

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И.Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 19 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
код и наименование специализации

Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске
тема

Руководитель _____ ст. преподаватель А.В.Целищев
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ В.С.Шурупов
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ А.В.Целищев
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	3
1. Технологический раздел.....	4
1.1 Вводные данные	4
1.2. Характеристика централизованной системы теплоснабжения	5
1.3. Расчетные тепловые потоки	7
1.4. Регулирование теплопотребления.....	8
1.5. Схема распределительной сети жилмассива	9
1.6. Расходы теплоносителя.....	10
1.7. Гидравлический расчет трубопроводов теплосети	13
1.8. Расчет подогревателя отопления	16
1.8.1. Расчет пластинчатого подогревателя отопления.....	26
1.9. Пьезометрический график	31
1.10. Насосы	35
1.11. Элементы тепловых сетей. ЦТП	37
1.12. Расчет П-образных компенсаторов.....	42
1.13. Тепловая изоляция трубопроводов.....	46
1.14. Продольные профили теплосетей.....	47
1.15. Виды коррозии трубопроводов.....	48
1.16. Строительные конструкции тепловых сетей.....	49
1.17. Энергосбережение	55
2 Технология возведения инженерных сетей	58
2.1 Подготовительные работы	58
2.2 Последовательность и технология СМР.....	58
2.2.1 Земляные работы	58
2.2.2 Устройство ж/б конструкций, каналов и камер	60
2.2.3 Монтаж трубопроводов и запорной арматуры	62
2.2.4 Антикоррозийная и тепловая изоляция трубопроводов	63
2.2.5 Монтаж перекрытий каналов и камер	64
2.2.6 Благоустройство	64
2.2.7 Окончательное гидравлическое испытание трубопроводов	64
Список сокращений	65
Список использованных источников.....	66
Приложение А Спецификация	67

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске» содержит 73 страницы текстового документа, 1 приложение, 20 иллюстраций, 7 таблиц, 51 формулу, 9 использованных источников, 5 листов графического материала.

ОТКРЫТАЯ, ДВУХТРУБНАЯ ПОДЗЕМНАЯ КАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ТЕПЛОСЕТИ, ИНФОРМАЦИЯ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ, ПОДОГРЕВАТЕЛЬ ОТОПЛЕНИЯ, СПЕЦИФИКАЦИЯ, СМР ТЕХНОЛОГИИ.

Цель ВКР – самостоятельно применить элементы проектирования новых тепловых сетей и реконструкции старых, т.к. проблема старения изношенных тепловых сетей в нашей стране очень актуальна.

Задачи ВКР:

- анализ способов регулирования отпуска теплоты;
- разработать трассу теплосети жилмассива с высотными зданиями г. Красноярска;
- рассчитать расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- выполнить расчет гидравлических режимов теплосети;
- подобрать оборудование для тепловой сети микрорайона.

В результате ВКР выполнена спецификация на оборудование и строительные конструкции тепловой сети жилмассива, включая инновационные и теплоизоляционные материалы – пенополиуретан.

В заключение были разработаны мероприятия по энергосбережению и проработаны эффективные технологии СМР для возведения сетей теплоснабжения.

1 Технологический раздел

1.1 Вводные данные

Выпускная квалификационная работа (ВКР) разрабатывалась по заданию на ВКР на основе следующих вводных данных:

Район строительства теплосети – г. Красноярск. Расчетная температура воздуха для проектирования отопления минус 37°C . Средняя температура воздуха отопительного периода минус $7,2^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность отопительного периода составляет 235 суток.

Среднегодовая температура грунта $\tau_{гр}^{год} = 5^{\circ}\text{C}$.

Скорость ветра в г. Красноярске 1 м/с.

Промерзание грунта – до 1,5 м.

Рельеф местности в районе строительства теплотрассы спокойный с предельным перепадом высот до 5 м. Оснрвной грунт – суглинки. Глубина залегания грунтовых вод – ниже 5 м.

Теплопроводность грунта $\lambda_{гр.} = 8,374 \text{ КДж/г} \cdot \text{м.гр.}$. По степени влажности грунты являются маловлажными.

Жилой массив состоит из жилых зданий. Виды теплопотребления: отопление, вентиляция и горячее водоснабжение (ГВС). Потребление тепла на отопление и вентиляцию отмечены суточной стабильностью но зависят от температуры наружного воздуха.

ГВС неравномерно по часам суток и дням недели при независимости температуры наружного воздуха.

Этажность массива колеблется от 12 до 14 этажей (высотные здания).

Топографические условия местности изображены на плане жилмассива. Тепловые нагрузки (максимальные тепловые потоки, МВт) на отопление, вентиляцию и ГВС из задания на ВКР сведены в ведомость (таблица 1).

Источник теплоснабжения - котельная, снабжающая теплом весь жилмассив. Параметры теплоносителя от котельной до ЦТП $150^{\circ}\text{C} / 70^{\circ}\text{C}$.

Потери напора в системе отопления зданий с элеваторным присоединением к тепловым сетям принять равным 15 м ($\Delta\text{Наб}$). Статический напор в магистральной тепловой сети до центрального теплового пункта (ЦТП) принят равным 15 м.

Располагаемый напор $\Delta\text{Н}$ в магистральной тепловой сети в точке расположения ЦТП равен 7 м.

Гарантированный водоканалом напор воды в трубопроводе холодного водопровода составляет 40 м.

Размещение существующих подземных сооружений в учебной ВКР не учитываем.

Объект проектирования обеспечен энергоресурсами (тепло- и водоснабжением, электроснабжением, канализацией). В Жилмассиве есть разветвленные транспортные пути.

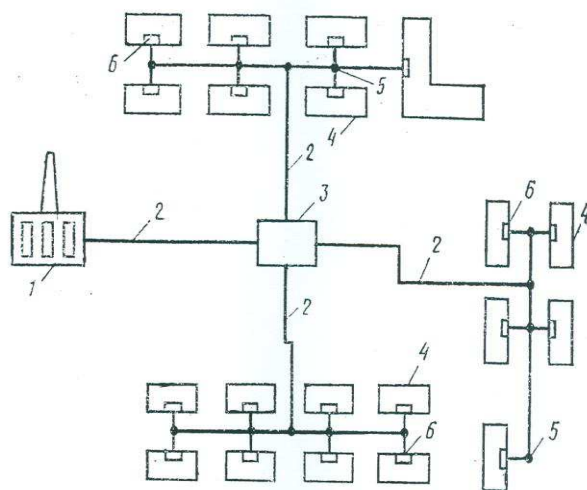
1. 2 Характеристика централизованной системы теплоснабжения

Теплосточником для жилмассива является магистральная тепловая сеть с параметрами теплоносителя $150^{\circ}\text{--}70^{\circ}\text{C}$ является котельная, находящаяся на большом удалении от потребителей. Квартальные т.е. распределительные тепловые сети жилмассива подключены к магистральным сетям через ЦТП по независимой схеме через водяной подогреватель отопления.

Обоснованием выбранной схемы подключения является:

- удаленность котельной от жилмассива;
- в жилмассиве все здания высотой более 30 м;
- низкий располагаемый напор в магистральных сетях на вводе в жилмассив;
- несоответствие гидравлического режима магистральных сетей и требуемого гидравлического режима квартальных тепловых сетей жилмассива;
- требования гидравлической устойчивости, экономичности, надёжности и эффективности системы централизованного теплоснабжения;
- невозможность обеспечения требуемого качества воды.

Система теплоснабжения (рисунок 1) является централизованной. Элементами централизованной системы являются: источник тепла (котельная), магистральные тепловые сети, ЦТП, распределительные тепловые сети жилмассива, местные тепловые пункты абонентов (МТП), системы отопления, вентиляции и ГВС зданий жилмассива.



- 1 – источник теплоснабжения; 2 – тепловые сети; 3 – центральный тепловой пункт (ЦТП); 4 – потребители тепла (жилые здания); 5 – теплофикационные камеры; 6 – местные тепловые пункты (МТП) жилых зданий.

Рисунок 1 – Элементы системы централизованного теплоснабжения

Количество трубопроводов в тепловой сети жилмассива – два (Т1 и Т2).
Параметры теплоносителя (перегретая вода) в тепловой сети жилмассива:

расчетная температура в подающем трубопроводе теплосети $\tau_1' = 130^\circ\text{C}$;
температура в обратном трубопроводе теплосети $\tau_2' = 70^\circ\text{C}$.

Система теплоснабжения по способу подачи воды на ГВС – открытая. Это означает что у потребителей вода на нужды ГВС забирается непосредственно из трубопровода тепловой сети жилмассива. ГВС в открытых системах теплоснабжения должно присоединяться к подающему и обратному трубопроводу двухтрубных водяных тепловых сетей через регулятор смещения воды для подачи в систему горячего водоснабжения (СГВ) заданной температуры (не менее 60°C).

В открытых системах теплоснабжения циркуляционный трубопровод системы горячего водоснабжения (Т4) рекомендуется присоединить к обратному трубопроводу тепловой сети после отбора воды в систему ГВС; при этом на трубопроводе между местом отбора воды и местом подключения циркуляционного трубопровода должна предусматриваться дроссельная диафрагма, рассчитанная на гашение напора, равного сопротивлению системы ГВС здания в циркуляционном режиме.

Присоединение систем отопления в МТП зданий (тепловых узлах) следует выполнять с учетом гидравлического режима работы тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика изменения температуры теплоносителя в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

В сети жилмассива создан независимый гидравлический режим, чтобы все здания подключались к тепловой сети через элеватор (т.к. $\tau_1' = 130^\circ\text{C}$).

Заполнение и подпитку водяных тепловых сетей после ЦТП, присоединенных к магистральным сетям по независимой схеме (через подогреватель отопления), следует предусматривать водой из обратного трубопровода, магистральной тепловой сети подпиточным насосом т.к. давление в обратном трубопроводе магистральной тепловой сети не достаточно для заполнения местных систем отопления зданий жилмассива.

Кроме принятой в ВКР открытой схемы снабжения горячей водой существует закрытая система, при которой водопроводная вода нагревается в водо-водяных подогревателях ГВС за счет тепла сетевой воды до температуры не ниже 70°C .

Жилмассив состоит из жилых зданий. На рисунке 2 приведены функциональные схемы ЦТП и МТП.

Установка подогревателя отопления состоит из двух групп параллельно включенных подогревателей, рассчитанных на 50% производительности каждый т.к. в жилмассиве нет зданий, не допускающих перерывов подачи теплоты (т.е. подогреватель выполнен по двухпоточной компоновке).

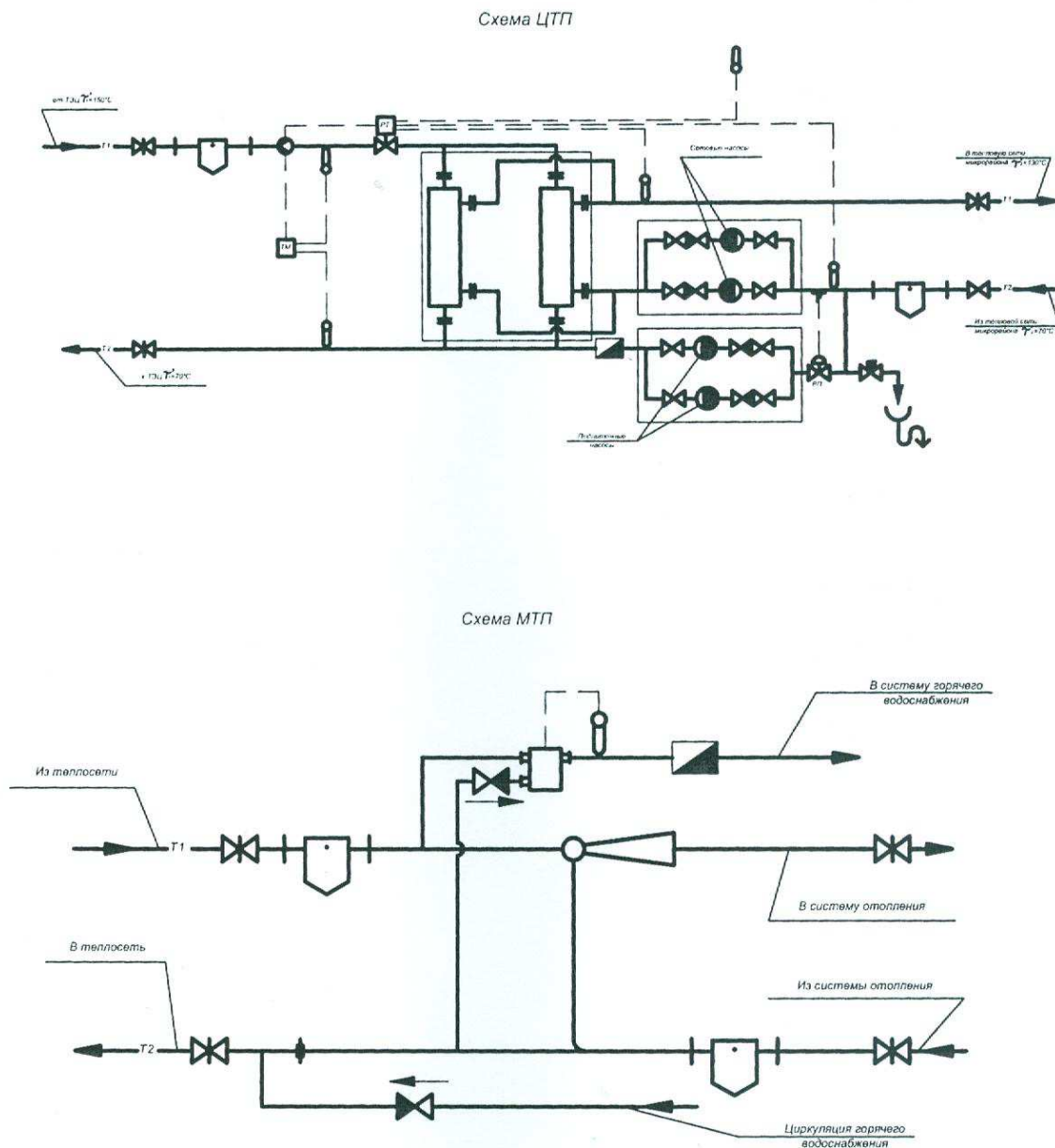


Рисунок 2 – Схемы центрального теплового пункта (ЦТП) и местного теплового пункта (МТП)

1.3 Расчетные тепловые потоки

Тепловая нагрузка – это расчетный тепловой поток, МВт. Жилмассив имеет следующие виды потребления тепла: отопление, вентиляция, горячее водоснабжение (ГВС).

Тепловые нагрузки м.б. рассчитаны: по типовым проектам; по укрупненным показателям; по проекту зданий. В ВКР тепловые нагрузки

приняты по типовым проектам зданий и заданы в задании на ВКР. Величины тепловых нагрузок сведены в таблицу 1.

Таблица 1-Ведомость тепловых нагрузок

№ п/п	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		Отопл. $Q_{\text{отпл}}$	Вентил. $Q_{\text{вентил}}$	ГВС $Q_{\text{гвс}}$	Всего Q_{Σ}
1	14 эт. 250 кв. жилой дом с аптекой	1,35	0,05	1,6	3,0
2	14 эт. 250 кв. жилой дом с банком	1,33	0,05	1,5	2,88
3	14эт. 250 кв. жилой дом с магазином	1,35	0,1	1,5	2,95
4	12 эт. 270 кв. жилой дом	1,48	-	1,65	3,13
5	14 эт. 250 кв. жилой дом с кафе	1,33	0,1	1,55	2,98
6	14 эт. 250 кв. жилой дом с магазином	1,35	0,1	1,5	2,95
	ИТОГО:	8,19	0,4	9,3	17,89

1. 4 Регулирование теплопотребления

Режимы потребления тепла абонентами неодинаковы. Тепловая нагрузка на отопление изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха, оставаясь практически неизменной в течение суток.

Тепловая нагрузка на ГВС от температуры наружного воздуха не зависит, но измет суточную неравномерность потребления.

Необходимо искусственное варьирование параметров или расхода теплоносителя в соответствии с фактической потребностью абонентов.

Регулирование повышает экономичность м качество теплоснабжения. В зависимости от места проведения регулирования различают: центральное, групповое, местное и индивидуальное регулирование.

Центральное регулирование выполняют в ТЭЦ или в котельной по преобладающей нагрузке (отопление) или по суммарной нагрузке (отопление + ГВС).

Групповое – в ЦТП для группы однородных потребителей тепла.

Местное – предусматривается в МТП зданий для дополнительной корректировки параметров теплоносителя с учетом местных условий.

Индивидуальное – осуществляется непосредственно у теплопотребляющих приборов и дополняет все другие виды регулирования.

По способу регулирования - автоматическое и ручное.

Методы регулирования:

- качественное (изменение температуры теплоносителя при постоянном расходе теплоносителя);

- количественное (изменение расхода теплоносителя при постоянной температуре теплоносителя τ_1);
- прерывистое регулирование пропусками (периодическое отключение и включение систем теплопотребления);
- изменение поверхности нагрева отопительных приборов.

1.5 Схема распределительной тепловой сети жилмассива

Перед выполнением гидравлического расчета трубопроводов разрабатывают расчетную схему тепловых сетей без масштаба с указанием источника тепла (ЦТП), расчетных участков трубопроводов и абонентов. На расчетной схеме сетей все жилые здания (абоненты) должны иметь номер и величины весовых расчетных расходов теплоносителя согласно ведомости таблицы 1.

Расчетные участки нумеруют, начиная от ЦТП, указывается их длина, м, и расположение запорной арматуры, неподвижных опор и компенсаторов.

Число П-образных компенсаторов и неподвижных опор уточняется при гидравлическом расчете трубопроводов в процессе определения эквивалентных длин местных сопротивлений на расчетных участках теплосети. После этого эти элементы нумеруют на монтажной схеме.

Согласно [8] запорная арматура в тепловых сетях устанавливается:

- на начальных участках тепловых сетей от источников теплоты;
- в узлах ответвления от магистрали на трубопроводах с $D_y > 100$ мм;
- в узлах ответвлений к отдельным зданиям, независимо от диаметра.

Расчетную схему разрабатывают на основе трассы проектируемой тепловой сети, которую первоначально необходимо расположить на плане жилого массива, входящего в состав исходных данных для ВКР.

