

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоэнергетики

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к расчётно-графической работе
«Расчёт системы горячего водоснабжения жилого дома»
по дисциплине Б3.В7 «Централизованное теплоснабжение» для
студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство»
профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция»

КАЗАНЬ
2015

Составитель: Г. М. Ахмерова

УДК 697.34 (075,8)

ББК 38.76

A95 Методические указания к расчётно-графической работе «Расчёт системы горячего водоснабжения жилого дома» по дисциплине БЗ.В7 «Централизованное теплоснабжение» для студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство» профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ Сост.: Г.М. Ахмерова. Казань: КГАСУ, 2015. – 34 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета.

В методических указаниях даны рекомендации по расчёту и проектированию централизованных систем горячего водоснабжения жилого дома, порядок оформления, таблицы гидравлического расчёта. В приложениях приведены данные, необходимые для проектирования. Рассмотрен пример расчёта централизованного горячего водоснабжения жилого дома.

Методические указания предназначены для бакалавров профиля подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция» и специалистов по теплоснабжению.

Рецензент: генеральный директор ПКФ «Альбион», ктн, доцент кафедры ТГВ КГАСУ Волков В.Н.

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2015
© Г. М. Ахмерова 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Определение расчётных расходов горячей воды.....	5
2. Гидравлический расчет подающих трубопроводов горячей воды	6
3. Циркуляционные расходы в системе горячего водоснабжения	6
4. Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов.....	8
<i>Приложение 1.</i> Норма расхода воды потребителями.....	10
<i>Приложение 2.</i> Значения коэффициентов α (α_{hr}) при P (P_{hr}) $\leq 0,1$ и любом числе N , а также при P (P_{hr}) $\leq 0,1$ и числе $N > 200$	11
<i>Приложение 3.</i> Гидравлический расчёт стальных труб систем горячего водоснабжения (с учётом зарастания в процессе эксплуатации).....	13
<i>Приложение 4.</i> Потери теплоты трубами секционных узлов.....	16
<i>Приложение 5.</i> Расходы воды и стоков санитарными приборами.....	18
<i>Приложение 6.</i> Значения коэффициента k_{cir} для систем горячего водоснабжения.....	18
<i>Приложение 7.</i> Пример расчёта централизованного горячего водоснабжения жилого дома.....	19
Литература.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Благоустройство и комфортабельность зданий во многом определяется системами холодного и горячего водоснабжения, без которых невозможна нормальная жизнь и производственная деятельность людей.

Работа систем горячего водоснабжения связана с потреблением больших расходов воды, теплоты и электроэнергии. Поэтому обеспечение их рациональной и экономичной работы является актуальной задачей.

Цель методических указаний – ознакомить студентов с комплексом вопросов, связанных с устройством и проектированием систем горячего водоснабжения. Пояснить основные положения и дать направление самостоятельной работе студента в процессе выполнения РГР.

Работа состоит из расчётно-пояснительной записки и графической части.

Состав расчётно-графической работы

Расчётно-пояснительная записка оформляется на листах (297x210 мм) в соответствии с ЕСКД, в начале записки помещают титульный лист установленного образца. Пояснительная записка включает: задание и его данные, введение, в котором излагается обоснование принятых решений по работе и характеристика объекта; необходимые расчёты с пояснениями в соответствии с разделами и указанием литературы и формул, содержащихся в методических указаниях; список использованной литературы.

Расчётная часть должна содержать следующие разделы:

- Описание системы централизованного горячего водоснабжения для жилого дома, схемы системы ГВ, конструкций сетей горячего водоснабжения.
- Определение расчётных расходов горячей воды.
- Гидравлический расчёт подающих трубопроводов горячей воды.
- Гидравлический расчёт циркуляционных трубопроводов.
- Список использованной литературы.

Графическая часть включает:

1. План типового этажа с нанесением стояков, подводки к стоякам, водоразборных приборов, полотенцесушителей.
2. План подвала здания с нанесением разводящих и циркуляционных трубопроводов горячего водоснабжения и указанием диаметров участков.
3. Схему внутридомовой системы горячего водоснабжения с указанием смесителей, полотенцесушителей, номеров участков, диаметров труб и номеров стояков.
4. Детали узлов трубопроводов.
5. Спецификацию на оборудование и трубопроводы.

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ РАСХОДОВ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

По плану определяют общую площадь этажа здания, затем по числу этажей рассчитывают общую площадь здания F . На одного жителя приходится $f=14,5 \text{ м}^2$ общей площади.

Количество потребителей горячей воды в доме

$$U = \frac{F}{f}, \quad \text{чел.} \quad (1.1)$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке следует определять по формуле (2) [1]:

$$q^h = 5 \cdot q_o^h \cdot \alpha, \quad \text{л/с} \quad (1.2)$$

где q_o^h – секундный расход воды водоразборной арматурой (прибором), л/с, прил.1

α – коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N на расчётном участке сети и вероятности их действия P прил. 2 или прил.4, табл.2 [1].

Вероятность действия санитарно-технических приборов на участке сети надлежит определять по формуле

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_o^h \cdot N \cdot 3600}, \quad (1.3)$$

где $q_{hr,U}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/час прил 1 или прил.3 [1];

N – число приборов;

U – число водопотребителей.

Диаметры трубопроводов подбирают по прил.3 при известном расходе воды и допускаемой скорости воды в разводящих трубах до 1,5 м/с и подводках к приборам – не более 2,5 м/с (с учётом зарастания труб). По расходу воды и подобранным диаметрам труб находят фактическую скорость воды и фактические удельные потери давления на трение на участках (прил.3). Диаметры трубопроводов на стояке принимают неизменными по стояку. Результаты записывают в таблицу 1.

Таблица I

Секундные расходы воды

№ участка	P^h	N	$N \cdot P^h$	α	q^h , л/с	d_y , мм	V , м/с	i , па/м
-----------	-------	-----	---------------	----------	-------------	------------	-----------	------------

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ПОДАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Расчёт подающих трубопроводов ведут по отдельным участкам. Потери давления в трубопроводах вычисляют по формуле

$$H = i \cdot \ell \cdot (1 + k_{\ell}), \text{ Па}, \quad (2.2)$$

где i – удельные потери давления на трение, определяемые по приложению 3, Па/м;

ℓ – длина расчётного участка, м;

k_{ℓ} – коэффициент, учитывающий дополнительные потери давления на местные сопротивления, значения которого следует принимать по [1]:

0,2 – для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов;

0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями;

0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков.

Таблица 2

Гидравлический расчёт подающих трубопроводов

№ участка	q^h , л/с	d , мм	ω , м/с	i , Па/м	ℓ , м	k_{ℓ}	H , Па	$\sum H$, Па

3 . ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ РАСХОДЫ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Для поддержания минимально допустимой температуры воды у самых дальних водоразборных точек:

а) для закрытой системы теплоснабжения – +50 °С;

б) для открытой – +60 °С

в системах горячего водоснабжения предусматривают циркуляцию.

Потери теплоты подающими трубопроводами всего дома определяем по формуле:

$$Q^{ht} = \sum_l^i Q_i \cdot \ell_i, \text{ Вт}, \quad (3.1)$$

где Q_i – потери теплоты 1 м трубопровода данного диаметра подающими трубопроводами всего дома, Вт/м (табл.10.4) [3], см. приложение 4;

ℓ_i – длина участка данного диаметра, м.

Циркуляционный расход для дома (п.8.2) [1]:

$$q^{cir} = \beta \cdot \frac{Q^{ht}}{10^3 \cdot \Delta t \cdot c}, \quad \text{л/с}, \quad (3.2)$$

где Δt – допустимое остывание воды на ее пути от разводящего трубопровода до дальней водоразборной точки стояка, которое принимают равным:

$\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ – для зданий высотой до четырех этажей;

$\Delta t = 8,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – для зданий свыше четырех этажей;

c – теплоемкость воды $c = 4,19 \text{ кДж/кг }^\circ\text{C}$;

β – коэффициент разрегулировки циркуляции.

Значения Q^{ht} и β в зависимости от схемы горячего водоснабжения следует принимать:

– для систем, в которых не предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам, величину Q^{ht} следует определять по подающим и разводящим трубопроводам при $\Delta t=10 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\beta=1$;

– для систем, в которых предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением циркуляционных стояков, величину Q^{ht} следует определять по подающим разводящим трубопроводам и водоразборным стоякам при $\Delta t=10 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\beta=1$;

При одинаковом сопротивлении секционных узлов или стояков величину Q^{ht} следует определять по водоразборным стоякам при $\Delta t=8,5 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\beta=1,3$; для водоразборного стояка или секционного узла теплотери Q^{ht} следует определять по подающим трубопроводам, включая кольцевую перемычку, принимая $\Delta t=8,5 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\beta=1$.

Таблица 3

Гидравлический расчёт подающих трубопроводов при циркуляционном расходе

№ участка	Q^{cir} , л/с	d, мм	ω , м/с	i, Па/м	ℓ , м	K_ℓ	H, Па	$\sum H$, Па
-----------	-----------------	-------	----------------	---------	------------	----------	-------	---------------

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Гидравлический расчёт циркуляционных трубопроводов начинают с определения диаметра циркуляционного стояка водоразборного узла, который определяется по циркуляционному расходу на дом и располагаемому падению давления $H_{ц.ст.}$ для стояка.

$$H_{ц.ст.} = H_{уз,цир} - H_{уз,цир}^h, \text{Па} \quad (4.1)$$

где $H_{уз,цир}$ - принятая потеря давления по дому в целом, (30000-60000 Па);

$H_{уз,цир}^h$ - потеря давления по подающим трубопроводам дома при циркуляционном расходе, Па.

