

Министерство образования и науки РФ
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра теплоэнергетики,
газоснабжения и вентиляции

Курсовой проект
по дисциплине «Теплоснабжение»
на тему: «Централизованное теплоснабжение района города»

Выполнил: ст. гр. ОСЖ01

Фаизова Н.С.

Защищен 27.12.23

с оценкой отлично

Руководитель проекта:

Ахмерова Г.М.

Казань, 2023

Содержание

Введение.....	3
.....	6
ение	12
лома.....	14
ратурного	15
.....	16
жительности	22
.....	25
.....	25
.....	26
.....	29
.....	31
.....	34
.....	34
.....	36
.....	37
а.....	37
а.....	40
.....	43
.....	44

Орловский государственный архитектурно-строительный университет
 Кафедра теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции
УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ
 для бакалавров 4-го курса, обучающихся по профилю
 Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве
 на курсовой проект по дисциплине «Теплоснабжение»

группа ОСЖ01
 Фаизова Надежда Сергеевна
 задание выдано _____ 22 ноября 2023 г.
 задание выполнено _____ 18 декабря 2023 г.

тема курсового проектирования - Централизованное теплоснабжение
 района города

Исходные данные

строительства	г. Орёл	
проектный план №	2	
положение исходных данных	КГАСУ/ Сайт каф. ТЭГВ/ Образование/ Бакалавриат: учебно-методические материалы/ Теплоснабжение/ Задания для курсового проекта	
способ размещения источника теплоты	согласно розе ветров	
теплоносителя	вода	
технические параметры теплоносителя	150 / 70	°C
температурный график	P = 195	чел/га
плотность населения на 1 га, P	закрытая, двухтрубная	
система теплоснабжения	после 2015 г.	
площадь строительства	6	эт
плотность зданий по микрорайонам	5	%
температура в тепловых сетях	+ 10	°C
температура для монтажа трубопроводов	14,5	м ² /чел
площадь общей площади жилых зданий, f	105	л/чел
коэффициент расхода воды при температуре 55		
градусов Цельсия, в сутки на 1 чел., a,		
коэффициент тепло	ТЭЦ	
программное обеспечение	Civil 3D	

Руководитель проекта Ахмерова Гузель Мневировна
 Задание получил студент Фаизова Надежда Сергеевна

ИСТИЭС 23 КР 23

Изм.	Лист/Л	№ докум. № до-	Подпись	Дата		Лист	Лист	Листов
Разраб.		Фаизова	<i>Фаизова</i>	19.12.23	Централизованное теплоснабжение			
Провер		Ахмерова	<i>Ахмерова</i>	27.12.23			2	44
Н.Контр.						гр. ОСЖ01		
Утверд.								

Содержание

Введение.....	3
1.Определение расчетных тепловых потоков	6
2. Расчет температур первичного теплоносителя и построение графиков в координатах $\tau - Q_0$ с определением точки излома.....	12
2.1 Графический метод определения точки излома температурного графика	14
2.2 Аналитический метод	15
3. Построение годового графика расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха.	16
4. Расчетные расходы сетевой воды.....	22
5. Гидравлический расчет.....	25
5.1 Предварительный гидравлический расчет	25
5.2 Построение схемы сети	26
5.3 Окончательный гидравлический расчет	29
6. Пьезометрический график.....	31
7. Подбор насосов.....	34
7.1 Подбор сетевых насосов.....	34
7.2 Подбор подпиточных насосов	36
8. Продольный профиль трассы.....	37
8.1. Расчет компенсаций тепловых удлинений трубопровода	37
8.2. Определение тепловых потерь на участке трубопровода.....	40
Заключение	43
Список литературы	44

ИСТИЭС 23 КР 23					
Изм.	Лист/Л	№ докум. № до-	Подпись-	Дата-	
			<i>Фаизов</i>	19.12.23	Централизованное теплоснабжение
Разраб.		Фаизова			
Провер		Ахмерова	<i>Ах</i>	27.12.23	
Н.Контр.					
Утверд..					
					Лист Лист Листов
					2 44
					гр. 0СЖ01

Введение

Орёл — город в России, административный центр Орловской области и Орловского муниципального округа (в состав, которого не входит). Являясь городом областного значения, образует муниципальное образование городской округ город Орёл.

В наши дни это крупный экономический, промышленный и культурный объект, в котором проживает свыше 300 тысяч человек. Этот населенный пункт был основан еще в XVI веке, в его истории имеется немало удивительных и захватывающих фактов. Отдельный интерес представляет герб города Орла, выглядящий невероятно символично и величественно.



Рис. 1 Герб г. Орел

Расположен в 368 км к юго-западу от Москвы, на Среднерусской возвышенности в европейской части России, по обоим берегам реки Оки и её притока Орлика. Орёл и Орловская область входят в состав Центрального федерального округа, а также Центрального экономического района.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Таблица 1

Климатические параметры холодного периода года

Республика, край, об- ласть, пункт	Темпера- тура воздуха наиболее холодной пятидневки		Продолжительность, сут, и средняя температура воз- духа, °С, периода со средней суточной температурой воз- духа		Средняя ско- рость ветра, м/с, за период со средней суточ- ной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$
	0,98	0,92	$\leq 10^{\circ}\text{C}$		
			Продолжитель- ность	Средняя темпера- тура	
Орел	-28	-25	216	-1,4	4,0

Таблица 2

Геофизические данные г.Орёл, необходимые для построения розы ветров.

Рес- пуб- лика, край, об- ласть, пункт	Повторяемость направлений ветра (числитель), %, средняя скорость ветра по направлениям (знаменатель), м/с повторяемость штилей, %, максимальная и минимальная скорость ветра, м/с															
	Январь								Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Орел	8	10	7	13	19	20	12	11	16	14	6	6	8	13	15	21

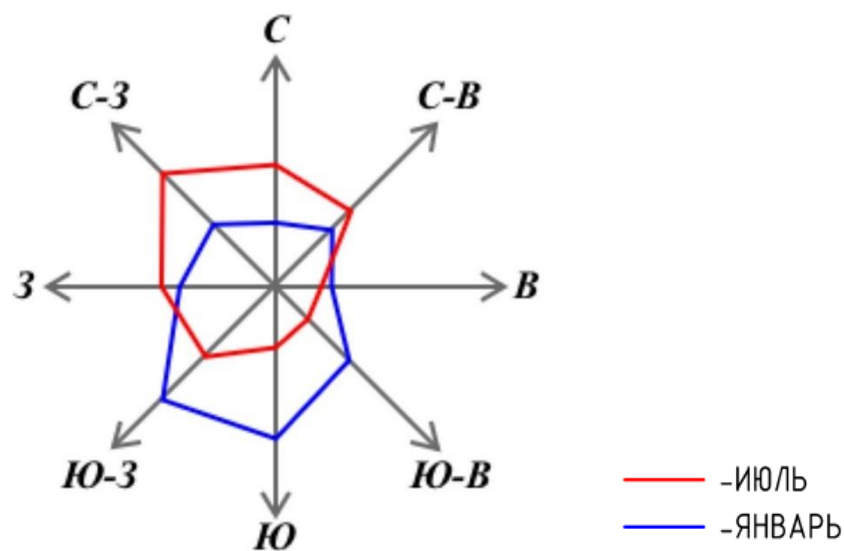


Рис. 2 Роза ветров г. Орёл

По розе ветров определяется расположение ТЭЦ. Так как наиболее заветренными направлениями являются северо-западный и юго-западный, в работе ТЭЦ располагаем на восточной части города.

1. Определение расчетных тепловых потоков

Тепловые потоки района города определяют исходя из величин жилой площади, числа жителей и плотности населения. Для этого по генплану определяют площади селитебной и промышленной зон. Расчеты сводим в таблицу 3, предполагая, что все административно-общественные здания в селитебной зоне равномерно распределены по району.

Таблица 3

Площади застройки микрорайонов

№ квартала	Площадь,(га)
1	17,5
2	13,5
3	17,2
4	15,8
5	10,8
6	13,8
7	6,6
8	13,1
9	16,9
10	10,9
11	8,5
12	12,5
13	7,2
14	12,5
15	7,2
16	6,3
17	5,1
18	11,2
19	11,4
20	17,7
21	12
22	10,5
23	9,5

24	7,3
25	9,2
26	5,1
27	4,5
28	11,6
29	11,7
30	5,1
Σ	322,2

Общее число жителей проектируемого района:

$$m = P \cdot F_{\text{общ}}, \text{ чел} \quad (1.1)$$

где: P – плотность населения, чел/га (по заданию), P=195 чел/га;

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$F_{\text{общ}}$ – суммарная площадь застраиваемых районов, га, $F_{\text{общ}}=322,2$ га.

$$m=195 \cdot 322,2=62829 \text{ чел.}$$

Общая жилая площадь района:

$$A = m \cdot f, \text{ м}^2 \quad (1.2)$$

где: f – норма общей площади жилых зданий на одного человека, $f=14,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$

$$A=62829 \cdot 14,5=911020,5 \text{ м}^2.$$

Расчетные тепловые потоки на отопление равны:

$$Q_{o \max} = q_o \cdot A(1 + k_1), \text{ МВт}, \quad (1.3)$$

где: q_o – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м^2 , Вт в зависимости от наружной расчетной температуры воздуха для отопления, прил. В[1], $q_o=47,4$ (для зданий построенных после 2015 и при $t_o = -28^\circ\text{C}$);
 K_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий; $K_1=0,25$ [2].

$$Q_{o \max} = 47,4 \cdot 911020,5 \cdot (1+0,25) = 53977964,63 \text{ Вт} = 53,98 \text{ МВт}$$

Расчетные тепловые потоки на вентиляцию общественных зданий:

$$Q_{v \max} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_o \cdot A, \text{ МВт}, \quad (1.4)$$

где: K_2 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию
 $K_2 = 0,6$ [2].

$$Q_{v \max} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 47,4 \cdot 911020,5 = 6477355,755 \text{ Вт} = 6,48 \text{ МВт}$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий:

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_c) \cdot c}{24 \cdot 3,6}, \text{ МВт}, \quad (1.5)$$

где: a – норма расхода на горячее водоснабжение, при $t_r=55^\circ\text{C}$, на одного человека в сутки, $a=105$ л/чел;
 b – норма расхода воды на горячее водоснабжение, потребляемой в общественных зданиях на одного человека в сутки, $b=25$ л/чел;
 t_c – температура холодной воды в отопительный период, $^\circ\text{C}$ ($t_c=+5^\circ\text{C}$);
 c – удельная теплоемкость воды, $c=4,187$ кДж/(кг $^\circ\text{C}$).

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot 62829 \cdot (105 + 25) \cdot (55 - 5) \cdot 4,187}{24 \cdot 3,6} = 23748925,69 \text{ Вт} = 23,45 \text{ МВт}$$

Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение

$$Q_{h\max} = 2,4 \cdot Q_{hm}, \text{ МВт}, \quad (1.6)$$

$$Q_{h\max} = 2,4 \cdot 23,75 = 56997421,65 \text{ Вт} = 57,00 \text{ МВт},$$

Определяется суммарный расчетный расход теплоты (при наличии аккумуляторов горячей воды берется Q_{hm} , а при отсутствии – $Q_{h\max}$).

Определяются тепловые потери в сетях, равные 5% от суммарного теплового потока.

Определяется расход теплоты в начале и конце отопительного сезона, т.е. при $t_{нк} = +8^\circ\text{C}$ [13, п. 7.4]. Для чего определяется относительный тепловой поток на отопление и вентиляцию при температуре:

$$\bar{Q}_{нк} = \frac{t_i - t_{нк}}{t_i - t_o}, \quad (1.7)$$

где: t_i – средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий;

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

t_{HK} – температура наружного воздуха в начале и конце отопительного периода;

t_o – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С [табл.1.3, 3].

$$\bar{Q}_{HK} = \frac{18 - 8}{18 + 28} = 0,217$$

Тепловые потоки на отопление и вентиляцию при t_{HK} :

$$Q_{OHK} = Q_{o\max} \cdot \bar{Q}_{HK}, \text{ МВт}, \quad (1.8)$$

$$Q_{OHK} = 53,98 \cdot 0,217 = 11734340,14 \text{ Вт} = 11,73 \text{ МВт}$$

$$Q_{VHK} = Q_{v\max} \cdot \bar{Q}_{HK}, \text{ МВт}, \quad (1.9)$$

$$Q_{VHK} = 6,48 \cdot 0,217 = 1408120,816 \text{ Вт} = 1,41 \text{ МВт}$$

Относительный тепловой поток на отопление и вентиляцию при $t_{от}$:

$$\bar{Q}_{om} = \frac{t_i - t_{om}}{t_i - t_o}, \quad (1.10)$$

где: $t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С [табл.1.3, 3].

$$\bar{Q}_{от} = \frac{18 - (-1,4)}{18 + 28} = 0,422$$

Тепловые потоки на отопление и вентиляцию при $t_{от}$:

$$Q_{oot} = Q_{o\max} \cdot \bar{Q}_{om}, \text{ МВт}, \quad (1.11)$$

$$Q_{oot} = 53,98 \cdot 0,422 = 22764619,86 \text{ Вт} = 22,76 \text{ МВт}$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

$$Q_{vom} = Q_{vmax} \cdot \bar{Q}_{om}, \text{ МВт}, \quad (1.12)$$

$$Q_{vот} = 6,48 \cdot 0,422 = 2731754,4 \text{ Вт} = 2,73 \text{ МВт}$$

Средний тепловой поток, Вт, на горячее водоснабжение жилых районов населенных пунктов в неотапительный период определяется по формуле:

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \cdot \frac{55 - t_c^s}{55 - t_c} \cdot \beta, \text{ МВт}, \quad (1.13)$$

где: t_c^s - температура холодной (водопроводной) воды; в неотапительный период $t_c^s = 15 \text{ }^\circ\text{C}$;

β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапительный период по отношению к отопительному периоду, $\beta = 0,8$ – для жилого жилищно-коммунального сектора; $\beta = 1$ – для предприятий.

$$Q_{hm}^s = 23,75 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 15199312,44 \text{ Вт} = 15,20 \text{ МВт}$$

Результаты расчета тепловых потоков сводим в таблицу 4 .

Таблица 4

Тепловые потоки в зависимости от t_H

Тепловые потоки	Размерность	Температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$				Неотапительный период
		$t_o = -28^\circ\text{C}$	$t_{om} = -1,4^\circ\text{C}$	$t_{ни} = +1,715^\circ\text{C}$	$t_{нк} = +8^\circ\text{C}$	
\bar{Q}	-	1	0,422	0,354018	0,217	-
Q_o	МВт	53,98	22,76	19,11	11,73	-
Q_v	МВт	6,48	2,73	2,29	1,41	-
Q_{hm}	МВт	23,75	23,75	23,75	23,75	15,20
$\sum Q = Q_o + Q_v + Q_{hm}$	МВт	84,20	49,25	45,15	36,89	15,20
$\sum Q + 5\%$	МВт	88,414	51,708	47,409	38,736	

В таблице графа для температуры наружного воздуха в точке излома температурного графика заполняется после определения температуры излома $t_{ни}$ (раздел 2).