Выбор трассы совмещают с выбором способа прокладки теплопроводов.

Тепловые сети независимо от способа прокладки и системы теплоснабжения, не должны проходить по территориям свалок, мест захоронения радиоактивных отходов, кладбищ, скотомогильников, сельскохозяйственных орошаемых полей и других участков, представляющих опасность биологического, химического и радиоактивного заражения.

В населенных пунктах для тепловых сетей предусматривается подземная прокладка (бесканальная, в каналах или в городских или внутриквартальных тоннелях совместно с другими инженерными сетями). При обосновании допускается надземная прокладка тепловых сетей кроме территорий детских и лечебных учреждений.

Подземную прокладку тепловых сетей допускается принимать совместно с различными инженерными сетями:

в тоннелях – с кабелями связи, водопроводами \varnothing до 500 мм, силовыми кабелями напряжением до 10 КВ, а в городских тоннелях также с

трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 МПа и напорной канализацией;

в каналах – с трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 МПа, водопроводами, мазутопроводами, индикаторными кабелями, предназначенными для обслуживания теплосетей.

Прокладку теплосетей по территории, не подлежащей застройке вне населенных пунктов, следует предусматривать надземную на низких опорах.

По заводской территории все инженерные сети прокладываются надземным способом на высоких опорах (эстакадах).

В ВКР квартальные тепловой сети жилмассива проложены в подземных непроходных каналах из ж/б лотковых элементов.

При проектировании теплотрассы или схемы теплосетей необходимо стремиться к экономичности, надежности теплоснабжения, простоте и минимальной длине трубопроводов.

Для надежности систем теплоснабжения проектируют ЦТП и резервирование сетей для особых объектов (роддома, больницы и т.д.), дающие возможность обеспечить теплом данных потребителей при аварии на участке теплосетей.

Формой распределительной тепловой сети жилмассива является радиальная схема трубопроводов, \varnothing менее 600 мм.

Преимуществом радиальной схемы является экономичность и простота. Недостатком – проблемы с теплоснабжением всех абонентов при аварии на одном из участков теплосети.

А для ликвидации аварийной ситуации дается не более 1 суток, чтобы местные системы не перемерзли.

При проектировании теплотрассы минимальные расстояния в плане от конструкций тепловых сетей до сооружений и других наружных инженерных сетей следует принимать по [8].

В городе и на территории промышленных объектов трассу выбирают параллельно линиям застроек или проездам. В особых стесненных условиях допускается прокладка теплосетей под тротуарами и в полосе зеленых насаждений. Теплотрасса должна быть по возможности прямолинейной и пролегать по одной стороне проезда, застройки. Частые пересечения с линиями городского транспорта, инженерными коммуникациями и с реками и оврагами приводят к удорожанию теплосети. Пересечение выполняют под углом 90° , в редких случаях – не менее 45° . В новых районах массовой застройки и на недостроенных, ось трассы проектирует параллельно дорогам или ранее другим уложенным инженерным сетям.

Расчетная схема тепловой сети жилмассива приведена на рисунке 3.

1.6 Расходы теплоносителя

Расчетные расходы сетевой воды для определения диаметров труб водяных тепловых сетей при центральном качественном регулировании

отпуска теплоты можно определять отдельно для отопления, вентиляции и ГВС с последующим суммированием этих расходов.

Расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/ч

$$G_{0\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{0\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \quad . \quad (1)$$

Расчетный расход теплоносителя на вентиляцию, кг/ч

$$G_{v\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{v\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \quad . \quad (2)$$

Расчетный расход теплоносителя на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения, кг/ч

$$G_{h\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{h\max}}{c(t_r - t_{\bar{o}})} \quad , \quad (3)$$

Где $Q_{0\max}$, $Q_{v\max}$, $Q_{h\max}$ – максимальные тепловые потоки на отопления, вентиляцию и ГВС, Вт;

τ_1 – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети, равная 130°C;

τ_2 – то же в обратном трубопроводе, равная 70°C;

t_r - температура горячей воды, поступающая в систему ГВС, равная 60°C;

t_x – температура холодной водопроводной воды равная 5°C;

C – теплоемкость воды, равная 4,19 КДж/кг.гр.

Суммарные расчетные расходы теплоносителя, кг/ч, в двухтрубных распределительных сетях закрытой и открытой систем теплоснабжения при центральном качественном регулировании, а также для потребителей при $Q_{h\max}$ больше $Q_{0\max}$, при отсутствии баков-аккумуляторов и с тепловым потоком менее 10 МВт определяем по формуле

$$G_{\Sigma} = G_{0\max} + G_{v\max} + G_{h\max} \quad . \quad (4)$$

Среднечасовой расход на горячее водоснабжение Q_{hm} , Вт, определяют как отношение $Q_{h\max}/2,4$.

Расчетные расходы теплоносителя для всех зданий жилого массива приведены в таблице 2.

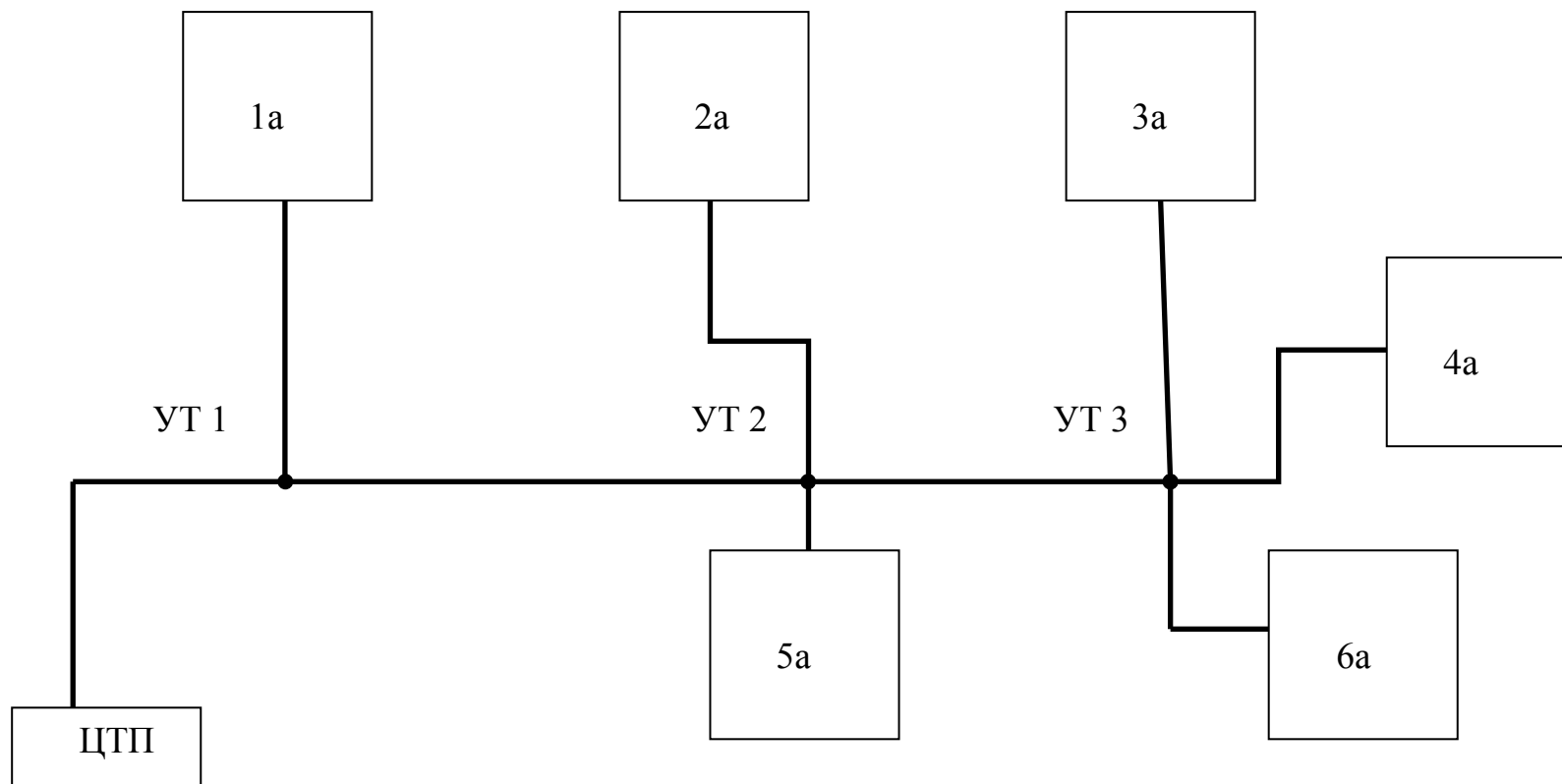


Рисунок 3 - Расчетная схема тепловой сетей жилмассива

Таблица 2 - Ведомость расходов теплоносителя

№ п/п	Наименование потребителя	Расчетный расход сетевой воды, кг/с				
		отоплен. $G_{o\max}$	вент. $G_{v\max}$	ГВС $G_{h\max}$	ГВС G_{hm}	всего G_{Σ}
1	14 эт. 250 кв. жилой дом с аптекой	5,37	0,2	6,94		12,51
2	14 эт. 250 кв. жилой дом с банком	5,29	0,2	6,51		12,0
3	14эт. 250 кв. жилой дом с магазином	5,37	0,4	6,51		12,28
4	12 эт. 270 кв. жилой дом	5,89	-	7,16		13,05
5	14 эт. 250 кв. жилой дом с кафе	5,29	0,4	6,73		12,41
6	14 эт. 250 кв. жилой дом с магазином	5,37	0,4	6,51		12,28
	ИТОГО:	32,57	1,59	40,36		74,52

1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети

Гидравлический расчет является основным и главным при проектировании тепловой сети. На основе его данных:

- подбираются сетевые и насосы для подпитки сетей;
- определяется объем и стоимость строительно-монтажных работ (СМР);
- разрабатывают гидравлические режимы эксплуатации теплосетей и строятся пьезометрические графики сетей.

Цель гидравлического расчета – определение диаметров участков теплосети и потерь напора на этих участках, увязка всех точек схемы для обеспечения расчетных расходов теплоносителя требуемых напоров, допустимых давлений во всех точках теплосети.

Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности стальных труб для водяных тепловых сетей следует принимать $K_e = 0,0005$ м.

Удельные потери давления на трение при гидравлических расчетах водяных теплосетей следует надо на основе технико-экономических расчетов. Диаметры подающего и обратного трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при совместной подаче теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС должны приниматься одинаковыми.

Диаметр труб независимо от расчетного расхода теплоносителя должен приниматься в теплосетях не менее 32 мм.

В проектных расчетах для открытых систем теплоснабжения полный гидравлический расчет состоит:

- гидравлического расчета трубопроводов в расчетном (зимнем) режиме;
- расчет трубопроводов при летнем режиме;
- расчет трубопроводов при максимальном водозаборе из подающего и обратного трубопроводов теплосети.

В ВКР представлен только гидравлический расчет трубопроводов в расчетном зимнем режиме (таблица 3) и летнем режиме (таблица 4).

Суммарные расчетные расходы теплоносителя в зимнем режиме определяем по (4). Летом в сети проходит только расход на ГВС.

В ВКР потери давления в трубопроводах теплосети определяем методом приведенных длин. Различают потери давления, Па, на трение (по дине), определяемые по формуле

$$\Delta P_{\lambda} = R \cdot \ell , \quad (5)$$

где R - удельные потери давления на трение, Па/м;

ℓ – длина расчетного участка трубопровода теплосети, м.

Для определения потерь давления в местных сопротивлениях (арматура запорная, компенсаторы, повороты, тройники) имеется понятие эквивалентной длины $\ell_{\text{э}}$, м, (это длина прямого трубопровода, с диаметром, что и местное сопротивление, у которого потери на трение численно равны потерям в местном сопротивлении).

Приведенная длина участка теплосети определяется по формуле

$$\ell_{\text{пр}} = \ell + \ell_{\text{э}} , \quad (6)$$

где ℓ – длина расчетного участка трубопровода теплосети, м;

$\ell_{\text{э}}$ – эквивалентная длина местных сопротивлений для расчетного участка трубопровода, м.

На начальном этапе гидравлического расчета удельные потери давления на трение вдоль основной магистрали проектируемой сети $R_0^{\text{маг}} = 10 \text{Па/м}$.

Для ответвлений, удельные потери давления определяем по формуле

$$R_0^{\text{отв}} = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{\ell_{\text{маг}}}{\ell_{\text{отв}}} , \quad (7)$$

где $\ell_{\text{маг}}$ - расстояние от точки подключения расчетного ответвления в магистраль до конца главной магистрали тепловой сети, м;

$\ell_{\text{отв}}$ - длина расчетного ответвления, м.

Определяем R_0 по (7) для различных ответвлений:

$$R_0(1-1a) = 10 \cdot \frac{355}{58} = 61,7 \text{ Па/м}$$

$$R_0(2-2a) = 10 \cdot \frac{245}{73} = 33,8 \text{ Па/м}$$

$$R_0(2-5a) = 10 \cdot \frac{245}{28} = 89 \text{ Па/м}$$

$$R_0(3-3a) = 10 \cdot \frac{165}{55} = 30 \text{ Па/м}$$

$$R_0(3-6a) = 10 \cdot \frac{165}{75} = 22 \text{ Па/м}$$

Теоретический диаметр d_0 расчетного участка определяем по номограмме [2] в зависимости от удельных потерь давления R_0 и суммарного расхода теплоносителя на расчетном участке теплосети G_Σ .

Материальная характеристика тепловой сети M_0 определяется как удвоенная сумма произведений всех длин участков теплосети на теоретический диаметр d_0 .

$$M_0 = 2 \cdot 163 = 326 \text{ м}^2.$$

Удельные линейные оптимальные потери давления, Па/м, на главной магистрали проектируемой теплосети определяются на основе технико-экономических расчетов по формуле

$$R_{\wedge}^{onm} = 26600 \left(\frac{\varphi \cdot M_0 \cdot R_0^{0,19}}{G \cdot L} \right)^{0,84}, \quad (8)$$

где M_0 – материальная характеристика тепловой сети, м^2 ;

R_0 - удельные потери давления вдоль основной магистрали на начальном этапе гидравлического расчета, равные 10 Па/м;

G - расчетный расход теплоносителя на первом участке магистрали, равный 74,52 кг/с;

L - длина основной проектируемой магистрали (считая подающий и обратный трубопровод), равная 835 м;

φ - стоимостной коэффициент, равный 0,17 кВт/м².

$$R_{\wedge}^{onm} = 26600 \left(\frac{0,17 \cdot 326 \cdot 1,55}{74,52 \cdot 835} \right)^{0,84} = 102,5 \text{ Па/м}.$$

Удельные линейные экономические потери давления для ответвлений определяются по формуле

$$(R_{\wedge}^{onm})^{oms} = R_0^{oms} \frac{(R_{\wedge}^{onm})^{mat}}{R_0^{mag}} . \quad (9)$$

По расчетным удельным экономическим потерям R_0^{onm} и расчетному расходу воды G_{Σ} по номограмме находим ближайший стандартный диаметр трубопровода d , уточняем фактические удельные потери давления R .

Расчет эквивалентных длин местных сопротивлений сводим в таблицу 4.

Ответвления от главной магистрали тепловой сети рассчитывают из условия, чтобы суммарные потери напора ΣH от начала (ЦТП) до любого абонента составляли не более ΣH вдоль главной магистрали проектируемой сети (это требование увязки).

Гидравлический расчет подающего трубопровода тепловой сети при летнем режиме работы сведены в таблицу 5, а обратного в таблицу 6.

Гидравлический расчет при максимальном водоразборе из подающего и обратного трубопроводов в ВКР не приведены.

1.8 Расчет подогревателя отопления

Рассмотрим сначала расчет кожухотрубного секционного подогревателя отопления, рисунок которого приведен на рисунке 4.

Согласно [3], греющая вода от котельной подается в трубное пространство подогревателя отопления, а нагреваемая вода из сети жилмассива поступает в межтрубное пространство теплообменника.