Удельное падение напора в циркуляционном стояке

$$i_{ц.ст.} = \frac{H_{ц.ст.}}{\ell_{ц.ст.}}, \text{Па / м}, \quad (4.2)$$

С учётом местных сопротивлений среднее значение удельного падения давления на трение в циркуляционных трубопроводах

$$i^{цир} = \frac{H_{уз,цир}^{h+цир} \cdot (1 - b)}{\ell \cdot (1 + k_\ell)}, \text{ Па/м}, \quad (4.3)$$

где $H_{уз,цир}^{h+цир} = \beta \cdot H_{уз,цир}$, Па

$$H_{уз,цир} = 30000 \div 60000 \text{ Па};$$

$$\beta = 0,8 - 1,6$$

b – коэффициент, учитывающий потери напора по подающему трубопроводу при пропуске через него циркуляционного расхода воды, $b = 0,1 - 0,15$;

ℓ – сумма длин всех циркуляционных участков данного узла, м;

k_ℓ – коэффициент местных сопротивлений, учитывающий дополнительные потери давления на местные сопротивления, принимается по [1;2].

Скорость движения воды не должна превышать 3 м/с [1, п.7.6].

По найденным значениям i^{cir} , q^{cir} и допустимой скорости определяют по таблицам гидравлического расчета диаметры циркуляционных трубопроводов.

Потери напора определяют по формуле

$$H_{cir} = i^{cir} \cdot \ell \cdot (1 + k_{\ell}), \text{ Па} \quad (4.4)$$

где i^{cir} – удельные потери напора в циркуляционных трубопроводах при циркуляционном расходе, Па/м.

Результаты гидравлического расчёта циркуляционных трубопроводов при циркуляционных расходах записывают в таблицу 4.

Таблица 4

Гидравлический расчёт циркуляционных трубопроводов
при циркуляционных расходах

№ участка	q^{cir} , л/с	d, мм	ω , м/с	i, Па/м	ℓ , м	K_{ℓ}	H_{cir} , Па	$\sum H$, Па

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Норма расхода воды потребителями

Водопо- требители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наи- большего во- допотребления		в час наи- большего водопотреб- ления		общий (хо- лодный и горячей) q_0^{tot} $q_{0,hr}^{tot}$	холодной или горячей q_0^c, q_0^h $q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$
		общая (в том числе горя- чей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горя- чей) q_u^{tot}	горя- чей q_u^h	общая (в том числе горя- чей) $q_{hr,u}^{tot}$	Горя- чей $q_{hr,u}^h$		
1. Жилые дома квартирного типа: с централизо- ванным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и ду- шами с сидячими ван- нами, оборудо- ванными душами с ваннами дли- ной от 1500 до 1700 мм, обору- дованными высотой св. 12 этажей с центра- лизованным го- рячим водо- снабжением и повышенными требованиями к их благоустрой- ству	"	195	85	230	100	12,5	7,9	0,2 (100)	0,14 (60)
	"	230	90	275	110	14,3	9,2	0,3 (300)	0,2 (200)
	"	250	105	300	120	15,6	10	0,3 (300)	0,2 (200)
	1 жи- тель	360	115	400	130	20	10,9	0,3 (300)	0,2 (200)
2. Общежития: с общими душе- выми с душами при всех жилых кврматах с общими кух- нями и блоками душевых на эта- жах при жилых комнатах в каж- дой секции зда- ния	То же	85	50	100	60	10,4	6,3	0,2 (100)	0,14 (60)
	"	110	60	120	70	12,5	8,2	0,12-0,2 (100)	0,14 (60)
	"	140	80	160	90	12	7,5	0,2 (100)	0,14 (60)
3. Гостиницы, пансионаты и мотели с общи- ми ваннами и душами	"	120	70	120	70	12,5	8,2	0,3 (300)	0,2 (200)

Приложение 2

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

<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>α или α_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>α или α_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>α или α_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>α или α_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>α или α_{hr}</i>
Менее 0,015	0,200	0,072	0,307	0,33	0,558	1,20	1,071	5,1	2,592
0,015	0,202	0,074	0,309	0,34	0,565	1,25	1,096	5,2	2,626
0,016	0,205	0,076	0,312	0,35	0,573	1,30	1,120	5,3	2,660
0,017	0,207	0,078	0,315	0,36	0,580	1,35	1,144	5,4	2,693
0,018	0,210	0,080	0,318	0,37	0,588	1,40	1,168	5,5	2,726
0,019	0,212	0,082	0,320	0,38	0,595	1,45	1,191	5,6	2,760
0,020	0,215	0,084	0,323	0,39	0,602	1,50	1,215	5,7	2,793
0,021	0,217	0,086	0,326	0,40	0,610	1,55	1,238	5,8	2,826
0,022	0,219	0,088	0,328	0,41	0,617	1,60	1,261	5,9	2,858
0,023	0,222	0,090	0,331	0,42	0,624	1,65	1,283	6,0	2,891
0,024	0,224	0,092	0,333	0,43	0,631	1,70	1,306	6,1	2,924
0,025	0,226	0,094	0,336	0,44	0,638	1,75	1,328	6,2	2,956
0,026	0,228	0,096	0,338	0,45	0,645	1,80	1,350	6,3	2,989
0,027	0,230	0,098	0,341	0,46	0,652	1,85	1,372	6,4	3,021
0,028	0,233	0,100	0,343	0,47	0,658	1,90	1,394	6,5	3,053
0,029	0,235	0,105	0,349	0,48	0,665	1,95	1,416	6,6	3,085
0,030	0,237	0,110	0,355	0,49	0,672	2,00	1,437	6,7	3,117
0,031	0,239	0,115	0,361	0,50	0,678	2,1	1,479	6,8	3,149
0,032	0,241	0,120	0,367	0,52	0,692	2,2	1,521	6,9	3,181
0,033	0,243	0,125	0,373	0,54	0,704	2,3	1,563	7,0	3,212
0,034	0,245	0,130	0,378	0,56	0,717	2,4	1,604	7,1	3,244
0,035	0,247	0,135	0,384	0,58	0,730	2,5	1,644	7,2	3,275
0,036	0,249	0,140	0,389	0,60	0,742	2,6	1,684	7,3	3,307
0,037	0,250	0,145	0,394	0,62	0,755	2,7	1,724	7,4	3,338
0,038	0,252	0,150	0,399	0,64	0,767	2,8	1,763	7,5	3,369
0,039	0,254	0,155	0,405	0,66	0,779	2,9	1,802	7,6	3,400
0,040	0,256	0,160	0,410	0,68	0,791	3,0	1,840	7,7	3,431
0,041	0,258	0,165	0,415	0,70	0,803	3,1	1,879	7,8	3,462
0,042	0,259	0,170	0,420	0,72	0,815	3,2	1,917	7,9	3,493
0,043	0,261	0,175	0,425	0,74	0,826	3,3	1,954	8,0	3,524
0,044	0,263	0,180	0,430	0,76	0,838	3,4	1,991	8,1	3,555
0,045	0,265	0,185	0,435	0,78	0,849	3,5	2,029	8,2	3,585
0,046	0,266	0,190	0,439	0,80	0,860	3,6	2,065	8,3	3,616
0,047	0,268	0,195	0,444	0,82	0,872	3,7	2,102	8,4	3,646
0,048	0,270	0,20	0,449	0,84	0,883	3,8	2,138	8,5	3,677
0,049	0,271	0,21	0,458	0,86	0,894	3,9	2,174	8,6	3,707
0,050	0,273	0,22	0,467	0,88	0,905	4,0	2,210	8,7	3,738
0,052	0,276	0,23	0,476	0,90	0,916	4,1	2,246	8,8	3,768
0,054	0,280	0,24	0,485	0,92	0,927	4,2	2,281	8,9	3,798
0,056	0,283	0,25	0,493	0,94	0,937	4,3	2,317	9,0	3,828
0,058	0,286	0,26	0,502	0,96	0,948	4,4	2,352	9,1	3,858
0,060	0,289	0,27	0,510	0,98	0,959	4,5	2,386	9,2	3,888
0,062	0,292	0,28	0,518	1,00	0,969	4,6	2,421	9,3	3,918
0,064	0,295	0,29	0,526	1,05	0,995	4,7	2,456	9,4	3,948
0,065	0,298	0,30	0,534	1,10	1,021	4,8	2,490	9,5	3,978
0,068	0,301	0,31	0,542	1,15	1,046	4,9	2,524	9,6	4,008
0,070	0,304	0,32	0,550	1,20	1,071	5,0	2,558	9,7	4,037

