

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

начальник ПТО СП «Тепловые сети»

_____ Н.В. Никитина
_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ульрих
_____ 2017 г.

Реконструкция тепловых сетей котельной №13 от УТ1 до УТ6
Челябинская область, г. Копейск

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 13.03.01.2017.869.08. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»

к.т.н., доцент

_____ С.В. Панфёров
_____ 2017 г.

Руководитель проекта:

старший преподаватель

_____ Ю.В. Кунгурцева
_____ 2017 г.

Автор проекта:

студент группы АС-548

_____ С.В. Севостьянов
_____ 2017 г.

Нормоконтролер:

старший преподаватель

_____ Ю.В. Кунгурцева
_____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Севостьянов С.В. Реконструкция тепловых сетей котельной №13 от УТ1 до УТ6 Челябинская область, г. Копейск,: ЮУрГУ, АС-548; 2017, 60 страниц, 5 рисунков, 5 таблиц, 9 приложений. Библиографический список 11 наименований. 7 листов чертежей формата А1.

Целью данного диплома является выполнение технических условий № 6/14 от 21.02.2014г. на подключение жилого дома №17 по ул. Пионерской в г. Копейске.

Указанная цель достигается путем: перекладки внутриканальной тепловой сети с увеличением диаметра от УТ1 до УТ6, строительством вводной тепловой сети, реконструкцией тепловых камер с расширением до нормативных размеров, строительство новой тепловой камеры УТ-6, заменой сетевых насосов в котельной. При этом произведены следующие расчеты: определение тепловых нагрузок, графики теплопотребления, графики регулирования температуры сетевой воды, определение расчетных расходов теплоносителя, гидравлический расчет теплосети, построен пьезометрический график. Выполнены расчеты для подбора элементов тепловой сети. Выполнен подбор оборудования ИТП жилого дома № 17. В разделе автоматизации произведен подбор приборов и средств автоматизации ИТП.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Реконструкция тепловых сетей котельной №13 от УТ1 до УТ6 Челябинская область, г. Копейск	Стадия	Лист	Листов
Зав. каф.	Ульрих Д.В.						6	60
Нормокон.	Кунгурцева Ю.					ЮУрГУ Кафедра ГИСС		
Руководит.	Кунгурцева Ю.							
Консультант	Кунгурцева Ю.							
Студент	Севостьянов С.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	9
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УТОЧНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК.....	10
3 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ	11
3.1 Годовой график потребления по месяцам.....	11
3.2 Годовой график потребления по продолжительности.....	14
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	17
5 ГРАФИКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СЕТЕВОЙ ВОДЫ.....	19
6 ОПИСАНИЕ ТРАССИРОВКИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ	22
7 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	23
8 ПОСТРОЕНИЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОГО ГРАФИКА	27
9 РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ	29
10 РАСЧЕТ П-ОБРАЗНОГО КОМПЕНСАТОРА	33
11 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИТП.....	39
11.1 Подбор грязевика.....	39
11.2 Подбор теплообменника.....	40
12 ПОДБОР НАСОСОВ.....	42
13 АВТОМАТИЗАЦИЯ ИТП.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	60

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Объектом проектирования является реконструкция тепловой сети котельной №13 от УТ1 до УТ6 Челябинская область, г. Копейск в связи со строительством жилого дома №17.

На данный момент к котельной №13 подключены девять абонентов не включая наш жилой дом №17. Котельная оборудована котлами типа Универсал В качестве топлива используется природный газ. Подпитка котельной осуществляется от городского водопровода. Котельная работает в температурном графике 95/70 °С.

Суммарная тепловая нагрузка подключаемого жилого дома № 17 составляет 1758,85 кВт из них: на отопление – 938 кВт, ГВС – 722,80 кВт вентиляция – 98,05 кВт.

Рельеф местности – равнинный.

Система теплоснабжения двухтрубная закрытая независимая с подключением подогревателя к тепловым сетям по двухступенчатой независимой схеме теплоснабжения.

Существующая теплотрасса проложена подземно в непроходных железобетонных каналах типа КЛ.

Давление теплоносителя в подающем теплопроводе на выходе из котельной $P_{\text{под}} = 247,74$ (41,9) м.вод.ст. Давление теплоносителя в обратном трубопроводе на входе в котельную $P_{\text{обр}} = 233,53$ (27,69) м.вод.ст. Линия статического давления $P_{\text{ст}} = 233,91$ м.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УТОЧНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Расчетные расходы тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для абонентов котельной №13 приняты по данным ООО «Челябоблкоммунэнерго» и представлены в таблице А.1 Приложения А.

Суммарная тепловая нагрузка подключаемого жилого дома № 17 составляет 1758,85 кВт из них: на отопление – 938 кВт, ГВС – 722,80 кВт вентиляция – 98,05 кВт.

Суммарная тепловая нагрузка на ветку от УТ1 до УТ6 составляет 9000 кВт.

Суммарная нагрузка:

- на отопление $Q_o = 6,15$ МВт/ч;
- на ГВС $Q_{гвс} = 2,64$ МВт/ч;
- на вентиляцию $Q_v = 0,21$ МВт.

Расчетные тепловые нагрузки котельной и переключаемого участка ТС определены на основании эксплуатационной схемы тепловых сетей при расчетном температурном графике 90/70 °С. Так же в суммарную нагрузку включены потери тепла в существующих сетях равным 10%.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

3 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Графики теплового потребления необходимы для решения важных вопросов теплофикации и централизованного теплоснабжения: выбора теплоподготовительного оборудования для ТЭЦ и районных котельных, рационального использования топлива, составления графика регулирования тепловой нагрузки, ремонта оборудования и тепловых сетей, координации графиков отпусков обслуживающего персонала и других целей [1].

Сезонные графики расхода тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение представляют собой графическую зависимость часовых расходов тепла от температуры наружного воздуха. Для системы отопления и вентиляции такая зависимость является линейной и может быть показана в виде прямых наклонных линий. Расход тепла на горячее водоснабжение не зависит от температуры наружного воздуха и считается постоянным.

Годовые графики потребления тепла бывают:

- а) по месяцам
- б) по продолжительности

3.1 Годовой график потребления по месяцам

Для построения годового графика потребления по месяцам необходимы среднемесячные температуры наружного воздуха [2]. Температуры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднемесячные температуры наружного воздуха.

Месяц	$t_{н.ср.}, ^\circ\text{C}$	Месяц	$t_{н.ср.}, ^\circ\text{C}$	Месяц	$t_{н.ср.}, ^\circ\text{C}$
Январь	-15,8	Май	11,9	Сентябрь	10,7
Февраль	-14,3	Июнь	16,8	Октябрь	2,4
Март	-7,4	Июль	18,4	Ноябрь	-6,2
Апрель	3,9	Август	16,2	Декабрь	-12,9

Средний тепловой поток, МВт/ч на отопление (вентиляцию) жилых и общественных зданий находится по формуле:

$$Q_{o,v} = Q'_{max} \cdot \frac{t_b - t_x}{t_b - t_{np}}, \quad (3.1)$$

где Q'_{max} – максимальный тепловой поток на отопление (вентиляцию), Вт;

t_x – текущая температура наружного воздуха, °С;

t_{np} – расчетная температура наружного воздуха на проектирование отопления (вентиляции), °С.

t_b – внутренняя температура воздуха на проектирование отопления (вентиляции), °С.

Среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение в летний период, кДж/ч

$$Q_{гв.мах}^л = Q_{гв.мах}^з \cdot \frac{t_r - t_{x.л}}{t_r - t_{x.з}} \cdot \beta, \text{ Вт} \quad (3.2)$$

где $t_r = 60$ °С – температура горячей воды в системе ГВС;

$t_{x.л} = 15$ °С – температура холодной воды в неотапительный период;

$t_{x.з} = 5$ °С – температура холодной воды в отопительный период;

β – коэффициент, учитывающий снижение летнего расхода теплоты на горячее водоснабжение по отношению к зимнему расходу (для ЖКХ $\beta = 0,8$).

Расчет среднемесячного теплотребления произведен по формулам 3.1 и 3.2 и сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные для построения графика по месяцам

Месяц	Q_o , МВт	Q_b , МВт	$Q_o + Q_b$, МВт	$Q_{гв.мах}$, МВт	Q_{Σ} , МВт
Январь	4,11	0,14	4,25	2,64	6,89
Февраль	3,95	0,13	4,08	2,64	6,72
Март	3,17	0,11	3,28	2,64	5,92
Апрель	1,912	0,065	1,977	2,64	4,617
Май	0	0	0	1,73	1,73
Июнь	0	0	0	1,73	1,73

Окончание таблицы 2

Месяц	Q_O , МВт	Q_B , МВт	Q_O+Q_B , МВт	$Q_{гв.мах}$, МВт	Q_{Σ} , МВт
Июль	0	0	0	1,73	1,73
Август	0	0	0	1,73	1,73
Сентябрь	0	0	0	1,73	1,73
Октябрь	2,08	0,071	2,151	2,64	4,791
Ноябрь	3,04	0,104	3,144	2,64	5,784
Декабрь	3,79	0,13	3,92	2,64	6,56

На основании таблицы 2 строим график теплового потребления по месяцам

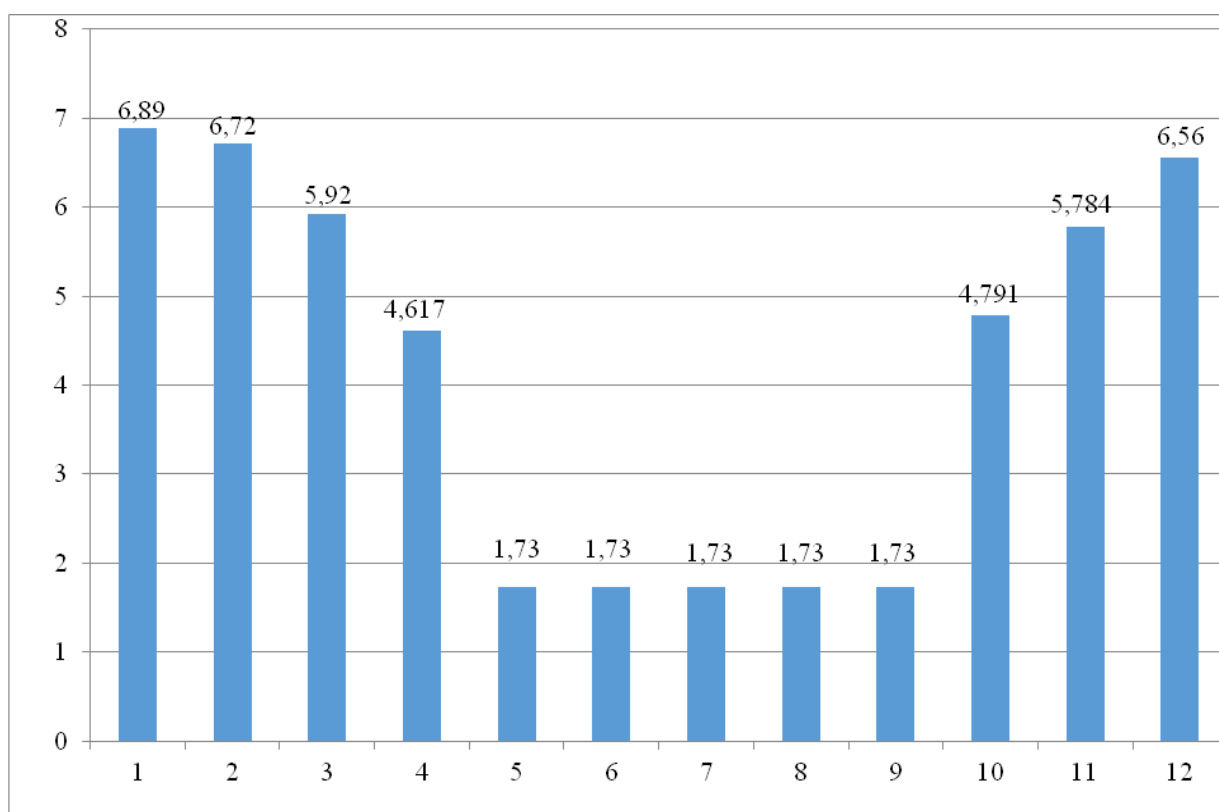


Рисунок 1 – График теплового потребления по месяцам

3.2 Годовой график потребления по продолжительности

Построение графика выполняется графоаналитическим способом.