Расчетную тепловую производительность подогревателя Q , Вт, следует принимать по расчетным тепловым потокам на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

$$Q = Q_{o\max} + Q_{v\max} + Q_{h\max} , \quad (10)$$

где $Q_{o\max}$ расчетный (максимальный) тепловой поток на отопление жилмассива, равный 8,19 МВт;

$Q_{v\max}$ - то же на вентиляцию жилмассива, равный 0,4 МВт;

$Q_{h\max}$ - то же на ГВС жилмассива, равный 9,3 МВт.

$$Q = 8,19 + 0,4 + 9,3 = 17,9 \text{ МВт.}$$

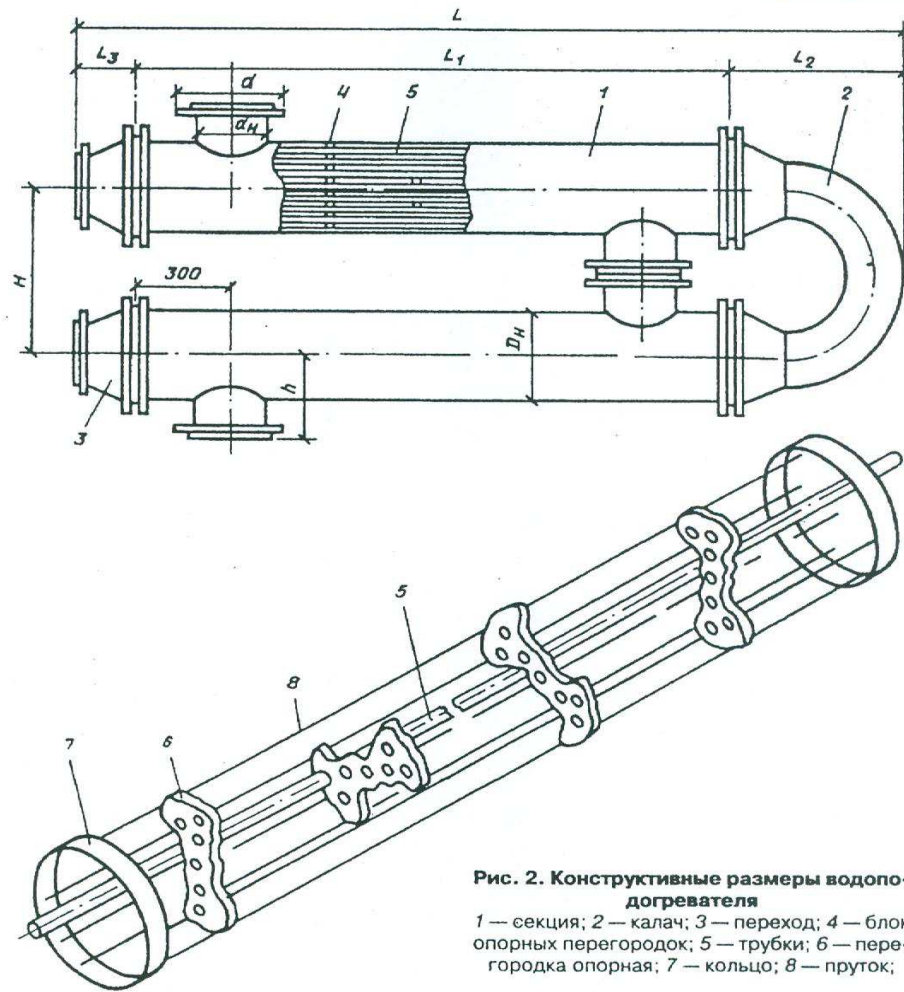


Рис. 2. Конструктивные размеры водоподогревателя

1 — секция; 2 — калач; 3 — переход; 4 — блок опорных перегородок; 5 — трубки; 6 — перегородка опорная; 7 — кольцо; 8 — пруток;

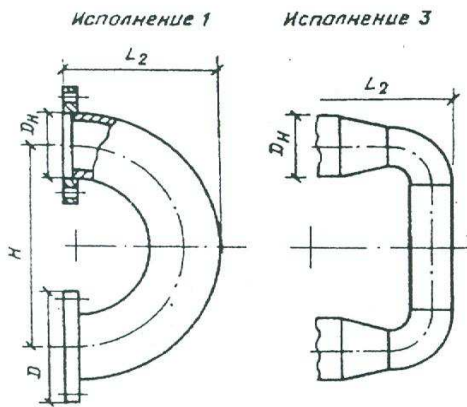


Рис. 3. Калач соединительный

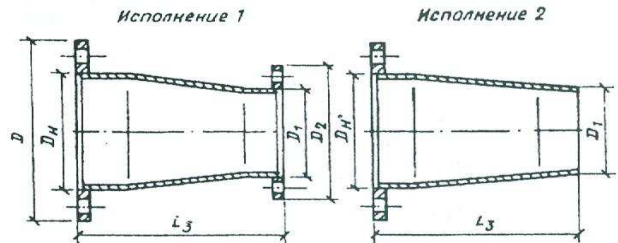


Рис. 4. Переход

Рисунок 4 – Кожухотрубный секционный теплообменник отопления

Таблица 3 - Гидравлический расчет трубопроводов Т1 теплосети при зимнем режиме

N уч- ков	G_{Σ}^{\max} Кг/с	l, м	R_о, Па/м	d_о, м	l_{хдо}, м²	R_{\wedge}^{onm} , Па/м	d_{ст}, м	R, Па/м	l, м	l_{пр}, м	ΔH, м	ΣΔH, м
Ц-1	74,52	62,5	10	0,359	22,4	102,5	0,207	230	18,03	80,53	1,85	1,85
1-2	62,01	110	10	0,359	39,5	102,5	0,207	200	44,4	154,4	3,09	4,94
2-3	37,6	80	10	0,259	20,7	102,5	0,15	300	29,4	109,4	3,28	8,22
3-4a	13,05	165	10	0,184	30,4	102,5	0,125	140	6,6	171,6	2,4	10,62
1-1a	12,51	57,5	61,7	0,15	8,6	632,4	0,1	280	18,87	76,37	2,13	3,98
1-2a	12,0	72,5	33,8	0,184	13,3	346,5	0,125	100	16,52	89,07	0,89	5,83
2-5a	12,4	27,5	89	0,15	4,2	912,3	0,1	250	9,07	36,57	0,91	5,85
3-3a	12,28	55	30	0,184	10,1	307,5	0,125	90	24,67	79,67	0,72	8,94
3-6a	12,28	75	22	0,184	13,8	225,5	0,125	90	14,37	89,37	0,81	9,03

Таблица 4 -Эквивалентные длины местных сопротивлений

N участков	d _{ст} , м	ℓ ,м	Lп, м	эквивалентная длина ℓэ, м					Σ ℓэ, м
				П – обр. комп.	задвижка	отвод	тройник		
							проход	На ответвление	
Ц-1	207	62,5	120	-	3,33	4,2	10,5	-	18,03
1-2	207	110	120	23,4	-	-	2*10,5	-	44,4
2-3	150	80	100	15,4	-	-	2*7	-	29,4
3-4а	125	165	90	-	2,2	2*2,2	-	-	6,6
1-1а	100	57,5	80	9,8	1,65	1,65	-	5,77	18,87
2-2а	125	72,5	90	-	2,2	3*2,2	-	7,77	16,57
2-5а	100	27,5	80	-	1,65	1,65	-	5,77	9,07
3-3а	125	55	90	12,5	2,2	2,2	-	7,77	24,67
3-6а	125	75	90	-	2,2	2*2,2	-	7,77	14,37

Таблица 5 - Гидравлический расчет трубопроводов теплосети летом

N уч-ков	$G = G_{h_{max}}$ кг/с	$d_{ст},$ м	R, Па/м	$l_{пр},$ м	$\Delta H,$ м	$\Sigma \Delta H,$ м
Ц-1	40,36	0,207	85	80,53	0,68	0,68
1-2	33,41	0,207	60	154,4	0,93	1,61
2-3	20,18	0,15	110	109,4	1,2	2,81
3-4а	7,16	0,125	30	171,6	0,52	3,33
1-1а	6,94	0,1	90	76,4	0,68	1,36
2-2а	6,51	0,125	28	89,07	0,24	1,85
2-5а	6,73	0,1	80	36,57	0,29	1,9
3-3а	6,51	0,125	28	79,67	0,22	3,03
3-6а	6,51	0,125	28	89,37	0,25	3,06

Тепловой расчет - расчет поверхности нагрева подогревателей отопления $F, \text{м}^2$ проводится при температуре воды в тепловой сети, соответствующей расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления t_0 и на расчетную производительность Q , по формуле

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (11)$$

где Q – расчетная тепловая производительность подогревателя отопления, равная 17890000 Вт;

K – коэффициент теплопередачи, определяемый по формуле (27), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

Δt_{cp} – температурный напор подогревателя отопления, $^\circ\text{C}$, определяемый по формуле (14).

Температуру нагреваемой воды следует принимать: на входе в водоподогреватель t_x - равной температуре воды в обратном трубопроводе систем отопления при температуре наружного воздуха t_0 ; t_2 - равной 70°C .

На выходе из водонагревателя отопления τ_{01} - равной температуре воды в подающем трубопроводе тепловых сетей за ЦТП при температуре наружного воздуха t_0 ; $\tau_{01} = 130^\circ\text{C}$.

Температуру греющей воды (проходит по трубкам секций), следует принимать: на входе в водонагреватель равной температуре воды в подающем трубопроводе тепловой сети на вводе в ЦТП τ_1 при температуре наружного воздуха t_0 ; $\tau_1 = 150^\circ\text{C}$.

На выходе из водонагревателя τ_{02} на $5 - 10^\circ\text{C}$ выше температуры воды в обратном трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха t_0 ; $\tau_{02} = 75^\circ\text{C}$.

Расчетные расходы воды, кг/ч, при независимом присоединении сетей жилмассива через подогреватель отопления следует определять по формулам:

Греющей воды

$$G_{гр} = \frac{3,6 \cdot Q}{(\tau_1 - \tau_{02}) \cdot c}, \quad (12)$$

Нагреваемой воды

$$G_{\text{нагр}} = \frac{3,6 \cdot Q}{(\tau_{01} - \tau_2) \cdot c}, \quad (13)$$

где Q – расчетная тепловая производительность подогревателя, Вт ; $Q = 17890000$ Вт;

c – теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/кг·гр.

$$G_{\text{гр}} = \frac{3,6 \cdot 17890000}{(150 - 75) \cdot 4,19} = 204945 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{нагр}} = \frac{3,6 \cdot 17890000}{(130 - 70) \cdot 4,19} = 256181 \text{ кг/ч}$$

Температурный напор подогревателя водоснабжения определяется по формуле

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(\tau_1 - \tau_{01}) - (\tau_{02} - \tau_2)}{2,3 \cdot \log \frac{\tau_1 - \tau_{01}}{\tau_{02} - \tau_2}}; \quad (14)$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(150 - 130) - (75 - 70)}{2,3 \log \frac{150 - 130}{75 - 70}} = 10,83 \text{ }^\circ\text{C}$$

Коэффициент теплопередачи K следует определять по приложению 7[3].

Для выбора нужного типа подогревателя предварительно задаемся оптимальной скоростью греющей воды в трубах, равной $W_{\text{тр}} = 1$ м/с, и исходя из двухпоточной компоновки определяем необходимое сечение трубок подогревателя $f_{\text{тр}}$, м² по формуле

$$f_{\text{тр}} = \frac{G_{\text{гр}}}{2 \cdot 3600 \cdot W_{\text{тр}} \cdot \rho}, \quad (15)$$

где $G_{\text{гр}}$ – расход греющей воды, определенный по формуле (12) и равный 209298 кг/ч;

$W_{\text{тр}}$ – оптимальная скорость воды в трубах, принятая 1 м/с;

ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³.

$$f_{TP} = \frac{204945}{2 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 1000} = 0,028 \text{ м}^2.$$

По таблице 1 приложения 7[3] выбираем необходимый типоразмер подогревателя отопления:

- Наружный диаметр корпуса секции $D_n = 325$ мм;
- Число трубок в секции - 151 шт;
- Площадь сечения межтрубного пространства $f_{MTP} = 0,0446$ м² ;
- Эквивалентный диаметр межтрубного пространства $d_{ЭКВ} = 0,0208$ м;
- Поверхность нагрева одной секции при длине 4 м $f_{СЕКЦ} = 28,49$ м² ;
- Площадь сечения трубок $f_{TP} = 0,02325$ м²;
- Внутренний диаметр трубок $d_{ВН} = 0,014$ м.

Для выбранного типоразмера подогревателя определяем фактические скорости воды в трубах и межтрубном пространстве каждого подогревателя при двухпоточной компоновке по формуле

$$W_{TP} = \frac{G_{ГР}}{2 \cdot 3600 \cdot f_{TP} \cdot \rho}, \quad (16)$$

где $G_{ГР}$ – тоже что в формуле (12);

f_{TP} – площадь сечения трубок, равная 0,02325 м²;

ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³.

$$W_{TP} = \frac{204945}{2 \cdot 3600 \cdot 0,02325 \cdot 1000} = 1,22 \text{ м/с}.$$

$$W_{MTP} = \frac{G_{НАГР}}{2 \cdot 3600 \cdot f_{MTP} \cdot \rho}. \quad (17)$$

где $G_{НАГР}$ – расход нагреваемой воды, определенный по формуле (13), кг/ч;

f_{MTP} - площадь сечения межтрубного пространства, равная 0,0446 м² ;

ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³.

$$W_{MTP} = \frac{204945}{2 \cdot 3600 \cdot 0,0446 \cdot 1000} = 0,8 \text{ м/с}.$$

Коэффициент теплопроводности α_1 , Вт/(м² · °С) от греющей воды к стене трубки определяем

$$\alpha_1 = 1,16[1210 + 18t_{CP}^{ГР} - 0,038(t_{CP}^{ГР})^2] \frac{W_{TP}^{0,8}}{d_{ВН}^{0,2}}; \quad (18)$$

где $t_{CP}^{ГР}$ – средняя температура греющей воды, равная 112,5 °С;

$W_{\text{ТР}}$ – скорость воды в трубном пространстве, определенная по формуле (16), м/с;

$d_{\text{ВН}}$ – внутренний диаметр трубок, равный 0,014 м.

$$\alpha_1 = 1,16 \left[1210 + 18 \cdot 112,5 - 0,038 (112,5)^2 \right] \frac{1,22^{0,8}}{0,014^{0,2}} = 8792 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Коэффициент теплопроводности α_2 , Вт/(м² · °С) от стенки трубки к нагреваемой воде определяем

$$\alpha_2 = 1,16 \left[1210 + 18 t_{\text{CP}}^{\text{H}} - 0,038 (t_{\text{CP}}^{\text{H}})^2 \right] \frac{W_{\text{МТР}}^{0,8}}{d_{\text{ЭКВ}}^{0,2}}, \quad (19)$$

где t_{CP}^{H} – средняя температура нагреваемой воды, равная 100 °С;

$W_{\text{МТР}}$ – скорость воды в межтрубном пространстве, определенная по формуле (17), м/с;

$d_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентный диаметр межтрубного пространства, равный 0,0208 м.

$$\alpha_2 = 1,16 \left[1210 + 18 \cdot 100 - 0,038 (100)^2 \right] \frac{0,8^{0,8}}{0,0208^{0,2}} = 5492 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Коэффициент теплопередачи подогревателя K , Вт/(м² · °С), следует определять по формуле

$$K = \frac{\psi \cdot \beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{СТ}}}{\lambda_{\text{СТ}}}}, \text{ где} \quad (20)$$

где ψ - коэффициент эффективности теплообмена равный 0,95;

β - коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности труб в зависимости от химических свойств воды, принимается равным 0,95;

$\delta_{\text{СТ}}$ – толщина стенки латунной трубки, равная 0,001м;

$\lambda_{\text{СТ}}$ - коэффициент теплопроводности латуни, равный 105 Вт/(м · °С).

$$K = \frac{0,95 \cdot 0,95}{\frac{1}{8792} + \frac{1}{5492} + \frac{0,001}{105}} = 2957 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}.$$

Расчетная поверхность нагрева подогревателя определяем по (11)

$$F = \frac{17890000}{2957 \cdot 10,83} = 558,7 \text{ м}^2$$

Число секций подогревателя в одном потоке N шт, исходя из двухпоточной компоновки

$$N = \frac{F}{2 \cdot f_{\text{секц}}}, \quad (21)$$

где $f_{\text{секц}}$ – поверхность нагрева одной секции при длине 4м, равная 28,49 м²;

F - расчетная поверхность нагрева подогревателя определяем по (15), м².

$$N = \frac{558,7}{2 \cdot 28,49} = 10 \text{ шт.}$$

При потере давления ΔP кПа, в подогревателях для нагреваемой воды, проходящей в межтрубном пространстве

$$\Delta P_{\text{нагр}} = B \cdot W^2 \text{ мтр} \cdot N, \quad (22)$$

где, B равно 20 по таблице 3 приложения 7 [3]

$$\Delta P_{\text{нагр}} = 20 \cdot (0,8)^2 \cdot 10 = 155,2 \text{ кПа} = 15,52 \text{ м.}$$

Для греющей воды

$$\Delta P_{\text{гр}} = \varphi \cdot 7,5 \left(\frac{q_0}{2 \cdot f_{\text{тр}} \cdot \rho} \right)^2 \cdot N, \quad (23)$$

где φ равен 1,2;

q_0 - расчетный расход теплофикационной воды на подогреватель, кг/с, определяемый по (24)

$$q_0 = \frac{3,6(Q_{\text{ОМАХ}} + Q_{\text{VМАХ}} + Q_{\text{hМАХ}}) \cdot 10^6}{3600 \cdot c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)} \quad (24)$$

где $Q_{\text{омах}}$, $Q_{\text{vмах}}$, $Q_{\text{hмах}}$ – максимальные тепловые потоки (нагрузки) на отопление, вентиляцию и ГВС, то же что в формуле (10), Вт;

τ'_1 – расчетная температура теплофикационной воды в подающем трубопроводе, равная 150 °С;

τ'_2 - расчетная температура теплофикационной воды в подающем трубопроводе, равная 70 °С.

$$q_0 = \frac{3,6(8,19 + 0,4 + 9,3) \cdot 10^6}{3600 \cdot 4 \cdot 19 \cdot (150 - 70)} = 53,4 \text{ кг/с}.$$

$$\Delta P_{гр} = 1,2 \cdot 7,5 \left(\frac{53,4}{2 \cdot 0,02325 \cdot 1000} \right)^2 \cdot 10 = 118,7 \text{ кПа} = 11,9 \text{ м}.$$

Следовательно, конструкция подогревателя отопления предусматривает установку в каждом из двух потоков по 10 секций кожухотрубных с диаметром корпуса 325 мм, длиной секции 4 м. Это самый большой типоразмер секций. В секции имеется 151 латунная трубка внутренним диаметром 14 мм, толщиной стенки 1 мм.

ПВ 325 х4-1,0-РГ-10-УЗ;

F=570 м².

1.8.1 Расчет пластинчатого подогревателя отопления

Тепловой задачей является выбор и расчет водоподогревательной установки пластинчатого теплообменника, собранную из пластин 0,5 Пр для независимого присоединения сетей микрорайона, того же ЦТП, что в расчете кожухотрубного секционного водоподогревателя отопления (1 вариант). Следовательно, исходные данные, величины расходов и температуры теплоносителей принимаются те же, как в предыдущем разделе ВКР.

Проверим соотношение ходов в теплообменнике, принимая $\Delta P_H = 100$ кПа и $\Delta P_{гр} = 40$ кПа.

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_H}{G_{гр}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{гр}}{\Delta P_H} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - t_{сп}^H}{1000 - 110} = \left(\frac{185069}{123379} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{40}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 100}{1000 - 110} = 0,94$$

Соотношение ходов не превышает 2, следовательно, принимается симметричная компоновка теплообменника.

По оптимальной скорости нагреваемой воды ($W_{опт} = 0,4$ м/с) определяем число каналов по нагреваемой воде в каждом из двух подогревателях при двухпоточной компоновке и вводе сред в неподвижную плиту.

$$m_H = \frac{G_H}{2 \cdot W_{опт} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600}, \quad (25)$$

где $f_k = 0,00285$ м² живое сечение одного межпластинного канала;

G_H – расход нагреваемой воды, определенный по формуле (13), кг/ч;

$\rho = 1000$ кг/м³.

$$m_n = \frac{256181}{2 \cdot 0,4 \cdot 0,00285 \cdot 1000 \cdot 3600} = 31$$

Принимаем $m_n = m_{гр} = 31$.