Продолжение приложения 2

<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>a или a_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>a или a_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>a или a_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>a или a_{hr}</i>	<i>NP или NP_{hr}</i>	<i>a или a_{hr}</i>
9,8	4,067	20,0	6,893	46,0	13,37	94	24,54	192	46,64
9,9	4,097	20,5	7,025	46,5	13,49	95	24,77	194	47,09
10,0	4,126	21,0	7,156	47,0	13,61	96	24,99	196	47,54
10,2	4,185	21,5	7,287	47,5	13,73	97	25,22	198	47,99
10,4	4,244	22,0	7,417	48,0	13,85	98	25,45	200	48,43
10,6	4,302	22,5	7,547	48,5	13,97	99	25,68	205	49,49
10,8	4,361	23,0	7,677	49,0	14,09	100	25,91	210	50,59
11,0	4,419	23,5	7,806	49,5	14,20	102	26,36	215	51,70
11,2	4,477	24,0	7,935	50	14,32	104	26,82	220	52,80
11,4	4,534	24,5	8,064	51	14,56	106	27,27	225	53,90
11,6	4,592	25,0	8,192	52	14,80	108	27,72	230	55,00
11,8	4,649	25,5	8,320	53	15,04	110	28,18	235	56,10
12,0	4,707	26,0	8,447	54	15,27	112	28,63	240	57,19
12,2	4,764	26,5	8,575	55	15,51	114	29,09	245	58,29
12,4	4,820	27,0	8,701	56	15,74	116	29,54	250	59,38
12,6	4,877	27,5	8,828	57	15,98	118	29,89	255	60,48
12,8	4,934	28,0	8,955	58	16,22	120	30,44	260	61,57
13,0	4,990	28,5	9,081	59	16,45	122	30,90	265	62,66
13,2	5,047	29,0	9,207	60	16,69	124	31,35	270	63,75
13,4	5,103	29,5	9,332	61	16,92	126	31,80	275	64,85
13,6	5,159	30,0	9,457	62	17,15	128	32,25	280	65,94
13,8	5,215	30,5	9,583	63	17,39	130	32,70	285	67,03
14,0	5,270	31,0	9,707	64	17,62	132	33,15	290	68,12
14,2	5,326	31,5	9,832	65	17,85	134	33,60	295	69,20
14,4	5,382	32,0	9,957	66	18,09	136	34,06	300	70,29
14,6	5,437	32,5	10,08	67	18,32	138	34,51	305	71,38
14,8	5,492	33,0	10,20	68	18,55	140	34,96	310	72,46
15,0	5,547	33,5	10,33	69	18,79	142	35,41	315	73,55
15,2	5,602	34,0	10,45	70	19,02	144	35,86	320	74,63
15,4	5,657	34,5	10,58	71	19,25	146	36,31	325	75,72
15,6	5,712	35,0	10,70	72	19,48	148	36,76	330	76,80
15,8	5,767	35,5	10,82	73	19,71	150	37,21	335	77,88
16,0	5,821	36,0	10,94	74	19,94	152	37,66	340	78,96
16,2	5,876	36,5	11,07	75	20,18	154	38,11	345	80,04
16,4	5,930	37,0	11,19	76	20,41	156	38,56	350	81,12
16,6	5,984	37,5	11,31	77	20,64	158	39,01	355	82,20
16,8	6,039	38,0	11,43	78	20,87	160	39,46	360	83,28
17,0	6,093	38,5	11,56	79	21,10	162	39,91	365	84,36
17,2	6,147	39,0	11,68	80	21,33	164	40,35	370	85,44
17,4	6,201	39,5	11,80	81	21,56	166	40,80	375	86,52
17,6	6,254	40,0	11,92	82	21,69	168	41,25	380	87,60
17,8	6,308	40,5	12,04	83	22,02	170	41,70	385	88,67
18,0	6,362	41,0	12,16	84	22,25	172	42,15	390	89,75
18,2	6,415	41,5	12,28	85	22,48	174	42,60	395	90,82
18,4	6,469	42,0	12,41	86	22,71	176	43,05	400	91,90
18,6	6,522	42,5	12,53	87	22,94	178	43,50	405	92,97
18,8	6,575	43,0	12,65	88	23,17	180	43,95	410	94,05
19,0	6,629	43,5	12,77	89	23,39	182	44,40	415	95,12
19,2	6,682	44,0	12,89	90	23,62	184	44,84	420	96,20
19,4	6,734	44,5	13,01	91	23,85	186	45,29	425	97,27
19,6	6,788	45,0	13,13	92	24,08	188	45,74	430	98,34
19,8	6,840	45,5	13,25	93	24,31	190	46,19	435	99,41

Гидравлический расчёт стальных труб систем
горячего водоснабжения (с учётом зарастания в процессе эксплуатации)

Расход воды, л/с	Скорости движения воды w , м/с, удельные потери давления в трубах, i , Па/м при условных диаметрах									
	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100
0,1	0,87 2880,0	0,42 373,0	0,24 83,0	0,13 14,7						
0,15	1,31 6500,0	0,63 854,0	0,36 198,5	0,19 33,6	0,14 15,3					
0,2	1,74 11500	0,84 1515	0,48 353	0,25 99,8	0,19 27	0,11 6,0				
0,3		1,26 3420	0,72 792	0,38 128	0,28 60,6	0,16 13,5				
0,4		1,68 6080	0,96 1410	0,51 219	0,38 108	0,22 24				
0,5		2,1 9480	1,19 2220	0,63 373	0,47 168,9	0,27 37,2				
0,6		2,52 14180	1,43 3170	0,76 538	0,57 243	0,32 54				
0,7			1,67 4080	0,89 732	0,66 331	0,38 73,6	0,23 19	0,16 6,8	0,114 2,9	
0,8			1,91 5340	1,01 954	0,76 432	0,43 95	0,26 24,8	0,18 8,8	0,13 3,8	0,1 1,9
0,9			2,14 6750	1,14 1210	0,85 546	0,49 122	0,29 33,3	0,2 11,2	0,147 4,9	0,114 2,5
1,0			2,39 8350	1,27 1490	0,95 676	0,54 150	0,33 38,8	0,22 13,7	0,163 6,0	0,13 3,1

Продолжение приложения 3

Расход воды, л/с	Скорости движения воды w , м/с, удельные потери давления в трубах, i , Па/м при условных диаметрах										
	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250
1,5	1,9 3360	1,42 1520	0,81 338	0,49 87,2	0,33 31	0,244 13,5	0,19 6,95				
2,0		1,89 2700	1,08 600	0,65 155	0,45 55	0,33 24	0,254 12,4				
2,5		2,4 4220	1,35 940	0,82 242	0,56 86	0,41 37,5	0,32 19,4	0,2 5,7	0,14 2,16		
3,0			1,62 1408	0,98 348,2	0,67 123,8	0,49 53,8	0,38 27,9	0,24 8,14	0,17 3,14		
3,5			1,88 1840	1,15 474	0,78 168,2	0,57 73,5	0,45 38	0,28 11,2	0,2 4,31		
4,0			2,17 2400	1,31 620	0,89 250,1	0,65 95,8	0,51 49,7	0,32 14,6	0,22 5,99		
4,5			2,44 3040	1,47 785	1,0 278	0,73 121,2	0,57 62,8	0,36 18,5	0,25 7,05		
5,0				1,64 960	1,11 344	0,82 149,8	0,64 77,6	0,4 22,8	0,28 8,7	0,16 1,86	0,1 0,57
6,0				1,96 1395	1,34 495	0,98 216	0,76 111,6	0,48 32,9	0,34 12,6	0,19 2,74	0,12 0,8
7,0				2,29 1892	1,56 674	1,14 292,3	0,89 152	0,56 44,8	0,39 17,1	0,22 3,72	0,14 1,07
8,0					1,78 872	1,3 383	1,02 198,8	0,54 58,5	0,45 22,4	0,25 4,8	0,16 1,47
9,0					2,01 1112	1,47 487	1,15 252	0,72 74	0,51 28,4	0,29 6,06	0,18 1,76

Окончание приложения 3

Расход воды, л/с	Скорости движения воды w , м/с, удельные потери давления в трубах, i , Па/м при условных диаметрах						
	80	90	100	125	150	200	250
10	2,23 1378	1,63 600	1,27 311	0,8 91,4	0,56 35,8	0,32 7,65	0,2 2,25
15		2,45 1350	1,91 700	1,21 206	0,84 78,5	0,48 16,8	0,31 5
20				1,61 366	1,12 140	0,64 30,1	0,41 8,93
25				2,01 572	1,4 218,8	0,8 47,2	0,51 13,9
30				2,41 821	1,69 316	0,95 67,5	0,61 20,1
35					1,97 420	1,11 92,2	0,71 27,3
40					2,25 563	1,27 120,8	0,81 35,8
45						1,43 152	0,92 45,3