Для этого график разбивается на части:

- вспомогательную (левую),
- основную (правую)

Во вспомогательной части строятся графики зависимостей часовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение от наружной температуры $t_n, ^\circ\text{C}$, в основной части изображается количество теплоты необходимое для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения по продолжительности стояния наружной температуры $t_n, ^\circ\text{C}$.

Значения средней продолжительности периода с температурой наружного воздуха в г. Копейске принимаются по таблице 1.3 [3] и заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Продолжительность стояния температур наружного воздуха

Продолжительность стояния, п, час	Температура наружного воздуха									
	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5
п	7	31	123	345	573	814	942	893	860	596
Температуры	-35 и ниже	-30 и ниже	-25 и ниже	-20 и ниже	-15 и ниже	-10 и ниже	-5 и ниже	0 и ниже	+5 и ниже	+8 и ниже
Σn	7	38	161	506	1079	1893	2835	3728	4588	5184

Средний тепловой поток на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий находится по формулам 3.1, 3.2.

Суммарный тепловой поток на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий находится по формуле:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{от}} + Q_{\text{гвср}} + Q_{\text{в}} \quad (3.3)$$

Пример расчета для наружной температуры $+8^\circ\text{C}$ при $t_{\text{нк}} = +8^\circ\text{C}$:

$$Q_o^{+8} = 6,15 \cdot \frac{21 - 8}{21 + 34} = 1,45 \text{ МВт},$$

$$Q_b^{+8} = 0,21 \cdot \frac{21 - 8}{21 + 34} = 0,05 \text{ МВт},$$

$$Q_{\Sigma}^{+8} = 1,45 + 0,05 + 2,64 = 4,14 \text{ МВт};$$

Расчет расходов теплоты при остальных наружных температурах приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Расход теплоты при различных наружных температурах

t _{ср.о}	Q _о	Q _в	Q _{ГВС}	Q _{см}
8	1,45	0,05	2,64	4,14
0	2,35	0,08	2,64	5,07
-10	3,47	0,12	2,64	6,23
-20	4,58	0,16	2,64	7,38
-30	5,7	0,19	2,64	8,53
-40	6,82	0,23	2,64	9,69

Далее по оси z,ч, откладываем последовательно в масштабе время повторяемости для каждого интервала температур взятого из таблицы 4. Полученные в левой части точки графика лежащие на пересечении суммарного теплового потока и температур переносим в соответствии с интервалом стояния температур в правую часть. Соединяем плавной кривой и получаем график отпуска теплоты в течении отопительного сезона. Затем добавляем летнюю часть графика, соответствующую расходу теплоты на горячее водоснабжение в летний период, и получаем суммарный годовой график расхода теплоты.

Расход теплоты на ГВС в летний период определяется по формуле:

$$Q_{\text{ГВС,л}} = 0,6 \cdot Q_{\text{ч.ср.з.}} \quad (3.4)$$

Годовой расход теплоты определяется по формуле:

$$Q_{\text{год}} = f \cdot M, \quad (3.5)$$

где f – площадь фигуры под графиком;

M – масштабный коэффициент выражающий количество теплоты, приходящуюся на единицу площади.

После построения графика находим два основных показателя:

1. Среднечасовой расход теплоты, ГДж/ч, по формуле:

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{Q_{\text{год}}}{z_{\text{год}}}, \quad (3.6)$$

2. Число часов сжигания максимума, ч, по формуле:

$$z_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_{\text{сум}} \cdot 3,6}, \quad (3.7)$$

$$- Q_{\text{год}} = \frac{6186,48 \cdot 10^6 \cdot 3600 \cdot 36593,336}{6186,48 \cdot 10^9} = 0,1317 \cdot 10^6 \text{ ГДЖ},$$

$$- Q_{\text{ср.ч}} = \frac{0,1317 \cdot 10^6}{8760} = 15,03 \text{ ГДЖ/ч} = 4,17 \text{ МВт},$$

$$- z_{\text{max}} = \frac{36583,3}{9} = 4065 \text{ ч}$$

Годовой график потребления теплоты по продолжительности приведен в приложении В

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

Расчетный расход сетевой воды, т/ч, для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения по формулам:

Расход воды для систем отопления $G_{от}$, т/ч, определяется по формуле:

$$G_{от} = \frac{3,6 \cdot Q_{от}^{max}}{c \cdot (T_1 - T_2)}, \quad (4.1)$$

где $Q_{от}^{max}$ – максимальная тепловая нагрузка на систему отопления, Вт

c – удельная теплоемкость воды, кДж/кг[°]С;

T_1, T_2 – расчетные температуры теплоносителя (при максимальных тепловых нагрузках) в подающем и обратном трубопроводах.

Расход воды для систем вентиляции $G_{в}$, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{в} = \frac{3,6 \cdot Q_{в}^{max}}{c \cdot (T_{1в} - T_{2в})}, \quad (4.2)$$

где $Q_{в}^{max}$ – максимальная тепловая нагрузка на систему вентиляции, Вт

c – удельная теплоемкость воды, кДж/кг[°]С;

$T_{1в}, T_{2в}$ – температура воды в подающем и обратном трубопроводах, принятая по температурному графику при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования систем вентиляции.

За расчетный расход теплоносителя для систем горячего водоснабжения при двухступенчатой схеме присоединения $G_{г.в}$, т/ч, определяется по формуле:

$$G_{г.в} = \frac{3,6 \cdot Q_{г.в}^{max} \cdot 0,55}{c \cdot (T_1 - T_2)}, \quad (4.3)$$

где $Q_{г.в}^{max}$ – максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение в час наибольшего водопотребления, Вт

c – удельная теплоемкость воды, кДж/кг[°]С;

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Суммарный расчетный расход теплоносителя определяется по формуле:

$$G_{\Sigma} = G_{от} + G_{в} + k_3 \cdot G_{г.в}^{\max} \quad (4.4)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления, принят в размере 1,2 для закрытой системы теплоснабжения с общей нагрузкой менее 100 МВт.

Результаты расчетов расходов сетевой воды приведены в приложении Д.

Пример расчета для жилого дома №17

$$- G_{от} = \frac{3,6 \cdot 0,938 \cdot 1000}{4,19 \cdot (90 - 70)} = 40,29 \text{ т/ч};$$

$$- G_{в} = \frac{3,6 \cdot 0,098 \cdot 1000}{4,19 \cdot (90 - 70)} = 4,21 \text{ т/ч};$$

$$- G_{г.в.} = \frac{3,6 \cdot 0,723 \cdot 1000 \cdot 0,55}{4,19 \cdot (60 - 30)} = 11,38 \text{ т/ч};$$

$$- G_{\Sigma} = 40,29 + 4,21 + 1,2 \cdot 11,38 = 58,15 \text{ т/ч};$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

5 ГРАФИКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

Режим регулирования водяных систем теплоснабжения зависит от многочисленных факторов, но основным является вид тепловой нагрузки и схемы узлов вводов абонентов. Регулирование отпуска тепла значительно упрощается при однородной тепловой нагрузке. В этих случаях можно воспользоваться только центральным регулированием.

Центральным называется регулирование отпуска тепла от теплоисточника в его тепловые сети. Центральным регулированием определяется график изменения температур, а иногда и расходов воды в подающих трубопроводах тепловой сети [4]

В данном дипломном проекте способом регулирования отпуска теплоты является качественное регулирование путем изменения температуры воды в подающих трубопроводах системы при ее постоянном расходе (температура сетевой воды меняется в зависимости от температуры наружного воздуха t_n)

При таком способе регулирования максимальные (расчетные) температуры воды в трубопроводах системы отопления достигаются при расчетной температуре наружного воздуха t_n^0 . При понижении t_n снижается температура воды в подающем трубопроводе [4].

Качественное регулирование обеспечивает устойчивость гидравлических режимов отдельных нагревательных приборов системы при переменных тепловых нагрузках.

При присоединении к двухтрубным магистральным сетям систем отопления и горячего водоснабжения сохранение в них центрального качественного регулирования в течении всего отопительного периода оказывается невозможным, поскольку температуры воды в подающих трубопроводах таких сетей должны поддерживаться не ниже необходимых для обеспечения заданных температур воды перед водоразборными приборами (не менее 65-75 °С).

Для соблюдения теплового баланса среднесуточные температуры воды в подающем трубопроводе сети должны приниматься большими, чем по отопительному графику.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Строим отопительный график при заданных исходных данных (только по нагрузке на СО)

1. $T_1^p = 90^\circ\text{C}$, $t_n^p = -34^\circ\text{C}$, $T_2^p = 70^\circ\text{C}$, $T_{1.1}^p = 80^\circ\text{C}$, $T_{2.1}^p = 70^\circ\text{C}$, $t_b = 21^\circ\text{C}$

2. Определим расчетные значения температурного напора нагревательных приборов отопительной системы по формуле:

$$\Delta t_{\text{пр}}^p = \frac{T_{1.1}^p + T_{2.1}^p}{2} - t_b, \quad (5.1)$$

$$\Delta t_{\text{пр}}^p = \frac{80 + 70}{2} - 21 = 54^\circ\text{C}$$

3. Определим расчетный перепад температур сетевой воды по формуле:

$$\Delta T^p = T_1^p - T_{2.1}^p \quad (5.2)$$

$$\Delta T^p = 90 - 70 = 20^\circ\text{C}$$

4. Определим расчетный перепад температур воды в отопительной системе по формуле:

$$\Delta T_{\text{от}}^p = T_{1.1}^p - T_{2.1}^p \quad (5.3)$$

$$\Delta T_{\text{от}}^p = 80 - 70 = 10^\circ\text{C}$$

5. Расход тепла на отопление при текущей нагрузке определяется по формуле:

$$Q(+i^\circ\text{C}) = \frac{t_g - (+i^\circ\text{C})}{t_b + 34}, \quad (5.4)$$

где $(+i^\circ\text{C})$ – наружная температура воздуха.

$$Q(+8^\circ\text{C}) = \frac{21 - (+8^\circ\text{C})}{21 + 34} = 0,24$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

6. Определим температуру подачи $T_1, ^\circ\text{C}$, по формуле:

$$T_1 = t_b + \Delta t_{\text{пр}}^{\text{P}} \cdot Q^{0,8} + (\Delta T^{\text{P}} - 0,5 \cdot \Delta T_{\text{от}}^{\text{P}}) \cdot Q \quad (5.5)$$

$$T_1 = 21 + 54 \cdot 0,24^{0,8} + (20 - 0,5 \cdot 10) \cdot 0,24 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7. Определим температуру обратного теплоносителя $T_2, ^\circ\text{C}$, по формуле:

$$T_2 = t_b + \Delta t_{\text{пр}}^{\text{P}} \cdot Q^{0,8} - 0,5 \cdot \Delta T_{\text{от}}^{\text{P}} \cdot Q \quad (5.6)$$

$$T_2 = 21 + 54 \cdot 0,24^{0,8} - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,24 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

График регулирования температуры сетевой воды представлен в приложении Г

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

6 ОПИСАНИЕ ТРАССИРОВКИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Проектом предусмотрена перекладка трубопроводов тепловых сетей от проектируемой тепловой камеры УТ1 до проектируемой тепловой камеры УТ6 в существующих каналах, в связи со строительством семнадцатиэтажного жилого здания по ул. Пионерская 17

Источником теплоснабжения является котельная №13 с параметрами теплоносителя 95/70 °С.

Трубопроводы прокладываются подземно в непроходных каналах типа КЛ 120х60:

- на участке от УТ-1 до УТ-4 перекладка теплотрасы с 2Ø219х6,0 на 2Ø273х7,0 протяженностью 147 м.