Общее живое сечение каналов в пакете по ходу греющей и нагреваемой воды

$$f_{гр} = f_n = m_n \cdot f_k, \quad (26)$$

где f_k - живое сечение одного межпластинного канала, равное $0,00285 \text{ м}^2$; m_n - величина, определенная по (25) и равная 31.

$$f_{гр} = f_n = 31 \cdot 0,00285 = 0,0884 \text{ м}.$$

Фактические скорости греющей и нагреваемой воды

$$W_{гр} = \frac{G_{гр}}{3600 \cdot f_{гр} \cdot \rho \cdot 2} \quad (27)$$

где $G_{гр}$ - тоже, что в формуле (12);
 ρ - плотность воды, равная 1000 кг/м^3 .

$$W_{гр} = \frac{204945}{3600 \cdot 0,0884 \cdot 1000 \cdot 2} = 0,33 \text{ м/с}.$$

$$W_n = \frac{G_n}{3600 \cdot f_{нн} \cdot \rho \cdot 2}, \quad (28)$$

где G_n - расход нагреваемой воды, определенный по формуле (13), кг/ч ;
 ρ - плотность воды, равная 1000 кг/м^3 .

$$W_n = \frac{256181}{3600 \cdot 0,0884 \cdot 1000 \cdot 2} = 0,4 \text{ м/с}.$$

Коэффициент теплоотдачи α_1 , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, от греющей воды к стенке пластины, при $A=0,492$

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot A \left[23000 + 283 \cdot t_{CP}^{гр} - 0,63 \left(t_{CP}^{гр} \right)^2 \right] \cdot W_{гр}^{0,73}, \quad (29)$$

где A - коэффициент, равный $0,492$;

$W_{гр}$ - скорость греющей воды в канале, равная $0,33 \text{ м/с}$.

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 112,5 - 0,63(112,5^2)] \cdot 0,33^{0,73} = 11902 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Коэффициент теплоотдачи от стенки пластины к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot A \left[23000 + 283 \cdot t_{CP}^H - 0,63(t_{CP}^H)^2 \right] \cdot W_H^{0,73}, \quad (30)$$

где A – коэффициент, равный 0,492;

W_H – скорость нагреваемой воды в канале, равная 0,4 м/с.

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 100 - 0,63(100^2)] \cdot 0,4^{0,73} = 13154 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Коэффициент теплопередачи определяем по (20), принимая $\beta=0,8$; $\lambda=16$ Вт/(м · °C); $\delta_{ст}=1$ мм

$$K = \frac{0,8}{\frac{1}{11902} + \frac{0,001}{16} + \frac{1}{13154}} = 3595 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}.$$

Требуемая поверхность нагрева подогревателя (каждого) по (11)

$$F_{TP} = \frac{17890000}{3595 \cdot 10,83 \cdot 2} = 230 \text{ м}^2$$

Количество ходов (в левой и правой частях) теплообменника (или пакетов) при поверхности нагрева одной пластины $f_{пл} = 0,5 \text{ м}^2$

$$X = \frac{F_m + f_{пл}}{4 \cdot m \cdot f_{пл}}, \quad (31)$$

где $f_{пл}$ – площадь поверхности нагрева одной пластины, равная 0,5 м²;
 m – величина, определенная по формуле (25).

$$X = \frac{230 + 0,5}{4 \cdot 31 \cdot 0,5} = 4$$

Принимаем 4 хода.

Действительная поверхность нагрева подогревателя отопления

$$F = (4 \cdot m \cdot X - 1) \cdot f_{пл}, \quad (32)$$

где m – величина, определенная по формуле (25);

$f_{пл}$ – площадь поверхности нагрева одной пластины, равная 0,5 м².

$$F = (4 \cdot 31 \cdot 4 - 1) \cdot 0,5 = 217 \text{ м}^2.$$

Потери давления ΔP , кПа в подогревателе определяем ($\varphi=1$; $B=3$)

Для нагреваемой воды

$$\Delta P_H = \varphi \cdot B(33 - 0,08t_{CP}^H) W_H^{1,75} \cdot X, \quad (33)$$

где φ – коэффициент, равный 1;

B - коэффициент, равный 3;

W_H – скорость нагреваемой воды в канале, равная 0,4 м/с;

X – количество ходов, определенных по формуле (31);

t_{CP}^H – средняя температура нагреваемой воды, равная 100 °С.

$$\Delta P_H = 1 \cdot 3(33 - 0,08 \cdot 100) \cdot 0,4^{1,75} \cdot 4 = 60,4 \text{ кПа} = 6,04 \text{ м}$$

Для греющей воды

$$\Delta P_G = \varphi \cdot B(33 - 0,08t_{CP}^{GP}) W_G^{1,75} \cdot X, \quad (34)$$

где W_G – скорость греющей воды в канале, равная 0,31 м/с;

t_{CP}^{GP} – средняя температура греющей воды, равная 112,5 °С;

φ – коэффициент, равный 1;

B - коэффициент, равный 3;

X – количество ходов, определенных по формуле (31).

$$\Delta P_G = 1 \cdot 3(33 - 0,08 \cdot 112,5) \cdot 0,31^{1,75} \cdot 40 \text{ кПа} = 4 \text{ м.}$$

В результате расчета в качестве подогревателя отопления (2 вариант) принимаем два теплообменника (оба рабочие) полуразборной конструкции (РС) с пластинами типа 0,5 пр, толщиной 1 мм, из стали 12*18 Н10Т, на трех опорной раме с промежуточной плитой (исполнение 3к) с уплотнительными прокладками из резины марки 51-3042 (условное обозначение 12), поверхностного нагрева 217 м².

Условное обозначение теплообменника отопления ПР 0,5 рс-1-217-3к-0,1-12

Схема компоновки пластин имеет вид

$$C_x \frac{31+31+31+31}{31+31+31+31} = \frac{31+31+31+31}{31+31+31+31}.$$

Всего число межпластинных каналов - 496 т.к. на входе в ЦТП имеется располагаемый напор $H'_{ц}=7\text{м}$; (70 кПа) принимаем к разработке в ВКР 2й вариант (пластинчатый теплообменник), имеющий более меньшие габариты, меньшие гидравлические сопротивления по греющей воде, равные 40 кПа.

Пластинчатые теплообменные аппараты со сдвоенными пластинами типа РС (полуразборные) благодаря замене резиновых уплотнителей по стороне одной из рабочих сред сварными соединением пластин попарно в

герметический канал (секцию) с успехом заменяет традиционные кожухотрубные и трубчатые теплообменники. Сварные каналы можно очищать от загрязнений только химической промывкой. Разборные каналы уплотнены резиновыми прокладками, что обеспечивает доступ для механической очистки каналов от загрязнений. Марка резины уплотнительных прокладок выбирается в зависимости от температуры воды.

Разборные каналы допускают давлением в них до 1 мПа, сварные до 1,6 мПа. Температура рабочих теплоносителей от -20 °С до +200°С.

Пластины штампуют толщиной 1 мм из листовой стали различных марок.

Гофры пластин имеют в сечении профиль трапеции. Площадь поверхности пластины типа 0,5 Пр составляет 0,5 м². Габаритные размеры пластин 1380*650*1 мм.

В зависимости от площади поверхности теплообменного аппарата полуразборные пластинчатые подогреватели изготавливают в двух исполнениях: 2к – на двухопорной раме (F=31,5-140 м²); 3к- на трехопорной раме с промежуточной плитой (F=160-320 м²).

На центральной неподвижной плите расположены 4 основных штуцера для теплоносителей что позволяет производить разборку и сварку пластин, не отсоединяя трубопроводов от теплообменника.

Размеры принятого в ВКР теплообменника 2370*650*1860.

Его чертеж представлен на рисунке 5.

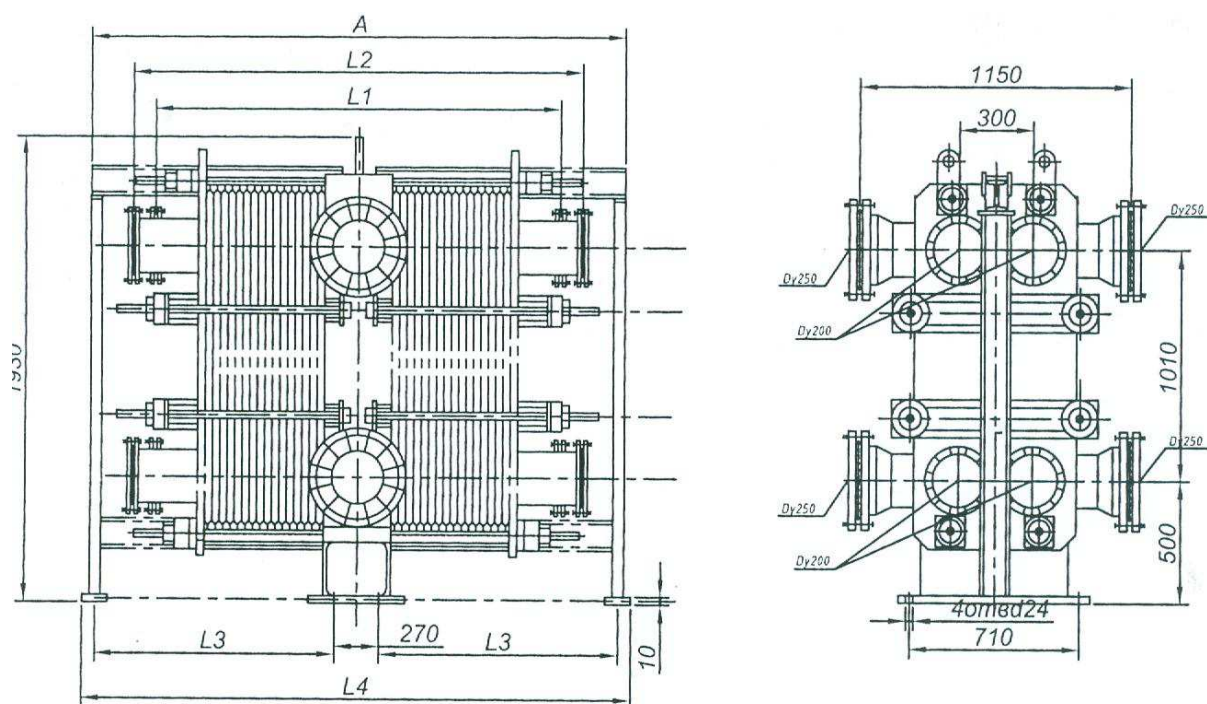


Рисунок 5 – Пластинчатый подогреватель отопления на трехопорной раме (исполнение 3)

1.9 Пьезометрический график

Пьезометрический график представляет собой графическое изображение гидравлического режима тепловой сети.

Пьезометрический график необходим для проверки соответствия гидравлического режима тепловой сети предъявляемым к нему требованиям:

- предотвращение вскипания высокотемпературного теплоносителя (более 100°C);
- соответствие условиям механической прочности элементов теплосети и санитарно-технических устройств абонентов;
- обеспечение избыточных напоров во всех точках системы теплоснабжения для предотвращения кавитации насосов и завоздушивания систем отопления.

На пьезометрический график сети (рисунок 6) наносят в масштабе:

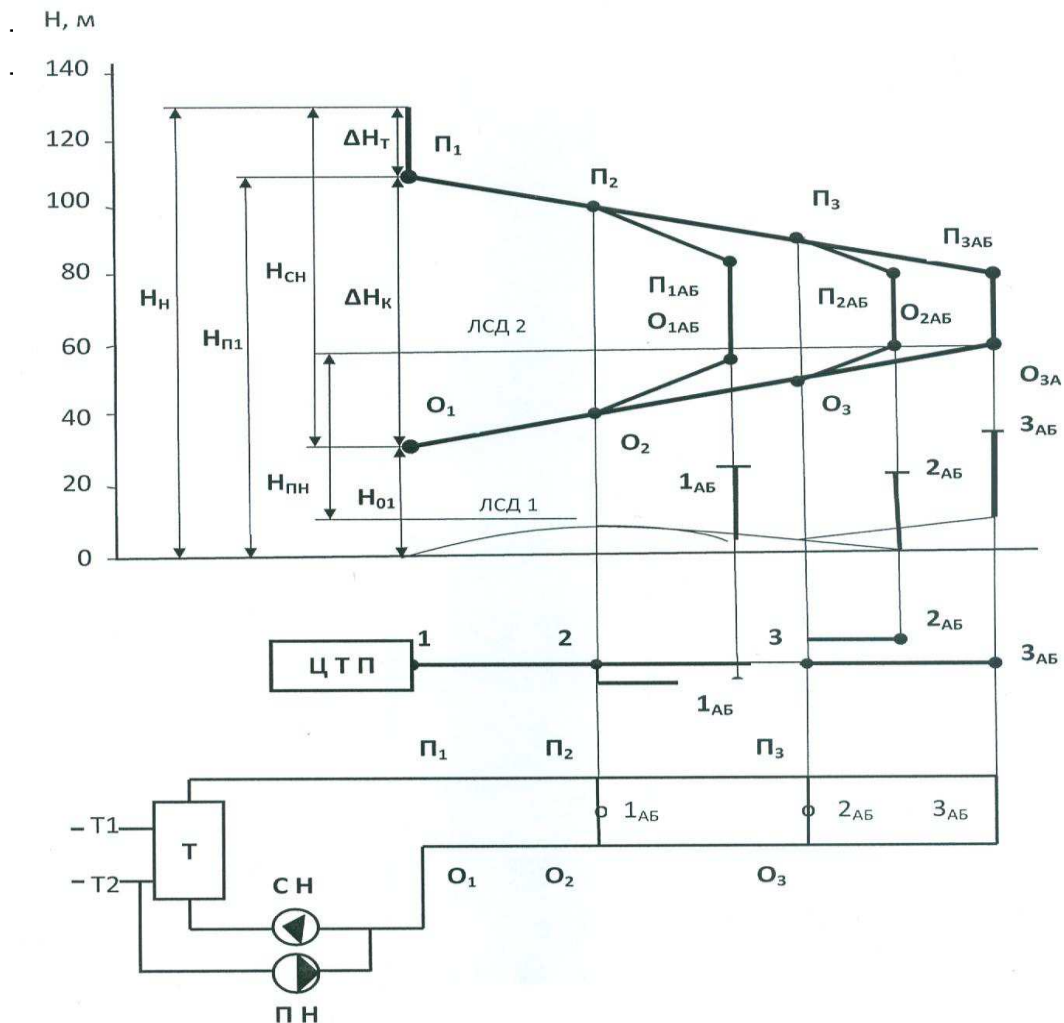


Рисунок 6 – Пьезометрический график теплосети

- напоры в каждой точке теплосети;
- допустимые границы (коридоры) напоров в подающем и обратном трубопроводах теплосети с учетом требований к гидравлическим режимам.

На всех узловых точках пьезометрического графика необходимо указать отметки полных напоров.

Полный напор - это сумма пьезометрического напора (созданный избыточным давлением теплоносителя в трубе) в данной точке сети и геометрического напора (геодезическая отметка земли).

$$H = H^* + Z, \quad (35)$$

где H^* - пьезометрический напор, м;

Z - геометрический напор, м.

Пьезометрический напор связан с избыточным давлением воды в трубопроводе по формуле

$$H^* = \frac{P}{\rho \cdot g}, \quad (36)$$

где ρ - плотность воды, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

P - избыточное давление в сети, Па.

Точка обратного пьезометра в ЦТП определяется величиной подпора выбранного сетевого насоса. Горизонтальный консольный сетевой насос типа VL, принятый в ВКР в качестве сетевого должен иметь подпор 20 м. Уклоны пьезометров определяются потерями напоров ΔH на расчетных участках тепловой сети.

Потери напора ΔH принимаем по таблицам гидравлического расчета. Потери напора у абонентов жилиасвива заданы в техническом задании на ВКР. Местные потери напора в теплообменнике отопления, расположенного в ЦТП принимаем из гидравлического расчета подогревателя отопления и изображается на пьезометрическом графике вертикальным отрезком.

Разность напоров в подающем и обратном трубопроводе называется располагаемым напором.

При работающем сетевом насосе ЦТП имеет место динамический гидравлический режим. В этом случае на пьезометрическом графике имеются две наклонные линии напоров (подающего и обратного) и имеются располагаемые напоры во всех точках теплосети.

При остановке сетевого насоса в системе устанавливается статический напор, создаваемым подпиточным насосом в ЦТП и график напоров

представлен одной линией статического давления (ЛСД). В статическом режиме движение (циркуляция) теплоносителя в трубопроводах отсутствует.

Для ВКР на пьезометрическом графике наносим 4 предельных требования для пьезометров:

- исходя из условий прочности трубопроводов, арматуры, теплообменников и другого оборудования ЦТП максимальный пьезометрический напор в подающем трубопроводе теплосети жилмассива не должен превышать $H(n \max) = 160$ м;

- для недопустимости вскипания теплоносителя 130°C во всех точках подающего трубопровода давление воды не должно быть выше давления насыщения водяного пара при 130°C т.е. напор в подающем трубопроводе должен быть выше $H(n \min) = 29$ м;

- для зависимого элеваторного присоединения систем отопления с чугунными радиаторами, как наиболее уязвимых элементов системы теплоснабжения, максимально допустимый напор в обратном трубопроводе тепловой сети микрорайона не должен превышать $H(o \max) = 60$ м;

- из условия нормального заполнения систем отопления зданий при запуске и отсутствии завоздушивания, напор в обратном трубопроводе не должен быть менее высоты абонентов с запасом 5 м, т.е. $H(o \min) = H_{\text{зд}} + 5$ м.

Выбор напора при статическом режиме производят в предположении, что теплоноситель имеет температуру 100°C . ЛСД должна быть расположена при зависимом присоединении и (радиаторах) не выше 60 м и не ниже высоты с запасом в 5 м самого высокого здания жилмассива.

Для открытых систем теплоснабжения необходимо разрабатывать три режима для отопительного периода (когда $t_{\text{н}} \leq +8^{\circ}\text{C}$):

- расчетный, для подбора диаметров подающего и обратного трубопроводов;

- при разборе воды (на нужды ГВС) из подающего трубопровода;

- при разборе воды (на нужды ГВС) из обратного трубопровода;

Разрабатывают отдельно четвертый гидравлический режим для неотапительного (летнего) периода ($t_{\text{н}}$ более $+8^{\circ}\text{C}$).