Приложение 4

Потери теплоты трубами секционных узлов

Место и способ прокладки	Теплопотери, Вт, 1м трубопровода диаметром, мм						
	15	20	25	32	40	50	70
Главные подающие стояки (изолированные) при прокладке их в штрабе или в коммуникационной шахте	–	–	–	–	<u>19,72</u> 25,29	<u>22,16</u> 23,42	<u>27,14</u> 34,8
Водоразборные стояки (изолированные) при прокладке их в шахте санитарно-технической кабины, в борозде или в коммуникационной шахте:							
без полотенцесушителей	<u>11,25</u> 14,85	<u>12,53</u> 16,47	<u>13,8</u> 18,21	<u>15,66</u> 20,65	-	-	-
с полотенцесушителями	-	<u>20,65</u> 27,14	<u>24,01</u> 31,67	<u>29,35</u> 38,63	-	-	-
Водоразборные стояки (изолированные) при прокладке их в шахте санитарно-технической кабины, борозде, в коммуникационной шахте или открыто в ванной комнате, кухне	<u>24,01</u> 31,67	<u>29,53</u> 38,98	<u>35,03</u> 46,17	<u>43,85</u> 57,77	-	-	-
Распределительные трубопроводы (изолированные) и подключающие участки стояков (подающие):							
в подвале и на лестничной клетке	<u>15,66</u> 19,26	<u>17,4</u> 21,34	<u>19,14</u> 23,55	<u>21,81</u> 26,8	<u>24,13</u> 29,7	<u>27,14</u> 33,41	<u>33,18</u> 40,83
на теплом чердаке	<u>13,46</u> 17,05	<u>15,08</u> 19,14	<u>16,59</u> 20,99	<u>18,91</u> 23,89	<u>20,76</u> 26,33	<u>23,43</u> 29,69	<u>28,54</u> 36,19
на холодном чердаке	<u>19,26</u> 22,85	<u>21,46</u> 25,4	<u>23,55</u> 27,96	<u>26,91</u> 31,9	<u>29,69</u> 35,26	<u>33,41</u> 39,67	<u>40,83</u> 48,49

Место и способ прокладки	Теплопотери, Вт , 1м трубопровода диаметром, мм						
	15	20	25	32	40	50	70
Циркуляционные трубопроводы: в подвале (изолированные)	<u>12,64</u>	<u>14,04</u>	<u>15,43</u>	<u>17,52</u>	<u>19,37</u>	<u>21,81</u>	<u>26,68</u>
	16,24	18,1	19,84	22,7	24,94	28,07	34,34
на теплом чердаке (изолированные)	<u>10,44</u>	<u>11,6</u>	<u>12,76</u>	<u>14,62</u>	<u>16,01</u>	<u>18,09</u>	<u>22,16</u>
	12,04	15,54	17,17	19,6	21,58	24,36	29,81
на холодном чердаке (изолированные)	<u>16,24</u>	<u>18,09</u>	<u>19,84</u>	<u>22,5</u>	<u>24,94</u>	<u>28,07</u>	<u>34,34</u>
	19,84	22,16	24,24	27,49	30,51	34,34	41,99
в помещениях квартиры (неизолированные)	<u>23,2</u>	<u>26,54</u>	<u>33,87</u>	<u>42,46</u>	<u>49,88</u>	<u>60,32</u>	<u>83,52</u>
	31,2	38,4	45,59	57,07	67,05	81,08	112,29
на лестничной клетке (неизолированные)	<u>27,26</u>	<u>33,52</u>	<u>39,67</u>	<u>49,65</u>	<u>58,35</u>	<u>70,53</u>	
	35,26	43,38	51,27	64,26	75,52	91,29	98,02
							126,90
Циркуляционные стояки при прокладке их в штрабе санитарно-технической кабины или в ванной комнате:							
изолированные	<u>9,74</u>	<u>10,9</u>	<u>11,95</u>	<u>13,57</u>	<u>14,96</u>	<u>16,94</u>	<u>20,65</u>
	13,34	14,96	16,36	18,56	20,53	23,2	28,3
неизолированные	<u>21,58</u>	<u>26,68</u>	<u>31,44</u>	<u>39,44</u>	<u>46,4</u>	<u>56,03</u>	<u>77,95</u>
	29,58	36,54	43,04	54,06	63,57	76,79	106,84

Примечание. Над чертой указаны теплопотери 1 м трубопровода систем горячего водоснабжения, присоединенных к закрытым системам теплоснабжения, под чертой – к открытым системам теплоснабжения.

Приложение 5 Расходы воды и стоков санитарными приборами

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/ч			Свободный напор H_f , м	Расход стоков от прибора q_0^s , л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
	общий q_0^{tot}	холодной q_0^c	горячей q_0^h	общий $q_{0,hr}^{tot}$	холодной $q_{0,hr}^c$	горячей $q_{0,hr}^h$			подводки	отвода
1. Умывальник, рукомойник с водоразборным краном.	0,1	0,1	–	30	30	–	2	0,15	10	32
2. То же, со смесителем.	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2	0,15	10	32
3. Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном и колонка лабораторная водоразборная.	0,15	0,15	–	50	50	–	2	0,3	10	40
4. Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем.	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2	0,6	10	40
5. Мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	280	220	2	0,6	15	50
6. Ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3	0,8	10	40
7. Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	–	300	300	–	3	1,1	15	40
8. Ванна медицинская со смесителем условным диаметром, мм:										
20	0,4	0,3	0,3	700	460	460	5	2,3	20	50
25	0,6	0,4	0,4	750	500	500	5	3	25	75
32	1,4	1	1	1060	710	710	5	3	32	75
9. Ванна ножная со смесителем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	3	0,5	10	40
10. Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смес.	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3	0,2	10	40
11. Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесит.	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3	0,6	10	40

Приложение 6 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

Пример расчёта централизованного горячего водоснабжения жилого дома

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ плана здания	1	
Число секций	1	
Район застройки	г. Казань	
Теплоноситель	вода	
Расчётные параметры теплоносителя по отопительному графику	130 / 70	°C
Температура воды на выходе из подогревателя	65	°C
Минимальная температура воды у водоразборных приборов	55	°C
Количество этажей в здании	7	эт

**ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ,
СХЕМЫ СИСТЕМЫ ГВ, КОНСТРУКЦИЙ СЕТЕЙ ГВ**

Система горячего водоснабжения запроектирована с нижней разводкой магистралей.

Водоразборные стояки объединены кольцевыми перемычками в секционные узлы, которые присоединяются к сборному циркуляционному трубопроводу через общий циркуляционный стояк. В секционные узлы объединены семь водозаборных стояков.

При трассировке внутренних сетей были учтены следующие требования:

- экономичность, т.е. сеть принята наиболее короткой, из возможных вариантов, и подобраны оптимальные диаметры труб;
- удобство монтажа и эксплуатации;
- возможность применения элементов и узлов заводского изготовления;
- эстетичность, т.е. трубопроводы и другие элементы сетей не должны отрицательно влиять на интерьер помещений.

Трассировка водопроводной сети произведена на плане этажа и подвала в следующей последовательности:

- выбрано местоположения стояков;
- осуществлена прокладка подводов от стояков к водоразборной арматуре санитарно-гигиенических приборов и технологического оборудования;
- проложены магистральные трубопроводы;
- выбраны местоположения вводов и водомерного узла.

Подающие трубопроводы систем горячего водоснабжения на плане, на схеме обозначаются буквенно-цифровыми индексами – ТЗ, циркуляционный трубопровод –Т4 –. Нумерация стояков горячего водоснабжения на плане

этажа, подвала и чердака здания производится слева направо: Ст. Т3-1, Ст. Т3-2 и т.д. по часовой стрелке.

Водопроводные стояки расположены вблизи групп сантехприборов и оборудования, т.е. в местах наибольшего водоразбора и с учётом возможности установки одного запорного вентиля для отключения всей подводки от каждого стояка. Подводящие трубопроводы проложены над полом вдоль стен и перегородок до мест установки водоразборной арматуры соответствующего санитарного прибора. Прокладка сети горячего водоснабжения запроектирована открыто по стенам душевых, кухонь и других помещений. В ваннных комнатах предусмотрена установка постоянно обогреваемых полотенцесушителей, присоединённых к водоразборным стоякам. Квартирная разводка трубопроводов от водоразборных стояков к приборам проведена на уровне 0,4 м от пола с вертикальным подъёмом к водоразборной арматуре, полотенцесушитель установлен на расстоянии 1,2 м от пола. Смесители ванн устанавливаются на высоте 0,8 м, смесители моек на высоте 0,85, а умывальников на высоте 1,0 м от уровня пола. Для возможности спуска воды подводки выполнены с уклоном не менее 0,002 в сторону водопроводного стояка.

Магистральный трубопровод в подвале соединяет основания водопроводных стояков с водомерным узлом. Он проложен по кратчайшему расстоянию, избегая пересечения лестничных клеток. Размещён в подвале на расстоянии 500 мм от потолка вдоль несущей стены. Распределительные подающие теплопроводы проложены с уклоном 0,002 против движения теплоносителя, для слива воды в системе. Водоразборные стояки объединены кольцующими перемычками и присоединены через общий циркуляционный стояк к сборному циркуляционному трубопроводу Т4-1. Так как принята нижняя разводка, кольцующие перемычки –Т4– проложены на чердаке на расстоянии 0,2 м от пола с уклоном $i=0,002$ против движения теплоносителя, в сторону водоразборных стояков для спуска воздуха в системе. В верхней точке системы предусмотрено устройство для спуска воздуха - воздушный кран на циркуляционном стояке Ст.Т4-1. Кроме того, выпуск воздуха из системы происходит через водоразборные приборы верхних этажей. Подающие магистральные теплопроводы –Т3– проложены в подвале и крепятся на кронштейнах к несущим ограждающим конструкциям. Спускные устройства на стояках не предусмотрены. На случай ремонта спуск воды будет осуществляться через водоразборные приборы нижних этажей.

Ввод - это трубопровод, соединяющий наружную тепловую сеть с внутренней системой горячего водоснабжения. Ввод трубопроводов системы горячего водоснабжения проложен под прямым углом к наружной стене ближе к центру здания, для обеспечения одинаковой гидравлической нагрузки в обеих ветвях сети.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ РАСХОДОВ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

По плану типового этажа определяем общую площадь этажа здания, умножив ее на число этажей, определяют площадь здания $F_{зд} = 2100 \text{ м}^2$.