- на участке от УТ-4 до УТ-6 перекладка теплотрасы с 2Ø159х5,0 на 2Ø219х6,0 протяженностью 30 м.

Проектом предусмотрена замена разрушенных плит перекрытий при демонтаже в количестве 30% и лотков в размере 10%. Трубы в каналах располагаются на скользящих опорах ОП-1. Так же для восприимчивости линейных и угловых перемещений выполнены неподвижные опоры Н1-Н7.

Трубы стальные горячедеформированные по ГОСТ 8732-78 из стали 20 по ГОСТ 1050 теплоизолированные минераловатными прошивными матами толщиной 50 мм [5].

Компенсация тепловых удлинений теплопровода решена путем самокомпенсации в углах поворота и на прямых участках за счет устройства П-образных компенсаторов [6].

Проектом предусмотрена реконструкция тепловых камер УТ-1 - УТ-6 с расширением их до нормативных размеров. В камерах для защиты теплопроводов от коррозии выполнено огрунтовочное покрытие мастикой Вектор 1025 в 2 слоя по грунтовочному слою мастики Вектор 1214. Теплоизоляция трубопроводов выполнена с помощью нанесения жидко-керамического покрытия ИЗЗОЛАТ. В теплокамерах устанавливается запорная арматура.

Сброс воды из теплотрасы предусмотрен в сбросные колодцы СК1- СК5, с последующим откачиванием передвижными насосными установками.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

7 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Основной задачей гидравлического расчета трубопроводов тепловых сетей является определение экономически целесообразных диаметров трубопроводов и фактических потерь давления в трубопроводах при заданных расходах теплоносителя. Расчет производится в два этапа:

1. Предварительный расчет

1.1 Составляем расчетную схему тепловой сети.

На схеме показываем:

- источник тепловой энергии;
- трассу теплопроводов в масштабе генплана;
- тепловые пункты;
- местные сопротивления.

1.2 Выбираем расчетную ветвь и выполняем маркировку расчетных участков с указанием: номера участка, расхода теплоносителя в т/ч, длины участка в м и, позже, диаметра условного прохода трубопровода в мм.

1.3 Выполняем предварительный подбор оптимальных диаметров участков главной расчетной ветки задаваясь значениями средних удельных потерь давления. Подбор ведем в следующем порядке:

а) зная расход в головном участке магистрали, определяем долю падения давления в местных сопротивлениях по формуле:

$$\alpha_{\text{ср}} = z \cdot G^{1/2} \quad (7.1)$$

где z – коэффициент, для водяных тепловых сетей $z=0,01$;

G – расход теплоносителя в головном участке магистрали, т/ч

б) значения среднего удельного падения давления определяются по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{R_{\text{сн}}}{1 + \alpha_{\text{ср}}}, \quad (7.2)$$

где $R_{\text{ср}}$ – средние удельные потери давления, Па/м;

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$R_{сн}$ – рекомендуемое удельное падение давления на 1 м трубопровода по всей длине расчетной ветки, определяется расчетом исходя из располагаемого давления в сети, при отсутствии расчетных данных принимается равным 80 Па/м для магистральных участков.

в) по известным расходам на участках с помощью таблиц и номограмм [2] выбираем стандартные диаметры труб.

1.4 Расставляем на расчетной схеме все местные сопротивления. Выбираем типы компенсаторов и расставляем их на расчетной схеме. Для этого, сначала на схеме устанавливаются неподвижные опоры. Неподвижные опоры расставляются обязательно по одной у каждого тройника и по две у каждого поворота с соблюдением расстояния $l_{max} < 0,6 \cdot l_{доп}$, далее равномерно, вдоль прямолинейных участков с не превышением допустимых расстояний $l_{доп}$. Допустимые расстояния между неподвижными опорами выбираются в зависимости от диаметров и типов компенсаторов по [6, таблица 3.7]. Фактические расстояния между двумя опорами не должны превышать допустимые $l_{max} < l_{доп}$.

После расстановки неподвижных опор устанавливается по одному П-образному компенсатору между двумя опорами на тех участках, где нет поворотов (опусков или подъемов) с углом менее 130° . Участки с естественными поворотами должны проверяться на самокомпенсацию.

На схеме, в местах переходов диаметров устанавливаются условные знаки сужения.

2. Окончательный расчет

После того, как на расчетной схеме будут указаны все местные сопротивления, приступаем к окончательному гидравлическому расчету главной ветви, который сводим в приложение Д

2.1 На каждом участке определяется количество и тип местных сопротивлений и, по [2, табл. 4.15] находится сумма коэффициентов $\sum \zeta$ местных сопротивлений.

2.2 По номограммам для гидравлического расчета трубопровода [2, табл. 4.15] определяются фактические удельные потери напора на трение R и скорость теплоносителя на каждом участке v , м/с. Затем определяются линейные потери напора на участках $\Delta H_{л}$, м.в.ст., по формуле:

$$\Delta H_{л} = l \cdot R \cdot 10^{-3} \quad (7.3)$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2.3 Потери напора в местных сопротивлениях ΔH_m удобно определять по номограмме рис. 4.34 [2] в зависимости от скорости воды и суммы коэффициентов местных сопротивлений на участке.

2.4 Определяем сумму линейных и местных потерь напора по формуле:

$$\Delta H = \Delta H_l + \Delta H_m \quad (7.4)$$

2.5 Определяем суммарные потери напора от конечного абонента до расчетного участка $\sum \Delta H_i$

2.6 После расчета потерь давления в главной магистральной ветви производится увязка ответвлений.

Расчет ведется в следующем порядке:

1. Выполняем предварительный подбор диаметров.

Диаметры участков ответвлений подбираются исходя из рекомендованного значения R_{cp} которое определяется расчетом, но не должно превышать 300 Па/м.

Для определения R_{cp} :

- определяем располагаемое $P_{расп}$ для каждого ответвления по правилу увязки гидравлического узла;
- определяем расчетную длину участка ответвления $l_{отв}$, м;
- определяем расчетные средние удельные потери на трение для каждого ответвления по формуле:

$$R_{cp.отв} = \frac{P_{расп}}{l \cdot (1 + \alpha_{cp})} \quad (7.5)$$

По расчетным значениям $R_{cp.отв}$ выбираем наиболее подходящие диаметры участков ответвлений с помощью номограмм.

2. Расставляем на ответвлениях неподвижные опоры и компенсаторы аналогично главной ветви.

3. Выполняем окончательный гидравлический расчет.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

4. Определяем невязку потерь давления в ответвлении с располагаемым давлением по формуле:

$$H = \frac{(P_{\text{расп}} - \Delta P_{\text{отв}}) \cdot 100\%}{P_{\text{расп}}}, \quad (7.6)$$

при этом должно выполняться условие $H \leq 15\%$.

Если $H > 15\%$, то на каждом абонентском вводе тепловой сети устанавливается шайба на разность давлений $P_{\text{ш}} = P_{\text{распр}} - \Delta P_{\text{отв}}$. На участках тепловой сети шайбы устанавливать запрещено.

Гидравлический расчет приведен в приложении Д. Расчетная схема приведена в приложении Е

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

8 ПОСТРОЕНИЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОГО ГРАФИКА

Для изучения режима давлений в тепловых сетях и местных системах зданий широко используется пьезометрический график.

Пьезометрический график разрабатывают для статического и динамического режимов. Он дает наглядное представление о распределении напора во всех точках тепловой сети, а также используется для решения следующих вопросов:

- предотвращения вскипания теплоносителя в тепловой сети;
- недопущения гидравлических ударов и предотвращения механического разрушения тепловых сетей, а так же теплопотребляющих систем абонентов;
- выбора рабочих параметров насосных установок и места расположения основных, бустерных и дросселирующих насосных станций.

Пьезометрический график построим для участков главной магистрали.

Пьезометрический график строится для статического и динамического режимов системы теплоснабжения. При его построении за начало координат принимают отметку оси сетевых насосов, условно считая, что она совпадает с отметкой земли на выходе теплопровода из котельной. По оси ординат откладываются значения напоров в подающей и обратной магистралях тепловой сети, отметки рельефа местности и высоты присоединенных потребителей. По оси абсцисс строят профиль местности и откладывают длину расчетных участков теплопровода.

Последовательность построения:

- 1) Наносится продольный профиль теплотрассы с соответствующим горизонтальным и вертикальным масштабом (M_H 1:2000, M_B 1:1000)
- 2) Проставляются абсолютные отметки трассы
- 3) Наносятся перепады давлений в точках подключения
- 4) По данным гидравлического расчета наносятся линии потерь давления в обратном и подающем трубопроводах
- 5) Наносится линия статического давления (давление при статическом

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

режиме не должно превышать 60 м – для систем с чугунными отопительными приборами; должно превышать самого высокого потребителя на 5 м – из условий заполнения системы; должно быть в высшей точке трассы не менее 15 м – из условия не вскипания воды в подающем трубопроводе.

Пьезометрический график представлен в приложении Ж.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

9 РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Тепловой расчет проводится с целью определения толщины тепловой изоляции при данном виде прокладки и известном коэффициенте теплопроводности материала по нормируемой плотности теплового потока.

Расчет произведен по методике, приведенной в [5]:

1) Суммарное термическое сопротивление слоя, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, изоляции и других дополнительных термических сопротивлений на пути теплового потока, для подающего и обратного трубопровода:

$$R_{\text{tot}} = \frac{t_w - t_e}{q_e \cdot k_1}, \quad (9.1)$$

где q_e – нормируемая линейная плотность теплового потока, Вт/м , принимаемая по таблице 8 [5];

t_w – средняя за период эксплуатации температура теплоносителя, которая при расчетных параметрах теплоносителя $95 - 70 \text{°С}$ и круглогодичном режиме работы тепловых сетей может быть принята для подающего теплопровода 65°С , для обратного – 50°С ;

t_e – среднегодовая температура окружающей среды, при подземной прокладке среднегодовая температура грунта составляет $+2 \text{°С}$;

K_1 – коэффициент географического положения (для Урала 0,95)

$$R_{\text{tot}}^1 = \frac{65 - 2}{60 \cdot 0,95} = 1,105$$

$$R_{\text{tot}}^2 = \frac{50 - 2}{60 \cdot 0,95} = 0,842$$

Термическое сопротивление поверхности изоляционного слоя, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, определяется по формуле:

$$R_{\text{пс}} = \frac{1}{\alpha_e \cdot \pi \cdot d}, \quad (9.2)$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

где α_e – коэффициент теплоотдачи с поверхности изоляции в окружающий воздух, согласно [5] принимается при прокладке в каналах 8 Вт/(м² · °С);

d – наружный диаметр трубопровода, м, определяется по формуле:

$$d = d_n + 2\delta_n \quad (9.3)$$

где δ_n – толщина тепловой изоляции, предварительно примем равной 0,05 м.

$$d = d_n + 2\delta_n = 0,273 + 2 \cdot 0,05 = 0,373 \text{ м}$$

$$R_{\text{ис}} = \frac{1}{8 \cdot 3,14 \cdot 0,373} = 0,107 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Термическое сопротивление внутренней поверхности канала, м²°С/Вт, определяется по формуле:

$$R_{\text{ПК}} = \frac{1}{\alpha_e \cdot \pi \cdot d_{\text{вэ}}}, \quad (9.4)$$

где $d_{\text{вэ}}$ – внутренний эквивалентный диаметр канала, м, определяется по формуле:

$$d_{\text{вэ}} = 4F_{\text{в}}/P_{\text{в}} \quad (9.5)$$

где $F_{\text{в}}$ – внутреннее сечение канала, м²;

$P_{\text{в}}$ – периметр сторон по внутренним размерам, м.

$$F_{\text{в}} = 1,2 \cdot 0,6 = 0,72 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{в}} = 2 \cdot (1,2 + 0,6) = 3,6 \text{ м};$$

$$d_{\text{вэ}} = 4 \cdot 0,72 / 3,6 = 0,8 \text{ м};$$

$$R_{\text{ПК}} = \frac{1}{8 \cdot 3,14 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Термическое сопротивление стенки канала, м²°С/Вт, определяется по формуле:

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$R_k = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{ст}} \cdot \ln \frac{d_{нз}}{d_{вз}}, \quad (9.6)$$

$$F_H = 1,45 \cdot 0,78 = 1,131 \text{ м}^2$$

$$P_H = 2 \cdot (1,45 + 0,78) = 4,46 \text{ м};$$

$$d_{нз} = 4 \cdot 1,131 / 4,46 = 1 \text{ м};$$

$$R_k = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,04} \cdot \ln \frac{1}{0,8} = 0,017 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Термическое сопротивление грунта, м²°С/Вт, определяется по формуле:

$$R_{гр} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{гр}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{нз}} + \sqrt{\frac{4 \cdot h^2}{d_{нз}^2} - 1} \right) \quad (9.7)$$

где h – глубина заложения оси трубопроводов, м

$\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта, для суглинка равняется 2,56 Вт/м²°С

$$R_{гр} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,56} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot 1,3}{1} + \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3^2}{1^2} - 1} \right) = 0,1 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Термическое сопротивление слоя изоляции, м²°С/Вт, определяется по формуле:

$$R_{и} = R_{общ} - \sum R_i. \quad (9.8)$$

$$R_{и1} = 1,105 - 0,107 - 0,05 - 0,017 - 0,1 = 0,831 \text{ (м} \cdot \text{°С/Вт)}$$

$$R_{и2} = 0,842 - 0,107 - 0,05 - 0,017 - 0,1 = 0,568 \text{ (м} \cdot \text{°С/Вт)}$$

Толщина тепловой изоляции, м, определяется по формуле:

$$\delta_{и} = d_{н} \cdot (e^{2\pi\lambda_{и}R_{и}} - 1)/2 \quad (9.9)$$

где $\lambda_{и}$ – теплопроводность теплоизоляционного слоя из матов минераловатных прошивных $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$

$$\lambda_{и} = 0,045 + 0,00021 \cdot t_m, \quad (9.10)$$

$$t_m = (t_w + 40)/2, \quad (9.11)$$

$$t_{m1} = (65 + 40)/2 = 52,5 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$t_{m2} = (50 + 40)/2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\lambda_{и1} = 0,045 + 0,00021 \cdot 52,5 = 0,056 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)},$$

$$\lambda_{и2} = 0,045 + 0,00021 \cdot 45 = 0,054 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_{и1} = 0,273 \cdot (e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,056 \cdot 0,831} - 1)/2 = 0,046 \text{ м}$$

$$\delta_{и2} = 0,273 \cdot (e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,054 \cdot 0,568} - 1)/2 = 0,03 \text{ м}$$

Примем толщину основного слоя изоляции одинаковой для подающего и обратного труб и равной 50 мм.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

10 РАСЧЕТ П - ОБРАЗНОГО КОМПЕНСАТОРА

Расчет искусственного компенсатора выполняется для участков трубопровода всех диаметров, на которых нет возможности для естественной компенсации с помощью углов поворота трассы менее 150° , подъемов, опусков или изгибов трубопровода для преодоления препятствий.

Компенсаторы служат для восприятия деформаций стальных трубопроводов при изменениях температуры теплоносителя и для разгрузки их от возникающих температурных напряжений, а так же для предохранения от разрушения установленной на трубопроводах арматуры. Надежность и безаварийность тепловых сетей во многом зависит от правильного решения вопросов компенсации температурных удлинений теплопроводов.

Способы компенсации температурных удлинений, применяемые в тепловых сетях разнообразны. По принципу работы компенсаторы делятся на две группы:

1) Радиальные или гибкие устройства, воспринимающие удлинения теплопроводов изгибом (плоских), кручением (пространственных) криволинейных участков труб или изгибом специальных эластичных вставок различной формы

2) Осевые устройства скользящего и упругого типов, в которых удлинения воспринимаются телескопическим перемещением труб или сжатием пружинных вставок.

Радиальную компенсацию выполняют с помощью П – образных компенсаторов, Z – образных участков и др.; осевую – с помощью осевых (сальниковых, линзовых, волнистых) компенсаторов. Гибкие компенсаторы из стальных труб (П-образные и др.), а так же углы поворотов от 90° до 130° (самокомпенсация) применяют для компенсации тепловых удлинений трубопроводов независимо от параметров теплоносителя, способа прокладки и диаметров труб. Все части гнутых компенсаторов соединяются сваркой. Диаметр, толщина стенки, марка стали труб для гнутых компенсаторов

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

должны быть такими же, как для трубопроводов основных участков. К преимуществам гибких компенсаторов относятся: большая компенсирующая способность, надежность работы, передача на неподвижные опоры только сил упругости компенсаторов, отсутствие необходимости в сооружении камер для размещения компенсаторов. Эти компенсаторы просты в изготовлении и не нуждаются в постоянном обслуживании и ремонте. Случаи повреждения гибких компенсаторов в эксплуатации наблюдается крайне редко, как правило из-за наружной коррозии стальных труб или дефектов сварных швов. К недостаткам гибких компенсаторов можно отнести: дополнительный расход труб, повышенное гидравлическое сопротивление, значительные габаритные размеры.

Сильфонные компенсаторы имеют малые габариты, могут устанавливаться в любом месте трубопровода при любом способе его прокладки, не требуют строительства специальных камер и обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Срок их службы, как правило, соответствует сроку службы трубопроводов. Применение сильфонных компенсаторов обеспечивает надежную и эффективную защиту трубопроводов от статических и динамических нагрузок, возникающих при деформациях, вибрации и гидроударе. Благодаря использованию при изготовлении сильфонов высококачественных нержавеющей сталей, сильфонные компенсаторы способны работать в самых жестких условиях с температурами рабочих сред от «абсолютного нуля» до 1000 °С и воспринимать рабочие давления от вакуума до 100 атм., в зависимости от конструкции и условий работы. В проекте реконструкции теплотрассы предлагается использовать существующие тепловые каналы типа КЛ и компенсаторные ниши, руководствуясь этим, простотой изготовления, минимальными затратами при монтаже и эксплуатации для проектирования выбираем П-образные компенсаторы.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет будем производить на примере компенсатора находящегося на 3 участке. Данный компенсатор является симметричным. Компенсатор изображен на рисунке 2

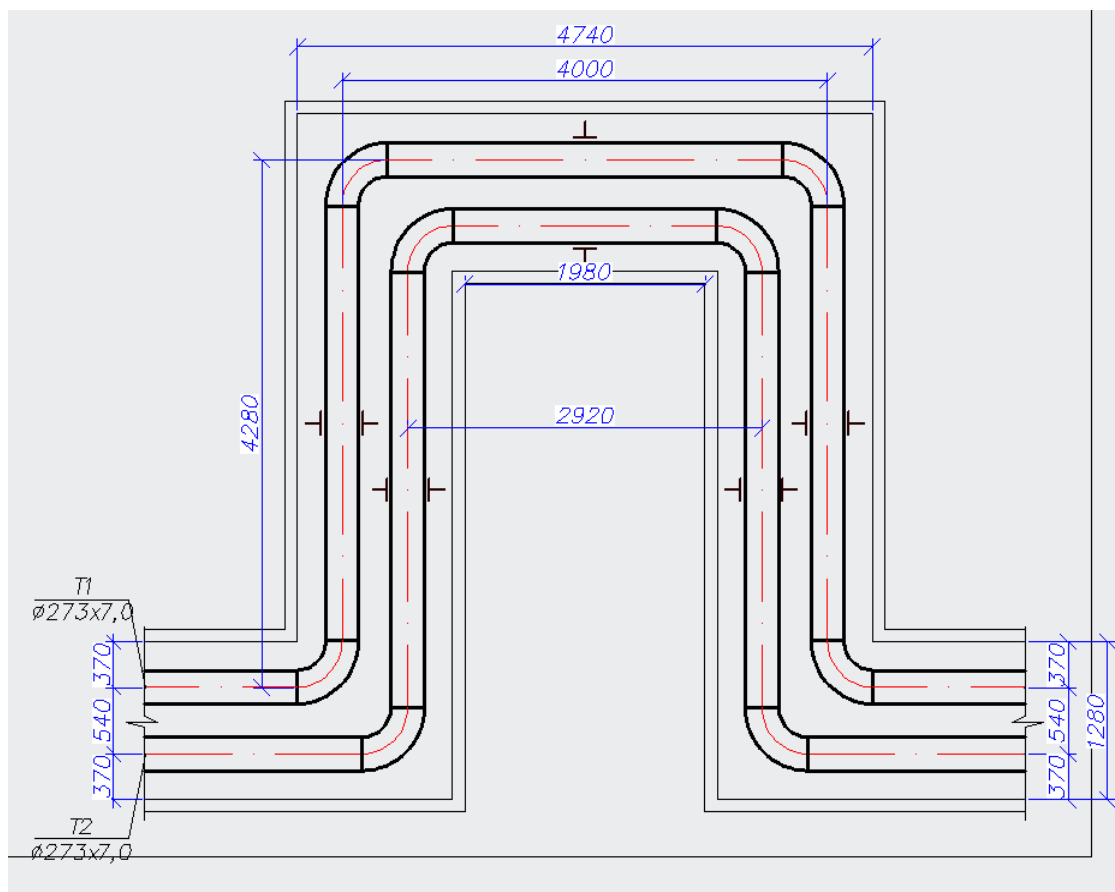


Рисунок 2. П – образный компенсатор

Цель расчета: подобрать или проверить размеры компенсатора, при которых напряжения сжатия, возникающие на спинке и на участках, прилегающих к компенсатору, были бы меньше допустимых

$$\sigma_n < [\sigma_{\text{доп}}]$$

Расчет ведем в следующем порядке:

1. Задаемся габаритными размерами компенсатора В и Н, м.

$V = 4,273$ м., $H = 4,553$ м.

2. Выписываем основные характеристики гнутых гладких отводов: радиус изгиба оси трубопровода R, м; расчетные коэффициенты гибкости k; и

коэффициент концентрации продольных напряжений m , из [6 табл. 10.13]

$$R = 0,5\text{м}, k = 4,17; m = 1,67;$$

3. Зная радиус изгиба оси трубопровода R вычисляем длины прямолинейных участков l_2, l_3, l_4 по формуле:

$$l_2 = l_3 = l_4 = H(B) - 2R \quad (10.1)$$

$$l_2 = l_4 = 4,273 - 2 \cdot 0,5 = 3,273\text{м.}$$

$$l_3 = 4,553 - 2 \cdot 0,5 = 3,553\text{м}; l_1 = l_5 = 24\text{м.}$$

4. Рассчитываем приведенную длину участка трубопровода $L_{пр}$, м, по формуле:

$$L_{пр} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + 6,28Rk \quad (10.2)$$

$$L_{пр} = 24 + 3,273 + 3,553 + 3,273 + 24 + 6,28 \cdot 0,5 \cdot 4,17 = 71,2\text{м.}$$

5. Определяем координаты упругого центра тяжести по формуле:

Для случая симметричного относительно оси Y компенсатора

$$x_0 = 0$$

$$y_0 = \frac{(l_2 + 2R) + (l_2 + l_3 + 3,14Rk)}{L_{пр}} \quad (10.3)$$

$$y_0 = \frac{(3,273 + 2 \cdot 0,5) + (3,273 + 3,553 + 3,14 \cdot 0,5 \cdot 4,17)}{71,2} = 0,25 \text{ м}$$

6. Определяем центральный момент инерции I_{x_0} , м^3 , относительно осей x_0 и y_0 по формуле:

$$I_{x_0} = \frac{l_2^3}{6} + (2 \cdot l_2 + 4 \cdot l_3) \cdot \left(\frac{l_2}{2} + R\right)^2 + 6,28 \cdot R \cdot k \cdot \left(\frac{l_2^2}{2} + 1,365 \cdot l_2 \cdot R^2\right) - L_{пр} \cdot y_0^2 \quad (10.4)$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$I_{x0} = \frac{3,273^3}{6} + (2 \cdot 3,273 + 4 \cdot 3,553) \cdot \left(\frac{3,273}{2} + 0,5\right)^2 + 6,28 \cdot 0,5 \cdot 4,17 \cdot \left(\frac{3,273^2}{2} + 1,365 \cdot 3,273 \cdot 0,5^2\right) - 71,2 - 0,25^2 = 103,76 \text{ м}^3$$