Расчет тепловых потоков на отопление и вентиляцию ведется по формулам:

$$Q_{ОНИ} = Q_{o\max} \cdot \bar{Q}_{НИ} , \text{ МВт}, \quad (1.14)$$

$$Q_{ОНИ} = 53,98 \cdot 0,354018 = 19,11 \text{ МВт}$$

$$Q_{ВНИ} = Q_{v\max} \cdot \bar{Q}_{НИ} , \text{ МВт}, \quad (1.15)$$

$$Q_{ВНИ} = 6,48 \cdot 0,354018 = 2,29 \text{ МВт}$$

Где относительный тепловой поток на отопление и вентиляцию равен:

$$\bar{Q}_{ни} = \frac{t_i - t_{ни}}{t_i - t_o} , \quad (1.16)$$

$$\bar{Q}_{ни} = \frac{18 - 1,715}{18 + 28} = 0,354018 \text{ МВт}$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2. Расчет температур первичного теплоносителя и построение графиков в координатах $\tau - Q_0$ с определением точки излома

Температура сетевой воды на абонентском вводе перед отопительными установками (до смесительных устройств) определяется по формуле:

$$\tau_{o1} = t_i + \Delta t'_o (\bar{Q}_o)^{0.8} + (\delta_{\tau'_o} - 0.5 \cdot \theta'_o) \cdot \bar{Q}_o, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.1)$$

Температура воды после отопительной установки:

$$\tau_{o2} = t_i + \Delta t'_o (\bar{Q}_o)^{0.8} - 0.5 \cdot \theta'_o \cdot \bar{Q}_o, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.2)$$

Температура воды в подающем трубопроводе после смесительного устройства:

$$\tau_3 = t_i + \Delta t'_o (\bar{Q}_o)^{0.8} + 0.5 \cdot \theta'_o \cdot \bar{Q}_o, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.3)$$

где: τ_{o1} и τ'_{o1} - текущая и расчетная температура воды в подающей магистрали, $^\circ\text{C}$, $\tau_{o1}=150^\circ\text{C}$;

τ_{o2} и τ'_{o2} - текущая и расчетная температура воды в обратной магистрали, $^\circ\text{C}$, $\tau_{o2}=70^\circ\text{C}$;

τ_3 и τ'_3 - текущая и расчетная температура воды в подающем стояке местной системы отопления, $^\circ\text{C}$, $\tau_3=95^\circ\text{C}$.

Температурный напор нагревательного прибора:

$$\Delta t'_o = \frac{\tau'_{o3} + \tau'_{o2}}{2} - t_i, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.4)$$

$$\Delta t'_o = \frac{95+70}{2} - 18 = 64,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

где: t_i - расчетная температура воздуха в отапливаемом помещении, $^\circ\text{C}$, $t_i=18^\circ\text{C}$.

Расчетный перепад температур воды в местной системе отопления:

$$\theta'_o = \tau'_3 - \tau'_{o2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.5)$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$$\theta'_0 = 95 - 70 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Расчетный перепад температур воды в тепловой сети:

$$\delta_{\tau'_0} = \tau'_{01} - \tau'_{02}, \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.6)$$

$$\delta_{\tau'_0} = 150 - 70 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

Отложив по оси абсцисс относительную нагрузку и задавшись $Q_0=0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$, определяем $\tau_{01}, \tau_{02}, \tau_3$ по пять раз.

Температура воды в подающей магистрали

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,2)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,2 = 49,30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,4)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,4 = 75,99 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,6)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,6 = 101,36 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,8)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,8 = 125,96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (1)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температура воды в обратной магистрали

$$\tau_{02} = 18 + 64,5 \cdot (0,2)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot 0,2 = 33,30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{02} = 18 + 64,5 \cdot (0,4)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot 0,4 = 43,99 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{02} = 18 + 64,5 \cdot (0,6)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot 0,6 = 53,36 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{02} = 18 + 64,5 \cdot (0,8)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot 0,8 = 61,96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{02} = 18 + 64,5 \cdot (1)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot 1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температура воды в подающем стояке местной системы отопления

$$\tau_3 = 18 + 64,5 \cdot (0,2)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot 0,2 = 38,30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 + 64,5 \cdot (0,4)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot 0,4 = 53,99 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 + 64,5 \cdot (0,6)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot 0,6 = 68,36 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 + 64,5 \cdot (0,8)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot 0,8 = 81,96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 + 64,5 \cdot (1)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot 1 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$$

По рассчитанным данным строится график температур теплоносителя, с определением точки излома в координатах τ – Q (рис. 3).

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2.1 Графический метод определения точки излома температурного графика

Для закрытых систем теплоснабжения излом температурного графика обусловлен необходимостью нагрева водопроводной воды в теплообменнике до 60–65°C. Поэтому на температурном графике возникает так называемая весенне-летняя срезка или «излом» температуры подающей линии на уровне 70°C.

Точка излома температурного графика определена графическим методом (рис. 3). На ординате отмечена точка $\tau_{01} = 70^\circ\text{C}$, проведена горизонталь до пересечения с графиком температуры воды в подающей магистрали. В этой точке опущен перпендикуляр на ось абсцисс и найдена $\bar{Q}_o = 0,353$.

Затем перпендикуляр продолжен и в нижней части графика определена температура наружного воздуха, соответствующая точке излома графика $=1,745$

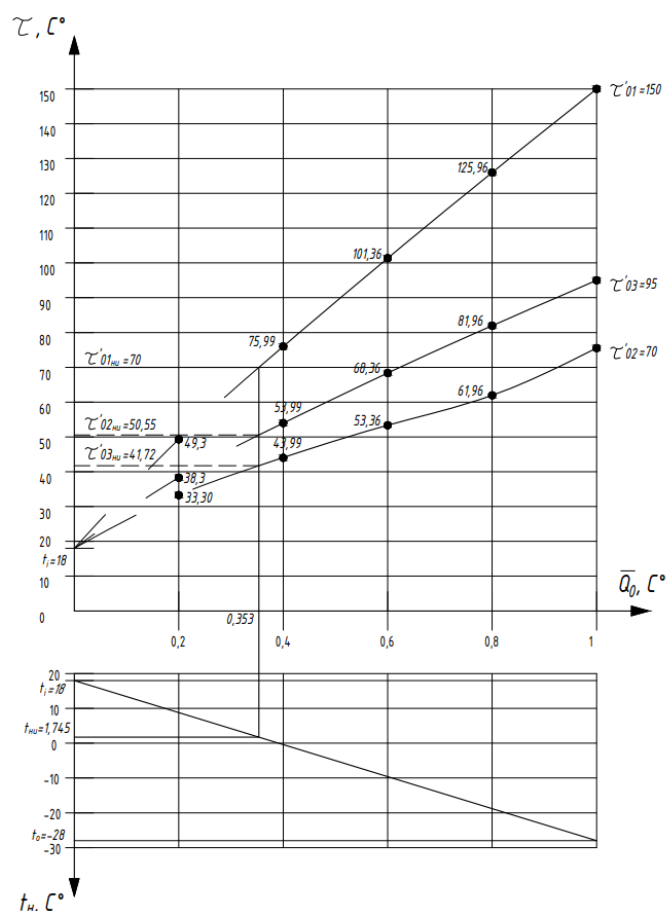


Рис 3 - График определения температуры точки излома

2.2 Аналитический метод

По рисунку 3 видно, что $\bar{Q}_{o.n.u.}$ расположена в диапазоне от 0,2 до 0,4. Решим уравнение (2.1) методом подбора, задаваясь значениям $\bar{Q}_{o.n.u.}$ для получения $\tau_{01ни} = 70^\circ\text{C}$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,275)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,275 = 59,525^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,3)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,3 = 62,868^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,325)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,325 = 66,184^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,35)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,35 = 69,474^\circ\text{C}$$

$$\tau_{01} = 18 + 64,5 \cdot (0,354018)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,354018 = 70,000^\circ\text{C}$$

Таким образом, при $\tau_{01ни} = 70^\circ\text{C}$ относительный расход на отопление $\bar{Q}_{o.n.u.} = 0,354018$

$$\tau_{02} = \tau_{01ни} - \bar{Q}_{o.n.u.} \cdot \delta\tau = 70 - 0,354018 \cdot 80 = 41,68^\circ\text{C}$$

$$\tau_{03} = \tau_{02ни} - \bar{Q}_{o.n.u.} \cdot \theta = 41,68 - 0,354018 \cdot 25 = 50,53^\circ\text{C}$$

Точка излома температурного графика:

$$t_{н.и.} = t_i - \bar{Q}_{o.n.u.} \cdot (t_i - t_0), \quad (2.7)$$

$$t_{н.и.} = 18 - 0,354018 \cdot (18 + 28) = 1,715^\circ\text{C}$$

Сравнивая полученные варианты, необходимо отметить, что значения температуры излома температурного графика $t_{н.и.}$, определённой графическим методом близко по значению температуре, полученной аналитическим методом $= -1,715^\circ\text{C}$. Это говорит о высокой точности построения графика. При дальнейших расчетах будут использоваться значения полученные аналитическим методом.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

3. Построение годового графика расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха.

Определить характер потребления теплоты, её максимума и других составляющих за отопительный сезон и в течении года можно не только аналитическим методом, но и графическим способом.

Для определения годовой потребности в тепловой энергии, числа часов использования максимума тепловой нагрузки, среднечасового теплопотребления за отопительный период, типа и вида оборудования на станции строят график продолжительности (см. графическая часть лист 2).

При построении графика продолжительности в зависимости от температуры наружного воздуха необходимо знать значения:

$t_{нк}$ – температуры наружного воздуха в начале и конце отопительного периода, °С, $t_{нк}=+8$ °С;

$t_{от}$ – средней температуры наружного воздуха за отопительный период, °С [табл.1.3, 3], $t_{от}=-1,4$ °С;

t_0 – расчетной температуры для отопления, °С [табл.1.3, 3], $t_0=-28$ °С.

По оси ординат откладываются часовые расходы теплоты в МВт, а по оси абсцисс в одну сторону – температуры наружного воздуха, а в другую – число часов стояния определенных среднесуточных температур наружного воздуха за отопительный период и число часов отопительного сезона. Расчет расходов теплоты ведется по формулам (1.3-1.16), после чего полученные данные наносятся на график.

Часы стояния определенных температур наружного воздуха и число часов отопительного сезона определяем по табл.1.3 [3] и сводим полученные данные в таблицу 5.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Продолжительность стояния температур наружного воздуха

	Повторяемость температур наружного воздуха, ч									
	-39,9 ÷ -35	-34,9 ÷ -30	-29,9 ÷ -25	-24,9 ÷ -20	-19,9 ÷ -15	-14,9 ÷ -10	-9,9 ÷ -5	-4,9 ÷ 0	+0,1 ÷ +5	+5,1 ÷ +8
n	-	6	17	91	264	489	862	1281	1493	465
Σn	-	-	23	114	378	867	1729	3010	4503	4968

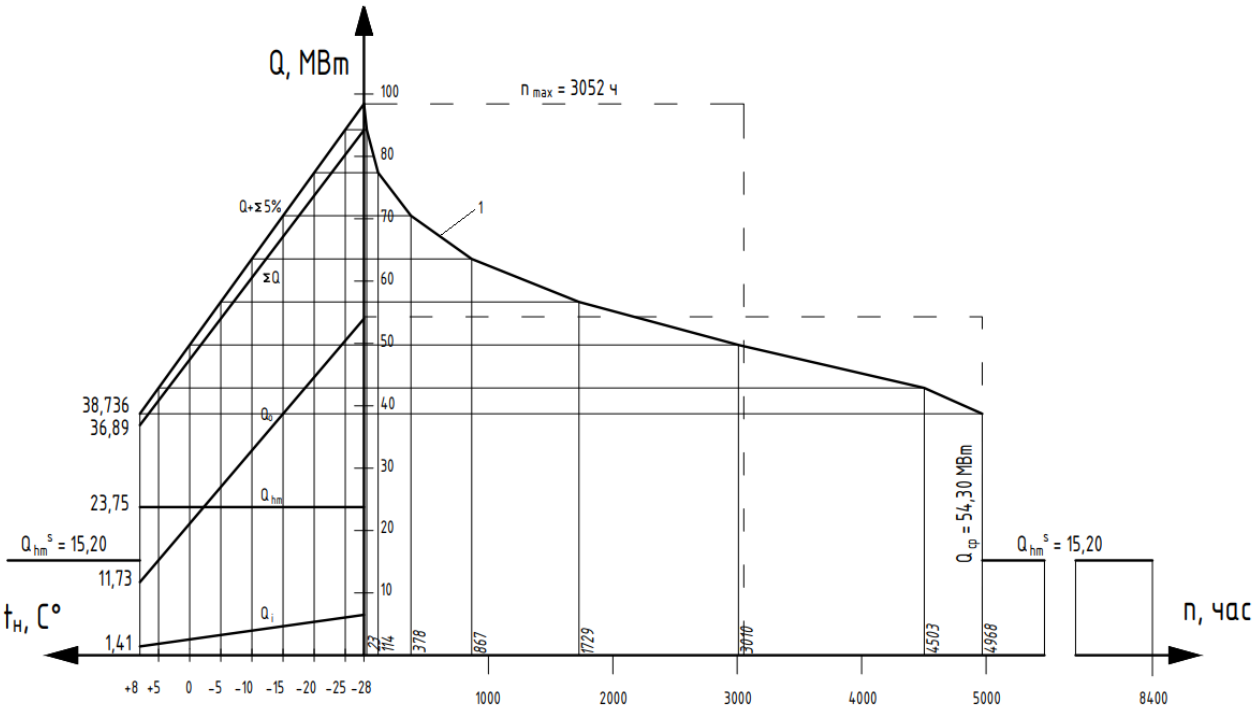


Рис. 4 График годового расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха

Построив кривую суммарного часового расхода теплоты в зависимости от температуры наружного воздуха, определив часы стояния определенных температур наружного воздуха, определяем положение кривой 1. Площадь, ограниченная этой кривой и осями координат, равна расходу теплоты за отопительный сезон. Если на оси абсцисс построить прямоугольник с основанием, равным числу часов отопительного сезона, и площадью, равновеликой площади под кривой 1 то высота этого прямоугольника равна среднечасовой нагрузке за

отопительный сезон $Q_{cp}=54,30$ МВт. Основание прямоугольника, построенного с высотой, равной максимальной часовой нагрузке, и площадью, равновеликой площади под кривой 1, равно числу часов использования максимума тепловой нагрузки за отопительный сезон $n_{max}=3052,00$ часов. Чем больше часов использования максимума, тем более равномерно расходуется тепло потребителем в течение года.

В летний период (диапазон продолжительности стояния от 4968 до 8400 час) тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию отсутствуют, нагрузка на горячее водоснабжение согласно формуле (1,13) составляет:

$$Q_{hm}^S = Q_{hm} \cdot \frac{55-t_c^S}{55-t_c} \cdot \beta = 23,75 \cdot \frac{55-15}{55-5} \cdot 0,8 = 15199312,44 \text{ Вт} = 15,20 \text{ МВт}$$

Средняя месячная и годовая температуры наружного воздуха для г. Орел представлены в таблице 6 [1].