Основной особенностью гидравлического режима открытых систем теплоснабжения заключается в том, что при наличии водоразбора на ГВС расход воды в обратной линии тепловой сети меньше расхода в подающей линии. Разность расходов воды в подающем и обратном трубопроводах практически равна водоразбору. Водоразбор из подающей линии (рисунок 2) имеет место в начале и конце отопительного периода, когда температура сетевой воды не превышает 70°C . Водоразбор из обратного трубопровода имеет место в разгар отопительного периода, когда температура в подающей трубе высока ($>70^{\circ}\text{C}$) а в обратном, близка к расчетной ($\sim 70^{\circ}\text{C}$).

Автоматически водоразбор выполняется через смеситель. Гидравлический режим магистральной тепловой сети от котельной до ЦТП не соответствует требованиям микрорайона, о чем подробнее сказано выше.

Гидравлический режим тепловой сети жилмассива в ВКР разработан на основе гидравлического расчета и согласно требованиям к нему.

По пьезометрическому графику можно выбрать схемы абонентских вводов потребителей. В ВКР все здания жилмассива выше 10 этажей имеют зависимое подключение систем отопления к квартальным сетям, сама сеть жилмассива имеют независимую схему присоединения к сетям от котельной через подогреватель отопления.

Расчет пьезометрического графика зимнего режима начинают с определения напора сетевого насоса по формуле

$$H_{сн} = \Delta H_{п} + \Delta H_0 + \Delta H_{аб} + \Delta H_T, \quad (37)$$

где $\Delta H_{п}$ - потери напора в подающей линии $\Delta H_{п}$, равные 10,62 м;
 ΔH_0 - потери напора в обратной линии сети, равные 10,62 м;
 $\Delta H_{аб}$ - потери напора в конечном абоненте, равные 5 м;
 ΔH_T - потери напора в подогревателе, равные 9,3 м.

$$H_{сн} = 10,62 + 10,62 + 9,3 + 5 = 35,54 \text{ м.}$$

Располагаемый напор на выходных коллекторах ЦТП по формуле

$$H'_0 = H_{сн} - \Delta H_T, \quad (38)$$

где ΔH_T - потери напора в подогревателе, равные 13,12 м.

$$H'_0 = 35,54 - 9,3 = 26,24 \text{ м.}$$

Располагаемые напоры в точках тепловой сети:

- для магистрали

$$H'_1 = 26,24 - 2 \cdot 1,85 = 22,54 \text{ м;}$$

$$H'_2 = 22,54 - 2 \cdot 3,09 = 16,36 \text{ м;}$$

$$H'_3 = 16,36 - 2 \cdot 3,28 = 9,8 \text{ м;}$$

$$H'_{4а} = 9,8 - 2 \cdot 2,4 = 5 \text{ м;}$$

- для ответвлений

$$H'_{1а} = 22,54 - 2 \cdot 2,13 = 18,28 \text{ м;}$$

$$H'_{2а} = 16,36 - 2 \cdot 0,89 = 14,58 \text{ м;}$$

$$H'_{5а} = 16,36 - 2 \cdot 0,91 = 14,54 \text{ м;}$$

$$H'_{3a} = 9,8 - 2 \cdot 0,72 = 8,36 \text{ м};$$

$$H'_{6a} = 9,8 - 2 \cdot 0,81 = 7,58 \text{ м}.$$

Т. к. располагаемые напоры H' всех высотных зданий (кроме 1а) меньше 15 м, их системы отопления присоединены при помощи смесительных насосов.

1.10 Насосы

Проект теплоснабжения жилого массива в ВКР предполагает размещение в ЦТП сетевого и подпиточного насосов. Сетевые насосы создают циркуляцию воды в системе теплоснабжения, а подпиточные компенсируют утечки воды и поддерживают необходимый уровень пьезометрических напоров, как при статическом, так и при динамическом режимах.

Напор сетевых насосов следует определять для отопительного и летнего периодов и приниматься равным сумме потерь давления в подогревателе ЦТП, в подающем и обратном трубопроводах от ЦТП до наиболее удаленного потребителя жилмассива и в системе потребителя при суммарных расчетах расхода воды (при зимнем режиме).

Напор сетевого насоса по формуле (37) составляет 35,54 м.

Подачу (производительность) сетевых насосов для открытых систем теплоснабжения в отопительный период определяют по формуле

$$G_{CH} = G_{omax} + G_{vmax} + 1,4 G_{hm}, \quad (39)$$

где G_{omax} – расход теплоносителя на отопление, определенный по (1), м³/ч;

G_{vmax} – расход теплоносителя на вентиляцию, определенный по (2), м³/ч;

G_{hm} – расход теплоносителя на ГВС, определенный по (3), м³/ч.

$$G_{CH} = 32,74 + 7,01 + 1,4 \cdot 14,99 = 60,74 \text{ кг/с} = 219 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Производительность сетевых насосов для открытых систем теплоснабжения в летний период

$$G_{CH}^s = G_{hmax} = 40,36 \text{ л/с} = 145 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Напор сетевых насосов в летний период определяется по формуле

$$H_{CH}^s = H_{CH} \cdot \left(\frac{G_{CH}^s}{G_{CH}} \right)^2, \quad (40)$$

где H_{CH} – напора сетевого насоса, определенный по (37), м;

G_{CH} – производительность сетевого насоса, определенная по (39), кг/ч;

G_{CH}^S – производительность сетевого насоса летом, определенная по (3), кг/ч.

$$H_{CH}^S = 35,54 \left(\frac{145}{315} \right)^2 = 7,5 \text{ м.}$$

По каталогу оборудования [4]:

- в качестве сетевых насосов в отопительный период принимаем насосы блочные марки Wilo WL 80/170-30/2 с подачей 220 м³/ч и напором 36 м; N=15 кВт. Летом типа Wilo WL 80/145-11/2 подачей 145 м³/ч и напором 12 м.

В количестве двух (1 рабочий, 1 резервный)

Согласно [3;2] подачу подпиточных насосов для открытых систем следует принимать равной сумме максимального расхода воды на ГВС и расхода воды на компенсацию утечек теплоносителя.

По СП 41-101-95 подачу подпиточного насоса для компенсации утечек следует принимать в размере 2% объема воды, находящейся в трубопроводах теплосети и систем отопления.

Объем воды в системе теплоснабжения микрорайона

$$V=Q \cdot v, \tag{41}$$

где Q - общая мощность системы теплоснабжения, равная 17,89 МВт;

v - удельный объем воды в открытой системе теплоснабжения, принимаем равным 70 м³/МВт.

$$V=17,89 \cdot 70=1252 \text{ м}^3.$$

Производительность подпиточного насоса в отопительный период

$$G_{пн} = G_{нmax} + 2\% V, \tag{42}$$

где $G_{нmax}$ - расход сетевой воды на ГВС, определенный по (3), м³/ч.

V - объем воды в системе теплоснабжения микрорайона, определенный по (41), м³.

$$G_{пн} = 40,36 \cdot 3,6 + 0,02 \cdot 1253 = 170 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Напор подпиточного насоса в отопительный период выбираем из условия поддержания статического давления по пьезометрическому графику.

Заполнение и подпитка водяной тепловой сети микрорайона после ЦТП, присоединенной к магистральным тепловым сетям по независимой схеме, предусмотрена водой из обратного трубопровода магистральной тепловой сети подпиточным насосом т.к. давление в обратном трубопроводе магистрали недостаточно для заполнения местных систем отопления абонентов.

Статический напор в магистральной тепловой сети до ЦТП мал и составляет 25м. Статический напор в сети микрорайона 45 м.

$$H_{пн} = 45 - 25 = 20 \text{ м.}$$

В качестве подпиточного насоса по каталогу выбираем насос типа Wilo WL 80/145-11/2 подачей 170 м³/ч и напором 20м.

Число сетевых и подпиточных насосов – по 2, из которых один резервный.

1.11 Элементы тепловых сетей. ЦТП

В ВКР для трубопроводов теплосети открытых систем теплоснабжения следует предусматривать стальные электросварные трубы.

Подбор труб и арматуры производится по условным давлениям и диаметрам. Под условным давлением P_y понимают избыточное давление для длительной эксплуатации при температуре воды 20°С. Условный диаметр D_y – номинальный внутренний диаметр трубопровода.

В теплосетях применяют электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704 – 91 (в ВКР), выпускающиеся с наружным диаметром $d_n = 32 \div 426$ мм; электросварные со спиральным швом по ГОСТ 8696 - 91 и наружным диаметром более 426 мм; оцинкованные стальные трубы по ГОСТ 3262 -75* с диаметром более 426 мм. Соединяются трубопроводы электросваркой.

Запорная арматура в общем применяется двух видов: клапаны запорные 15с 27_{нх1} (с наружным диаметром d_n до 50мм), задвижки типа Зкл 2-16 ($d_n \geq 50$ мм). Для выпуска теплоносителя предусматриваются клапана той же марки но диаметром от 25 до 100 мм. Для выпуска воздуха из трубопроводов - воздушники в виде клапанов диаметром от 15 до 32 мм.

Вся арматура: запорная, дренажная и воздушники располагаются при подземной прокладке тепловой сети в тепловых камерах или узлах трубопроводов (УТ). Где устанавливается конкретно запорная арматура, сказано в разделе «схема сетей».

Дренаж воды с магистральных участков тепловой сети предусмотрен из нижних точек теплосети по профилю сетей в дренажные колодцы D_1, D_2 . Дренаж с других узлов предусмотрен в приямки камер с последующей откачкой воды передвижными насосами в канализационные колодцы.

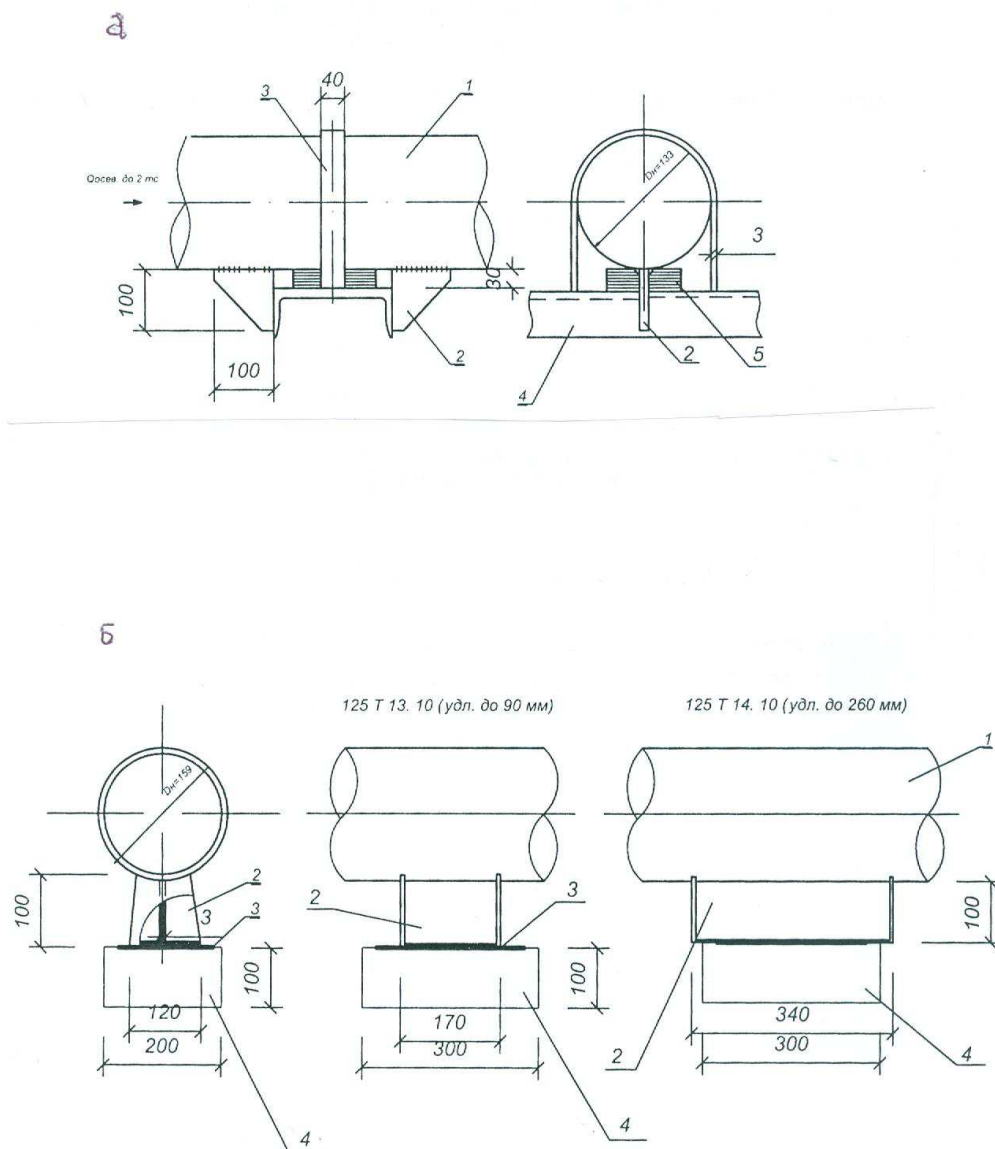
В ВКР, следуя из профиля сетей дренажные колодцы размещены возле УТ1, УТ3. Воздушники установлены в УТ 2.

Для Красноярска с расчетной температурой наружного воздуха для

проектирования отопления $t_{po} - 37^{\circ}\text{C}$ вся арматура – стальная. Крепление к трубопроводам – с помощью фланцевых соединений.

Для размещения теплопроводов (рисунок 7) на строительных конструкциях применяют опоры: неподвижные и подвижные.

Неподвижные опоры (упорные, хомутовые, щитовые) служат для разделения протяженных теплопроводов на участки, независимые друг от друга в восприятии усилий от температурных деформаций. Размещают неподвижные опоры между компенсаторами, участками труб с естественной самокомпенсацией температурных удлинений, возле узлов трубопроводов и



а – хомутовая неподвижная опора 125Т3.08; 1 – трубопровод теплосети; 2 – ребро (косынка); 3 – хомут; 4 – швеллер (балка); 5 – подкладки (сталь 3 – 10 мм);
 б – скользящие опоры 125Т13(14); 1 – трубопровод теплосети; 2 – опора скользящая; 3 – металлическая закладная; 4 – бетонная подушка марки ОП.

Рисунок 7 – Опоры трубопроводов

вводов теплопроводов в здания. В ВКР применены хомутовые неподвижные опоры (осевое усилие на опору не более 2 тс).

Устройство хомутовой опоры (серия 4.903 -10 вып.4) представлено на рисунке 6.

Принцип работы хомутовой опоры: косынки привариваются к трубопроводу по обе стороны от упорной балки (швеллер) и обеспечивают неподвижное положение теплопровода относительно строительной конструкции. Хомут (стальная лента) удерживает косынки и балку в состоянии рабочего зацепления. На трубопроводах теплосетей с наружным диаметром 257 ÷ 350мм упорная балка состоит из двух швеллеров.

Подвижные опоры (скользящие, шаровые, катковые, подвесные) воспринимают вес теплопроводов и обеспечивают их свободное перемещение по строительной конструкции. В ВКР предусмотрены скользящие опоры (серия 4.903.10 вып. 5). Скользящие опоры располагаются между неподвижными опорами на расстоянии, дающим минимально допустимый прогиб трубы; в углах поворота и в компенсаторных нишах. Высота скользящей опоры бывает 100; 150; 200 мм. Все скользящие опоры в ВКР имеют высоту 100 мм. Принцип работы и устройство скользящей опоры можно показать на изображении опоры в канале теплосети (рисунок 8). Сама скользящая опора приваривается на сварке к низу трубы. Пятка опоры скользит по стальной закладной детали в опорной подушке. Металлическая закладная уменьшает силу трения. Скользящие опоры выбираются по диаметру трубопровода и величине температурного удлинения (Δ) на расчетном участке теплосети.

Элементы теплосети (трубопроводы, опоры, арматура) покрываются антикоррозийным покрытием. В ВКР предусмотрено покрытие БТ №177 за 2 раза по грунтовке ГФ-02.

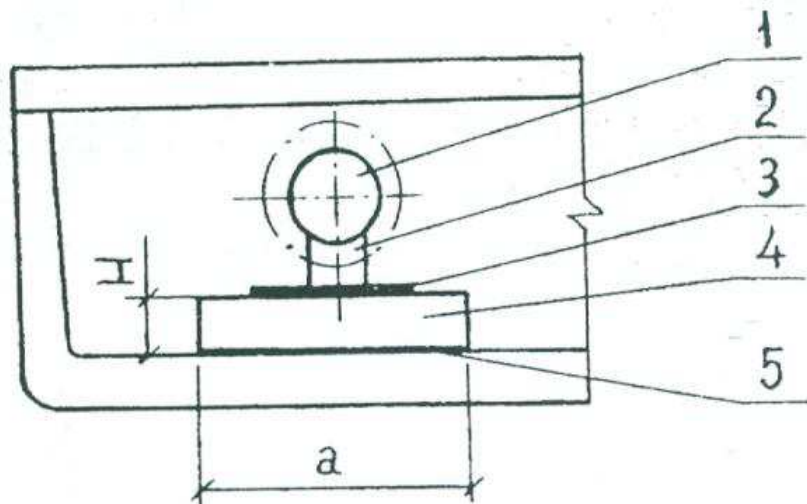
В качестве тепловой изоляции приняты скорлупы из пенополиуритана (ППУ 331/3) в виде полуцилиндров толщиной 30 и 40мм.

Покровный слой – рулонный стеклопластик марки РСТ.

Контрольно – измерительные приборы (КИП) содержат комплекты для установок в тепловых камерах манометров и термометров (рисунок 9).

Комплект для установки термометра (измерение t°):

- бобышка (втулка с внутренней резьбой под гильзу) для врезки в трубопровод;
- оправа защитная с гильзой (в гильзу наливают масло машинное, т.к. оно не кипит при $t^\circ=130^\circ\text{C}$ и не дает погрешности в измерении);
- стеклянный термометр со шкалой 0 ÷ 130 $^\circ\text{C}$;
- прокладка из паронита между бобышкой и оправой.