На одного жителя приходится $f=14,5 \text{ м}^2$ общей площади.

Количество потребителей горячей воды в микрорайоне:

$$U = \frac{F}{f} = \frac{2100}{14,5} = 144,8 \approx 145 \text{ чел.}$$

Вероятность действия водозаборных приборов на участке сети для группы одинаковых зданий определяем по формуле

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_o^h \cdot N \cdot 3600} = \frac{10 \cdot 145}{0,2 \cdot 70 \cdot 3600} = 0,0288 ,$$

где: $q_{hr,u}^h = 10 \text{ л/час}$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления, прил.1, или прил.3. [8];

N – общее число водоразборных приборов $N=(4+2 \cdot 3) \cdot 7=70$ шт;

$U=145$ чел – количество потребителей горячей воды;

$q_o^h = 0,2 \text{ л/с}$ - расход горячей воды, л/с, санитарно-техническим прибором, прил.1, или прил.3 [8].

Максимальный секундный расход горячей воды на участке сети

$$q = 5 q_o^h * \alpha$$

где: $q_o^h = 0,09; 0,18; 0,2 \text{ л/с}$ - расход горячей воды, л/с, санитарно-техническим прибором, прил.5;

α - коэффициент, значение которого зависит от произведения $N \cdot P^h$ и определяется по прил.2 [1] или прил.2 [8].

Диаметры трубопроводов подбираем по прил.3 [1] при известном расходе воды и допускаемой скорости воды в разводящих трубах до 1,5 м/с и подводках к приборам – не более 2,5 м/с (с учётом зарастания труб). По расходу воды и подобранным диаметрам труб находим фактическую скорость воды и фактические удельные потери давления на трение на участках (прил.3). Диаметры трубопроводов на стояке принимаем неизменными по стояку.

Результаты записываем в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Расчётные расходы воды

№ участка	P^h	N	$N \cdot P^h$	α	q^h , л/с	d_y , мм	ω , м/с	i , Па/м
Ст Т3-1, Т3-4								
1-2	0,0288	1	0,0288	0,235	0,21	15	1,83	12075
2-3	0,0288	1	0,0288	0,235	0,21	25	0,50	396,9
3-4	0,0288	2	0,0576	0,286	0,26	25	0,62	616,4
4-5	0,0288	3	0,0864	0,326	0,29	25	0,70	748,1
5-6	0,0288	4	0,1152	0,361	0,33	25	0,79	977,4
6-7	0,0288	5	0,144	0,393	0,35	25	0,84	1101
7-8	0,0288	6	0,1728	0,423	0,38	25	0,91	1286,4
8-9	0,0288	7	0,2016	0,449	0,449	25	1,07	1806,9
9-10	0,0288	14	0,4032	0,61	0,61	25	1,45	3261
10-11	0,0288	28	0,8064	0,864	0,86	32	1,09	1107,6
11-12	0,0288	42	1,2096	1,076	1,08	32	1,37	1789,2
12-13	0,0288	70	2,016	1,444	1,44	40	1,36	1418,72
Ст Т3-2, Т3-3								
1'-2'	0,0288	1	0,0288	0,235	0,11	15	0,96	3604
2'-3'	0,0288	1	0,0288	0,235	0,11	20	0,46	469,2
3'-4'	0,0288	2	0,0576	0,286	0,13	20	0,55	661,6
4'-5'	0,0288	3	0,0864	0,326	0,15	20	0,63	854
5'-6'	0,0288	4	0,1152	0,361	0,16	20	0,67	986,2
6'-7'	0,0288	5	0,144	0,393	0,18	20	0,76	1250,6
7'-8'	0,0288	6	0,1728	0,423	0,19	20	0,80	1382,8
8'-9'	0,0288	7	0,2016	0,449	0,20	20	0,84	1515
Ст Т3-5, Т3-6, Т3-7								
1''-2''	0,0288	1	0,0288	0,235	0,11	15	0,96	3604
2''-3''	0,0288	2	0,0576	0,286	0,29	20	1,22	3229,5
3''-4''	0,0288	2	0,0576	0,286	0,29	25	0,70	748,1
4''-5''	0,0288	4	0,1152	0,361	0,36	25	0,86	1162,8
5''-6''	0,0288	6	0,1728	0,423	0,42	25	1,01	1572
6''-7''	0,0288	8	0,2304	0,476	0,48	25	1,14	2058
7''-8''	0,0288	10	0,288	0,527	0,53	25	1,26	2505
8''-9''	0,0288	12	0,3456	0,573	0,57	25	1,36	2885
9''-10	0,0288	14	0,4032	0,61	0,61	25	1,45	3261
15-16	0,0288	21	0,6048	0,745	0,75	32	0,95	843
16-12	0,0288	35	1,008	1,021	1,02	32	1,30	1564,8

РАСЧЁТ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ РАСХОДОВ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Потери теплоты подающими трубопроводами всего узла:

$$Q^{ht} = \sum_1^i Q_i \cdot l_i, \text{ Вт},$$

где: Q_i – потери теплоты 1м трубопровода данного диаметра, Вт/м, прил.4 [1] или табл.10.4 [7];

l_i – длина участка данного диаметра, м.

Циркуляционный расход для узла:

$$q^{cir} = \beta \cdot \frac{Q^{ht}}{10^3 \cdot \Delta t \cdot c}, \text{ л/с},$$

где: β – коэффициент разрегулировки циркуляции, $\beta=1,0$ п.8.2 [8];

Δt – допустимое остывание воды на ее пути от разводящего трубопровода до дальней водоразборной точки стояка, свыше четырёх этажей, $\Delta t = 8,5$ °С;

C – теплоёмкость воды, $C = 4,189$ кДж/кг °С.

Стояк ТЗ-1, ТЗ-4, ТЗ-5, ТЗ-6, ТЗ-7

Потери теплоты стояка ТЗ-1 складываются из потерь теплоты трубопроводами $\varnothing = 25\text{мм}$ $\sum l = 2,5 \cdot 7 = 17,5\text{м}$. Q_i , Вт берется из приложения 4 для водоразборных стояков (не изолированных) при их прокладке открыто в ванной комнате или кухне для диаметра 25 мм. Это значение $Q=35,03$ Вт/м.

$$Q^{CT \text{ ТЗ-1}} = 35,03 \cdot (17,5 + 1,2) = 655,06 \text{ Вт}$$

Для полотенцесушителей $\varnothing 32$ и $\sum l = 1,5 \cdot 7 = 10,5\text{м}$.

$$Q^{nc} = 43,85 \text{ Вт/м}$$

$$Q^{nc} = 43,85 \cdot 10,5 = 460,43 \text{ Вт}.$$

Потери теплоты стояком Ст ТЗ-1

$$Q^{CT \text{ ТЗ-1}} = Q^{CT} + Q^{nc} = 655,06 + 460,43 = 1115,49 \text{ Вт}.$$

Циркуляционный расход для стояков ТЗ-1, ТЗ-4, ТЗ-5, ТЗ-6, ТЗ-7:

$$q_{Cm \text{ ТЗ-1}}^{cir} = \beta \cdot \frac{Q^{ht}}{10^3 \cdot \Delta t \cdot c} = 1,3 \cdot \frac{1115,49}{1000 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,040 \text{ л/с}$$

Стояк ТЗ-2, ТЗ-3

Потери теплоты стояка ТЗ-2 складываются из потерь теплоты трубопроводами $\varnothing = 20\text{мм}$ $\sum l = 3,0 \cdot 7 = 21,0\text{м}$. Q_i , Вт берется из приложения 4 для водоразборных стояков (не изолированных) при их прокладке открыто в ванной комнате или кухне для диаметра 25 мм. Это значение $Q=29,58$ Вт/м.

$$Q^{CT T3-2} = 29,58 \cdot (21,0 + 1,2) = 656,68 \text{ Вт}$$

Циркуляционный расход для стояков Т3-2, Т3-3:

$$q_{CmT3-2}^{cir} = 1,3 \cdot \frac{656,68}{1000 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,025 \text{ л/с}$$

Найдём потери теплоты подающими трубопроводами, проложенными под потолком подвала по участкам:

участок 8-9 $\ell=7,8$ м; $\varnothing 25$ мм. Из приложения 4 берем значение Q_i для распределительных трубопроводов (изолированных), проложенных в подвале для диаметра 25 мм $Q=19,14$ Вт/м.

Участок 8-9 $\ell=7,8$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{8-9}^{ht} = 19,14 \cdot 7,8 = 149,29 \text{ Вт}$$

Участок 9-10 $\ell=1,0$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{9-10}^{ht} = 19,14 \cdot 1,0 = 19,14 \text{ Вт}$$

Участок 14-15 $\ell=6,5$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{14-15}^{ht} = 19,14 \cdot 6,5 = 124,41 \text{ Вт}$$

Участок 15-17 $\ell=1,9$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{15-17}^{ht} = 19,14 \cdot 1,9 = 36,37 \text{ Вт}$$

Участок 11-18 $\ell=1,9$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{11-18}^{ht} = 19,14 \cdot 1,9 = 36,37 \text{ Вт}$$

Участок 10-9" $\ell=1,9$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{10-9''}^{ht} = 19,14 \cdot 1,9 = 36,37 \text{ Вт}$$

Участок 19-16 $\ell=2,6$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{19-16}^{ht} = 19,14 \cdot 2,6 = 49,76 \text{ Вт}$$

Участок 8'-9 $\ell=2,6$ м; $\varnothing 25$ мм

$$Q_{8'-9}^{ht} = 19,14 \cdot 2,6 = 49,76 \text{ Вт}$$

Потери теплоты на соответствующих участках для диаметра 32 мм. Из приложения 4 берем значение $Q=21,81$ Вт/м.