Таблица 6

Среднечасовые расходы теплоты по месяцам года	Среднемесячные температуры наружного воздуха												
	Янв	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент.	Окт.	Ноя.	Дек	Год
	-7,9	-7,3	-1,6	7,1	14,0	17,3	19,1	17,9	12,1	5,9	-0,1	5,2	6,0

Тепловые потоки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для любых температур наружного воздуха рассчитываются по формулам:

$$Q_0^{tH} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} \quad (3.1)$$

$$Q_v^{tH} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} \quad (3.2)$$

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a+b) \cdot (55-t_c) \cdot c}{24 \cdot 3,6} \quad (3.3)$$

$$Q_{hm}^S = Q_{hm} \cdot \frac{55-t_c^S}{55-t_c} \cdot \beta \quad (3.4)$$

Январь: $t_H = -7,9$

$$Q_0^{t_H} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 + 7,9}{18 + 28} = 30,39 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{t_H} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 + 7,9}{18 + 28} = 3,65 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a+b) \cdot (55 - t_c) \cdot c}{24 \cdot 3,6} = \left(\frac{1,2 \cdot 62829 \cdot (105 + 25) \cdot (55 - 5) \cdot 4,187}{24 \cdot 3,6} \right) / 10^6 = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 57,79 \text{ МВт}$$

Февраль: $t_H = -7,3$

$$Q_0^{t_H} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 + 7,3}{18 + 28} = 29,69 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{t_H} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 + 7,3}{18 + 28} = 3,56 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 57,00 \text{ МВт}$$

Март: $t_H = -1,6$

$$Q_0^{t_H} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 + 1,6}{18 + 28} = 23,00 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{t_H} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 + 1,6}{18 + 28} = 2,76 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 49,51 \text{ МВт}$$

Апрель: $t_H = +7,1$

$$Q_0^{t_H} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 - 7,1}{18 + 28} = 12,79 \text{ МВт}$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$Q_v^{tH} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 - 7,1}{18 + 28} = 1,53 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 38,07 \text{ МВт}$$

В неотапливаемый период (май-сентябрь) тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию отсутствуют, нагрузка на горячее водоснабжение, согласно формуле (3.4), составляет:

$$Q_{hm}^S = Q_{hm} \cdot \frac{55 - t_c^S}{55 - t_c} \cdot \beta = 23,75 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 15199312,44 \text{ Вт} = 15,20 \text{ МВт}$$

Октябрь: $t_H = +5,9$

$$Q_0^{tH} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 - 5,9}{18 + 28} = 14,20 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{tH} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 - 5,9}{18 + 28} = 1,7 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 39,65 \text{ МВт}$$

Ноябрь: $t_H = -0,1$

$$Q_0^{tH} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 + 0,1}{18 + 28} = 21,24 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{tH} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 + 0,1}{18 + 28} = 2,55 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 47,54 \text{ МВт}$$

Декабрь: $t_H = -5,2$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$Q_0^{tH} = Q_{omax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 53,98 \cdot \frac{18 + 5,2}{18 + 28} = 27,22 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{tH} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_H}{t_i - t_0} = 6,48 \cdot \frac{18 + 5,2}{18 + 28} = 3,27 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm} = 23,75 \text{ МВт}$$

$$\Sigma Q = 54,24 \text{ МВт}$$

Среднечасовые расходы теплоты по месяцам года (г. Орел) сводятся в таблицу 7

Таблица 7

Среднечасовые расходы теплоты по месяцам года	Среднемесячные температуры наружного воздуха											
	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноя.	Дек
	-7,9	-7,3	-1,6	7,1	14,0	17,3	19,1	17,9	12,1	5,9	-0,1	-5,2
Q_0 , МВт	30,39	29,69	23,00	12,79	-	-	-	-	-	14,20	21,24	27,22
Q_v , МВт	3,65	3,56	2,76	1,53	-	-	-	-	-	1,70	2,55	3,27
Q_{hm}	23,75	23,75	23,75	23,75	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20	23,75	23,75	23,75
Q_{Σ} , МВт	57,79	57,00	49,51	38,07	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20	39,65	47,54	54,24

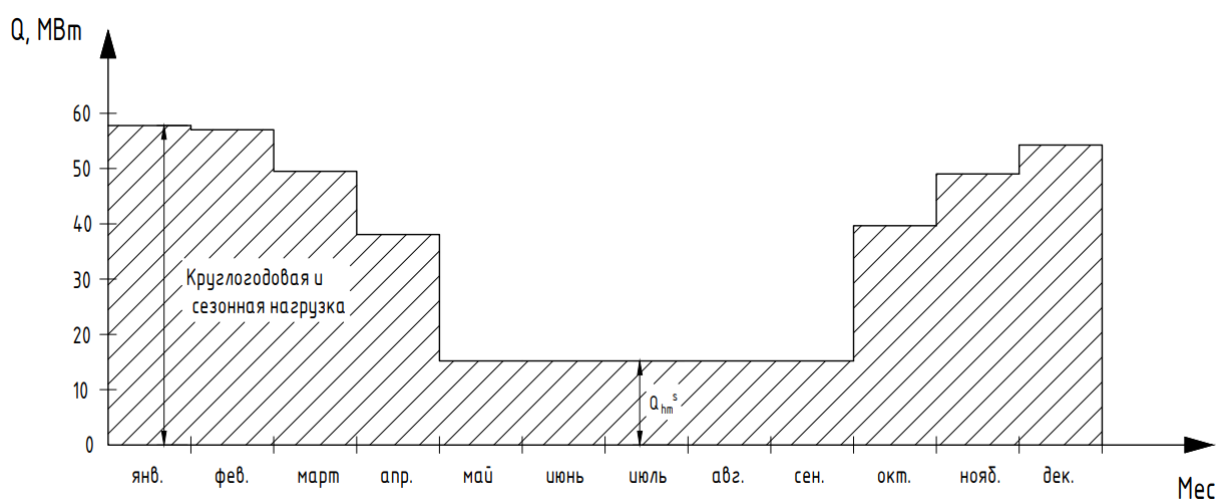


Рис. 5 Годовой график потребления теплоты по месяцам

4. Расчетные расходы сетевой воды

Расчетные расходы сетевой воды для определения диаметров труб в водяных сетях при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять отдельно для каждого вида тепловой нагрузки с последующим их суммированием [2].

На отопление:

$$G_{o \max} = \frac{Q_{o \max} \cdot 10^3}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/с}, \quad (4.1)$$
$$G_{o \max} = \frac{53,98 \cdot 10^3}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 161,15 \text{ кг/с}$$

На вентиляцию:

$$G_{v \max} = \frac{Q_{v \max} \cdot 10^3}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/с}, \quad (4.2)$$
$$G_{v \max} = \frac{6,48 \cdot 10^3}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 19,34 \text{ кг/с}$$

На горячее водоснабжение в закрытых системах водоснабжения при двухступенчатой схеме присоединения водоподогревателей:

$$G_{hm \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \cdot 0,55, \text{ кг/ч}, \quad (4.3)$$

При $\frac{Q_{hm}}{Q_{o \max}} > 0,15$ ($\frac{Q_{hm}}{Q_{o \max}} = \frac{23,75}{58,94} = 0,44$) - принимают регулирование по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.

При регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения и отношении $0,2 \leq \frac{Q_{h \max}}{Q_{o \max}} \leq 1,0$ ($\frac{Q_{hm}}{Q_{o \max}} = \frac{23,75}{58,94} = 0,44$) теплообменники присоединяются последовательно по двухступенчатой схеме присоединения.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Суммарные расчетные расходы сетевой воды, кг/с, в двухтрубных тепловых сетях в закрытых и открытых системах теплоснабжения:

$$\sum G = G_d = G_{o\max} + G_{v\max} + k_3 G_{hm}, \text{ кг/с}, \quad (4.4)$$

где: K_3 – коэффициент, учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения следует принимать равным 0, $K_3=0$.

$$\sum G = G_d = 161,15 + 19,34 + 0 = 180,49 \text{ кг/с}$$

Для распределения по микрорайонам определяем удельный расход воды:

$$G_{d\text{ уд}} = \frac{G_d}{F}, \text{ , , } \frac{\text{кг/с}}{\text{га}}, \quad (4.5)$$

где: $F_{\text{общ}}$ – суммарная площадь застраиваемых районов, га,

$$G_{d\text{ уд}} = \frac{180,49}{322,2} = 0,560165094 \frac{\text{кг/с}}{\text{Га}}$$

Расход воды на каждый микрорайон равен

$$G_{di} = G_{\text{уд}} F_i, \quad (4.6)$$

Результаты сводим в таблицу 8.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Таблица 8

Расходы сетевой воды

№ квартала	Расход G, кг/с
1	9,80
2	7,56
3	9,63
4	8,85
5	6,05
6	7,73
7	3,70
8	7,34
9	9,47
10	6,11
11	4,76
12	7,00
13	4,03
14	7,00
15	4,03

16	3,53
17	2,86
18	6,27
19	6,39
20	9,91
21	6,72
22	5,88
23	5,32
24	4,09
25	5,15
26	2,86
27	2,52
28	6,50
29	6,55
30	2,86
Σ	180,47

5. Гидравлический расчет

5.1 Предварительный гидравлический расчет

В соответствии с розой ветров выбрано место расположения ТЭЦ. В графической части проекта вычерчен генплан района города в масштабе М1:10000. Для гидравлического расчета тепловой сети принят наиболее протяженный участок (от ИТ до наиболее удаленного теплового узла) – ИТ-УТ5 и ответвление от УТ3 до УТ7.

В масштабе М1:10000 изображена расчетная схема магистрали и ответвления, в которой указаны номера расчетных участков и их длины, определяемые по масштабу генплана, расчетные расходы воды. Определено оптимальное удельное линейное падение напора $R_{л\text{опт}}$ в магистрали не более 80 Па/м и ответвлении не более 300 Па/м.

Подбор диаметров труб участков магистрали и ответвления при предварительном гидравлическом расчете произведен в зависимости от расходов воды и удельных падений напоров по таблицам приложения 5 [5].

Потери напора в местных сопротивлениях при предварительном расчете учитывают коэффициентом местных потерь α , величину которого и типы компенсаторов принимают по приложению 3[5].

Сальниковые компенсаторы применяют при $d \geq 250$ мм, при меньших диаметрах – П-образные компенсаторы.

Предварительный гидравлический расчет начинают с последнего от источника теплоты участка и результаты сводим в таблицу 9.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Предварительный гидравлический расчет

№ участка	G, кг/с	R, Па/м	dxS	v, м/с	l, м	α	l _{пр} , м	dP, Па	ΣP, Па
Магистраль									
УТ5-УТ4	15,06	23,23	194x5	0,59	295	0,4	413	9593,99	9593,99
УТ4-УТ3	26,82	73,45	194x5	1,04	495	0,4	693	50900,85	60494,84
УТ3-УТ2	53,44	48,15	273x7	1,06	586	0,3	761,8	36680,67	97175,51
УТ2-УТ1	103,06	63,96	325x5	1,38	780	0,3	1014	64855,44	162030,95
УТ1-ИТ	180,47	50,27	426,9	1,44	530	0,3	689	34636,03	196666,98
					2686				
Ответвление									
УТ7-УТ6	17,15	89,38	159x4,5	1,009	278	0,3	361,4	32301,932	32301,93
УТ6-УТ3	26,62	72,34	194x5	1,035	268	0,4	375,2	27141,968	59443,9
					546				
Невязка 1,74 %									

Невязка потерь напоров по магистральной линии и по ответвления допустима 5%.

$$\Delta = ((\sum \Delta P_{УТ5-УТ3} - \sum \Delta P_{УТ7-УТ3}) / \sum \Delta P_{УТ5-УТ3}) \cdot 100 \leq 5\% \quad (5.1)$$

$$\Delta = ((60494,84 - 59443,9) / 60494,84) \cdot 100 = 1,74\%$$

Невязка потерь удовлетворяет допустимой невязке.

5.2 Построение схемы сети

Монтажная схема разрабатывается после трассировки тепловой сети, составления расчетной схемы, выбора способа прокладки тепловых сетей, предварительного гидравлического расчета. Монтажную схему тепловой сети вычерчивают в графической части проекта. Ее выполняют без масштаба в две линии: подающая – Т1 - справа по ходу теплоносителя от источника теплоты и обратная – Т2. В местах ответвлений к микрорайонам предусматривают узлы трубопровода (УТ).

Построение монтажной схемы заключается в расстановке на трассе тепловых сетей запорно-регулирующей арматуры, неподвижных опор и

					ИСТИЭС 23 КР 23				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					26

компенсаторов. На магистрали показывают места врезки ответвлений, запорную арматуру, неподвижные опоры, переходы.

Запорную арматуру в тепловых сетях следует предусматривать [6]:

а) на всех трубопроводах выводов тепловых сетей от источников теплоты, независимо от параметров теплоносителя и диаметров трубопроводов;

б) на трубопроводах водяных тепловых сетей $D_y \geq 100\text{мм}$ на расстоянии не более 1000 м друг от друга (секционирующие задвижки) с устройством перемычки между подающим и обратным трубопроводами (со стороны источника теплоты) диаметром, равным 0,3 диаметра трубопровода, но не менее 50мм; на перемычке подлежит предусматривать две задвижки и контрольный вентиль между ними $D = 25\text{мм}$.

Допускается увеличивать расстояние между секционирующими задвижками для трубопроводов $D_y = 400-500\text{мм}$ – до 1500 м, для трубопроводов $D_y \geq 600\text{мм}$ – до 3000 м, а для трубопроводов надземной прокладки $D_y \geq 900\text{мм}$ – до 5000 м при обеспечении спуска воды или заполнения секционированного участка одного трубопровода за время, не превышающее указанное в п. 7.19 [6].

На паровых и конденсатных тепловых сетях секционирующие задвижки предусматривать не требуется;

в) в водяных и паровых тепловых сетях в узлах на трубопроводах ответвлений $D_y \geq 100\text{мм}$, а также в узлах на трубопроводах ответвлений к отдельным зданиям, независимо от диаметра трубопровода. При длине ответвлений к отдельным зданиям до 30 м и при $D_y = 50\text{мм}$ допускается запорную арматуру на этих ответвлениях не устанавливать; при этом следует предусматривать запорную арматуру, обеспечивающую отклонение группы зданий с суммарной тепловой нагрузкой, не превышающей 0,6 МВт.

Неподвижные опоры предусматривают на выходе из источника теплоты, в узлах ответвлений. Число дополнительных неподвижных опор на участках зависит от допустимых расстояний между неподвижными опорами.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Независимо от параметров теплоносителя трубопроводы должны быть спроектированы таким образом, чтобы имели возможность свободно удлиняться (при нагреве) или укорачиваться (при снижении температуры теплоносителя).

В некоторых случаях тепловые изменения длин трубопроводов могут компенсироваться за счет эластичности самого трубопровода. Например, при наличии на трассе тепловой сети поворотов и изгибов.

Сальниковые компенсаторы обладают повышенной чувствительностью к перекосам осей. В следствии большой гибкости труб малого диаметра (до 150-200 мм), сальниковые компенсаторы, установленные на таких трубах, работают плохо. Эти компенсаторы требуют постоянного надзора, их установка снижает эксплуатационную надежность. К достоинствам сальниковых компенсаторов можно отнести их большую компенсирующую способность, небольшие размеры, малые затраты металла на изготовление и стоимость. Для обслуживания сальниковых компенсаторов проектируют дополнительные тепловые камеры.

Камеры тепловых сетей могут выполняться из сборных бетонных и железобетонных элементов, монолитными или из кирпича. Камеры устраиваются в местах установки задвижек, сальниковых компенсаторов неподвижных опор, ответвлений, измерительных приборов. Подземная камера показана в графической части проекта. Внутренние габариты камер зависят от диаметра труб, размеров арматуры, компенсаторов. Высота камер принимается не менее 2м. Для обслуживания арматуры и оборудования должны быть предусмотрены проходы, достаточные расстояния над и под трубами. Спуск в камеры осуществляется через люки по скобам, вделанным в стены, или по металлическим лестницам. В камере площадью от 2,5 до 6 м² должно быть не менее двух люков, а при площади более 6м² - четыре. Люки бывают круглые и квадратные.

Для стока воды дно камер делается с уклоном в сторону приемка. Приемки должны быть не менее 0,4х0,4х0,3 м. Откачка воды из приемка может быть автоматизирована. На всех ответвлениях теплопроводов в камере устанавливают отключающую арматуру. Переход на другой диаметр осуществляют в пределах

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

камеры. Неподвижную опору располагают на теплопроводах большого диаметра.

