 35,6	0,67 12,64	0,38 2,85	0,24 0,83	0,17 0,32
3,5	—	—	—	—	—	1,88 187,79	1,15 48,46	0,78 17,2	0,45 3,88	0,28 1,14	0,2 0,44
4	—	—	—	—	—	2,17 245,28	1,31 63,3	0,89 22,46	0,51 5,07	0,32 1,49	0,22 0,57
5	—	—	—	—	—	—	1,64 98	1,11 35,1	0,64 7,93	0,4 2,33	0,28 0,89
7	—	—	—	—	—	—	2,29 193,8	1,56 68,8	0,89 15,5	0,56 4,57	0,39 1,75

* стальные водогазопроводные условным диаметром 10–50 мм; электросварные условным диаметром 65–500 мм.

Приложение 3

Таблица для гидравлического расчета
полипропиленовых труб PN20 фирмы Wavin

Q л/с	температура воды = 50 °С													
	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		

1кПа = 1·10⁻¹М.В.СТ

Приложение 4

Таблица для гидравлического расчета
полиэтиленовых труб РЕХ-а фирмы Уроног

Q л/с	температура воды = 60 °С													
	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

1 даПа = 1 · 10⁻³ м.в.ст.

Приложение 5

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

V м/с	температура воды = 60 °С									
	14x2 мм		16x2 мм		18x2 мм		20x2.5 мм		25x2.5 мм	
	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	2,03	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 5

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

V м/с	температура воды = 60 °С							
	32x3 мм		40x4мм		50x4,5 мм		63x6 мм	
	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

1гПа = 1·10⁻²М.В.ст.

Приложение 6

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

Размер	Разница между температурой теплоносителя и воздуха, °С							Расположе- ние
	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 7

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

D_H	$\Delta T = T_{\text{теп}} - T_{\text{возд}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Положение	
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	44,810	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 7

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

$D_{\text{н}}$	$\Delta T = T_{\text{теп}} - T_{\text{возд}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Положе- ние	
32	20	18,37	19,29	20,20	21,13	22,04	22,96	23,88	24,80	25,71	26,62	Вертик.	
		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.	

Учебное издание

Составители:

*Новосельцева Дина Владимировна
Новосельцев Владимир Геннадьевич*

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»*

Ответственный за выпуск: Новосельцева Д. В.

Редактор: Митлошук М. А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.

Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 02.02.2022 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 3,02. Уч. изд. л. 3,25. Заказ № 1469. Тираж 19 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