Участок 10-11 $\ell=3,0$ м; $\varnothing 32$ мм

$$Q_{10-11}^{ht} = 21,81 \cdot 3,0 = 65,58 \text{ Вт}$$

Участок 11-12 $\ell=1,0$ м; $\varnothing 32$ мм

$$Q_{11-12}^{ht} = 21,81 \cdot 1,0 = 21,81 \text{ Вт}$$

Участок 15-16 $\ell=5,7$ м; $\varnothing 32$ мм

$$Q_{15-16}^{ht} = 21,81 \cdot 5,7 = 124,32 \text{ Вт}$$

Участок 16-12 $\ell=0,5$ м; $\varnothing 32$ мм

$$Q_{16-12}^{ht} = 21,81 \cdot 0,5 = 10,91 \text{ Вт}$$

Участок 12-13 $\ell=6,0\text{м}; \quad \varnothing 40\text{мм}$

Из приложения 4 значение Q_i для распределительных трубопроводов (изолированных), проложенных в подвале для диаметра 40 мм $Q=24,13 \text{ Вт/м}$.

$$Q_{12-13}^{ht} = 24,13 \cdot 6,0 = 144,78 \text{ Вт.}$$

Таким образом, потери теплоты подающими трубопроводами всего узла складывают из

$$Q^{ht} = 4 \cdot Q_{CTT3-1} + 2 \cdot Q_{CTT3} + Q_{8-9}^{ht} + Q_{9-10}^{ht} + Q_{14-15}^{ht} + Q_{15-17}^{ht} + Q_{11-18}^{ht} + \\ + Q_{10-9}^{ht} + Q_{19-16}^{ht} + Q_{8'-9}^{ht} + Q_{10-11}^{ht} + Q_{11-12}^{ht} + Q_{15-16}^{ht} + Q_{16-12}^{ht} + Q_{12-13}^{ht} = 4 \cdot 1115,49 + 2 \cdot 656,68 + \\ + 149,29 + 19,14 + 124,41 + 36,37 + 36,37 + 36,37 + 49,76 + 49,76 + 65,58 + 21,81 + 124,32 + \\ + 10,91 + 144,78 = 6644,19 \text{ Вт.}$$

Циркуляционный расход для узла:

$$q_{12-13}^{cir} = 1,3 \frac{6644,19}{10^3 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,243, \text{ л/с}$$

Циркуляционный расход для участка 11-12:

$$q_{11-12}^{cir} = 1,3 \frac{6644,19 - 144,78 - 1115,49 \cdot 2 - 656,68 - 121,41 - 36,37 - 124,32 - 10,91}{10^3 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,121, \text{ л/с}$$

Циркуляционный расход для участка 10-11:

$$q_{10-11}^{cir} = 1,3 \frac{3207,8}{10^3 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,117, \text{ л/с}$$

Циркуляционный расход для участка 9-10:

$$q_{9-10}^{cir} = 1,3 \frac{1990,36}{10^3 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,073, \text{ л/с}$$

Циркуляционный расход для участка 8-9:

$$q_{8-9}^{cir} = 1,3 \frac{1264,78}{10^3 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,046, \text{ л/с}$$

Циркуляционный расход для стояка ТЗ-4:

$$q_{CTM3-4}^{cir} = \beta \cdot \frac{Q^{ht}}{10^3 \cdot \Delta t \cdot c} = 1,3 \cdot \frac{1115,49}{1000 \cdot 8,5 \cdot 4,187} = 0,040 \text{ л/с}$$

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ РАЗВОДЯЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ ГЛАВНОЙ ВЕТВИ

Расчёт подающих трубопроводов ведут по отдельным участкам.
Потери давления в трубопроводах вычисляют по формуле
 $H = i\ell(1 + k_{\ell})$, Па.

Значения коэффициента k_{cir} для систем горячего водоснабжения принимаются по приложению 6.

Результаты заносим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2

Гидравлический расчёт подающих трубопроводов главной ветви
при расчётном расходе

№ участка	q^h , л/с	q^{cir} , л/с	k_{cir}	$q^{h,cir}$, л/с	d_y , мм	ω , м/с	i , Па/м	ℓ , м	k_{ℓ}	H , Па
1-2	0,21	0,040	0,00	0,21	15	1,83	12075	2,5	0,5	45281
2-3	0,21	0,040	0,00	0,21	25	0,50	396,9	2,5	0,5	1488
ПС	0,21	0,040	0,00	0,21	32	0,26	102,62	1,5	0,5	231
3-4	0,26	0,040	0,00	0,26	25	0,62	616,4	2,5	0,5	2312
ПС	0,26	0,040	0,00	0,26	32	0,33	116,72	1,5	0,5	263
4-5	0,29	0,040	0,00	0,29	25	0,70	748,1	2,5	0,5	2805
ПС	0,29	0,040	0,00	0,29	32	0,37	125,18	1,5	0,5	282
5-6	0,33	0,040	0,00	0,33	25	0,79	977,4	2,5	0,5	3665
ПС	0,33	0,040	0,00	0,33	32	0,42	155,3	1,5	0,5	349
6-7	0,35	0,040	0,00	0,35	25	0,84	1101	2,5	0,5	4129
ПС	0,35	0,040	0,00	0,35	32	0,45	173,5	1,5	0,5	390
7-8	0,38	0,040	0,00	0,38	25	0,91	1286,4	2,5	0,5	4824
ПС	0,38	0,040	0,00	0,38	32	0,48	200,8	1,5	0,5	452
8-9	0,449	0,046	0,00	0,449	25	1,07	1806,9	7,8	0,2	16913
9-10	0,61	0,073	0,00	0,61	25	1,45	3261	1,0	0,2	3913
10-11	0,86	0,116	0,00	0,86	32	1,09	1107,6	3,0	0,2	3987
11-12	1,08	0,158	0,00	1,08	32	1,37	1789,2	1,0	0,2	2147
12-13	1,44	0,237	0,00	1,44	40	1,36	1418,72	6,0	0,2	10215

Таблица 5.3

**Гидравлический расчёт подающих трубопроводов
при циркуляционном расходе**

№ участка	q^{cir} , л/с	d_y , мм	ω , м/с	i , Па/м	ℓ , м	k_ℓ	H , Па
2-3	0,040	25	0,1	33,2	2,5	0,5	125
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
3-4	0,040	25	0,1	33,2	2,5	0,5	125
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
4-5	0,040	25	0,1	33,2	2,5	0,5	125
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
5-6	0,040	25	0,1	33,2	2,5	0,5	125
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
6-7	0,040	25	0,1	33,2	2,5	0,5	125
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
7-8	0,040	25	0,1	33,2	2,5	0,5	125
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
8-9	0,046	25	0,11	38,18	7,8	0,2	357
9-10	0,073	25	0,18	60,59	1,0	0,2	73
10-11	0,116	32	0,15	20,748	3,0	0,2	75
11-12	0,158	32	0,20	44,192	1,0	0,2	53
12-13	0,237	40	0,22	39,432	6,0	0,2	284

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Диаметры циркуляционных трубопроводов определяют по таблицам гидравлического расчёта по найденным значениям q^{cir} и допустимой скорости. Потери напора определяют по формуле:

$$H_{cir} = i^{cir} \cdot \ell \cdot (1 + k_\ell), \text{ Па}$$

где i^{cir} – удельные потери напора в циркуляционных трубопроводах при циркуляционном расходе, Па/м.