По выполненной монтажной схеме определяют эквивалентные длины местных сопротивлений по участкам. Результаты расчета заносим в таблицу 10.

По таблице 7.1 [8] определяются коэффициенты местных сопротивлений ξ , находятся суммы коэффициентов МС на участке $\Sigma\xi$, по таблице 7.2 [8] или определяются l_3 при $\Sigma\xi=1$, суммарную эквивалентную длину МС на участке:

$$l_3 = l_{уд} \cdot \Sigma\xi \quad (5.2)$$

Таблица 10

Эквивалентные длины местных сопротивлений

Номер участка	КМС					Эквив. длина при $\Sigma\xi=1$, l_3 уд	Эквив. длина на участке l_3
	за-движка	поворот	тройник	компенсатор	$\Sigma\xi$		
Магистраль							
ИТ-УТ1	4x0,5	-	2x1,0	4x0,3	5,2	19,8	102,96
УТ1-УТ2	1x0,5	1x0,6	1x1,0	8x0,3	4,5	14	63
УТ2-УТ3	1x0,5	-	1x1,0	6x0,3	3,3	11,2	36,96
УТ3-УТ4	3x0,5	-	2x1,0	5x2,8	17,5	7,3	127,75
УТ4-УТ5	3x0,5	-	2x1,0	3x2,8	11,9	7,3	86,87
Ответвление							
УТ6-УТ3	1x0,5	-	1x1,0	3x2,8	9,9	7,3	72,27
УТ6-УТ7	3x0,5	-	2x1,0	3x2,8	11,9	5,7	67,83

5.3 Окончательный гидравлический расчет

В окончательном гидравлическом расчете по уточненным эквивалентным длинам определяют падение напора по участкам. Окончательный гидравлический расчет начинают от первого к источнику теплоты участка. Результаты окончательного гидравлического расчета сводим в таблицу 11.

Таблица 11

Окончательный гидравлический расчет

№ участка	G, кг/с	R, Па/м	dxS	v, м/с	l, м	lэ, м	lпр, м	dP, Па	H, м	ΣH, м
Магистраль										
ИТ-УТ1	180,47	50,27	426x9	1,44	530	102,96	632,96	31818,9	3,25	3,25
УТ1-УТ2	103,06	63,96	325x5	1,38	780	63	843	53918,3	5,50	8,75
УТ2-УТ3	53,44	48,15	273x7	1,06	586	36,96	622,96	29995,5	3,06	11,81
УТ3-УТ4	26,82	73,45	194x5	1,04	495	127,75	622,75	45741	4,67	16,48
УТ4-УТ5	15,06	23,23	194x5	0,59	295	86,87	381,87	8870,84	0,91	17,38
Ответвление										
УТ6-УТ3	26,62	72,34	194x5	1,035	268	72,27	340,27	24615,1	2,51	2,51
УТ6-УТ7	17,15	89,38	159x4,5	1,009	278	67,83	345,83	30910,3	3,15	5,67

Далее составляем таблицу скользящих опор, подбирая обозначения по МВН стр. 382 и расстояние между опорами [7]:

Таблица 12

№ участка	длина участка, l, м	D _n x δ, мм	Обозначение по МВН	Расстояние между опорами, м	Количество опор
1	2	3	4	5	6
Магистраль					
УТ1-ИТ	530	426x9	1305-25	14	38
УТ2-УТ1	780	325x5	1305-23	12	65
УТ3-УТ2	586	273x7	1305-22	11	54
УТ4-УТ3	495	194x5	1301-21	8	62
УТ5-УТ4	295	194x5	1301-21	8	37
Ответвление					
УТ6-УТ3	268	194x5	1301-21	8	34
УТ6-УТ7	278	159x4,5	1301-19	7	23

6. Пьезометрический график

Пьезометрический график строится после выполнения окончательного гидравлического расчета и выполняется в масштабах вертикальном 1:500, горизонтальном 1:5000.

На пьезометрическом графике (см. графическая часть лист 2) показывают распределение давления в тепловых сетях, рельеф местности, высоту присоединяемых зданий, потери напора в сети, фактические значения для подбора сетевых и подпиточных насосов.

Пьезометрический график строится для статического и динамического режимов системы теплоснабжения.

Статический режим – когда циркуляция отсутствует и система теплоснабжения заполнена водой до 100°C. Этот режим обеспечивается работой подпиточного насоса, который компенсирует утечки теплоносителя. График давлений сети при этом режиме изображается прямой горизонтальной линией. Чтобы в верхних точках систем отопления не образовывался вакуум и не происходило частичного опорожнения системы, линия статических напоров должна быть на 5 м выше самого высокого здания. Все здания должны быть под заливом. Максимальный статический напор не должен превышать 60 м, так как при зависимом присоединении абонентов и использовании радиаторов в системе отопления максимально пьезометрический напор для статического динамического режима составляет 60 м. Линия статических напоров обозначается S-S. При разработке пьезометрического графика следует стремиться к установлению единого уровня статического давления для всей системы теплоснабжения. Когда это условие выполнить невозможно (при сложном рельефе местности и значительной разности геодезических отметок земли) систему теплоснабжения разделяют на две статические зоны или присоединяют потребителей по независимой схеме.

Динамический режим – теплоноситель циркулирует в трубопроводах от источника теплоты к потребителям и от потребителей к источнику теплоты. Динамический режим осуществляется работой сетевых насосов. В закрытых

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

системах падение давления в падающих и обратных трубопроводах на участках одинаковы.

В курсовой работе для закрытых систем теплоснабжения пьезометрический график разрабатывается для отопительного сезона.

При построении пьезометрического графика ось теплотрассы условно совмещают с поверхностью земли, так как в населенных пунктах теплопроводы заглубляют на 1-1,5 м. Принимают, что отметка оси насосов и нагревательных приборов первых этажей совпадает с отметкой земли, а высшее положение воды в местных системах соответствует высоте здания.

Для построения пьезометрического графика необходимы следующие данные: схема тепловой сети, профиль тепловой сети, данные окончательного гидравлического расчета, параметры теплоносителя, высоты зданий, необходимая разность напоров в подающей и обратной магистрали – располагаемый напор у конечного абонента. В закрытых системах теплоснабжения принимают $\Delta H_{аб} = 15-25$ м, принимаем $\Delta H_{аб} = 25$ м. Потери напора на источнике теплоты для бойлерной ТЭЦ или котельной равны $\Delta H_{ит} = 10-20$ м, принимаем $\Delta H_{ит} = 10$ м.

При разработке гидравлических режимов необходимо учитывать следующие требования:

1. Давление не должно превышать допустимых значений. В стальных трубопроводах и арматуре тепловых сетей максимальное допустимое избыточное давление считают равным 1,6 Мпа, что соответствует 160 м пьезометрического напора. Предельно допустимые напоры:

Наименование оборудования	Предельно допустимые напоры, м
Стальные водогрейные котлы	250
Чугунные котлы	60
Подогреватели сетевой воды БО и БТ	140
Скоростные подогреватели воды МВН	100
Калориферы	80
Чугунные радиаторы	60
Панели со змеевиками из труб	80

2. Во всех элементах системы теплоснабжения нужно обеспечивать избыточное давление. Минимальное значение принимают 0,05 Мпа (5 м. вод. ст.). Это необходимо для предупреждения кавитации насосов и защиты системы теплоснабжения от подсоса воздуха. При невыполнении этого требования происходит коррозия оборудования и нарушение циркуляции воды.

3. Минимальный напор в подающем трубопроводе должен обеспечивать не вскипание теплоносителя при его циркуляции в сети. Это требование относится лишь к динамическому режиму, так как при переходе на статический режим перед остановкой циркуляционных насосов можно снизить температуру теплоносителя. Условия не вскипания определяют в зависимости от расчетной температуры воды:

Расчетная температура сетевой воды, °С	120	130	140	150	160	170
Максимальный напор, м	10	20	30	40	55	72

Максимальный пьезометрический напор для обратного теплопровода не должен превышать 60 м в чугунных радиаторах нижних этажей систем отопления, присоединяемых по элеваторной схеме, а при независимых – 100 м из условия прочности. В данном курсовом проекте максимальный напор составляет 60 м.

На пьезометрическом графике от напоров в магистрали в точке присоединения ответвления проводят горизонталы, на них откладывают длины участков ответвления и по данным таблицы строят графики напоров ответвления.

7. Подбор насосов

7.1 Подбор сетевых насосов

Напор сетевого насоса рассчитывается по формуле:

$$\Delta H_{CH} = \Delta H_{ИТ} + \Delta H_{ПОД} + \Delta H_{АБ} + \Delta H_{ОБР,М} \quad (7.1)$$

где: $\Delta H_{ИТ}$ – потери напора в установках на источнике теплоты;
 $\Delta H_{ПОД}$ – потери напора в подающем магистральном трубопроводе;
 $\Delta H_{АБ}$ – потери напора в системе потребления;
 $\Delta H_{ОБР}$ – потери напора в обратном магистральном трубопроводе.

$$\Delta H_{CH} = 10 + 17,38 + 25 + 17,38 = 69,76 \text{ м.}$$

Подачу (производительность) сетевых насосов м³/ч для закрытых систем теплоснабжения в отопительный период следует принимать по формуле:

$$\Sigma G = G_d = 180,49 \cdot 3,6 = 649,76 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Число насосов следует принимать не менее двух, один из которых является резервным. К установке рекомендуется принимать насосы марки СД.

СД - горизонтальные одноступенчатые с рабочим колесом двухстороннего всасывания. Предназначены для воды с температурой до 180 °С при подпоре 60...100 м. По ГОСТ 22465-88.

К установке принимаем насосы марки 12СД-9. Число насосов принимаем равным 2, один из которых резервный и присоединяем по параллельной схеме присоединения.

$$S = \frac{H_{CH}}{G_d^2}; \text{ м}/(\text{м}^3/\text{ч})^2 \quad (7.2)$$

$$S = \frac{69,76}{649,76^2} = 0,000165, \text{ м}/(\text{м}^3/\text{ч})^2$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитываем напор:

$$H = S \cdot G^2$$

При $G=250 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H=10,33 \text{ м}$;

$G=375 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H=23,24 \text{ м}$;

$G=600 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H=59,48 \text{ м}$;

$G=650 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H=69,81 \text{ м}$;

Согласно ГОСТ 22465-88, насос 12СД – 9 при работе на данную сеть имеет следующие характеристики:

$H=70 \text{ м}$; $G=650 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Рабочие характеристики насосов представлены в таблице 13

Таблица 13

Расход воды	800 м ³ /ч
Напор	65 м
Допускаемый кавитационный запас не более	7,5 м
Рабочее давление на входе	11 (1,08) кгс/см ²
Температура перекачиваемой воды не более	<180 °С
КПД не менее	>82 %

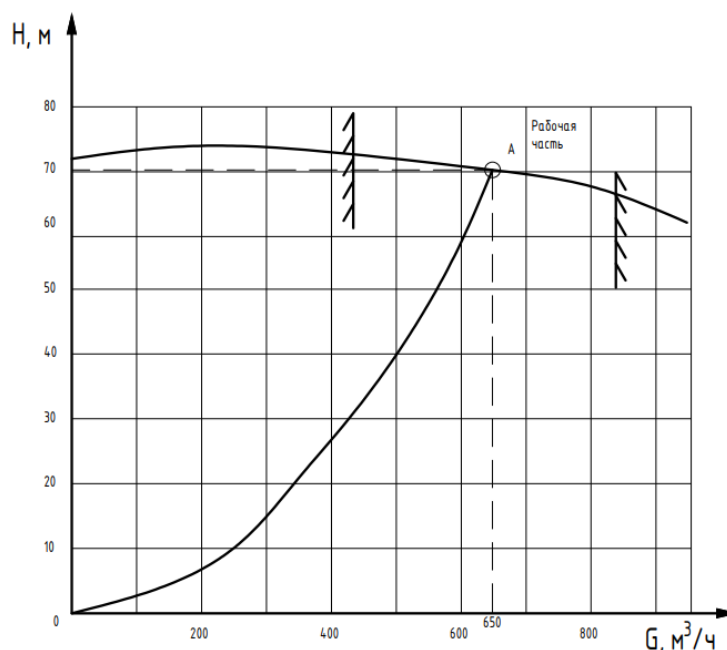


Рис. 6 Характеристика насоса 12СД – 9 и тепловой сети

7.2 Подбор подпиточных насосов

Подачу (производительность) рабочих подпиточных насосов в закрытых системах теплоснабжения приняли равной расчетному расходу воды на компенсацию утечки из тепловой сети в закрытых системах теплоснабжения численно равным 0,75% фактического объема воды в трубопроводах тепловых сетей и присоединенных к ним системах отопления и вентиляции зданий. При отсутствии данных по фактическим объёмам воды в системах теплоснабжения, допускается принимать равным 65 м³ на 1 МВт расчётной тепловой нагрузки при закрытой системе теплоснабжения.

$$G_{\text{пн}} = 65 \cdot (\sum Q + 5\%) \cdot \frac{0,75}{100}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.3)$$

$$G_{\text{пн}} = 65 \cdot 88,414 \cdot \frac{0,75}{100} = 43,10 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Потери напора $H_{\text{пн}} = H_{\text{ст}} = 26 \text{ м}$

К установке принимаем насосы марки К 45/30 . К установке принимаем два насоса, один из которых резервный. Данные насосы обладают следующими характеристиками, которые представлены в таблице 14.

Таблица 14

Расход воды	45 м ³ /ч
Напор	30 м
Мощность на валу насоса	3,7 кВт
электродвигателя	7,5 кВт
Допустимая высота всасывания	8 м
Диаметр рабочего колеса	140 мм

8. Продольный профиль трассы

В курсовом проекте продольный профиль магистрали выполнен в масштабах: горизонтальном - 1:5000, вертикальном – 1:20.

Профиль земли строится по проектным отметкам, которые были получены с генплана. В целях учебного проекта натурные отметки принимаем равные проектным отметкам.

Трубы проложены в лотковых каналах МКЛ, размеры которых зависят от диаметров трубопроводов, проложенных в каналах (рис 7).

Спуск воды из трубопроводов осуществляется в сбросные колодцы с отводом воды из них самотеком в системы канализации и в поглощающие колодцы.

Минимальный и максимальный уклоны составляют: 0,001 и 0,01. Так как в данном курсовом проекте условные диаметры <600 мм, используются тепловые камеры, высотой 2,1 м.