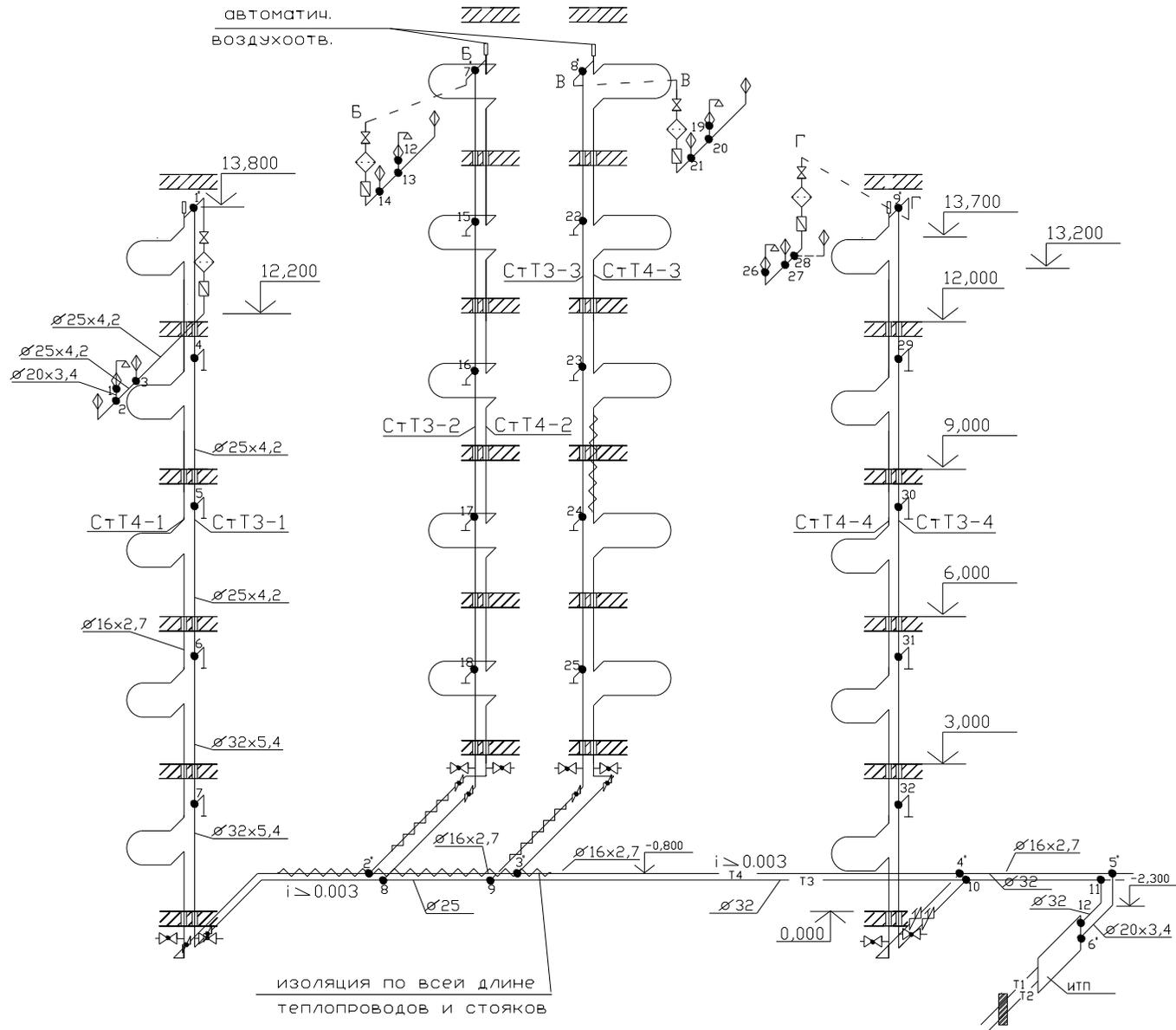


Рисунок 9.3 – Аксонометрическая схема системы ГВС с полотенцесушителями на циркуляционных стояках

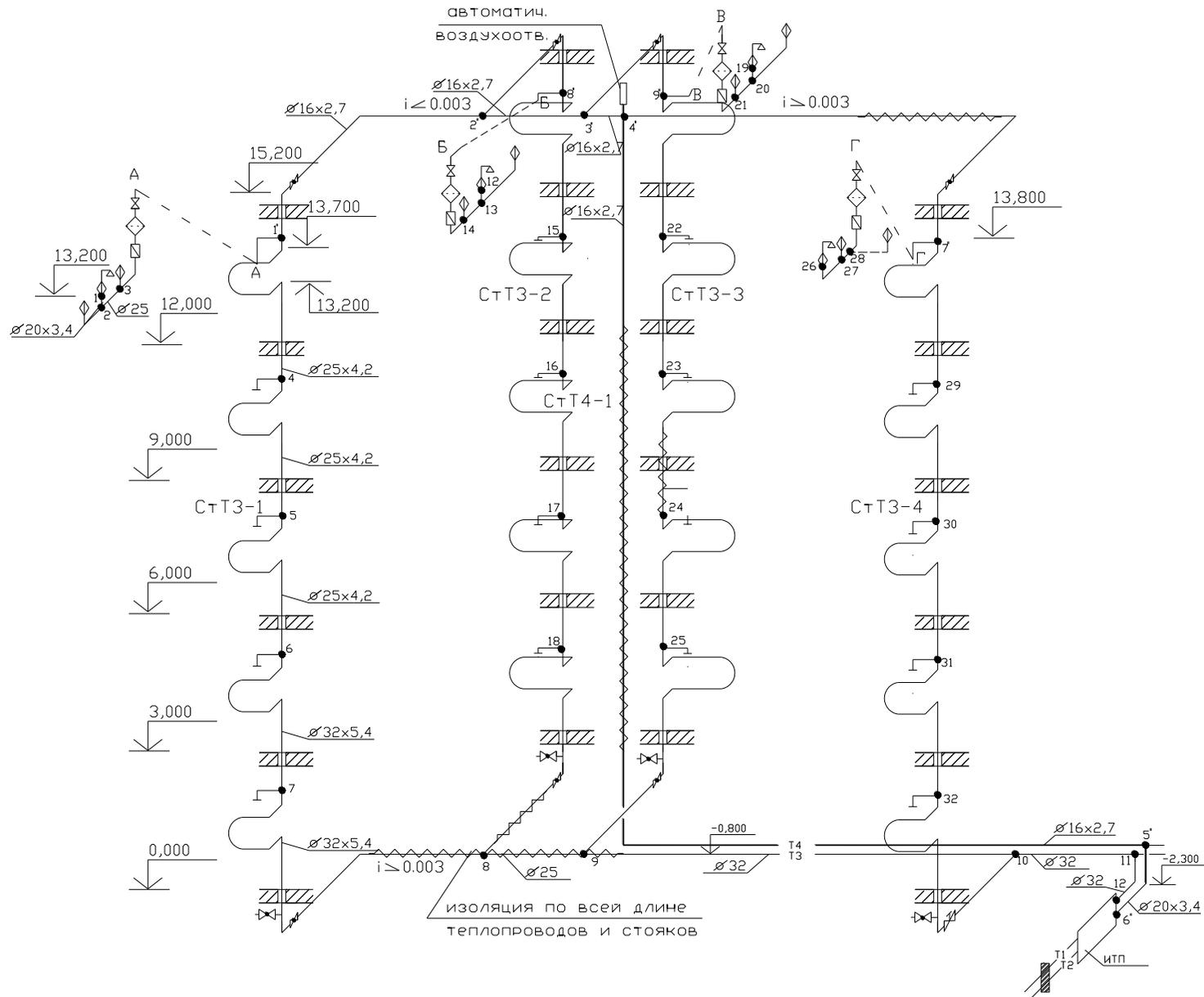


Рисунок 10.4 – Аксонометрическая схема системы ГВС с посекционно закольцованными стояками