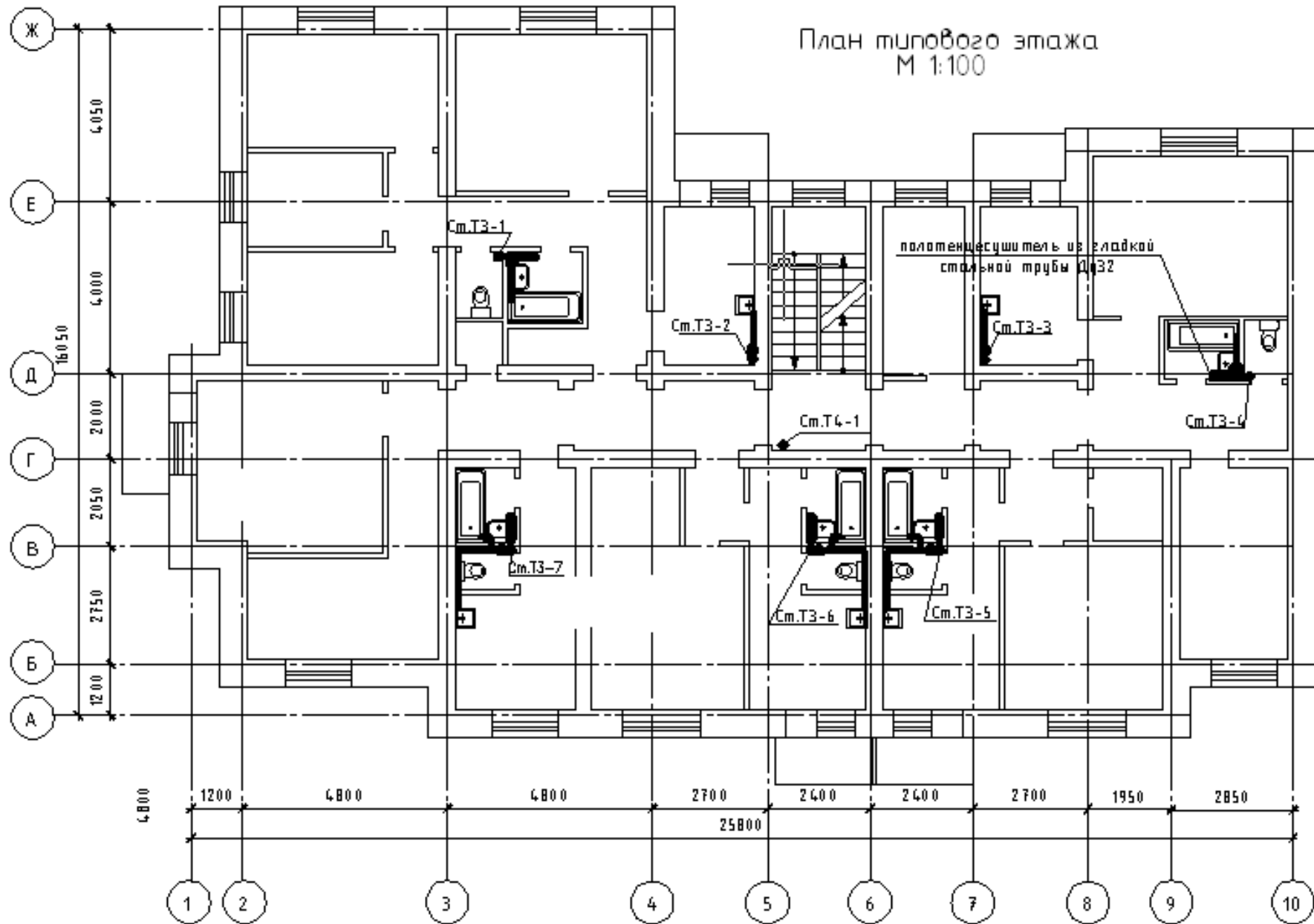
Результаты гидравлического расчёта циркуляционных трубопроводов при циркуляционных расходах записываем в таблицу 5.4.

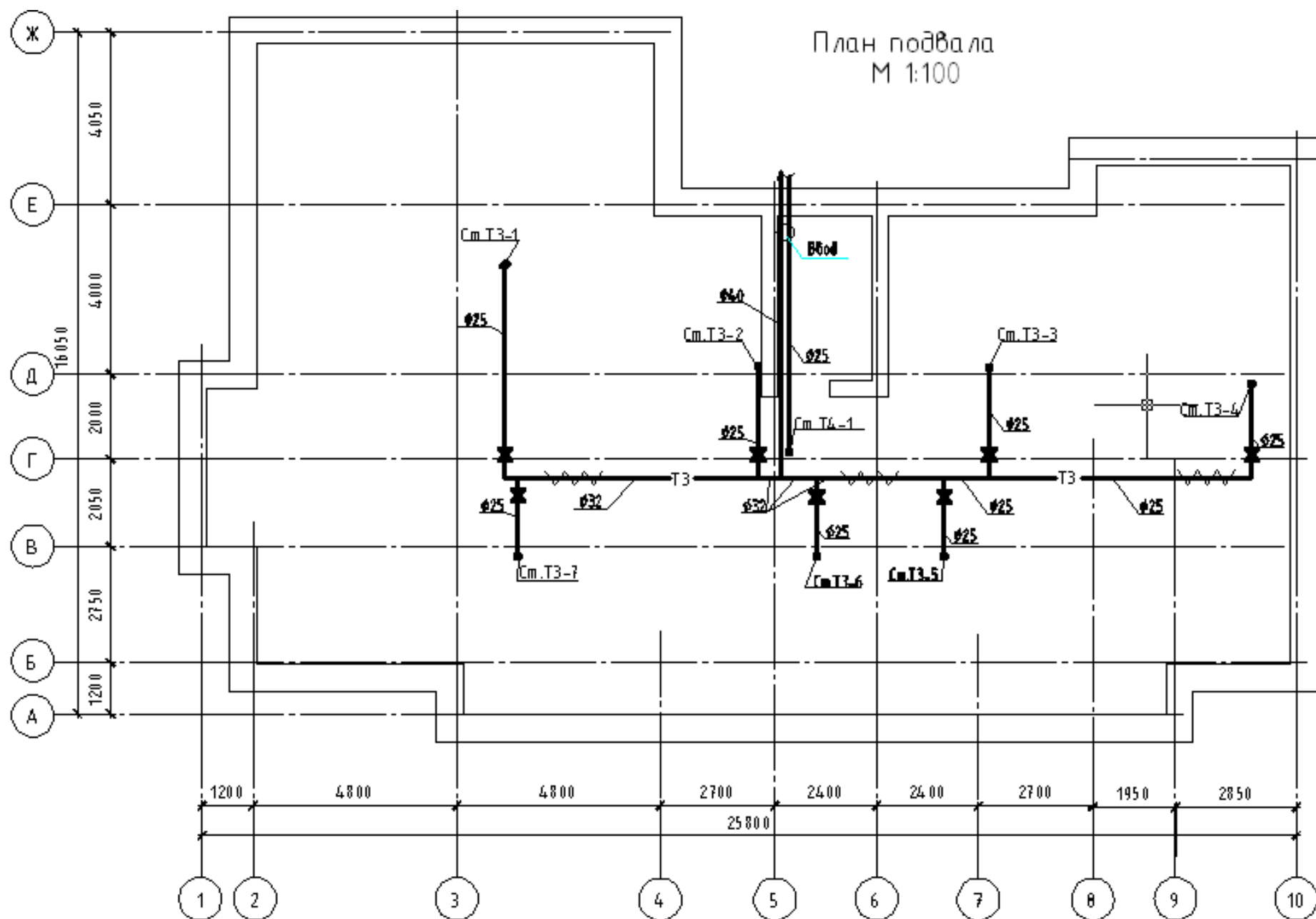
Таблица 5.4

**Гидравлический расчёт циркуляционных трубопроводов
при циркуляционном расходе**

№ участка	q^{cir} , л/с	d_y , мм	ω , м/с	i , Па/м	ℓ , м	k_ℓ	H , Па
2-2*	0,040	25	0,1	33,2	2,3	0,5	115
ПС	0,040	32	0,05	5,88	1,5	0,5	13
2*-3*	0,046	20	0,19	171,58	6,5	0,2	1338
3*-4*	0,073	20	0,31	272,29	1,0	0,2	327
4*-5*	0,116	25	0,28	119,96	3,0	0,2	432
5*-6*	0,158	25	0,38	223,22	1,0	0,2	268
6*-7*	0,237	25	0,57	515,43	22,0	0,1	12473
7*-8*	0,237	25	0,57	515,43	6,0	0,2	3711