Размеры каналов, используемые в данном КП приведены в таблице 15

Таблица 15

Марка канала	Dy, мм	Размеры, мм					
		А	Б	Г	Н	В	Е
МКЛ-2	125–200	1320	1470	705	865	80	80
МКЛ-4	250–400	1920	2100	905	1105	100	100

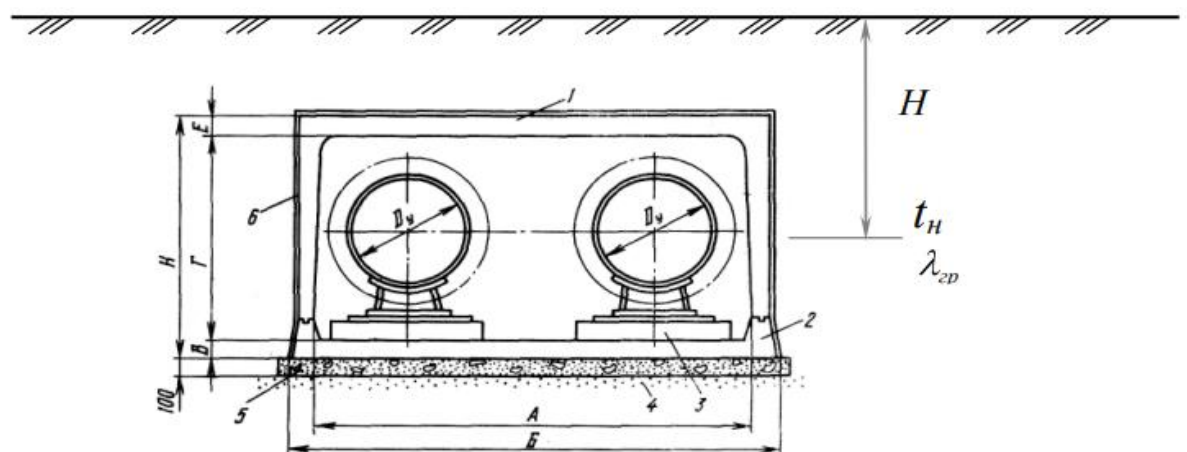


Рис.7 Схема прокладки двухтрубной теплосети в канале рамной конструкции МКЛ с внешними размерами Б х Н и внутренними габаритами А х Г

8.1. Расчет компенсаций тепловых удлинений трубопровода

Для компенсации тепловых удлинений трубопроводов применяются сальниковые, а также П-образные компенсаторы. При подземной прокладке за пределами населённых мест применяются гибкие компенсаторы. П-образные компенсаторы следует рассчитывать в курсовом проекте по методике [4, стр. 401]. Для увеличения компенсирующей способности компенсатора или уменьшения величины смещения его устанавливают с предварительной (монтажной) растяжкой, которую в расчётах учитывают с помощью коэффициента ε ($\varepsilon = 0,5$ при температуре теплоносителя до $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4, стр. 401]). Для облегчения конструктивного расчёта П-образного компенсатора составлены номограммы [6, лист VI.9-VI.13].

Допускаемое изгибающее компенсационное напряжение $\sigma_{\text{доп}}$ зависит от способа компенсации, схемы участка и др. $\sigma_{\text{доп}}$ определяется расчётом. Для труб тепловых сетей величину $\sigma_{\text{доп}}$ для усредненных условий можно принимать равной при $\tau = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $p_{\text{раб}} = 1,6\text{ МПа}$ для расчёта П-образных компенсаторов $\sigma_{\text{доп}} = 110\text{ МПа}$.

Расчёт для П-образного компенсатора К14;

Определить вылет П-образного компенсатора К14 и силу упругой деформации, для участка УТ6–УТ7.

Диаметр трубопровода Т1 – $D_{\text{нх}}\delta = 159 \times 4,5\text{ мм}$.

Расстояние между неподвижными опорами – 91,6 м.

Максимальная температура теплоносителя – $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Расчетная температура наружного воздуха – $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Тепловое удлинение определяется по формуле

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

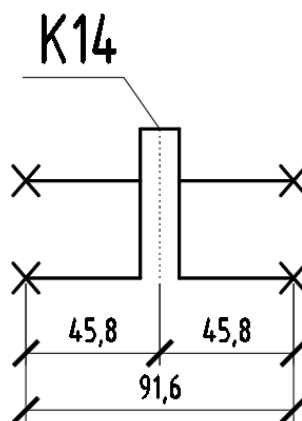


Рис.8 Схема сети, участок УТ6-УТ7 с П-образным компенсатором

Расчёт производится по методике [9, стр. 15]. Тепловое удлинение определяется по формуле:

$$\Delta l = \alpha l (t_1 - t_2) , \text{ мм}, \quad (8.1)$$

где $\alpha = 1,2336 \cdot 10^{-2}$ – коэффициент линейного расширения углеродистых трубных сталей, мм/м·°С [4, табл. VI.25];

l – длина рассматриваемого участка трубопровода, м;

$t_1 = 150^\circ\text{C}$ – максимальная температура стенки трубы, принимаемая равной максимальной температуре теплоносителя, °С;

t_2 – минимальная температура стенки трубы, принимаемая равной расчётной температуре наружного воздуха для отопления ($t_2 = -28^\circ\text{C}$)

$$\Delta l = 1,246 \cdot 10^{-2} \cdot 91,6 \cdot (150 + 28) = 203,16 \text{ мм}$$

Расчётное тепловое удлинение с учётом предварительной растяжки в размере 50% составит:

$$\Delta l_{\text{расч}} = \xi \cdot \Delta l, \quad (8.2)$$

$$\Delta l_{\text{расч}} = 0,5 \cdot 203,16 = 101,58 \text{ мм}$$

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$\xi - 50\%$ с учётом предварительной растяжки.

На рисунке 9 изображена номограмма для диаметра 159x4,5 [6, стр.394]. По ней определяется вылет П-образного компенсатора и сила упругой деформации.

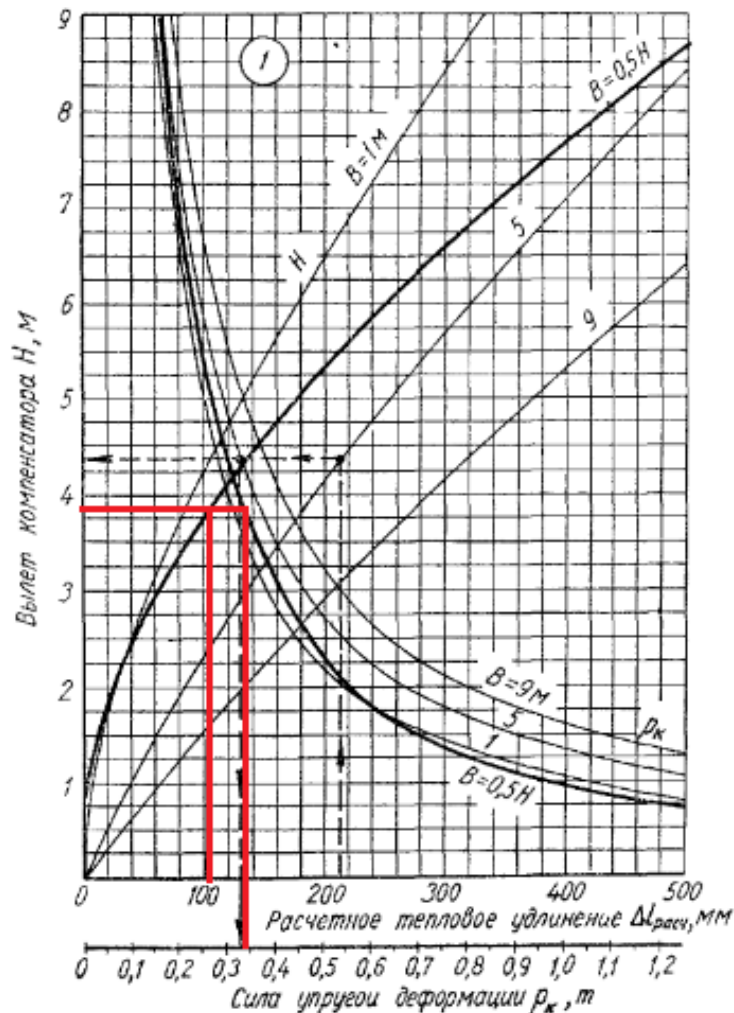



Рис. 9 Номограмма для расчёта П-образного компенсатора со сварными отводами, Дн 195 мм (К7, на участке УТ4–УТ5)

При спинке компенсатора, равной половине вылета компенсатора, т.е. при $B=0.5 \cdot H$ и при расчётном тепловом удлинении находим вылет компенсатора и силу упругой деформации по номограмме на листе VI.13 [6]: $H=3,85$, $k=0,34$ т.

8.2. Определение тепловых потерь на участке трубопровода

С помощью онлайн калькулятора был произведён расчёт технической изоляции объектов с применением материалов корпорации "ТехноНИКОЛЬ".



ТЕХНОНИКОЛЬ

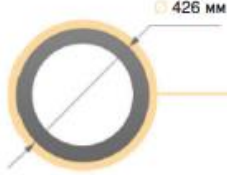
ООО "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы"
 Москва, ул. Гиляровского 47, стр. 5,
 тел. +7 (495) 925 55 75
 факс. +7 (495) 925 8155
 e-mail: info@tn.ru

Расчет технической изоляции объектов с применением материалов корпорации
ТехноНИКОЛЬ




Расчет по нормам плотности теплового потока

Исходные данные



426 мм

Материал изоляционного слоя



Цилиндр ТЕХНО 120

Форма изолируемого объекта	Круговой цилиндр	Температура теплоносителя	90 °С
Материал покровного слоя изоляции	Неметалл	Температура окружающей среды	7 °С
Расположение изолируемого объекта	В помещении	Время работы в год	≤ 5000 ч
Тип опор	Подвижные	Район строительства	Европейская часть России

Промежуточные результаты расчета

Температура теплоизоляционного слоя	$t_{\text{изоляция}} = (t_{\text{в}} + 45) / 2$	67.5 °С
Теплопроводность теплоизоляционного слоя		0.0447 Вт / (м × °С)
Нормированная плотность теплового потока		78.4 Вт/м
Коррекция нормы	$q^{\text{н}} = q \cdot K$	78.4 Вт/м
Коэффициент дополнительных потерь		1
Ориентировочное значение RnL		0.06 м°С/Вт
lnB	$\ln B = 2 \cdot \lambda_{\text{изл}} \cdot \left[\frac{K(t_{\text{в}} - t_{\text{в}}) - R_{\text{н}}}{q^{\text{н}}} \right]$	0.28827
B		1.33412

Результаты расчета технической изоляции

Минимальная толщина без учета уплотнения	$\delta_{\text{изл}} = \frac{d \cdot \ln B}{2(B-1)}$	71 мм
--	--	-------

Минимальная толщина с учетом уплотнения	$\delta_{\text{изл,укл}} = \delta_{\text{изл,без}} \cdot K_{\text{у}} \cdot \frac{d_{\text{в}} + \delta_{\text{изл,без}}}{d_{\text{в}} + 2 \cdot \delta_{\text{изл,без}}}$	71 мм
Толщина изоляции согласно номенклатурных размеров		70 мм

20.12.2023 Расчет произведен в соответствии с СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ
8 800 600 0565
 звонок из регионов России бесплатный

Рис. 10 Результаты расчёта технической изоляции для Т1

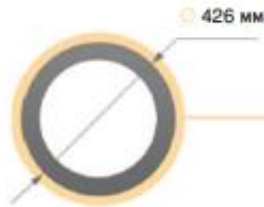
					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист 41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет технической изоляции объектов с применением материалов корпорации ТехноНИКОЛЬ



Расчет по нормам плотности теплового потока

Исходные данные



Материал изоляционного слоя



Цилиндр ТЕХНО 80

Форма изолируемого объекта: **Круговой цилиндр**
 Материал покровного слоя изоляции: **Неметалл**
 Расположение изолируемого объекта: **В помещении**
 Тип опор: **Подвижные**

Температура теплоносителя: **50 °C**
 Температура окружающей среды: **7 °C**
 Время работы в год: **≤ 5000 ч**
 Район строительства: **Европейская часть России**

Промежуточные результаты расчета

Температура теплоизоляционного слоя изоляции
 Теплопроводность теплоизоляционного слоя λиз
 Нормированная плотность теплового потока qнF
 Коррекция нормы qнF
 Коэффициент дополнительных потерь Кплот
 Ориентировочное значение Rвн

$$t_{\text{тепл.слой}} = (t_{\text{в}} + 45) / 2 = 47.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q^{\text{норм}} = q^* \cdot K = 42 \text{ Вт/м}^2$$

$$\ln B = 2 \times \lambda_{\text{из}} \left[\frac{K(t_{\text{в}} - t_{\text{в}}) / \lambda_{\text{из}} - R_{\text{вн}}^2}{\lambda_{\text{из}}^2} \right] = 0.24465$$

$$B = 1.27718$$

Результаты расчета технической изоляции

Минимальная толщина без учета уплотнения

$$\delta_{\text{из}} = \frac{q^{\text{норм}} (B - 1)}{2} = 59 \text{ мм}$$

Минимальная толщина с учетом уплотнения

$$\delta_{\text{из, мин, с у}} = \delta_{\text{из, мин}} \cdot K_{\text{у}} \cdot \frac{d_{\text{в}} + \delta_{\text{из, мин}}}{d_{\text{в}} + 2 \cdot \delta_{\text{из, мин}}} = 59 \text{ мм}$$

Толщина изоляции согласно номенклатурным размерам

60 мм

20.12.2023

Расчет произведен в соответствии с СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ

8 800 600 0565

звонок из регионов России бесплатный

Рис.11 Результаты расчёта технической изоляции для Т2

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ИСТИЭС 23 КР 23				

Заключение

В данном курсовом проекте запроектировано централизованное теплоснабжение района города Орёл.

Тепловая нагрузка на отопление: $Q_{отmax} = 53,98$ МВт

Тепловая нагрузка на вентиляцию: $Q_{вmax} = 6,48$ МВт

Тепловая нагрузка на систему горячего водоснабжения: $Q_{hm} = 23,75$ МВт

Таким образом, общая нагрузка с учётом тепловых потерь составила: $\sum Q + 5\% = 88,414$ МВт

В теплофицируемом районе имеется 30 кварталов с различными потребностями в сетевой воде. Общая площадь районов 322,2 га. Профиль земли в квартале с перепадами от 145 до 165 м. Также компенсируют температурные удлинения 14 П-образных компенсаторов и 18 двухсторонних сальниковых компенсаторов.

Магистральная линия и ответвление увязаны. Невязка составляет 1,74%, что меньше допустимых 5%.

Прокладка трубопроводов принята подземная канальная. Используются каналы типа МКЛ различных модификаций.

Давление в системе теплоснабжения поддерживают 2 сетевых насоса марки 12СД-9 и 2 подпиточных насоса марки К 45/30.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Список литературы

1. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Теплоснабжение» для направления подготовки 08.03.01 «Строительство». Ч. I. / Сост. Г.М. Ахмерова.– Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2018. – 40 с.
2. СП 124.13330.2012. Сети тепловые. – М.: 2012
3. Манюк В.И. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. – М.: Стройиздат, 1998. – 432 с.
4. СП 131.13330.2012. Строительная климатология и геофизика – М.: 2020
5. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Теплоснабжение» для направления подготовки 08.03.01 «Строительство». Ч.II. Гидравлический расчёт водяных тепловых сетей /Сост. Г.М. Ахмерова, Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2018. – 40 с.
6. Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Ич. Отопление и теплоснабжение. Киев: Будивельник, 1976. – 413 с.
7. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.П. и др. Теплоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.
8. Соколов Е.Я. Теплофизика и тепловые сети. – М.:Энергоиздат, 1982.–360с.
9. Практикум «Примеры расчётов по теплоснабжению» по дисциплине «Теплоснабжение» для студентов направленностей (профилей) «Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве зданий» (направление подготовки 08.03.01 «Строительство»), «Строительство и эксплуатация объектов теплоэнергетики и теплотехники» (направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника») / Г.М. Ахмерова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2023. – 36 с.