1 – трубопровод; 2 – скользящая опора; 3 – закладная;
4 – опорная подушка; 5 – цементно-песчаный раствор.

Рисунок 8 - Размещение скользящей опоры в канале теплосети

Комплект для установки манометра для измерения избыточного давления в трубопроводе:

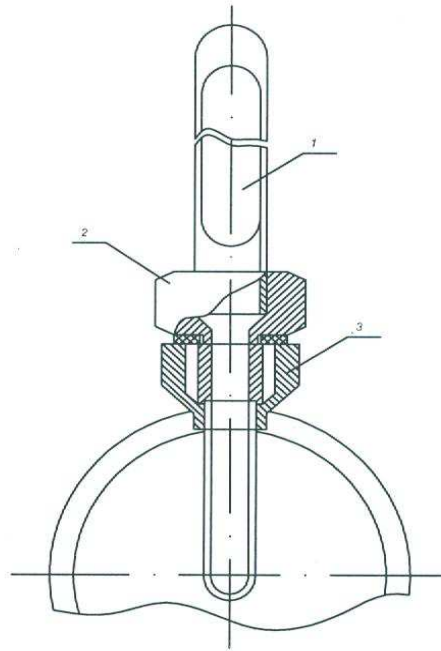
- закладная (аналог бобышки);
- отборное устройство, (состоит из изогнутой трубки Перкенса для снижения погрешности измерений и трехходового манометрического крана);
- манометр показывающий марки МП4 –У.

При установке термометра на трубу с диаметром менее 76 мм используют расширитель трубопровода.

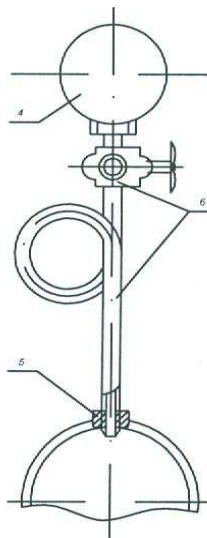
В ВКР центральный тепловой пункт (ЦТП) - узел подключения квартальной тепловой сети к магистральным теплопроводам по независимой схеме через пластинчатый подогреватель отопления.

В ЦТП предусматривается : контроль параметров; преобразование параметров теплоносителя ($\tau=150/130$); учет тепловых потоков и расходов теплоносителя; заполнение и подпитка тепловых сетей жилмассива; создание давления насосом для циркуляции по системе теплоснабжения.

Установка термометра



Установка манометра



4 – манометр; 5 – отборное устройство (успокоительная трубка Перкенса, Трехходовой манометрический кран); 6 – закладная.

Рисунок 9 – КИП в камерах

В ЦТП размещено следующее оборудование: водяной подогреватель отопления; циркуляционные и подпиточные насосы; запорно-регулирующая аппаратура; грязевики; трубопроводы; автоматика и КИП.

В ВКР вместо стальных фланцевых задвижек ЗКЛ и стальных клапанов в качестве запорной арматуры применены краны шаровые из углеродистой стали (шар - нержавеющая сталь) с рукояткой, фланцевые типа DZT на условное давление 1,6 МПа (16 Бар) по каталогам «Данфосс» $D_y = 15 \div 150$ мм.

Шаровые краны имеют стальной корпус; запорный шар со штоком (нержавеющая сталь); уплотнение шара и сальника (фторопласт PTFE); ручку (сталь).

Использование шаровых кранов позволит уменьшить высоту тепловых камер и уменьшить глубину заложения лотков теплосети.

1.12 Расчет П-образных компенсаторов

При прогреве и эксплуатации тепловых сетей трубопроводы деформируются, возникают температурные удлинения между неподвижными опорами. Они компенсируются в проекте с помощью П-образных компенсаторов и за счет естественных поворотов трубопроводов теплосети (Г-; Z- образные компенсаторы).

Все расчеты компенсаторов в ВКР выполняются по подающему трубопроводу Т1, как наиболее нагреваемому до 130°С.

По сравнению с сальниковыми компенсаторами, П-образные компенсаторы имеют преимущества и недостатки.

Преимущества П-образных компенсаторов:

- не требует сооружения тепловых камер в местах расположения компенсатора для его обслуживания.

К недостаткам П-образных компенсаторов можно отнести их сравнительно большее гидравлическое сопротивление.

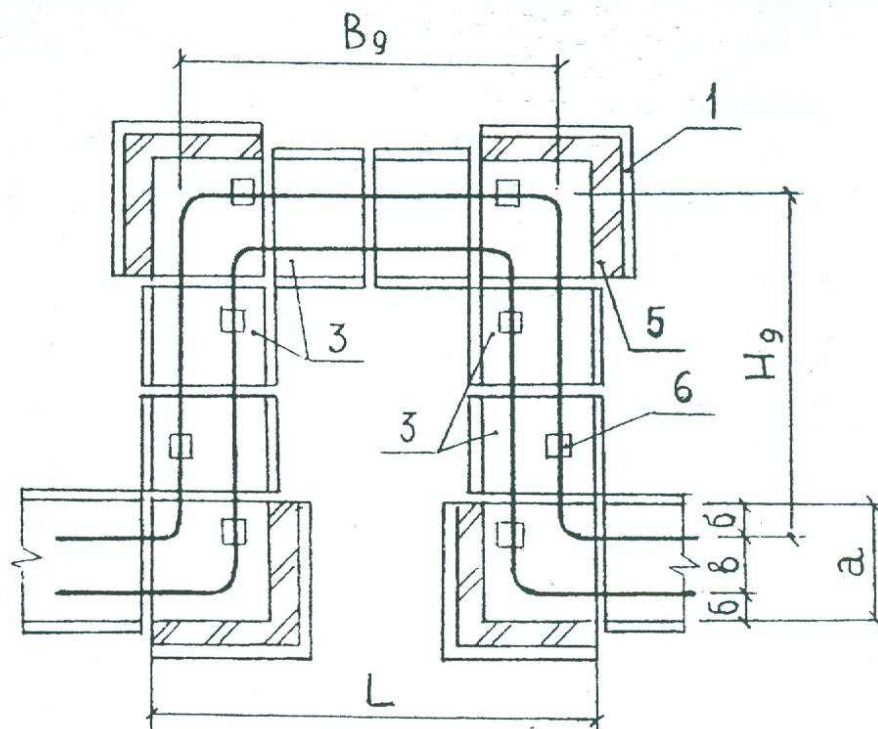
Кроме вышеуказанных компенсаторов на тепловых сетях могут быть установлены следующие виды компенсаторов: сильфонные, линзовые, манжетные, лирообразные и др.

В расчет П-образных компенсаторов тепловых сетей необходимо включать определение тепловых удлинений расчетных участков теплопровода (Δ), размеров компенсаторов (вылет и спина), возникающих температурных напряжений в углах поворота и усилий, действующих на неподвижные опоры.

Расчет П-образного компенсатора проведем на примере К4, схема которого приведена на рисунке 10.

Данные для расчета:

Размеры на схеме рисунка приняты по приложения 1 [5].



1 – плита днища угла поворота ПДУ 110.120.12; 2 – кирпичная кладка; 3 – доборный лоток ЛК 75.90.60; а - ширина лотка, а=0,7м; б - расстояние между осью трубы и стенкой канала, δ=0,18м; в – расстояние между осями труб в = 0,34м; L – длина компенсаторной ниши; B_г – фактическая спина компенсатор; H_г – фактический вылет компенсатора.

Рисунок 10 - Устройство П-образного компенсатора К4

Предварительно принимаем, что размеры вылета и спины равны ($H = B$); наружный диаметр трубопровода $d_n = 0,133$ м; длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами где установлен компенсатор) $l = 42$ м; коэффициент температурного удлинения $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$; температура сетевой воды в трубопроводе $\tau_1 = 130^\circ\text{C}$; температура окружающей среды (воздух канала) $t_n = 5^\circ\text{C}$; модуль упругости стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; длина доборного лотка между углами поворота ниши $l_1 = 0,75$ м; модуль инерции $I = 0,339 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$

Порядок расчета П-образного компенсатора К3:
Тепловое удлинение участка определяется по формуле

$$\Delta = \alpha \cdot l(\tau_1 - t_n), \quad (43)$$

где α - коэффициент температурного удлинения, равный $1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$;

l - длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами где установлен компенсатор), равная 55 м;

τ_1 – расчетная температура сетевой воды в подаче, равная 130°C ;

t_H – температура воздуха в канале теплосети, равная 5 °С.

$$\Delta = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 55 (130-5) = 0,083\text{м}$$

Расчетное значение вылета компенсатора при условии равенства размеров вылета и спины определяется по формуле

$$H = 19,4 \cdot \sqrt{\Delta \cdot d_H}, \quad (44)$$

где Δ - тепловое удлинение участка определяется по формуле (43), м;
 d_H - наружный диаметр трубопровода, равный 0,133 м.

$$H = 19,4 \cdot \sqrt{0,083 \cdot 0,133} = 2,04\text{м}.$$

Фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К4 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по формуле

$$H_d = a + n \cdot l_1, \quad (45)$$

где a – ширина лотка, равная 0,7 м;
 n – количество доборных каналов между углами поворота компенсаторной ниши, принятое 2;
 l_1 – длина доборного лотка, равная 0,75 м.

$$H_d = 0,7 + 2 \cdot 0,75 = 2,2 \text{ м}$$

Фактическое значение спины компенсатора определяется по формуле

$$B_d = 2(a - \bar{b}) + n \cdot l_1, \quad (46)$$

где a – ширина лотка, равная 0,7 м;
 \bar{b} – расстояние между осями трубопроводов в канале теплосети, равное 0,18 м;
 n, l_1 – тоже что в формуле (45).

$$B_d = 2(0,7 - 0,18) + 2 \cdot 0,75 = 2,54 \text{ м}$$

Напряжение изгиба П-образного компенсатора определяется по формуле

$$\sigma = \frac{3 \cdot \Delta \cdot E \cdot d_H}{10 \cdot H_d^2}, \quad (47)$$

где E - модуль упругости стали, равный $2 \cdot 10^5$ МПа;

Δ - тепловое удлинение участка определяется по формуле (43), м;

H_d - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши КЗ при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по формуле (45), м;

d_H - наружный диаметр трубопровода, равный 0,133 м.

$$\sigma = \frac{3 \cdot 0,083 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,133}{10 \cdot 2,2^2} = 137 \text{ МПа};$$

это меньше допустимого $[\delta] = 160$ МПа.

Сила упругой деформации компенсатора определяется по формуле

$$P = \frac{\Delta \cdot E \cdot J}{A}, \quad (48)$$

где A – безразмерная величина, определяемая по формуле (49);

Δ - тепловое удлинение участка определяется по формуле (43), м;

J - модуль инерции, равный $2,3 \cdot 10^{-5}$ м⁴;

E - модуль упругости стали, равный $2 \cdot 10^5$ МПа.

$$A = \frac{5}{3} \cdot H_d^3, \quad (49)$$

где H_d - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши КЗ при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по формуле (45), м.

$$A = \frac{5}{3} \cdot (2,2)^3 = 17,75.$$

$$P = \frac{0,083 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,339 \cdot 10^{-5}}{18} = 0,0032 \text{ МН}.$$

Длина компенсаторной ниши КЗ определяется по формуле

$$L = 2a + n \cdot l_1, \quad (50)$$

где a ; n ; l_1 – тоже что в (45).

$$L = 2 \cdot 0,7 + 2 \cdot 0,75 = 2,9 \text{ м}.$$

Аналогично рассчитываем все имеющиеся на проектируемой тепловой

сети микрорайона П-образные компенсаторы.

Основные характеристики компенсаторов приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Характеристики компенсаторов

Наименование	Наружный диаметр d_n , м	Температурное удлинения Δ , м	Вылет Н, м	Спина В, м	Напряжение σ , МПа
К1	0,219	0,165	3,96	4,38	138,25
К2	0,159	0,12	3,23	3,99	109,7
К3	0,108	0,086	2,2	2,54	115
К4	0,133	0,083	2,2	2,54	136,9

1.13 Тепловая изоляция трубопроводов

Для уменьшения потерь тепла в теплосетях предусмотрена изоляция трубопроводов, опор и арматуры теплоизоляционным покрытием.

В общем конструкция теплоизоляции теплопровода состоит из тепловой изоляции и кровного слоя. Конструкция теплоизоляции зависит от температуры теплоносителя, способа прокладки тепловой сети и от диаметра трубопровода.

Материалы теплоизоляционных покрытий должны удовлетворять следующим требованиям: коэффициент теплопроводности $\lambda \leq 0,07$ КДж/кг · гр; плотность $\rho \leq 400$ кг/м³.

Для бесканальной прокладки: $\lambda \leq 0,13$; $\rho \leq 600$ кг/м³.

Характеристики теплоизоляционных материалов приведены [6].

В моей ВКР предусмотрена теплоизоляция из пенополиуритана (ППУ 331/3). ППУ – наиболее эффективный изоляционный материал, имеет наименьшую теплопроводность $\lambda = 0,02 \div 0,03$ Вт/м · к (λ мин.ваты = 0,05 ÷ 0,07 Вт/м.к в сухом состоянии и 0,18 Вт/м.к во влажном состоянии). ППУ имеет достаточную монтажную и эксплуатационную прочность (0,3 – 0,4 МПа), широкий интервал рабочих температур (-180°С до 150°С).

Главные преимущества материала ППУ скорлупами по сравнению с традиционными способами – минеральной ватой, это теплостойкость, высокоэффективная теплоизоляция, достаточная монтажная и эксплуатационная прочность, стойкость к воздействию химических сред и атмосферных осадков, низкая трудоемкость и высокая производительность монтажа (экономия трудозатрат до 70%), возможность многократного

использования после демонтажа, быстрый доступ к поврежденным участкам труб, возможность круглосуточного монтажа в любое время года. Скорлупы из ППУ гарантируют надежность теплоизоляции в течении 35 лет. (минвата – до 5 лет), повышают технический инновационный уровень прокладки теплотрасс. ППУ легко поддается механической обработке: пилится, режется, сверлится. ППУ является экологически чистым материалом, не аллерген, он разрешен к применению в жилых помещениях.

Для обеспечения длительной надежности теплоизоляционные скорлупы с внешней стороны покрыты защитным материалом – фольгой, стеклоизолом, стеклотканью и т.д. (В ВКР рулонным стеклопластиком марки РСТ).

При этом покрывной материал экономится на 45% т.к. толщина изоляции из ППУ в 2,5 раза меньше изоляции из стекловаты. Применяемые толщины скорлуп из ППУ 40 ÷ 70 мм. Эффективность ППУ: фактические потери тепла снижаются до 2÷3% что в 1,7 раз меньше нормативных потерь тепла. У минваты потери теплоты доходят до 25%.

Скорлупы крепятся на трубе бандажами из стальной оцинкованной ленты 0,7 х 20 мм кратно через 500 мм. После закрепления скорлуп производится заливка продольных и поперечных швов монтажной пеной.

Толщину теплоизоляционного слоя рассчитывают двумя способами:

- по допустимым нормам теплопотерь (плотностей теплового потока через слой теплоизоляции), в связи с политикой энергосбережения эти нормы пересмотрены в сторону уменьшения.

- по заданной величине температуры на поверхности теплоизоляционного слоя (45°C).

В ВКР толщина теплоизоляции не рассчитывалась. Пользовались практическими рекомендациями проектировщиков.

Применение металлических покрытий (оцинкованная сталь, алюминий и т.д.) запрещено для подземных прокладок теплосетей.

Другие допустимые материалы покровного слоя подземной канальной прокладки сетей - рубероид, пух шнур (до 50 мм трубы). ППУ в отличие от минваты – горюч, что требует его защиты слоем РСТ.

1.14 Продольные профили теплосетей

На продольном профиле теплосетей в определенном масштабе в виде разверток по оси теплотрассы наносят:

- поверхность земли (проектную сплошной тонкой линией; натурную – штриховой);

- пересекаемые надземные и подземные сооружения; коммуникации с нанесением их размеров и высотных отметок;

- элементы тепловых сетей: каналы, камер, ниши П-образных компенсаторов, опоры;

- уровень грунтовых вод – тонкой штрихпунктирной;

- строительные отметки пола и потолка каналов;
- размеры лотков и номера сечений;
- длину и уклон трубопроводов.

Уклоны трубопроводов водяных тепловых сетей принимаются не менее 0,002. Уклоны разрешают менять только в камерах (УТ). Уклон на участках теплосети, примыкающих к зданиям выполняют всегда в сторону тепловой камеры вне зависимости от уклона земли.

Заглубление конструкций от поверхности земли принимают не менее:

- до верха перекрытий каналов – 0,5 м (в ВКР 1,2 м);
- до верха перекрытия камер – 0,3 м (в ВКР 0,4 м).

В ВКР уклоны участков соответствуют естественным уклонам земли вдоль теплосети жилмасссива.

Продольный профиль нужен для:

- определения мест установки дренажных узлов и воздушников в тепловых камерах;
- безопасного выполнения земляных работ и определения объемов выбираемого грунта для СМР;
- определения строительных отметок котлованов под камеры и окон в стенах для примыкания лотков к тепловым камерам.

1.15 Виды коррозии трубопроводов

Коррозия сокращает срок службы теплосетей до 15 лет (на 70%). Согласно теории скорость коррозии максимальна при температуре 75°C. Именно такова средняя температура теплоносителя за год.

Виды коррозии трубопроводов: внутренняя, наружная.

Внутреннюю коррозию вызывает кислород, содержащийся в сетевой воде или конденсате. В водяные тепловые сети кислород попадает главным образом с подпиточной водой, через подсосы воздуха и неплотности оборудования.

Язвенная коррозия возникает в нижних застойных участках трубопроводов, где скапливается грязь. На поверхности труб образуются отдельные участки глубоких поражений. Со временем процесс язвенной коррозии приводит к сквозному протравливанию металла.

Рассредоточенная коррозия захватывает большие участки трубопровода по длине, хотя скорость ее гораздо меньше.

Последствия внутренней коррозии:

- безвозвратно теряется металл;
- при окислении образуется налет на внутренних стенках труб, снижается сечение труб;
- увеличивается шероховатость внутренней поверхности труб, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления и росту расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя по трубам;

- засорение запорной и регулирующей арматуры, отопительных приборов, снижается их теплопроводность и эффективность.