Для случая симметричного относительно оси у компенсатора $I_{y0}=0$

7. Определяем расчетное тепловое удлинение Δx , мм, вдоль оси x по формуле:

$$\Delta x = \varepsilon \cdot \Delta l, \quad (10.5)$$

где ε – коэффициент предварительной растяжки определяется по [8, табл. 10.12].

$$\Delta x = 0,5 \cdot 36,26 = 18,13 \text{ мм.}$$

$$\Delta l = \alpha \cdot (T_1 - t_0) \cdot L \quad (10.6)$$

$$\Delta l = 0,0125 \cdot (95 - 40) \cdot 52,75 = 36,26 \text{ мм.}$$

где α – коэффициент линейного расширения, мм/м·°С, определяемый по [6, табл.10.11];

L – длина расчетного участка;

T_1 – температура теплоносителя в подающей магистрали;

t_0 – температура окружающей среды, для канальной прокладки, $t_0 = 40^\circ\text{C}$

8. Определяем силы упругой деформации, возникающие в центре тяжести P_k , кгс, по формуле:

$$P_k = P_x = \frac{\Delta x \cdot E \cdot I}{I_{x0} \cdot 10^7} \quad (10.7)$$

где E – модуль упругости материала труб определяемый по таблице 10.11 [6], для Ст 3 – $E = 1,978 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$

I – момент инерции поперечного сечения стенки трубы, см^4 , определяемый по формуле:

$$I = 0,05 \cdot (d_n^4 - d_b^4), \quad (10.8)$$

где d_n, d_b – наружный и внутренний диаметры труб, см.

$$I = 0,05 \cdot (27,3^4 - 25,9^4) = 5273,55 \text{ см}^4$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$P_k = P_x = \frac{18,13 \cdot 1,978 \cdot 10^6 \cdot 5273,55}{103,76 \cdot 10^7} = 182,26 \text{ кгс}$$

9. Так как $y_0 \leq 0,5 \cdot H$, то наиболее слабое сечение находится на спинке компенсатора в точке прилегания отвода к прямолинейному участку, тогда изгибающий момент в этой точке равен:

$$M_{\max} = (H - y_0) \cdot P_k \quad (10.9)$$

$$M_{\max} = (4,553 - 0,25) \cdot 182,26 = 784,26 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

10. Определяем возникшие изгибающие напряжения и сравниваем их с допустимыми значениями $[\sigma_{\text{доп}}]$.

Изгибающие напряжения, возникающие в слабом сечении компенсатора, определяются по формуле:

$$\sigma_H^k = \frac{M_{\max} \cdot m}{W} \quad (10.10)$$

где W – момент сопротивления поперечного сечения стенки трубы, см^3 , определяется по формуле:

$$W = \frac{\pi (d_H^4 - d_B^4)}{32 d_H} \quad (10.11)$$

$$W = \frac{3,14 (27,3^4 - 25,9^4)}{32 \cdot 27,3} = 379,1 \text{ см}^3$$

$$\sigma_H^k = \frac{784,26 \cdot 1,67}{379,1} = 3,45 \text{ кгс/мм}^2$$

Фактические значения $\sigma_H^k = 3,45 \text{ кгс/мм}^2$ не превышают допустимые значения $[\sigma_{\text{доп}}] = 10,3 \text{ кгс/мм}^2$, значит размеры компенсатора являются удовлетворительными.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИТП

11.1 Подбор грязевика

Грязевики выполняют в виде отрезка трубы с вваренными в нее двумя патрубками. Один из патрубков вводится внутрь корпуса грязевика до оси его, заглушается и просверливается сплошь отверстиями диаметром 5-8 мм. На этот патрубок надевается сетка с ячейками 1-2 мм². Суммарная площадь отверстий на патрубке должна быть не меньше двойной площади сечения патрубка. Вода поступает в грязевики через сквозной патрубок; крупные частицы взвеси сразу падают на дно грязевика, а средние задерживаются сеткой. После сетки вода поступает на ввод. Для очистки от грязи грязевик выполняется разъемным. В нижнем днище имеется нарезка для контрольного штуцера спускного патрубка и крана, при помощи которых осуществляется контрольный спуск грязи. В верхнем днище имеется резьбовое отверстие для штуцера воздушного крана и присоединения контрольного манометра. Контроль за состоянием грязевика ведется посредством замера его гидравлического сопротивления. Существуют и другие конструкции грязевиков. Грязевики сваривают с трубами ввода. Обводы у грязевиков обычно отсутствуют. На водяных вводах грязевики устанавливают, как правило, на подающей трубе после входной задвижки. Иногда их ставят на обратной трубе ввода перед водомером для защиты последнего от грязи, поступающей из местной системы.

Грязевик подбирается на основании диаметра теплопровода.

Для $D_y = 219$ мм принимается грязевик ТС 569.00.000-15 по типовой серии 5.903-20. Диаметр грязевика $D_n = 530$ мм. Скорость в грязевике не должна превышать 0,05 м/с, проверка этого условия выполняется по формуле

$$\omega = \frac{G_{т.с.}}{\rho \cdot F}, \quad (11.1)$$

где $G_{т.с.}$ - расход воды из тепловых сетей, кг/ч;

ρ - плотность воды, кг/м³;

F – площадь сечения канала грязевика, м², определяется по формуле

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (11.2)$$

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,530^2}{4} = 0,22 \text{ м}^2$$

Скорость воды в грязевике:

$$\omega = \frac{58,09}{3600 \cdot 0,22} = 0,062 \text{ м/с}$$

Скорость воды в грязевике не превышает 0,05 м/с, следовательно установка грязевика ТС 569.00.000-15 допустима.

11.2 Подбор теплообменника

Теплообменник пластинчатый - устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодной (нагреваемой) среде через стальные, медные, графитовые, титановые гофрированные пластины, которые стянуты в пакет. Горячие и холодные слои перемещаются друг с другом.

Пластинчатые теплообменные аппараты являются разновидностью поверхностных рекуперативных теплообменных аппаратов с поверхностью теплообмена, изготовленной из тонкого листа. Наиболее широко применяются в промышленности разборные пластинчатые теплообменники. Они состоят из отдельных пластин с прокладками, приспособлены для быстрой разборки и сборки и вся их теплообменная поверхность доступна для очистки. Полуразборные, сварные блочные и сварные неразборные теплообменники являются разновидностью аппаратов пластинчатого типа.

Определяющей особенностью устройства пластинчатых теплообменных аппаратов является конструкция и форма поверхности теплообмена и каналов для рабочей среды. Поверхность теплообмена образуется из отдельных пластин, а каналы для рабочей среды имеют щелевидную форму. Рабочая среда движется у поверхности теплообмена тонким слоем, что способствует интенсификации процесса теплоотдачи. Формы пластин и профили их поверхности очень разнообразны, а конструкции довольно сложны и иногда

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

мало похожи на пластины, поэтому название «пластина» строго говоря, по отношению к некоторым конструктивным формам должно рассматриваться как условное.

Теплообменник подобран при помощи расчетной программы Ридан по следующим параметрам:

- температуры воды в системе отопления: 80 – 70 °С
- температуры воды от котельной: 95 – 70 °С
- расход воды в системе отопления: 26,56 т/ч
- расход воды котельной: 32,17 т/ч
- тепловая мощность теплообменника: 938 кВт

N	ПТО	Цена (%)	S (м2)	V (л)	Ходы	Срок поставки (недели)
1	НН-62-16/1-64-ТКТМ63 (Ду 150 мм)	100	42,16	132,300	1	1
2	НН-41-16/2-81-ТМТЛ66 (Ду 150 мм)	102	35,55	100,000	1	1
3	НН-47-16/2-86-ТКТМ64 (Ду 100 мм)	102	42,84	97,750	1	1
4	НН-100-16/1-34-ТК (Ду 200 мм)	118	32,00	82,831	1	1
5	НН-65-16/1-56-ТКТЛ80 (Ду 200 мм)	121	36,72	93,500	1	1
6	НН-86-16/2-60-ТК (Ду 150 мм)	122	52,20	159,300	1	10
7	НН-43-16/2-74-ТЛ (Ду 200 мм)	132	33,12	94,900	1	1
8	НН-21-16/3-174-ТЛ (Ду 100 мм)	139	41,28	103,801	1	1

Тепловая мощность	938	кВт
Запас пов-ти на загр. / Фр загр.	10,1 % / 24,6 м2К/МВт	LMTD 5,2 С
К-т теплопередачи (треб./расч.)	3701 / 4077	ккал / (м2 ч С)

	Гор.	Хол.	
Тип среды	Вода	Вода	
Расход	32,17	73,24	т/ч
Температура	95 -> 70	80 <- 69	С
Потери давления / в портах	0,73 / 0,02	2,97 / 0,09	м.вод.ст.
Скорость в портах / каналах	0,52 / 0,37	1,18 / 0,82	м/с
Масса пустой / заполненный	1070 / 1200 кг	Прокладка EPDM	

0,5 мм AISI316; Фланцы Ду 150 (Черные); Максимальное кол-во пластин: 68; (P)

Основные теплофизические характеристики

Плотность	970,54	975,44	кг/м3
Удельная теплоемкость	4198,08	4191,2	Дж/(кг*К)
Теплопроводность	0,67	0,66	Вт/(м*К)
Динамическая вязкость	0,0003487	0,0003869	Па*с

Рисунок 3. – Подбор теплообменника системы отопления

12 ПОДБОР НАСОСОВ

В водяных тепловых сетях насосы используются для создания заданных давлений и подачи необходимого количества воды к потребителям тепла.

Сетевые насосы создают циркуляцию воды в системе теплоснабжения, а подпиточные насосы компенсируют утечки воды и поддерживают необходимый уровень пьезометрических линий как при статическом, так и при динамическом режимах.

Сетевой насос:

Напор сетевого насоса определяется по формуле:

$$H_n = H_{\text{наг}} - H_{\text{вс}} \quad (12.1)$$

где $H_{\text{наг}}$, $H_{\text{вс}}$ - напор в подающем и всасывающем патрубках, м.

$$H = 48,13 - 33,13 = 15 \text{ м}$$

Расход сетевого насоса равен расходу теплоносителя в головном участке тепловой сети

$$G_n = 369,53 \text{ т/ч.}$$

По данным подбираем насос марки “Grundfoss” НК -150 - 400 рабочий диапазон которого показан на рисунке 4