					ИСТИЭС 23 КР 23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Монтажная схема

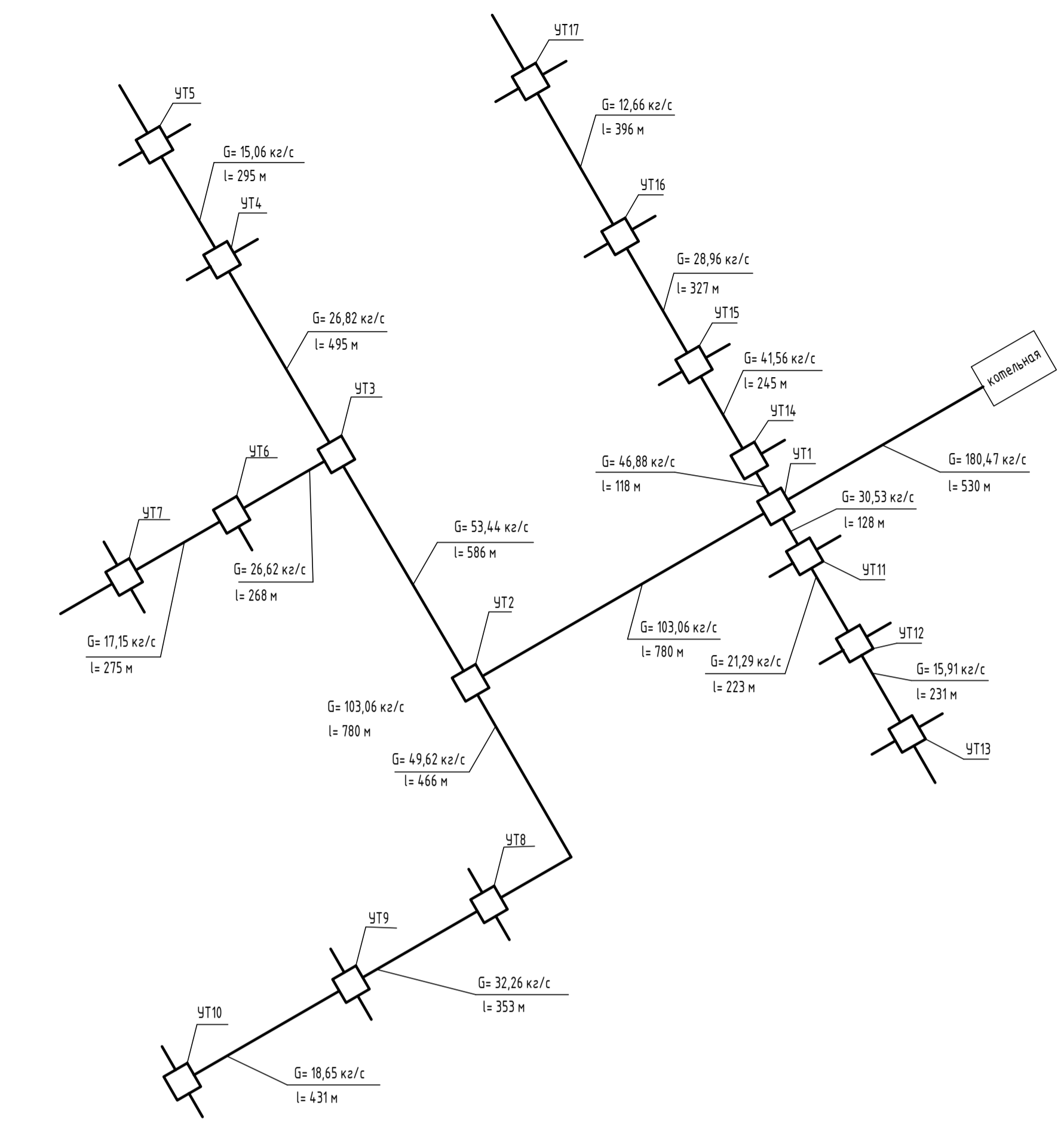
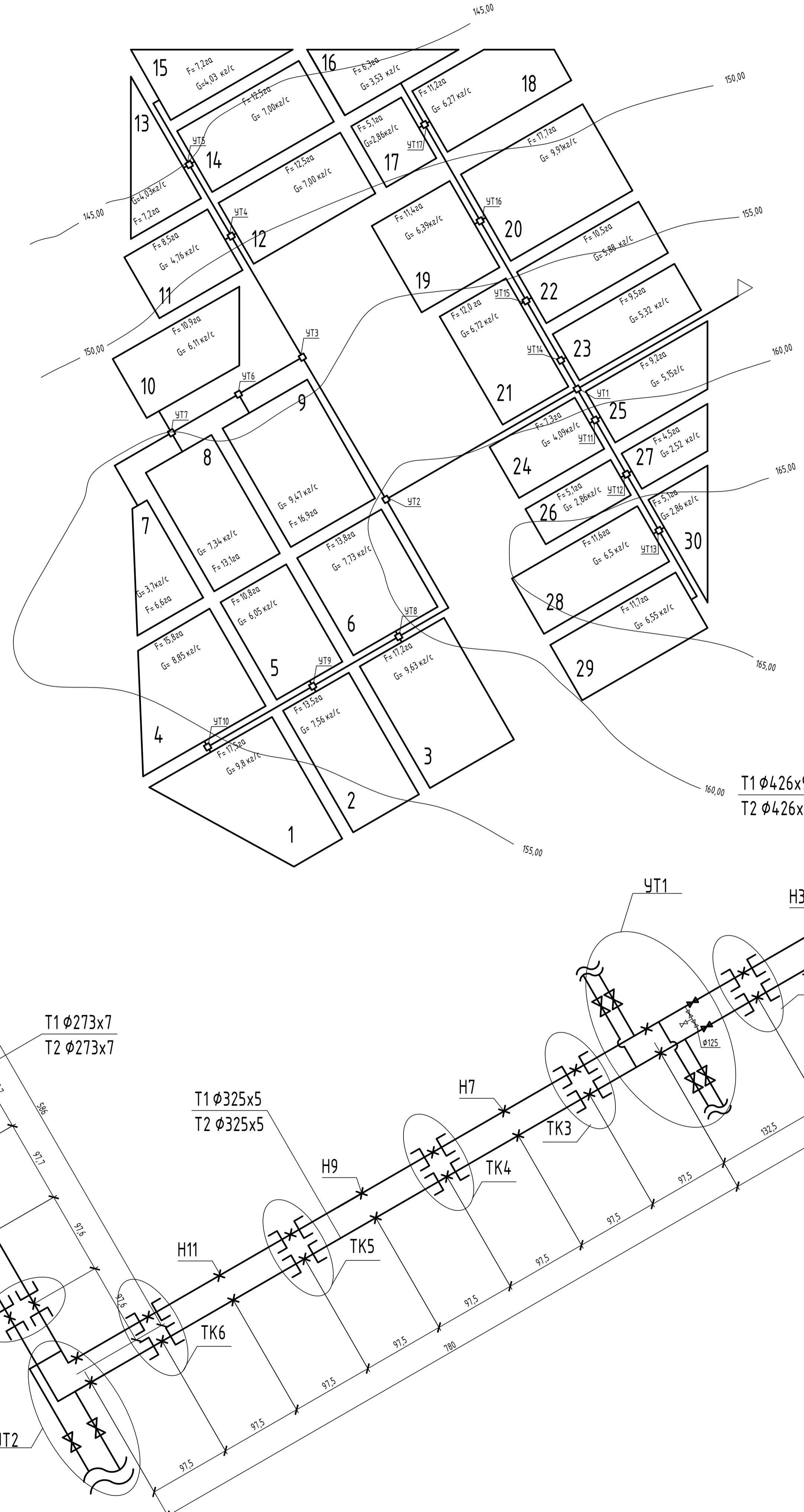
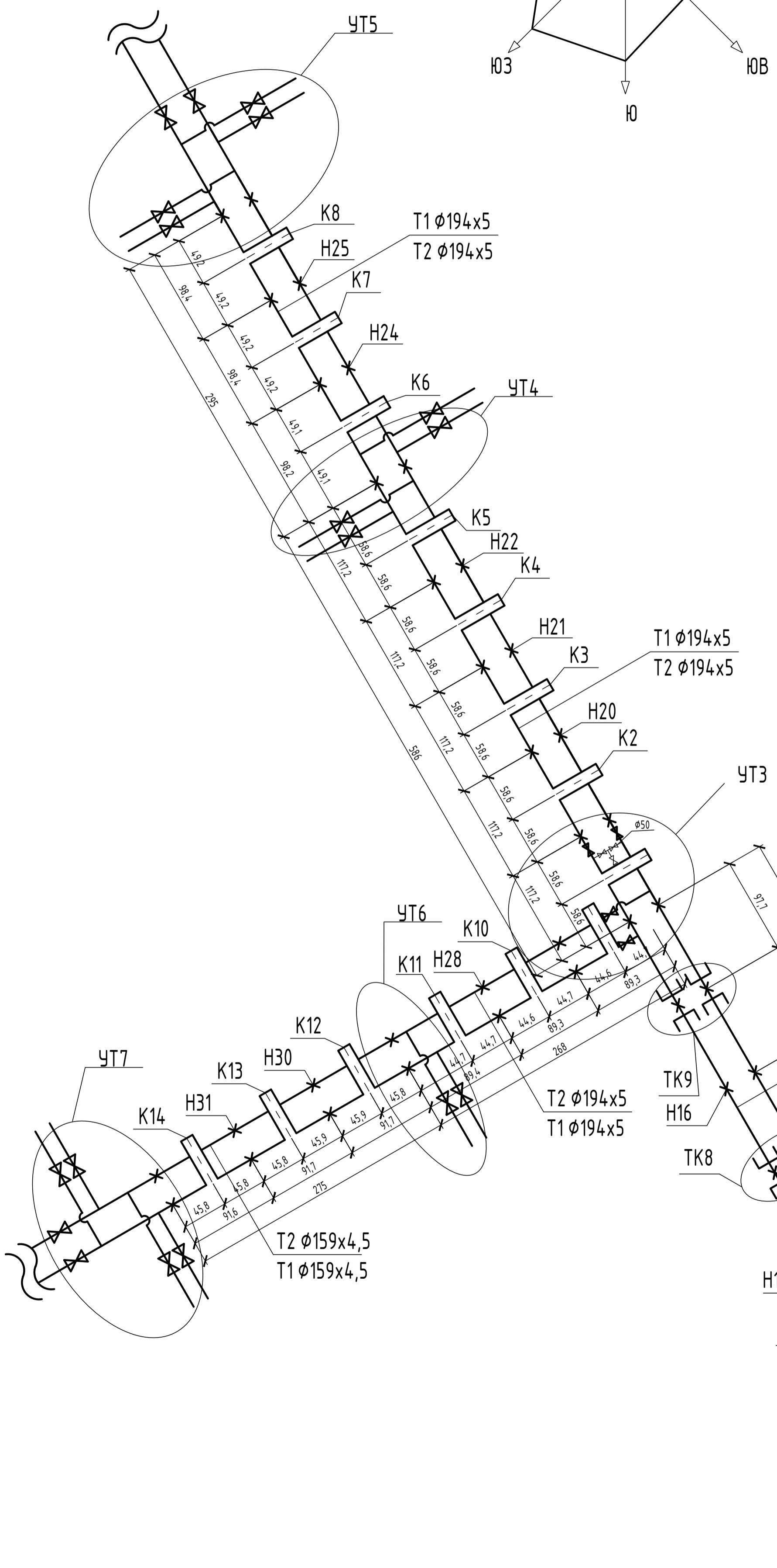
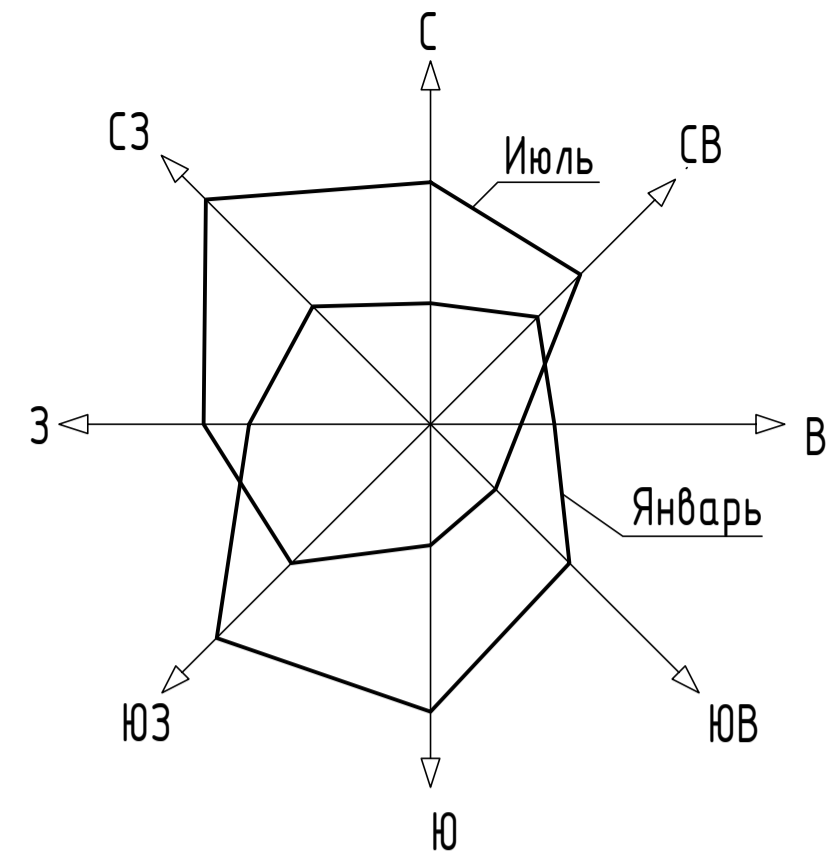
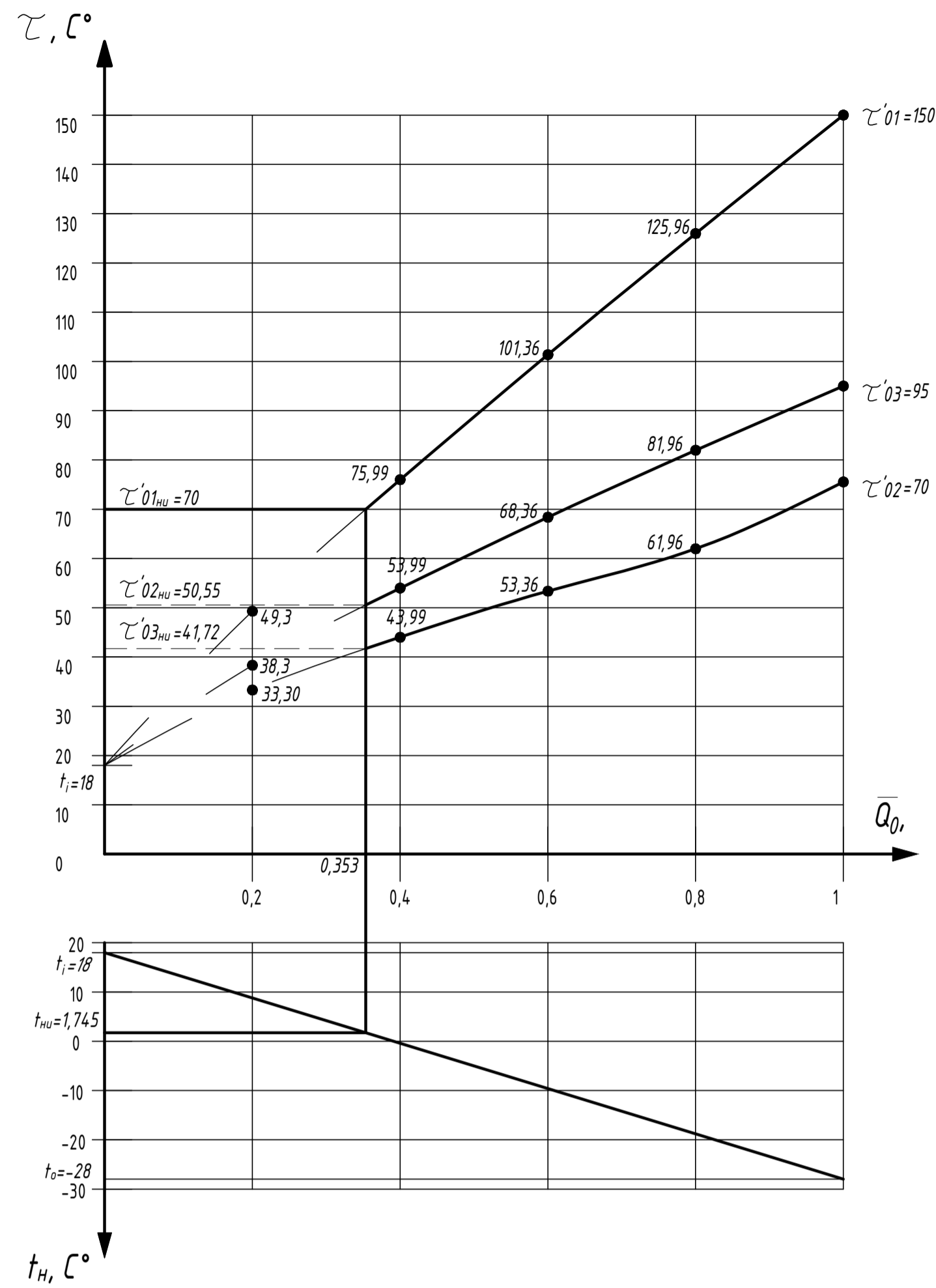