Меры борьбы с внутренней коррозией:

- во всех отключаемых трубопроводах и аппаратах следует обеспечить полное удаление влаги;

- выпуск (периодически) воздуха в верхних точках теплосети;

- применение ингибиторов (замедлителей коррозии): силикат натрия, жидкое стекло, которые создают внутри на стенках труб защитные пленки;

- поддержание во всех точках водяных тепловых сетей избыточного давления не менее 0,05 МПа для предотвращения подсоса воздуха;

- необходимость качественной подпитки (ХВО, деаэрация);

- применение труб из металлопластика.

Наружная коррозия является следствием химических или электрохимических реакций, возникающих под воздействием окружающей среды. При химической коррозии металлы непосредственно вступают в химические соединения с активными газами и жидкостями, насыщающими среду. В электрохимическом процессе коррозии разрушение металла происходит в результате соприкосновения с электролитами при котором вместе с химическим воздействием возникает движение электрического тока. Почвенной коррозии подвержены особенно бесканальные прокладки тепловых сетей.

Профилактика наружной коррозии:

- антикоррозийное покрытие труб (силикатные эмали, стеклоэмали, мастики);

- правильный выбор способа прокладки тепловой сети;

- обработка грунта, замена грунта в основании трассы и засыпка чистым песком;

- поддержание постоянного режима эксплуатации тепловой сети;

- применение мер по осушению трассы, гидроизоляция каналов и тепловых камер.

В ВКР принята теплоизоляция труб пенополиуретаном с герметичным плотным покровным слоем из РСТ.

1.16 Строительные конструкции тепловой сети

При подземной прокладке тепловых сетей широкое применение получили непроходные каналы, в которых уложены теплопроводы. Основным конструктивным элементом используемым при сооружении каналов, служит сборный железобетон, показавший долговечность и достойную надежность при эксплуатации в условиях повышенной температуры и влажности грунтов.

По серии 3.006. 1-8 «Каналы и тоннели сборные железобетонные из лотковых элементов» каналы типа КЛ состоят из лотков марки ЛК и плит перекрытия марки ПТ (рисунок 11). Основные лотки и плиты имеют по этой

серии длину 3000 мм, доборные – 750 мм. Ширина каналов составляет от 140 до 3500 мм, высота каналов меняется от 210 до 1300 мм.

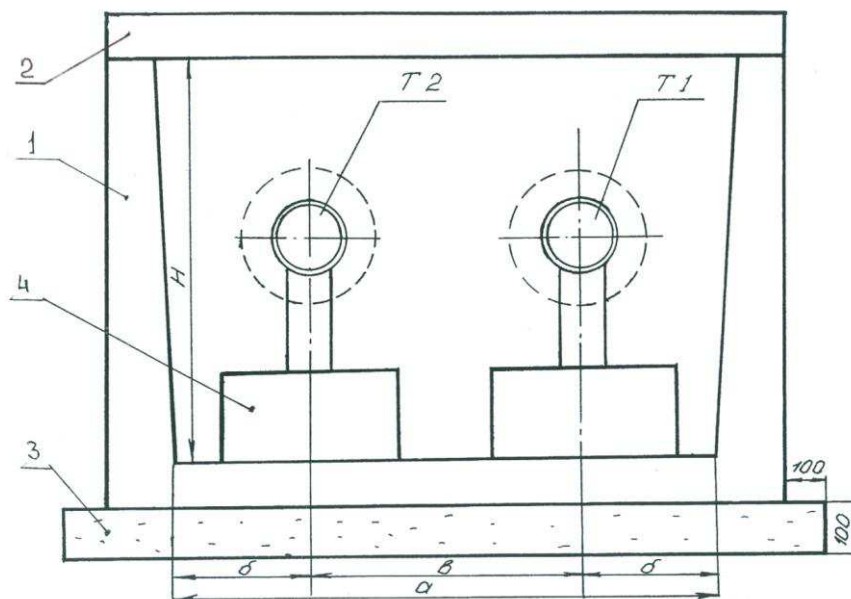
Стыки каналов заделываются цементным раствором, каналы снаружи гидроизолируются битумом. В местах примыкания каналов теплотрасс к зданиям и тепловым камерам выполняют деформационные швы.

Трубопроводы тепловых сетей и горячего водоснабжения при четырехтрубной прокладке следует располагать в изолированных друг от друга каналах.

Важной конструкцией тепловых сетей являются неподвижные опоры, служащие для разделения теплопроводов на участки, не зависящие друг от друга в восприятии усилий от температурной деформации теплопроводов.

При применении П-образных компенсаторов неподвижные опоры выносятся за пределы тепловых камер и располагаются между лотками теплотрассы.

Принятые в проекте хомутовые неподвижные опоры устанавливаются при помощи монолитной вставки из бетона (рисунок 12). Упорная балка неподвижной опоры в виде швеллера определенной длины заделывается в монолитную вставку опоры, выполненную из бетона марки В15. Сама вставка



1 – лоток типа КЛ; 2 – плита перекрытия типа ПТ;
3 – подготовка; 4 – опорная подушка типа ОП.

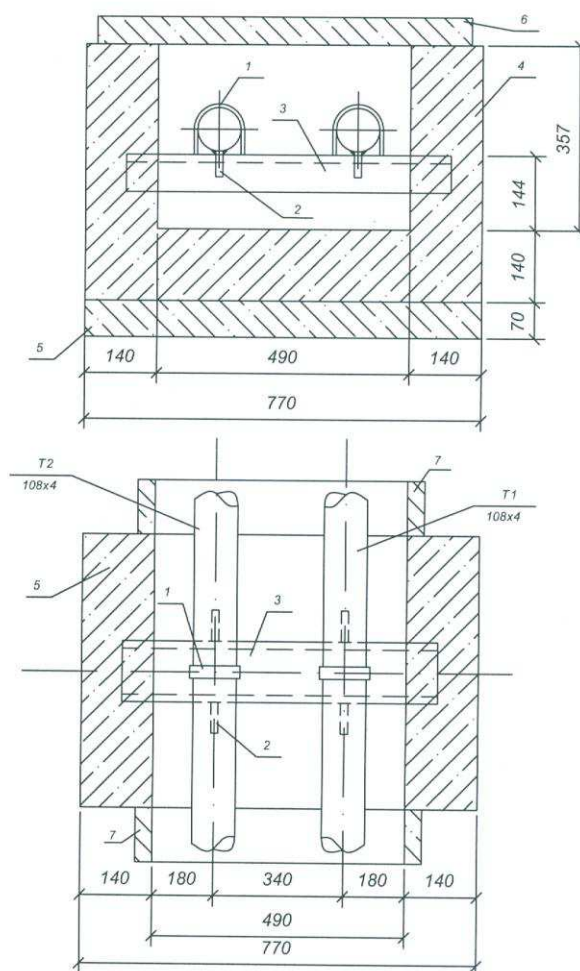
Рисунок 11 – Непроходной канал теплосети

неподвижной опоры опирается на бетонную подготовку марки В 7,5, сверху накрывается доборной плитой перекрытия лотков и торцами упирается в лотки теплотрассы.

Длина монолитной вставки под неподвижную опору составляет 750 мм для любого типа непроходного канала, внутренние размеры вставки соответствуют габаритам лотка данного расчетного участка теплотрассы, где установлена опора.

Кроме неподвижных опор, в лотках теплотрассы размещаются скользящие опоры, служащие для свободного перемещения трубопроводов относительно строительных конструкций при температурной деформации теплопроводов.

Строительная конструкция, по которой происходит перемещение скользящей опоры, называется опорной подушкой. Опорная подушка крепится к полу канала на цементный раствор толщиной 10 мм.



- 1 – хомут; 2 – ребро (косынка); 3 – балка (швеллер); 4 – бетон В 15;
5 – подготовка (бетон В 7,5); 6 – плита перекрытия ПТ; 7 – канал теплотрассы

Рисунок 12 – Монолитная вставка неподвижной опоры

Углы поворота непроходных каналов теплотрасс выполняются из сборных ж/б конструкций по серии 3.006. 1-8 выпуск 0-2 «Узлы трасс».

Нижняя часть угла поворота состоит из плиты днища марки ПДУ. Сверху угол канала накрывается плитой перекрытия марки ПТУ. Просветы между лотками с двух сторон заделываются кирпичной кладкой толщиной от 250 до 510 мм. Стыки плит заделываются цементным раствором и гидроизолируются, как каналы битумом за два раза.

П-образные компенсаторы размещают в нишах (рисунок 13). Каждая ниша П-образного компенсатора состоит из четырех углов поворота непроходного канала и трех комплектов лотковых элементов с плитами перекрытия, расположенных между углами поворота ниши.

Тип и число лотков между углами ниши определяют из расчета размеров П-образного компенсатора.

Ниша компенсатора всегда располагают своей выгнутой частью в сторону подающего трубопровода, который в свою очередь размещается в лотке справа по направлению хода теплоносителя от ЦТП.

При подземной прокладке тепловых сетей для размещения узлов трубопроводов, запорной арматуры, дренажей и воздушных клапанов, контрольно-измерительных приборов, сальниковых компенсаторов и неподвижных опор для сальниковых компенсаторов сооружают теплофикационные камеры (рисунок 14).

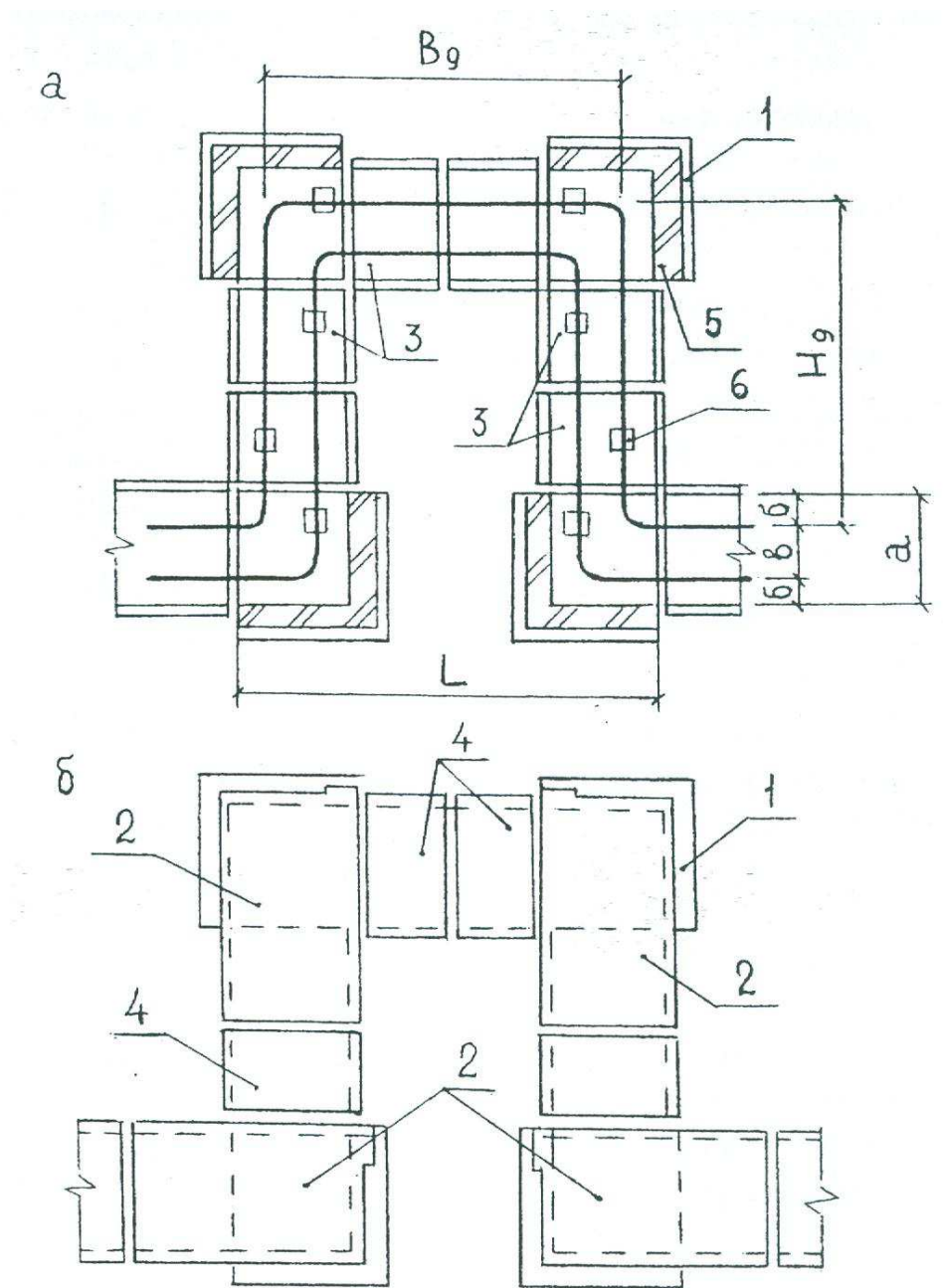
Размеры камер принимаются из условий нормального технического обслуживания размещенного в камере оборудования. Наименьшая высота камер 2 м. Минимальное заглубление перекрытия камер от поверхности земли 0,3 м, а от верха дорожного покрытия 0,5 м.

Строительную часть камер выполняют из сборного железобетона. Стены камер выкладываются из строительных фундаментных блоков типа ФБС. Пол камеры выполняют в виде монолитной плиты основания из бетона В15. Строительные отметки низа и верха проемов в стенах камеры для примыкания каналов в магистральном направлении принимаются по продольному профилю сетей.

При проектировании камер необходимо соблюдать следующие условия:

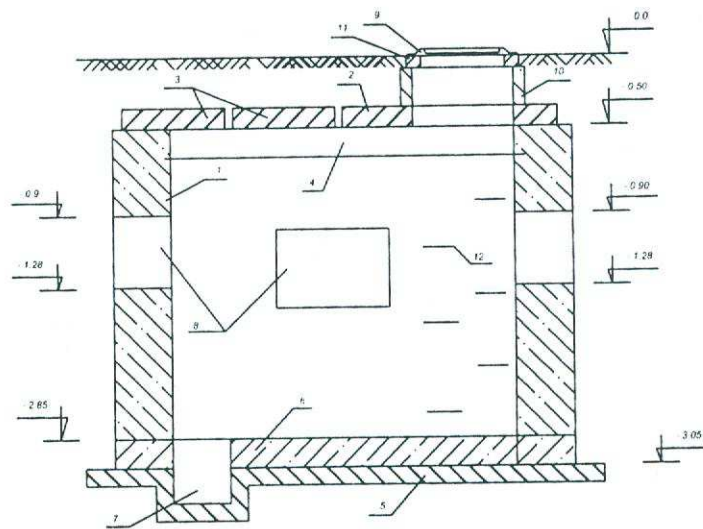
- в перекрытиях камеры при внутренней площади от 2,5 до 6м² должно быть не менее двух люков диаметром 630 мм, расположенных по диагоналям. При наличии сальниковых компенсаторов, при длине камеры до 3,5 м и наличия одного ответвления с проходом под трубами менее 1м количество люков должно быть не менее трех; при длине более 3,5м, внутренней площади камеры 6м² и более, при наличии двух ответвлений - не менее четырех;

- каждый люк должен быть оборудован металлической лестницей или ходовыми скобами. Горловина люка выполняется из ж/б колец диаметром

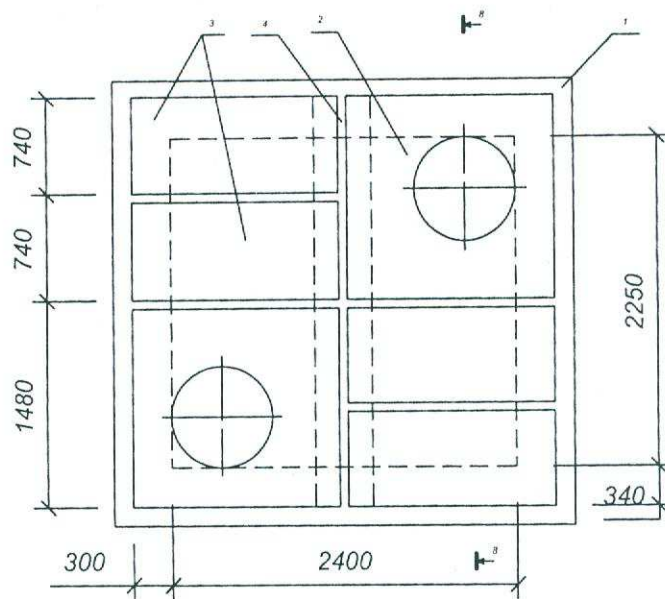


а – комплект лотковых элементов; б – комплект плит перекрытия;
 1 – плита днища угла поворота ПДУ; 2 – плита перекрытия угла поворота ПТУ;
 3 – лоток ЛК; 4 – плита перекрытия лотка ПТ; 5 – кирпичная кладка;
 6 – опорная подушка ОП; а – ширина лотка; L – длина ниши, H_d – фактический
 вылет компенсатора; B_d – фактическая спина компенсатора.

Рисунок 13 – Ниша П-образного компенсатора



План перекрытия камеры УТ (тип 4)



- 1 – стены камеры (ФБС); плита перекрытия ПТО; 3 – плита перекрытия ПТ;
 4 – балка; 5 – подготовка (бетон В 7,5); 6 – пол камеры (бетон В 15);
 7 – приямок; 8 – проемы в стенах камеры для примыкания каналов теплосети;
 9 – люк; 10 - кольцо стеновое КС 7.3; 11 – кольцо опорное КО 6; 12 – скобы.

Рисунок 14 – Тепловая камера

700 мм при высоте засыпки над перекрытием камеры не более 1 м. При большей высоте засыпки диаметр горловины устанавливается не менее 1000 мм;

- пол камеры должен иметь уклон $i = 0,02$ в сторону приемка в углу камеры для сбора дренажной воды. Размеры приемка 400 x 400 мм, глубина 300 мм;

- камеры тепловых сетей должны быть защищены надежной гидроизоляцией от грунтовых вод (покрытие наружных стен битумом);

- сальниковые компенсаторы и задвижки должны устанавливаться в разбежку со смещением на 100-150 мм.

Из приемков камер, расположенных в нижних точках трассы, должны предусматриваться самотечный отвод воды в дренажные колодцы и устройство отключающих клапанов на входе самотечного трубопровода в колодец.