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

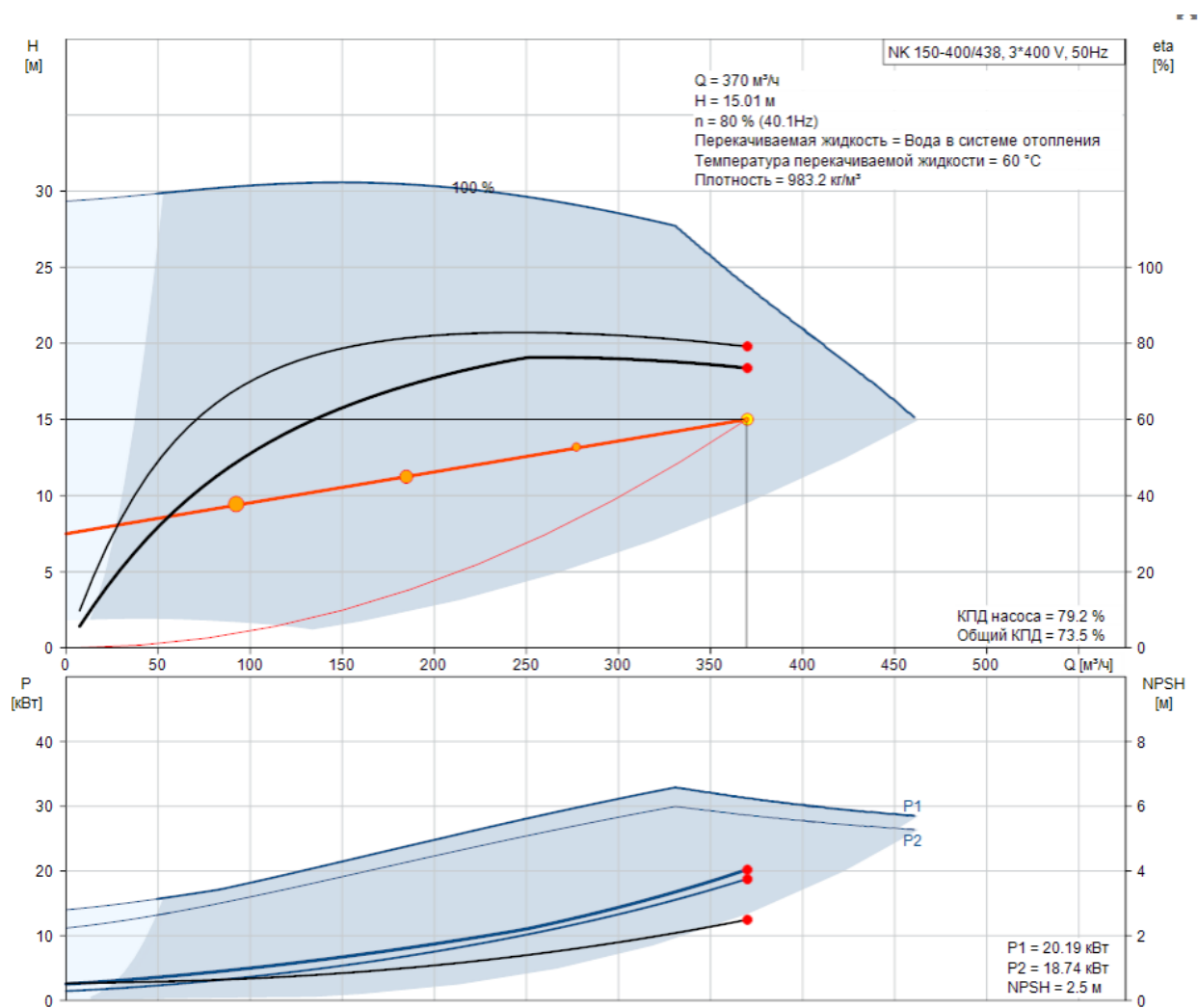


Рисунок 4. – Подбор сетевого насоса NR -150 - 400

Подпиточный насос:

Напор сетевого насоса определяется по формуле:

$$H_H = H_c + \Delta H + z \quad (12.2)$$

где H_c – статический напор в сети по отношению к оси подпиточного насоса, м.

ΔH – потери напора в трубопроводах подпиточной линии от питательного бака до точки присоединения к тепловой сети, м;

z – разность отметок между осью насоса и нижнем уровнем воды в питательном баке, м.

В виду малых величин примем z и $\Delta H = 0$, тогда $H_H = 30$ м.

Расход подпиточного насоса для закрытых систем теплоснабжения определяется по формуле:

$$G_H = 0,005 \cdot G \quad (12.3)$$

где G – расход в головном участке тепловой сети, т/ч.

$$G_H = 0,005 \cdot 369,53 = 1,85 \text{ т/ч}$$

По данным подбираем насос фирмы Grundfoss марки CRE 3-8 рабочий диапазон которого показан на рисунке 5

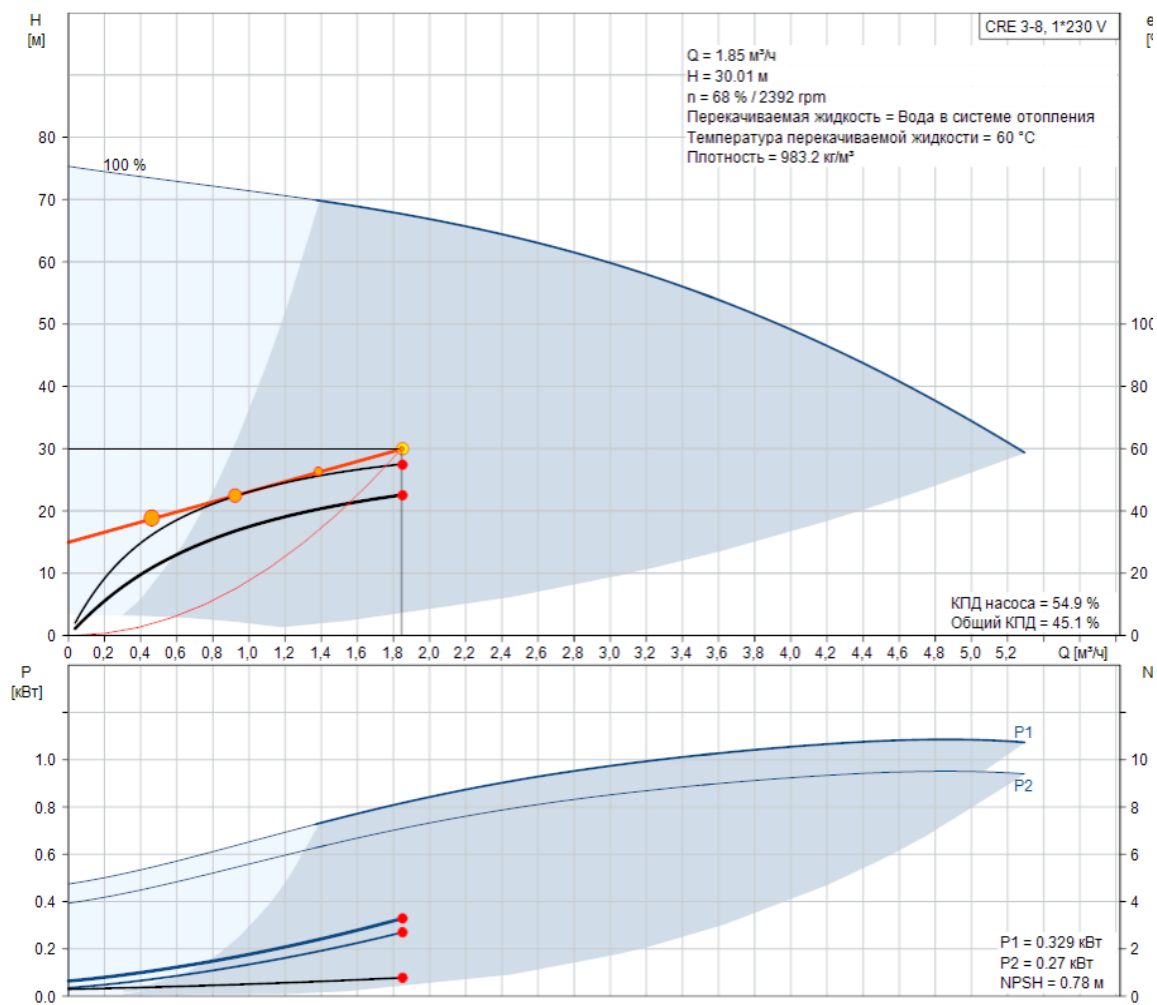


Рисунок 5. – Подбор подпиточного насоса CRE 3-8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13 АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

В проекте выполнена автоматизация индивидуального теплового пункта жилого дома №17. Индивидуальный тепловой пункт включает в себя узел управления систем отопления, теплоснабжения вентиляционных установок, горячего водоснабжения.

13.1 Электронный регулятор температуры.

Управление работой системами отопления и горячего водоснабжения построено на базе двухконтурного электронного регулятора температуры воды типа ECL-Comfort-310 (Ключ А368), производства фирмы “Danfoss” в комплекте с датчиками температуры и регулирующими клапанами с электроприводами.

Первый контур выполняет регулирование температуры воды, подаваемой на отопление, второй контур – выполняет регулирование температуры воды, подаваемой на ГВС. Регулятор температуры типа “ECL Comfort” является погодным компенсатором, который посредством ключа А368 запрограммирован для выполнения требуемой автоматизации.

В зависимости от температуры наружного воздуха регулирующий прибор обеспечивает необходимую температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, в соответствии с отопительным графиком, управляя регулирующим клапаном с электроприводом, тем самым меняя требуемый расход сетевой воды на узел смешения.

Регулирующий прибор может изменять температуру теплоносителя в системе отопления во времени (ночное снижение) и повышать- форсировать поток после снижения, автоматически осуществлять защиту отопительной системы от замерзания.

Электронный регулятор выполняет следующие виды регулирования:

1) Регулирование по возмущению и отклонению

- в зависимости от температуры наружного воздуха регулятор

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

обеспечивает необходимую температуру теплоносителя на отопление здания по отопительному графику, управляя регулирующим клапаном с электроприводом, установленным на трубопроводе теплосети; при этом производится корректировка сигнала согласно температуре внутреннего воздуха

2) программное регулирование

- по встроенному таймеру обеспечивается понижение температурного графика в ночное время.

- возможность работы системы с увеличенной мощностью после каждого периода снижения температуры;

- возможность автоматического выключения системы отопления при определенной заданной температуре наружного воздуха.

13.2 Датчики температуры

Температурные датчики фирмы “Danfoss” – это платиновые термометры сопротивления Pt 1000,Ж которые подразделяются по типу в зависимости от функционального назначения. Используемые типы датчиков приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика датчиков температуры

Тип	Диапазон температур, °С	Среда	Постоянная времени
ESMT	(-30) - +50	Наружный или внутренний воздух	8 мин.
ESMU (погружной)	0 – 140 °С	Теплоноситель	2 с.

Принятые для измерения температуры теплоносителя в трубопроводах, погружные датчики устанавливаются в гильзах длиной 100 мм.

Предназначенный для измерения температуры наружного воздуха термометр

крепится болтами к наружной стене на высоту не менее 2м от уровня земли в защитном ограждении.

13.3 Клапаны регулирующие

Для осуществления регулирования в тепловом пункте в соответствии с принятой схемой регулирования принимается линейный двухходовой клапан ВВ 2. Максимальное давление на клапане составляет 25 бар. Возможная максимальная протечка через закрытый клапан составляет 0,05% от пропускной способности полностью открытого клапана. Максимальная температура рабочей среды 150°C. Клапаны устанавливаются на регулирование системы отопления, ГВС, вентиляции. Данные клапаны оснащены редукторными электроприводами. Электроприводы управляются импульсным сигналом от электронного регулятора ECL Comfort 310. Для данных типов клапанов применяется электропривод серии FMV 20.

13.4 Циркуляционные насосы

Создание циркуляции в контуре системы отопления, осуществляется установкой основного и резервного циркуляционных насосов фирмы “Grundfoss”

Управление основным и резервным циркуляционными насосами осуществляется в ручном и автоматическом режиме. В автоматическом режиме управление осуществляется по сигналу реле перепада давления RT262A, через электронный регулятор ECL-Comfort-310. Схема управления насосами в ручном и автоматическом режиме, собрана в щите автоматизации системы отопления. При понижении давления воды на всасе циркуляционных насосов до критического значения предусмотрено отключение циркуляционных насосов, для этого перед насосами установлено реле перепада давления KPI-35

13.5 Подпитка

На подпиточной линии установлен расходомер предназначенный для определения объема теплоносителя, расходуемого для заполнения системы, а

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

также эксплуатационного либо аварийного потребления теплоносителя.

Заполнение и подпитка системы отопления происходит из обратного трубопровода теплосети в обратный трубопровод системы отопления. Это обусловлено тем, что температура теплоносителя в них незначительно различается, в отличие от температуры в подающих трубопроводах. Кроме того, заполнение системы из обратного трубопровода теплосети безопаснее для наладчиков, осуществляющих пробный запуск системы, т. к. не исключена вероятность утечки теплоносителя.