Таблица скользящих опор

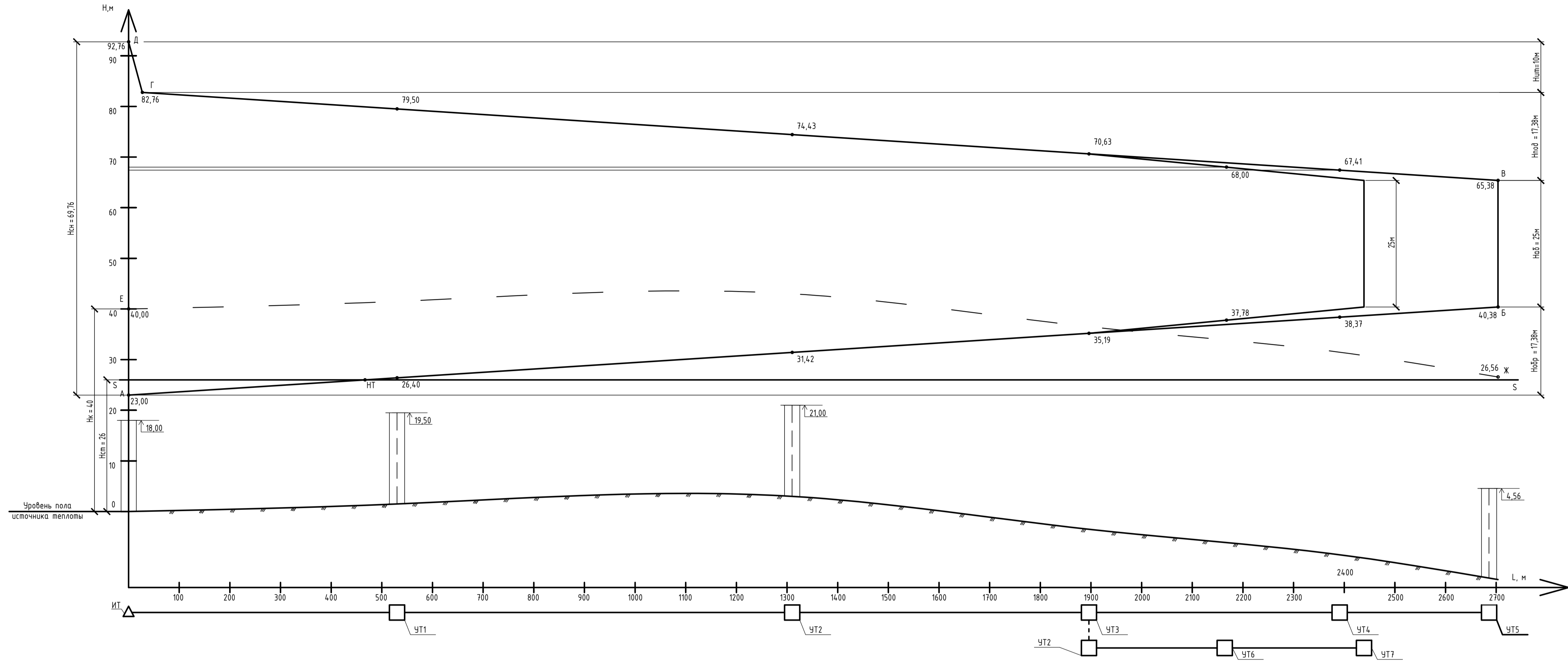
Номер участка	Длина участка l, м	Наружный диаметр трубы Дн, мм	Обозначение по МВН	Расстояние между опорами	Количество опор
Магистраль					
ИТ-УТ1	530,00	426	1305-25	14	38
УТ1-УТ2	780,00	325	1305-23	12	65
УТ2-УТ3	586,00	273	1305-22	11	54
УТ3-УТ4	495,00	194	1301-21	8	62
УТ4-УТ5	295,00	194	1301-21	8	37
Ответвление					
УТ6-УТ3	268,00	194	1301-21	8	34
УТ6-УТ7	278,00	159	1301-19	7	23

КГАСУ ИСТИЭС 23 КР 23					
Теплоснабжение					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработчик	Фаизова				
Проверил	Ахмерова				
Система централизованного теплоснабжения района с источником теплоты				Стадия	Лист
				У	1
					3
Монтажная схема, Расчетная схема сети, Генплан 1:100000, Роза ветров г. Орёл				ОСЖ01	
Зав. каф.	Сафуллин				

График определения температуры точки излома

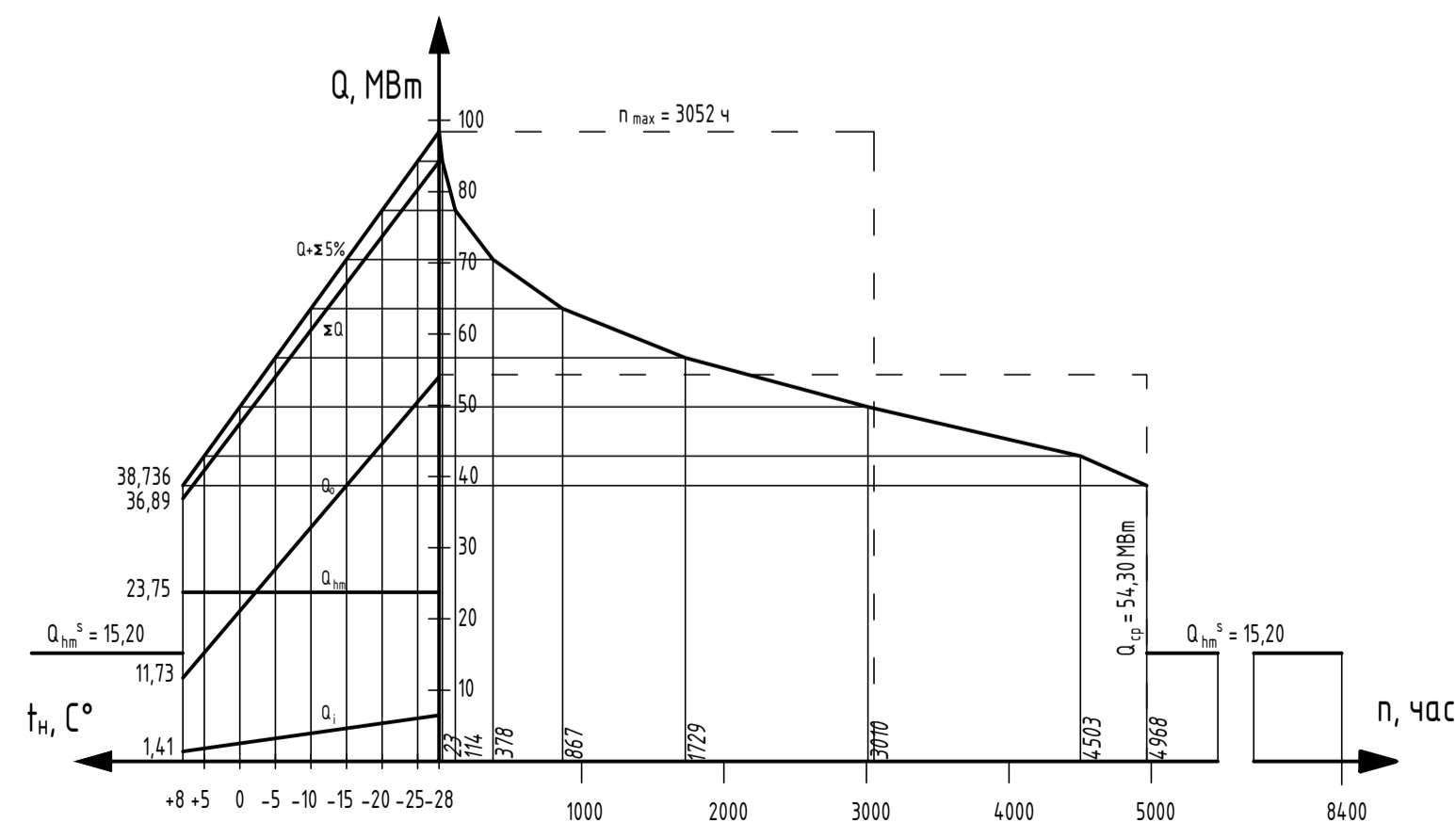


Пьезометрический график
М_к 1:500 М_з 1:5000

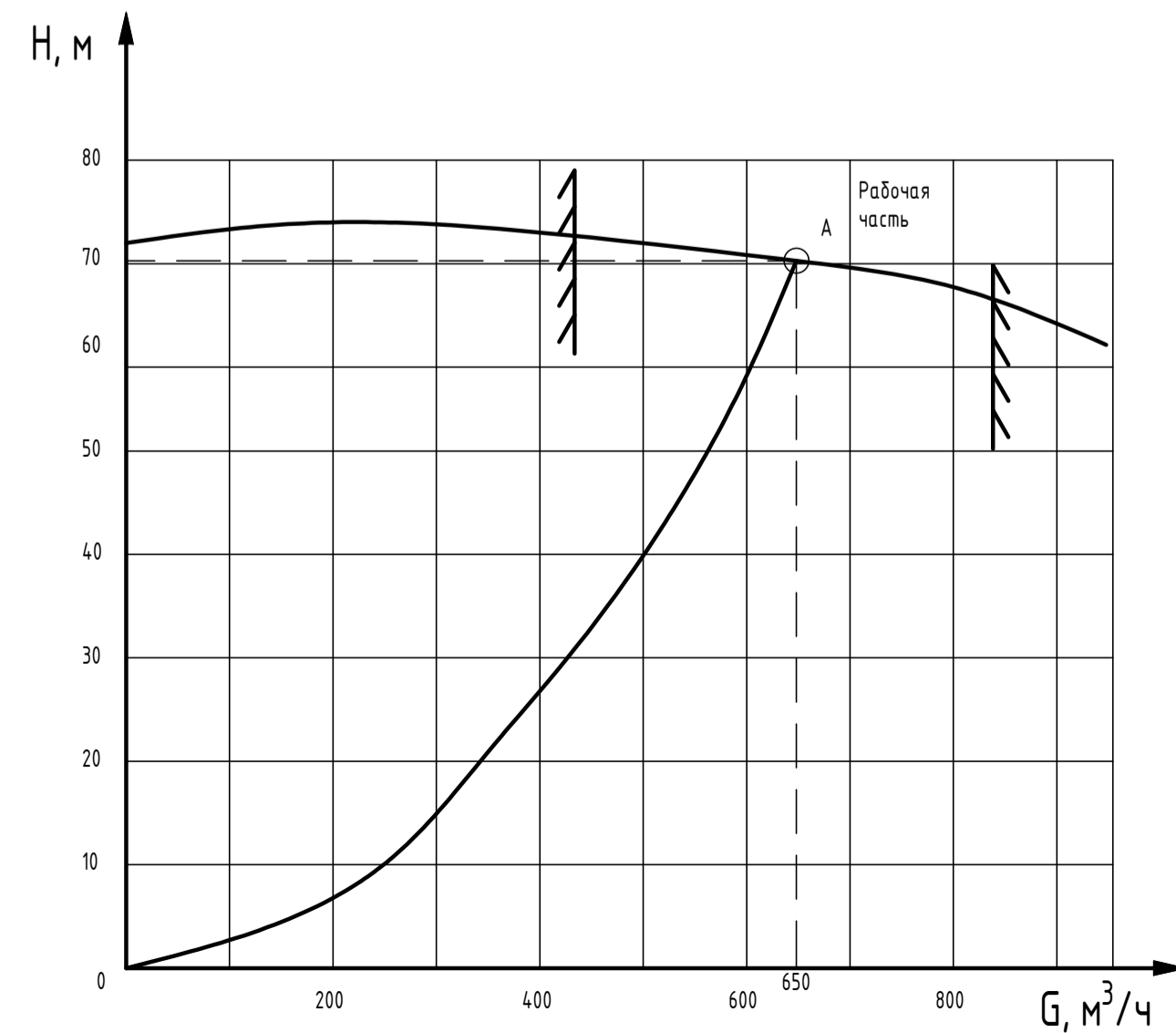


Отметки поверхности земли, м	157,50	158,00	161,00	154,00	145,50	145,00
Номер расчетного участка	1	2	3	4	5	
Номер УТ	1	2	3	4	5	
Длина участка L, м	530	780	586	495	295	
Условный диаметр труб D _к , мм	400	300	250	175	175	

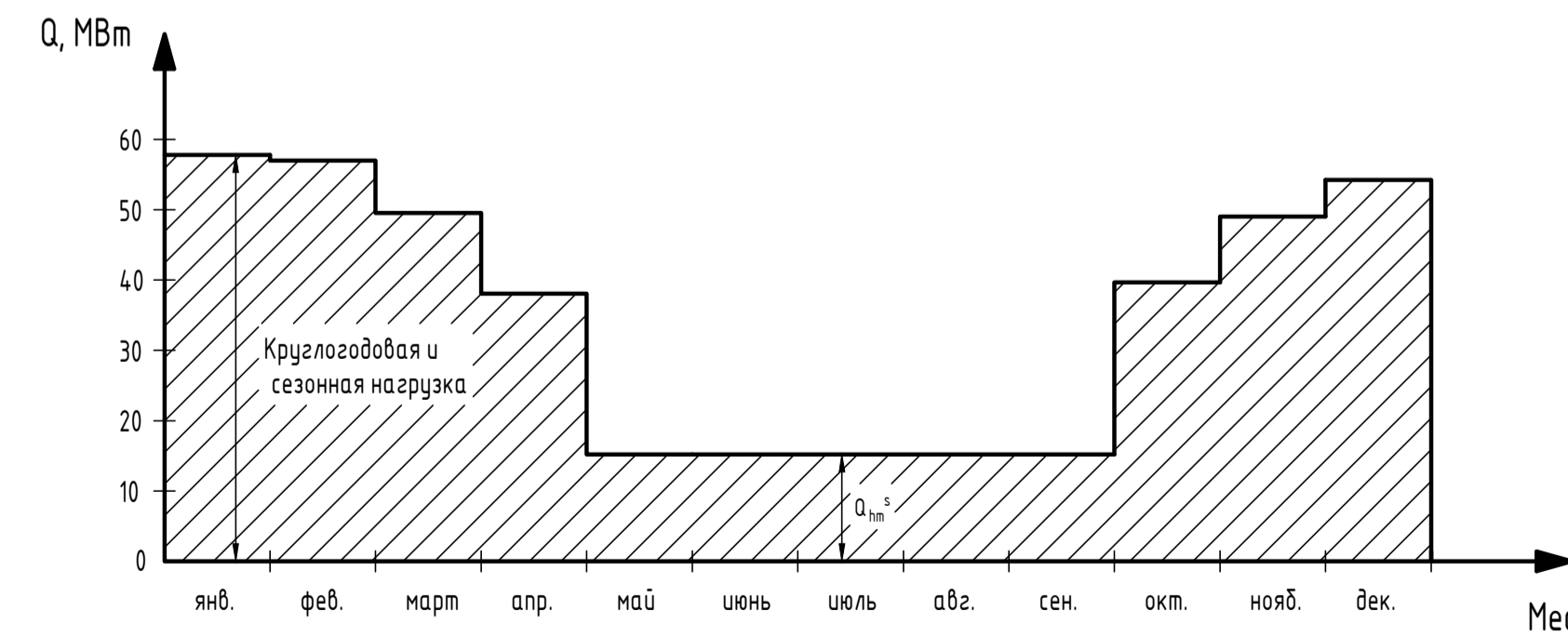
График годового расхода тепла по продолжительности стояния температур наружного воздуха