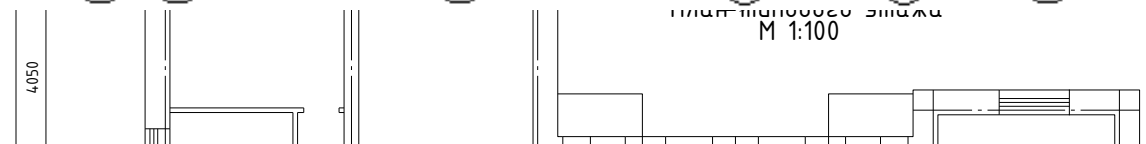
План типового этажа
М 1:100





План подвала
М 1:100

План подвала
М 1:100



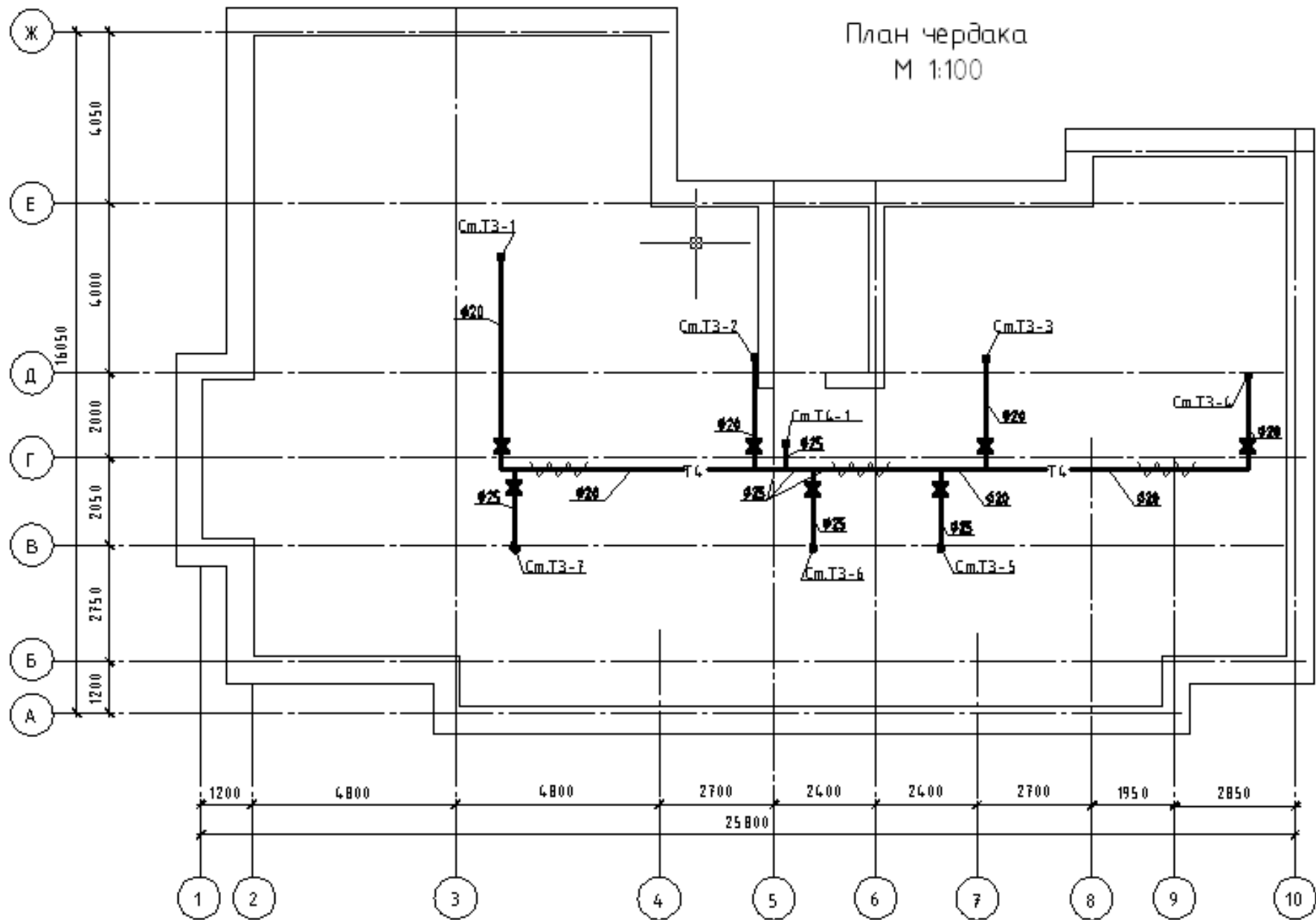
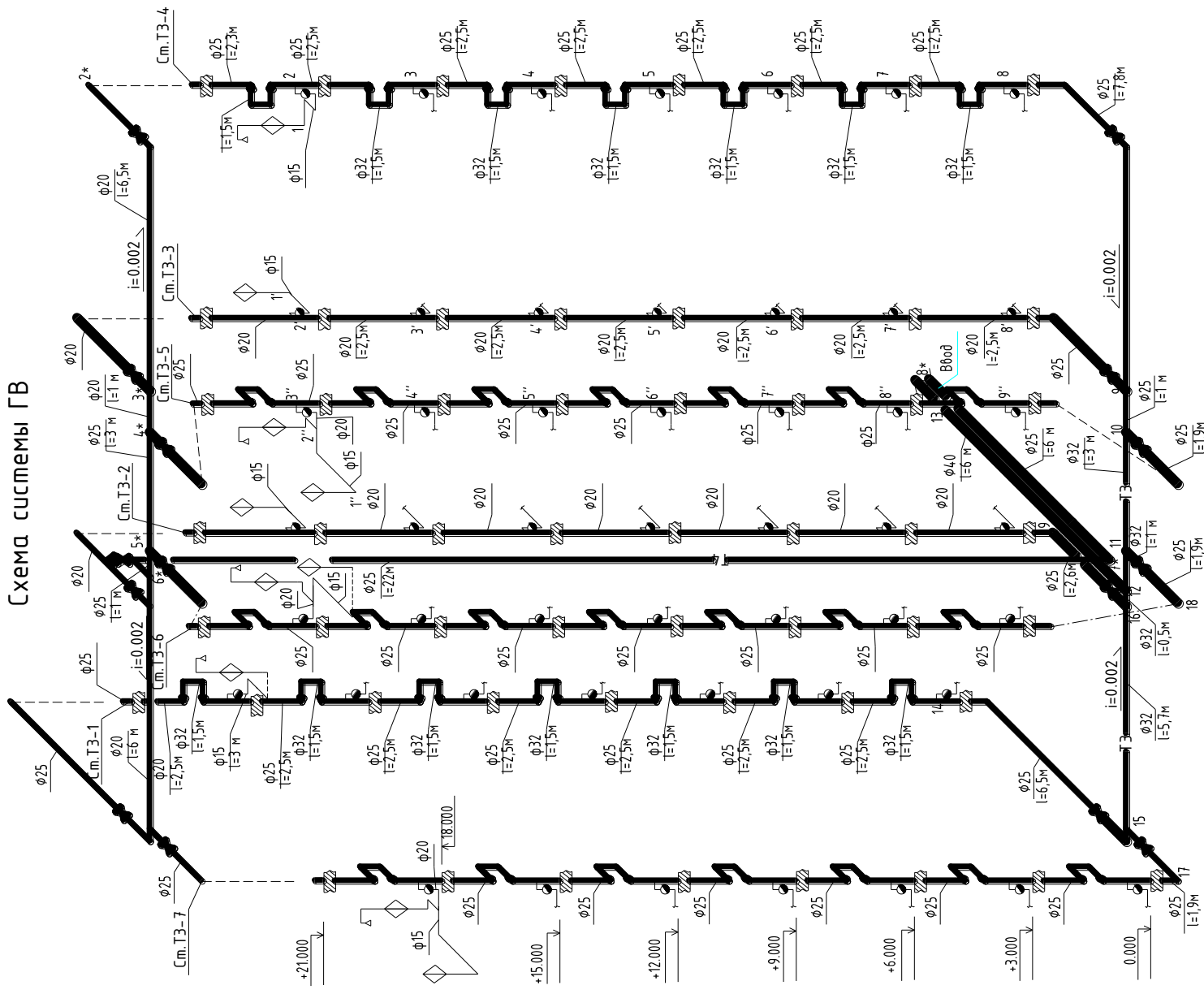
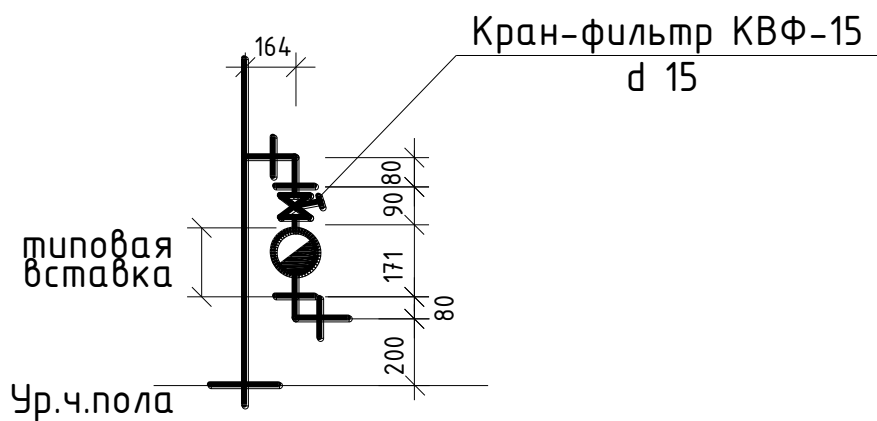



Схема системы ГВ





Условные обозначения

— T3 —	подающая магистраль
— T4 —	циркуляционная магистраль
—  —	трубопровод в тепловой изоляции

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий актуализированная редакция СНиП 2.04.01 – 85* «Внутренний водопровод и канализация зданий»
2. СП 124.13330.2012 актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. «Тепловые сети» – М.: Госстрой России, 2004.
3. СНиП 2.04.01 – 85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. –М.: Госстрой России, 2000. – 72с.
4. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. –М.: Госстрой России, 2004. – 49 с.
5. Староверов Н.Г. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. Водопровод и канализация. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1990.- 247 с.
6. Манюк В.И. и др. Справочник. Наладка и эксплуатация водяных и тепловых сетей.-М.: Стройиздат.1988.-423 с.
7. Козин К.Е. и др. Теплоснабжение.- М.:Высшая школа.1980.-480 с.
8. Громов Н.К. и др. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. – М.: Энергоиздат, 1988.-376 с.
9. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. 5-е изд.- М.: Энергоиздат. 1982.-360 с.
10. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. Отопление и тепловые сети: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 480 с.
11. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование./ Под ред. проф. Б.М. Хрусталёва – М.: Изд-во АСБ, 2008. – 784с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к расчётно-графической работе
«Расчёт системы горячего водоснабжения жилого дома»
по дисциплине БЗ.В7 «Централизованное теплоснабжение» для
студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство»
профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Составитель: АХМЕРОВА Гузель Мневеровна

Редактор: В.Н. Слестникова

Издательство

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Заказ №

Тираж 50 экз.

Печать ризографическая

Бумага офсетная № I

Формат 60 x 84/16

Усл. печ. л. 2,13

Уч. -изд. л. 2,13

Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательства КГАСУ

420043, Казань, Зелёная, 1.