Алгоритм работы автоматизации подпитки предусматривает открытие электромагнитного клапана и при восстановлении давления – его закрытия. Управление соленоидным клапаном осуществляется через электронный регулятор ECL-Comfort-310.

13.6 Контроль и учет

Для учета расхода тепловой энергии и расхода теплоносителя потребителями, согласно [10], узел ввода в здание должен быть оборудован приборами учета тепловой энергии в соответствии с «Правилами учета отпуска тепловой энергии».

Параметры, наблюдение за которыми необходимо для оценки нормальной работы системы отопления, должны контролироваться показывающими приборами – термометрами и манометрами. Места установки определяется в соответствии с [7].

Для измерения количества тепловой энергии, потребляемой зданием, принимается теплосчетчик ТЕПЛОКОН производства ООО НПП «Технэс-прибор» г. Челябинск, состоящий из следующих функциональных элементов:

- тепловычислитель «Теплокон-01»;
- двух преобразователей расхода ПРЭМ-2;
- преобразователь измерительный КТСР-001;
- блок питания;

Распределитель монтажный РМ-1

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Сигналы с преобразователя расхода ПРЭМ-2 и разностных термометров из комплекта КТСПР-001, установленных на подающем и обратном трубопроводах на вводе в здание, поступают через распределитель монтажный РМ-1 на тепловычислитель Теплокон-01

Тепловычислитель выполняет следующие функции:

- преобразование выходных сигналов с преобразователей температуры, расхода в действительные значения параметров теплоносителя;
- вычисление тепловой энергии и массы теплоносителя;
- архивирование и хранение результатов измерений и вычислений в энергонезависимой памяти с привязкой по времени;
- передачу информации внешним устройствам для регистрации на жестком носителе.

13.7 Сигнализация

В индивидуальном тепловом пункте устанавливается щит управления, на котором предусматривается оперативно-технологическая и аварийная сигнализация.

Оперативно-технологическая сигнализация предназначена для отображения состояния объекта и позволяет вести наблюдение за параметрами регулирования. Аварийная сигнализация необходима в случаях, которые могут привести к аварии оборудования, и снабжена световым источником и звуковым сигналом.

Электронный регулятор температуры ECL Comfort 310 вырабатывает следующие сигналы тревоги:

- сигнал тревоги по температуре, в случае понижения температуры ниже заданного предела;
- сигнал тревоги от насоса поступает в случае сбоя в работе
- сигнал тревоги по сроку эксплуатации поступает, если оборудование отработало указанный срок;
- сигнал общей тревоги – если зарегистрировано более одного сигналов тревоги.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В восстановлении тепловых сетей, доведения их технических характеристик до уровня, обеспечивающего надежность, безопасность и экономичность эксплуатации всей системы централизованного теплоснабжения, играют важнейшую роль реконструкция и модернизация. Кроме того, в процессе эксплуатации сети должны систематически пересматриваться. Каждая новая схема помимо создания новых источников тепла и строительства новых сетей должна предусматривать реконструкцию действующих установок и сетей.

Целями данного дипломного проекта является: разработка проекта реконструкции системы теплоснабжения в связи с подключением нового абонента.

В дипломном проекте были определены тепловые нагрузки, определен расчетный расход теплоносителя, проведен гидравлический расчет и построен пьезометрический график. Так же произведен расчет и подбор оборудования реконструируемого участка. Произведен расчет пластинчатого водонагревателя, насосов, подобраны средства автоматизации ИТП жилого дома.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Спроектированная система автоматизации ИТП решает следующие задачи:

- стабилизация (поддержание постоянными управляемых величин с заданной точностью);
- программное управление (управление физическими параметрами по заранее известному закону);
- контроль и учет;
- блокировка, защита и сигнализация.

Благодаря таким техническим приборам как регулятор температуры, регулятор давления, тепловычислитель осуществляется:

- защита теплосети от гидравлического разрегулирования;
- учет тепловой энергии
- автоматического поддержания температуры регулируемой среды.

Благодаря системе автоматизации повышается надежность системы отопления, ее долговечность, а так же уменьшаются затраты из-за уменьшения бесполезных потерь тепла.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1). А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов и др. Теплоснабжение. М.: Стройиздат, 1982г. – 336 с.
- 2). СП 131.13330.2012. Строительная климатология. –М.:– Минрегион России, 2012.-108 с.
- 3). Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей.: Справочник / В. И. Манюк, Я. И. Каплинский, Э. Б. Хиж и др. – изд., 3-е переработ. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. - 432 с.
- 4). СП 124.13330-2012. Тепловые сети. –М.:– Минрегион России, 2012.-74 с.
- 5). СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – М.:– Минрегион России, 2012. -68 с.
- 6). СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. – М. 1997
- 7). СТО НП «АВОК» 1.05-2006 Условные графические обозначения в проектах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжения. – М: НП «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике», 2006.
- 8). ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. – М: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 15с.
- 9). ГОСТ 21.605-82 СПДС. Сети тепловые(тепломеханическая часть) (с Изменением №1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 15с.
- 10). Справочник проектировщика под ред. А.А.Николаева. – Проектирование тепловых сетей. – М.- Стройиздат, 1965. – 360с.
- 11). Применение средств автоматизации «Данфосс» в системах водяного отопления здания. – М. ЗАО «Данфосс», 2004.
- 12). Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов вузов. / В.Е. Козин – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.
- 13). Теплофикация и тепловые сети.: Учебник для ВУЗов / Е. Я. Соколов. -6-е издание, перераб. – М.: Изд. МЭИ, 1999. – 472 с.
- 14). Программа подбора теплообменника ЗАО «Ридан»
- 15). Программа GCO для подбора насосного оборудования Grundfoss
- 16). ПБ 10-573-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. – М: ПИО ОБТ, 2003.
- 17). Махов А.Н., Сканави А.Н. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 576с.

					13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчетные тепловые потоки и расходы теплоносителя

Наименование абонентов	Расчетный тепловой поток, МВт				Расчетный расход теплоносителя, т/ч			
	на отопл. Q _{от}	на вент. Q _{вент}	на ГВС. Q _{ГВС}	суммарная Q сум	на отопл. G _{от}	на вент. G _{вент}	на ГВС. G _{ГВС}	суммарная G сум
1-а	0,727	0	0,723	1,45	31,23	-	11,39	44,90
1-б	0,217	0	0,105	0,322	9,32	-	1,65	11,31
2-а	1,638	0	0,626	2,264	70,37	-	9,86	82,20
2-б	1,546	0,048	0,6	2,194	66,42	2,06	9,45	79,82
3-а	0,028	0	0	0,028	1,20	0	0	1,20
4-а	0,035	0	0	0,035	1,50	0	0	1,50
5-а	0,715	0,064	0,256	1,035	30,72	2,75	4,03	38,30
6-а	0,4	0	0,17	0,57	17,18	-	2,68	20,40
7-а	0,575	0	0,376	0,951	24,70	-	5,92	31,81
7-ж.д. №17	0,936	0,098	0,723	1,757	40,21	4,21	11,39	58,09

ПРИЛОЖЕНИЕ В

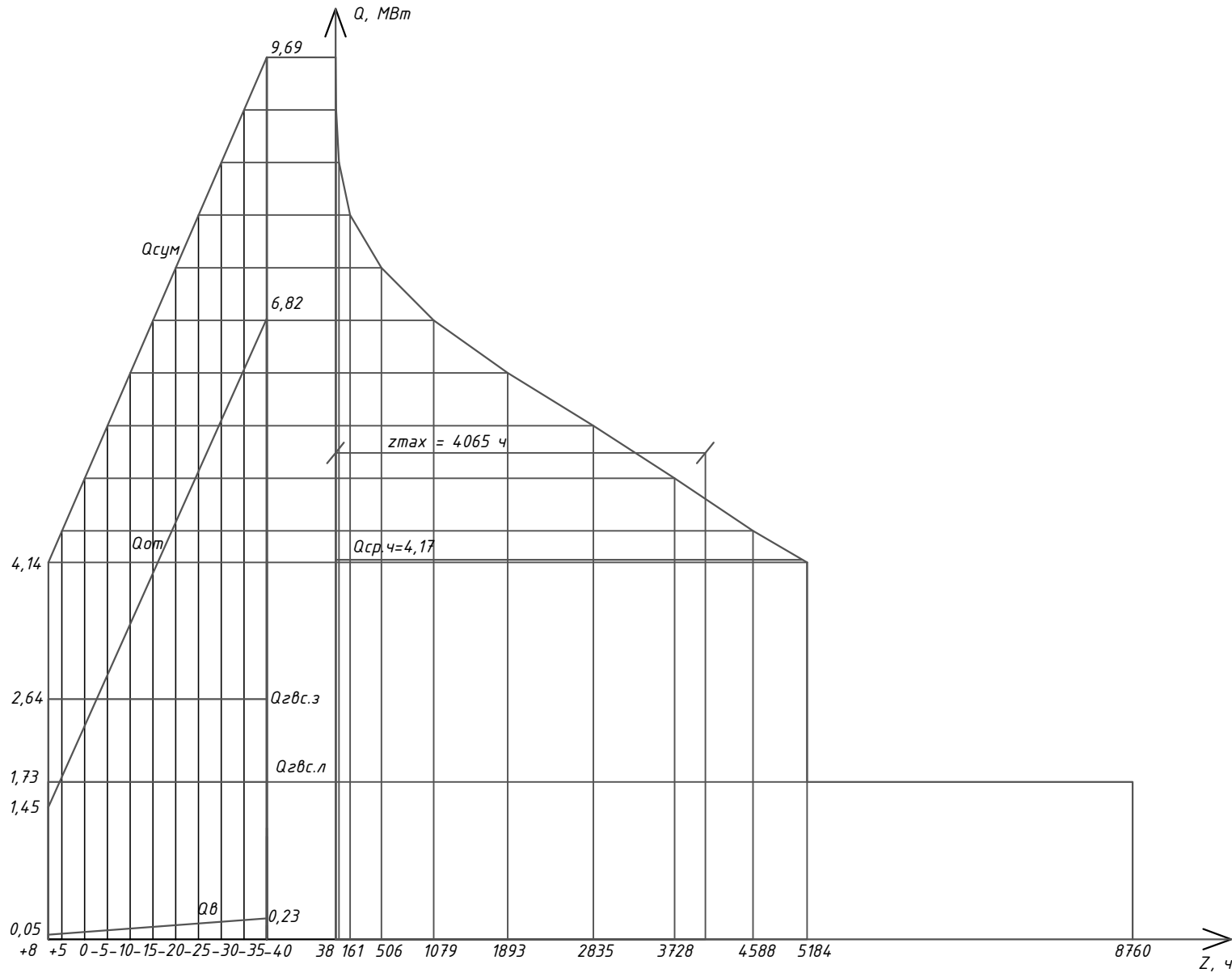
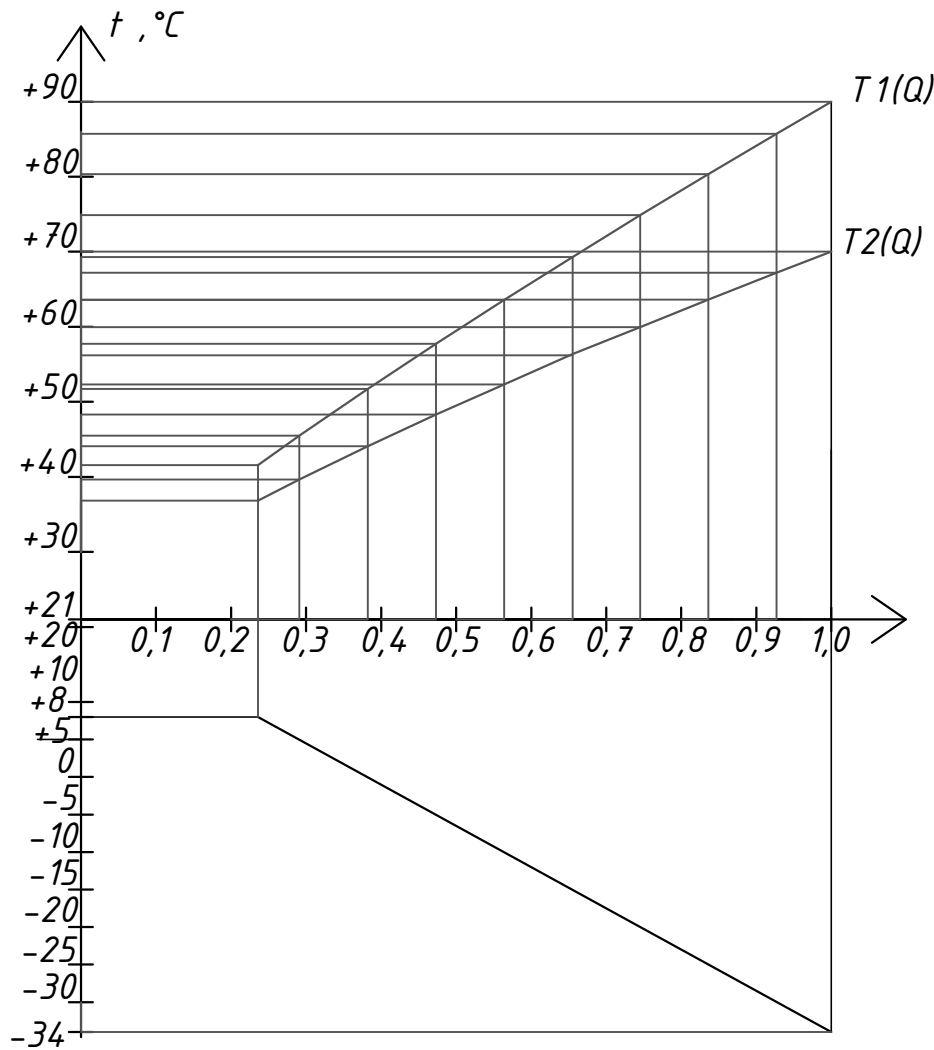