Характеристика насоса 12СД-9 и тепловой сети



Годовой график потребления теплоты по месяцам

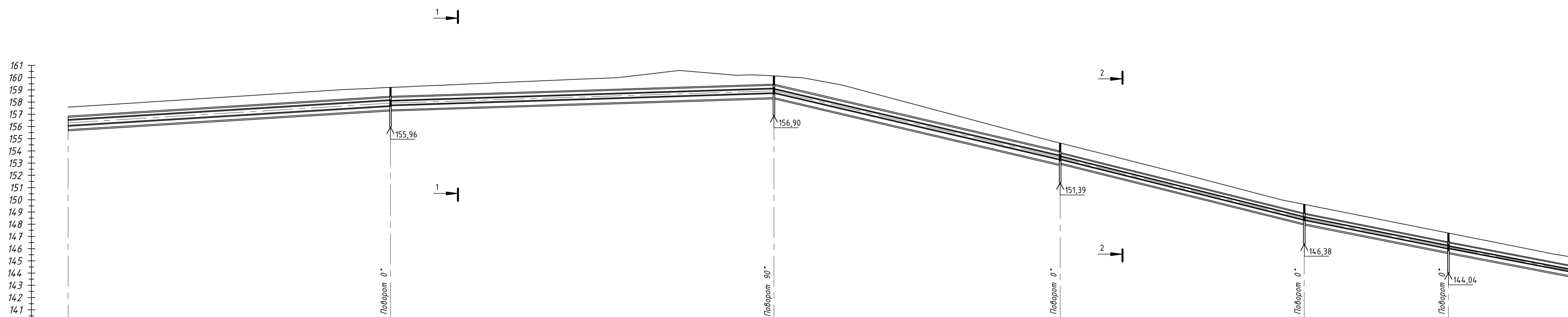


Примечания:
 АБ- потери напора в обратном трубопроводе в условиях динамического режима со значениями напора по отношению к уровню пола источника тепла, м;
 ВГ- линия напора в подающем трубопроводе в условиях динамического режима, м;
 ДГ- потери напора в источнике тепла, Нит=10 м;
 ВВ- потери напора в абонентском узле ввода Нав= 25 м;
 Нн- (ДА)- разность напоров создаваемое сетевыми насосами, м;
 ДНС-(ГА)- суммарные потери напора в наружных тепловых сетях ТП и в местных системах потребителей тепла, м;
 СС- график напоров при статическом режиме;
 Нк- (ВО)-напор вскипания воды, Нк=40 м при расчетной температуре теплоносителя, равная 150°C;
 ЕЖ- линия невідпалання, м.

КГАСУ ИСТИЭС 23 КР 23					
Теплоснабжение					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Фаизова				
Проверил	Ахмерова				
Система централизованного теплоснабжения района с источником теплоты			Ставия	Лист	Листов
			у	2	3
Зав. каф.			Сафуллин	ОСЖ01	

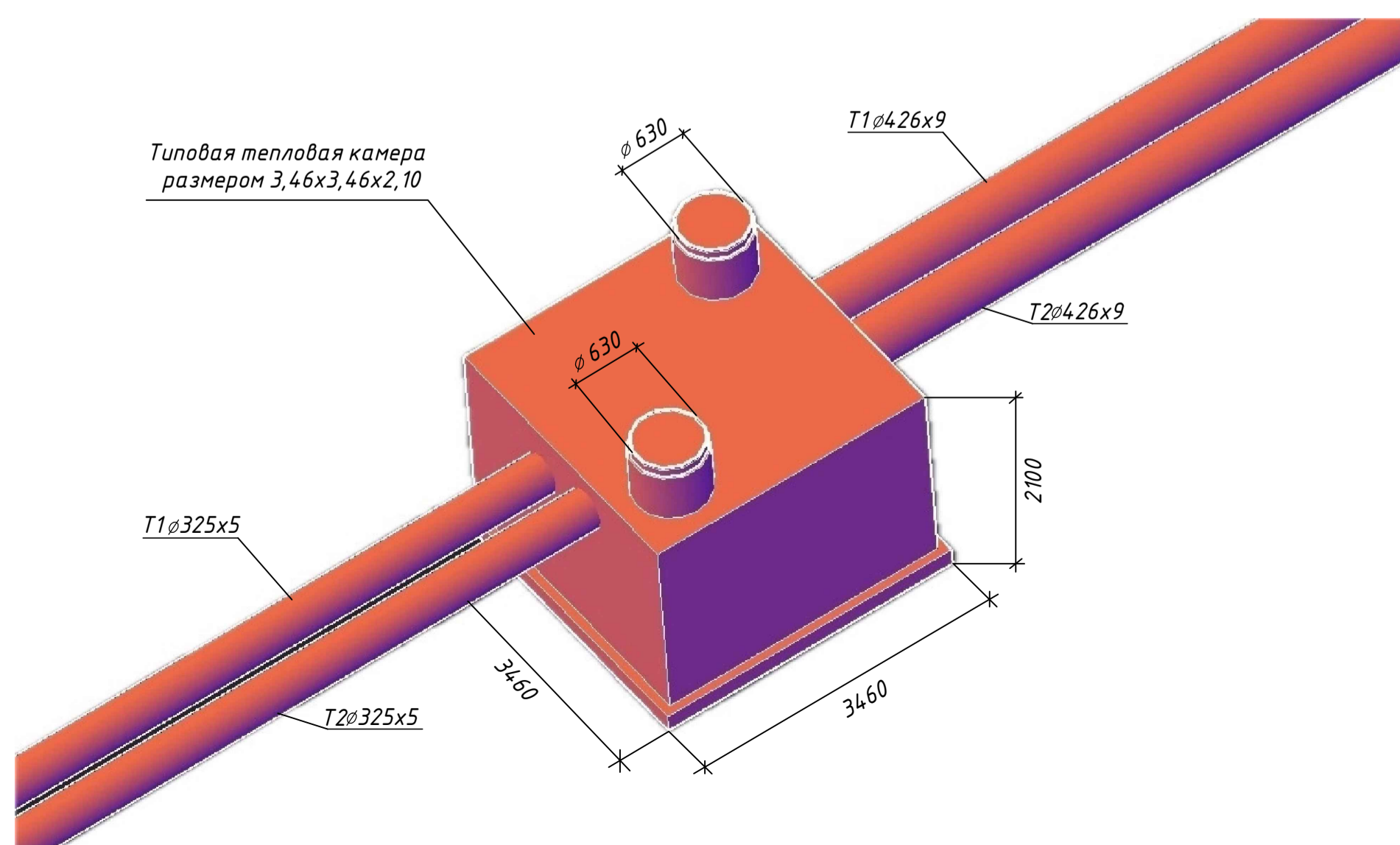
Продольный профиль
МВ 1:20, МГ 1:5000

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ 1:500
ВЕРТИКАЛЬНЫЙ 1:20

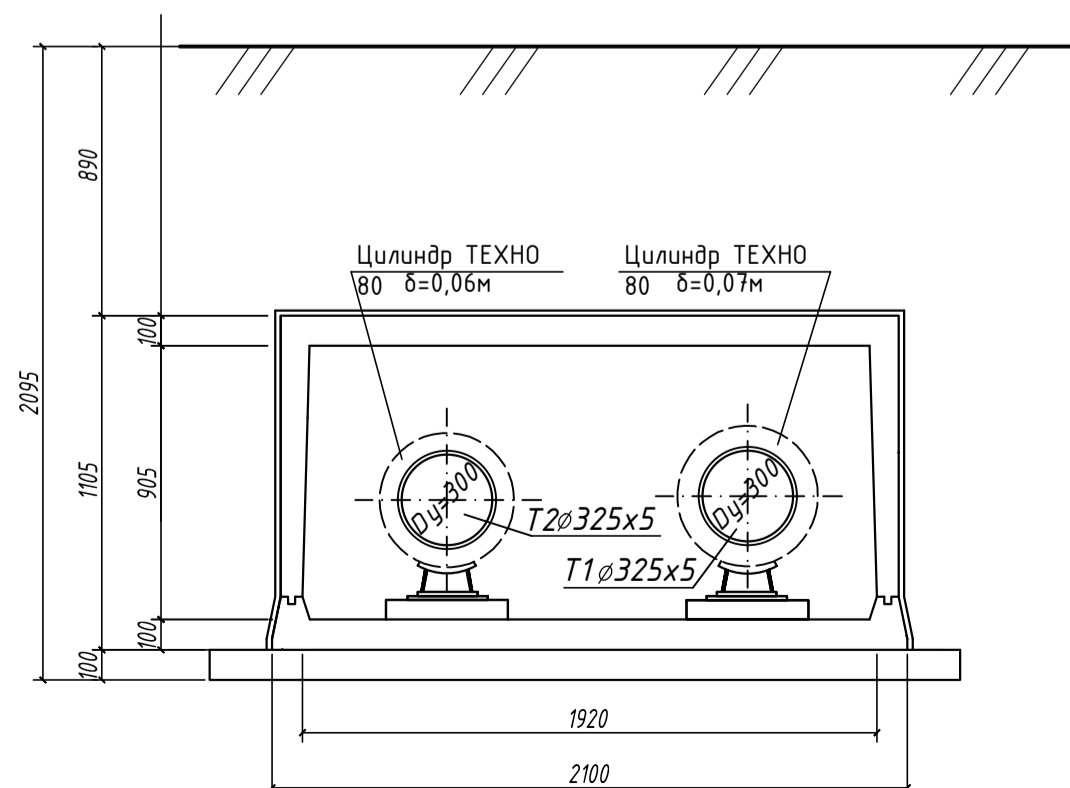


Характерные точки и их опоры	УТ1 - УТ1		УТ1 - УТ2		УТ2 - УТ3		УТ3 - УТ4		УТ4 - УТ5		УТ5 - 15 КВАР	
	Проектные отметки земли	157,58	159,20	159,20	166,14	166,14	156,64	156,64	146,63	146,63	147,28	145,31
Натурные отметки земли	157,58	159,20	159,20	166,14	166,14	156,64	156,64	146,63	146,63	147,28	145,31	145,31
Горизонтальные расстояния между характерными точками	530		780		586		495		295		252	
Вид существующей поверхности земли, м	Земля		Земля		Земля		Земля		Земля		Земля	
Отметка верха канала, дна изоляции трубопровода (футляра)	156,64	158,47	158,47	159,462	159,462	153,993	153,993	148,902	148,902	146,553	144,623	144,623
Отметка оси трубопровода	156,69	157,92	157,92	158,91	158,91	153,44	153,44	148,37	148,37	146,02	144,19	144,19
Отметка низа канала, низа изоляции трубопровода (футляра)	155,535	157,365	157,365	158,357	158,357	152,888	152,888	147,937	147,937	145,588	143,758	143,758
Отметка низа монолитного основания	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Отметка низа траншеи	155,435	157,265	157,265	158,257	158,257	152,789	152,789	147,837	147,837	145,488	143,658	143,658
Глубина траншеи от поверхности, земли, м	2,145	1,935	2,095	1,693	2,012	1,652	1,652	1,793	1,793	1,692	1,762	1,652
Уклон, ‰	-0,002		-0,001		0,009		0,010		0,008		0,008	
Длина, м	530		780		586		495		295		252	
Номер сечения	1-1		1-1		1-1		2-2		2-2		2-2	
Тип прокладки	Канал		Канал		Канал		Канал		Канал		Канал	
Размер и материал труб по ГОСТ / Тип изоляции	Стальное в ППУ изоляции для ТС_128		Стальное в ППУ изоляции для ТС_128		Стальное в ППУ изоляции для ТС_219		Стальное в ППУ изоляции для ТС_219		Стальное в ППУ изоляции для ТС_219		Стальное в ППУ изоляции для ТС_159	

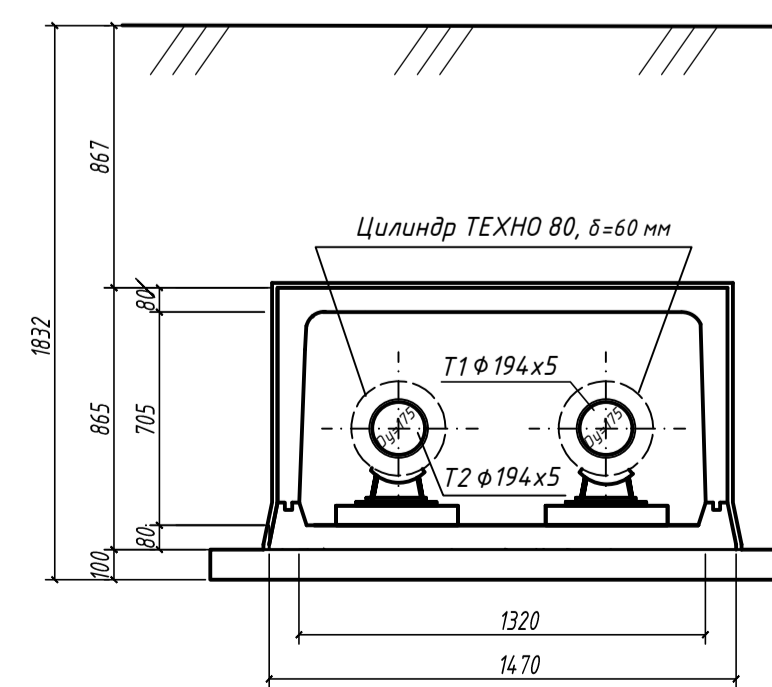
3D-модель УТ 1



1-1
М 1:25



2-2
М 1:25



Размеры каналов МКЛ

Марка канала	Dy, мм	Размеры, мм					
		А	Б	Г	Н	В	Е
МКЛ-2	125-200	1320	1470	705	865	80	80
МКЛ-4	250-400	1920	2100	905	1105	100	100

КГАСУ ИСТИЭС 23 КР 23						
Теплоснабжение						
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разраб.	Фазилова					
Проверил	Ахмерова					
Система централизованного теплоснабжения района с источником теплоты						Стадия
Продольный профиль						Лист
						Листов
Зав. каф. Сафиллин						У
						З
						З
						ОСЖ01