Рисунок В.1 - Годовой график потребления теплоты по продолжительности

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

13.03.01.2017.869.08 ПЗ ВКР

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



tn	T1	T2
+8	42	37
+7	43	38
+6	44	39
+5	45	40
+4	47	41
+3	48	41
+2	49	42
+1	50	43
0	52	44
-1	53	45
-2	54	46
-3	55	47
-4	57	47
-5	58	48
-6	59	49
-7	60	50
-8	61	51
-9	62	52
-10	64	52
-11	65	53
-12	66	54
-13	67	55
-14	68	55
-15	69	56
-16	70	57
-17	72	58
-18	73	58
-19	74	59
-20	75	60
-21	76	61
-22	77	61
-23	78	62
-24	79	63
-25	80	64
-26	81	64
-27	83	65
-28	84	66
-29	85	66
-30	86	67
-31	87	68
-32	88	69
-33	89	69
-34	90	70

Рисунок Г.1 - График регулирования температуры сетевой воды

Таблица Д.2 - Расчет местных коэффициентов сопротивлений

№ уч.	Дн х δ	Вид местного сопротивления	КМС	Кол-во	Сумма КМС
1	325х8	Задвижка	0,5	1	0,5
		Тройник на прох.	1	1	1
					1,5
2	325х8	Тройник на прох.	1	1	1
		Компенсатор "П"	2,8	1	2,8
					3,8
3	273х7	Задвижка	0,5	1	0,5
		Компенсатор "П"	2,8	1	2,8
		Отвод 90°	0,5	3	1,5
		Тройник на прох.	1	1	1
					5,8
4	273х7	Отвод 90°	0,5	1	0,5
		Тройник на прох.	1	1	1
					1,5
5	273х7	Компенсатор "П"	2,8	1	2,8
		Тройник на прох.	1	1	1
					3,8
6	219х6	Компенсатор "П"	2,8	1	2,8
		Тройник на прох.	1	1	1
		Переход	0,5	1	0,5
					4,3
7	219х6	Отвод 90°	0,5	4	2
		Тройник на прох.	1	1	1
					3
8	219х6	Компенсатор "П"	2,8	1	2,8
		Отвод 90°	0,5	2	1
		Задвижка	0,5	1	0,5
					4,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

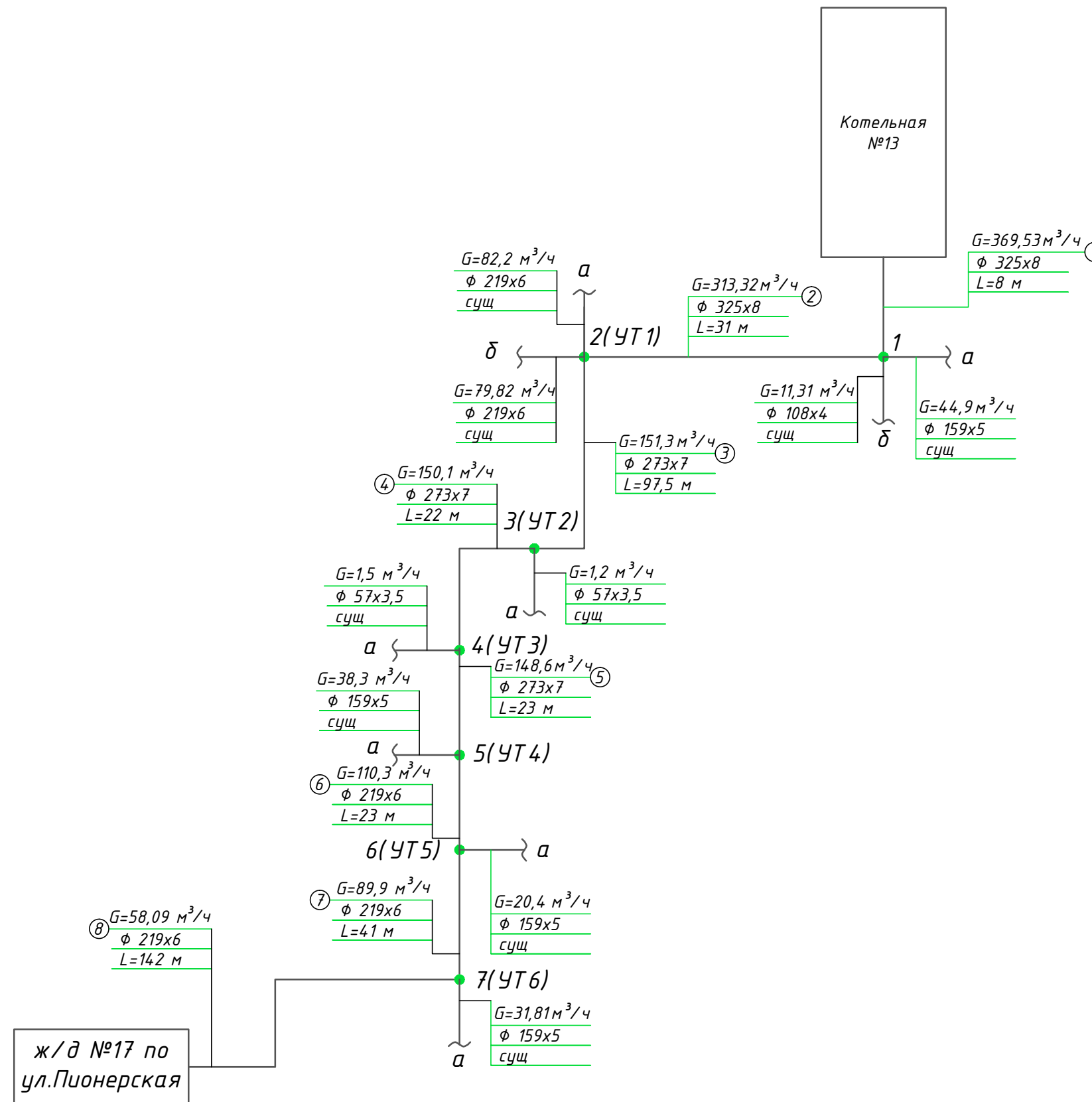


Рисунок Е.1 - Расчетная схема

					130301.65.2017.869.1 ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

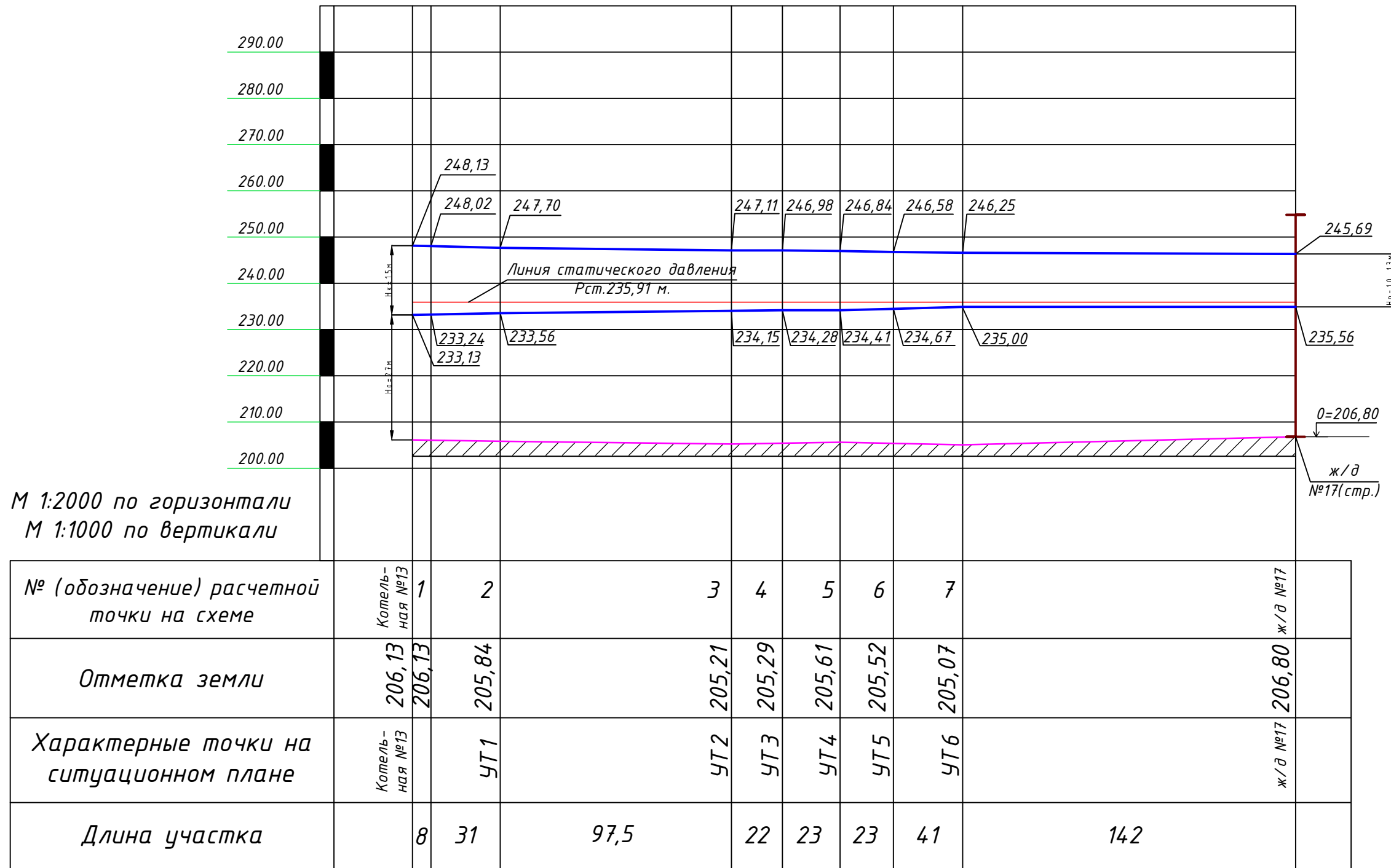


Рисунок Ж.1 - Пьезометрический график

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

130301.65.2017.869.1 ПЗ ВКП

Лист