Отвод воды из приемков других камер, расположенных в нижних точках по профилю трассы, должен предусматриваться передвижными насосами в систему канализации.

Отметка дна дренажного колодца должна приниматься не менее отметки дренажной трубы на величину, определенную из условия заполнения данного колодца при полном опорожнении трубопроводов расчетных участков.

Дренажные колодцы (рисунок 15) для тепловых сетей выполняются из сборного ж/б по серии 3.900.1-14 «изделия ж/б для круглых колодцев водопроводов и канализации».

Строительные конструкции тепловой сети микрорайона принимались с учетом [5].

1.17 Энергосбережение

Мероприятия для энергосбережения, применяемые в ВКР по теплоснабжению:

- выполнение требований нормативной документации (СНиП, СП и др.) при проектировании и монтаже систем теплоснабжения;

- дополнение местным регулированием на МТП отпуска тепла на отопление здания при помощи смесительных (подмешивающих) насосов;

- применение термостатических клапанов на отопительных приборах для индивидуального регулирования;

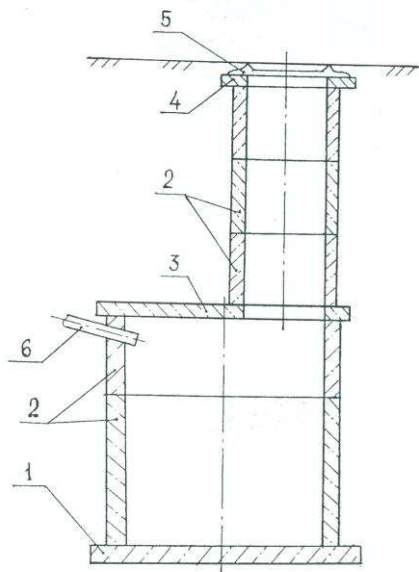
- автоматизация ЦТП и МТП;

- применение систем ГВС зданий с циркулирующей воды (4-х трубная тепловая сеть);

- применение центрального качественного регулирования (ЦКР) отпуска тепла от источников (температурный график сетевой воды);

- дополнение ЦКР групповым регулированием (в переходный период) в ЦТП;

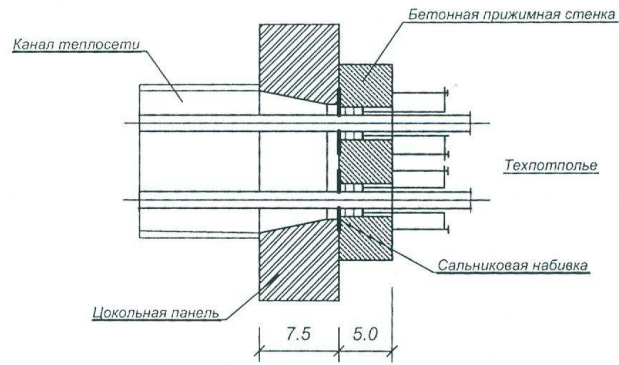
- использование современных пластинчатых подогревателей воды с повышенной эффективностью теплопередачи и низкими гидравлическими потерями давления в подогревателях (снижение расхода электроэнергии на перекачку теплоносителей);
- использование частотно-регулируемых приводов силового оборудования (насосов);
- применение в качестве запорной арматуры шаровых кранов, имеющих минимальные гидравлические сопротивления и не имеющих утечек через сальники;
- применение инновационных теплоизоляционных покрытий из пенополиуретана (экономические, водостойкая, снижает теплопотери, долговечие и т.д.);
- дренажные устройства на ответвлениях от узлов (камер) к зданиям позволяем экономить сливаемую воду при авариях;
- водогазонепроницаемые перегородки (рисунок 16) на вводах тепловых сетей в зданиях позволяет защитить тепловую изоляцию тепловыводов от намокания и разрушения, снижения ее теплозащитных свойств.



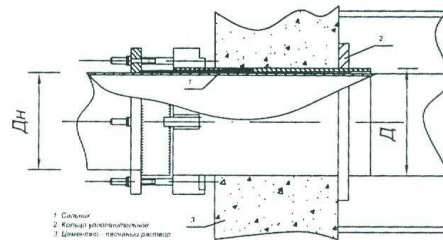
1 – плита днища ПН; 2 – кольцо стеновое КС; 3 – плита перекрытия ПТ;
4 – кольцо опорное КО; 5 – люк Л; 6- дренажная труба.

Рисунок 15 – Дренажный колодец

а



б



а – газонепроницаемый сальник ГС 25 – 80; б – сальниковый компенсатор.

Рисунок 16 – Водогазонепроницаемая перегородка

2 Технология возведения инженерных сетей

2.1 Подготовительные работы

Перед началом строительства теплотрассы нужно получить разрешение на выполнение работ в соответствующих инстанциях. Разрешение на разработку грунта выдаёт административная инспекция соответствующего района по землепользованию, указывая срок и условия производства работ. Затем нивелируют, производят разбивку на местности теплотрассы в соответствии с координатами, нанесёнными на генплане привязкой их к ближайшим зданиям, люками подземных колодцев или к другим сооружениям. Границы рытья траншей, ниш, камер отмечают забивкой временных кольшков по их наружным габаритам через каждые 20-25 м; по трассе тепловых сетей через каждые 50 м устанавливают указатели. По окончании геодезической разбивки теплотрассы устанавливают ограждение, производят очистку территории, строительство временных сооружений, проводку временного освещения трассы, проводку воды и электроэнергии. Параллельно теплотрассе устанавливают временные дороги для проезда автотранспорта и работы строительных механизмов, располагаемых вне призмы обрущений грунта. На трассу теплотрассы завозят инвентарные временные здания для производителей работ и мастеров, для кладовой, для приёма пищи, для хранения инвентаря, материалов и инструментов, для склада инвентарные щиты ограждений и креплений, переходные мостики и лестницы. До начала строительного монтажа на трассу завозят строительные материалы, необходимые для монтажа, готовят инструменты.

2.2 Последовательность и технология СМР

Тепловую сеть сооружают поточным методом с применением комплексной механизации монтажных, транспортных и погрузочных работ. Теплотрассу разбивают на захватки, работу ведут по шести комплексам, у каждого комплекса имеется своя бригада. Последовательность и технология производства строительно-монтажных работ (СМР) выглядит следующим образом:

- земляные работы;
- устройство железобетонных конструкций, каналов и камер;
- монтаж трубопроводов и запорной арматуры;
- антикоррозийная и тепловая изоляция трубопроводов;
- монтаж перекрытий каналов и камер;
- благоустройство территории;
- гидравлическое испытание трубопроводов.

2.2.1 Земляные работы

После геодезической разбивки теплотрассы, установки ограждений, сигнального освещения и подготовки транспортных проездов, для землеройных машин, роют траншеи экскаватором марки Э-3026. Разработка грунта для прокладки теплосетей представлена на рисунке 17.

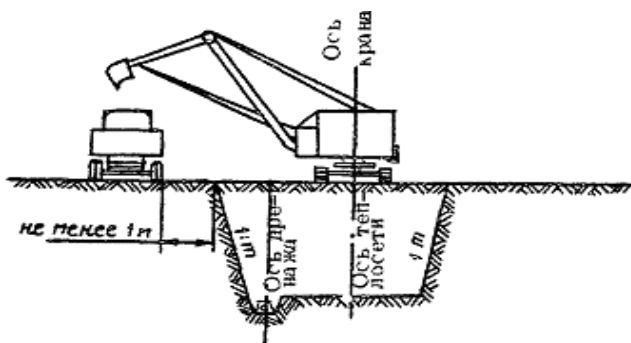


Рисунок 17 - Разработка грунта экскаватором с погрузкой в автомобили при подземной прокладке тепловых сетей

Минимальная ширина по дну траншеи устанавливается СНиП и принимается равной $D + 300$ мм для трубопроводов диаметром до 700 мм (где D – условный диаметр трубопровода) и $1,5D$ для трубопроводов диаметром 700 мм и более с учетом следующих требований:

- для труб диаметром 1200 и 1400 мм при рытье траншей с откосами не круче 1 : 0,5 ширину траншеи по дну допускается уменьшить до величины $D + 500$ мм;

- допускается принимать ширину траншей равной ширине рабочего органа землеройной машины, но не менее указанной выше.

Крутизна откосов траншей под канал теплотрассы принимается по СНиП .

Методы разработки грунтов определяются в зависимости от размеров земляного сооружения и объемов работ, характеристик и классификации грунтов по трудности разработки, местных условий строительства, наличия землеройных машин в строительных организациях.

Различают два вида разрыхления: первоначальное и остаточное. Первоначальное разрыхление образуется в момент разработки грунтов, а остаточное остается в земляном сооружении после уплотнения его естественным путём.

Определение объёма земляных работ при разработке траншей с откосами ведётся по формуле

$$V = 1/2(B_1 + B_2)LH , \quad (51)$$

где B_1 – ширина траншеи по верху;

B_2 – ширина траншеи по низу;

L – длина траншеи;

H – высота траншеи.

Во избежание обвала вынутаго грунта, а также обрушения стенок траншеи ближняя кромка основания отвала вынутаго грунта должна располагаться не ближе 0,5 м от края траншеи.

Засыпка траншей является конечной операцией в строительном процессе теплотрассы. Для этого используют бульдозеры, а также одноковшовые экскаваторы с оборудованием, обратную лопату или драглайн. Засыпку траншей одноковшовыми экскаваторами выполняют со стороны, противоположной отвалу, а при больших объёмах грунта экскаватор с обратной лопатой перемещается вдоль траншей, непосредственно по полосе размещения отвала вынутаго грунта.

Засыпку траншей на строительстве магистральных трубопроводов осуществляют следующими проходами бульдозеров: прямолинейными поперечными; косопоперечными и комбинированными.

На участках рекультивации в теплое время года проводят уплотнение грунта (после первой засыпки) пневмокатками или многократными (до 5 раз) проходами гусеничных тракторов. При толщине плодородного слоя до 10 – 15 см рекомендуется применять автогрейдеры.

Минеральный грунт, который остался после укладки трубопровода в траншею д.б. вывезен в места, указанные в проекте и согласованные с органами, предоставляющими земельные участки в пользование.

В зимних условиях искусственное уплотнение минерального грунта засыпки не производят. Грунт (гравий) отсыпают в траншею валиком, где он приобретает необходимую плотность после оттаивания в течение 2 – 3 месяцев (естественное уплотнение).

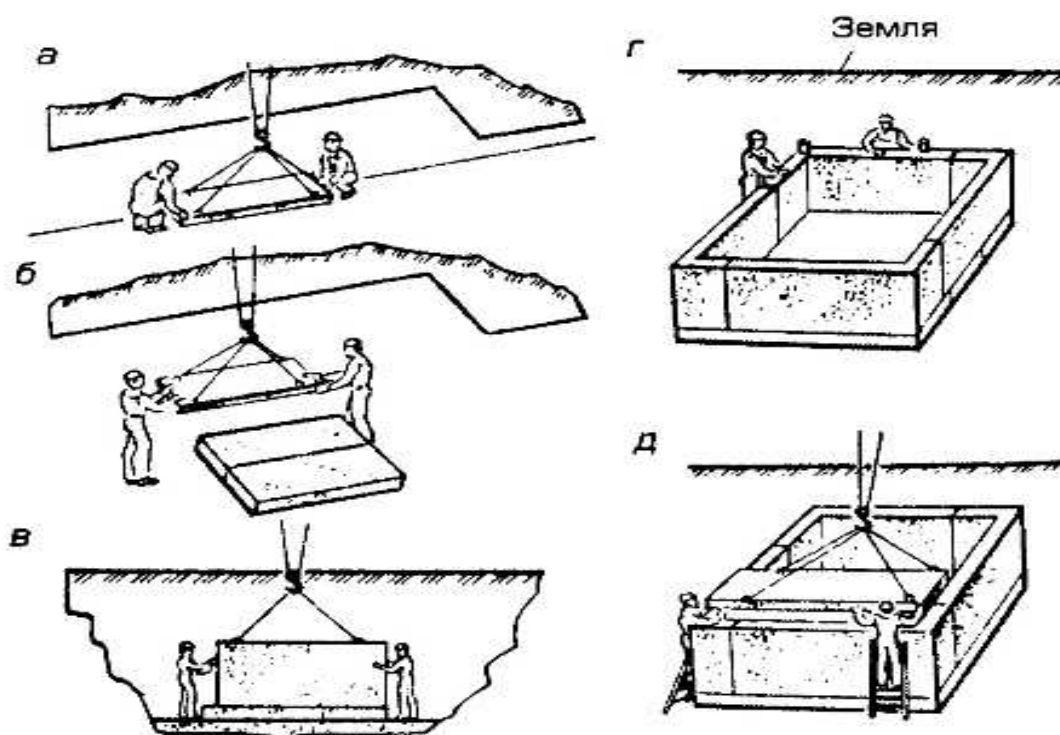
Если ёмкость ковша экскаватора – 0,4 м³, проход для начинают по оси траншеи. Траншею роют экскаватором на глубину меньше проектной отметки на 0,1 м. Остаточный грунт вывозят автосамосвалом на свалку на расстояние 5 км. Траншею до проектной отметки углубляют вручную лопатами, а грунт при этом удаляют при помощи ковша экскаватора. Дно траншеи разравнивают, стенки делают без креплений с откосом 1: 0,2. В местах установки камер – при глубине котлована до 3 м – 1: 0,5.

2.2.2 Устройство железобетонных конструкций, каналов и камер

Монтаж осуществляется в соответствии с рабочими чертежами конструкций, проектом производства работ и правилами техники безопасности. Монтаж лотков канала типа КЛ, элементов камер из железобетона (рисунок 18), производят автокраном. Плавно без рывков, раскачиваний на высоту 0,5 – 0,3 м от поверхности земли поднимают изделие и опускают в проектное положение и устанавливают их плавно, без толчков и ударов. Стропы снимают после окончания выверки правильности установки. Вертикальные и горизонтальные швы между конструкциями заделывают

цементным раствором. Неподвижные опоры выполняют из монолитного железобетона.

Для тепловой сети применены электросварные трубы (ГОСТ 10704-91) длиной $l = 10$ м. До начала монтажных работ трубы собирают в звенья по четыре штуки на бровке траншеи. Затем тщательно проверяют соответствие проектным размерам по диаметру, толщине стенок их сертификату качества, при необходимости выправляют деформированные кромки торцов. Перед сборкой стальных труб надлежит полностью отчистить трубы от грунта и грязи. При дуговой сварки кромки трубы и прилегающие к ним внутреннюю и внешнюю поверхности на 10 см отчищают до металлического блеска. Подгонку концов труб и центровку производят с помощью центраторов. Состыкованные трубы закрепляют при помощи прихватки. При ручной дуговой сварке отдельные слои швов накладывают следующим образом, чтобы затыкающие участки швов не совпадали друг с другом. Участки слоёв шва с порами, раковинами и трещинами вырубают до чистого металла, а каверы шва тщательно заваривают. Сварные стыки выполняют поворотными вертикальными.



а,в - укладка плит основания
в,г - монтаж Г-образных блоков
д - укладка плит перекрытия

Рисунок 18 - Монтаж тепловой камеры

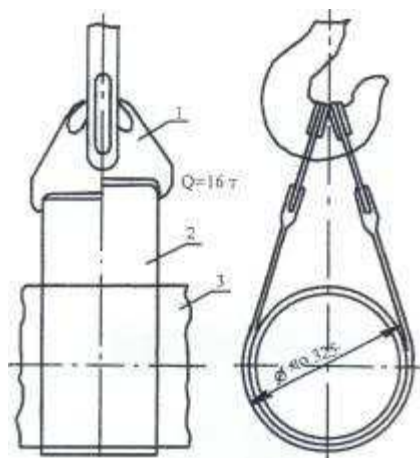
2.2.3 Монтаж трубопроводов и запорной арматуры

Трубы опускают в траншею звеньями с помощью двух однотипных автокранов. Строповку (рисунок 19) производят в двух точках, после чего, звено поднимают кранами (рисунок 20) на 0,6 м от поверхности земли.

Убедившись в надёжности строповки и устойчивости механизмов, звено перемещают в проектное положение, изменяя вылет стрелы. Звено опускают плавно без рывков. После выверки положения звена на дне канала снимают стропы, передвигают краны и цикл повторяют. Окончив строповку звеньев и сварку труб, производят их рихтовку, а также установку и приварку к трубопроводам скользящих опор. При прокладке трубопроводов подающую трубу укладывают справа по ходу движения теплоносителя. Перед монтажом запорной арматуры производят её ревизию.

Арматуру устанавливают в камерах таким образом, чтобы к ней был облегчен свободный доступ во время эксплуатации и ремонта. Места установки арматуры на трассе должны полностью предохраняться от восприятия каких-либо изгибающих усилий. После установки на место задвижек, их центровки к трубопроводам и точной инструментальной проверки правильности их установки и совпадения осей производят окончательное закрепление фланцевых соединений с установкой прокладок. При монтаже задвижек фланцы на трубопроводе устанавливают без перекосов и при полном совпадении болтовых отверстий с отверстиями во фланцах задвижек. Болты заворачиваются параллельными гаечными ключами, не допуская сильной затяжки.

П-образные компенсаторы завозят на трассу в собранном виде. Соединяют компенсаторы с трубопроводами посредством сварки. Компенсатор перед его установкой растягивают при монтаже на величину указанную в проекте.



1 - пластина; 2 - лента; 3 – трубопровод

Рисунок 19 - Строповка трубопровода теплосети

– окраска антикоррозионной краской (2 слой).

Просушку производят, если антикоррозийное покрытие наносят в ненастную погоду. Очистку наружной поверхности выполняют вручную металлическими щетками, обезжиривание бензином. Затем начинают грунтовку и окраску. После нанесения противокоррозийной изоляции трубопроводы теплоизолируют пенополиуританом с покровным слоем из рулонного стеклопластика РСТ.

2.2.5 Монтаж перекрытий каналов и камер

Перекрытия устанавливают из плит, для камер плиты выполнены с отверстиями под люки. Плиты устанавливают автокраном. Технология аналогична технологии укладки лотков. Швы между плитками заделываются цементным раствором. Перекрытия каналов и тепловых камер покрывают битумной мастикой в два слоя для гидроизоляции.

2.2.6 Благоустройство

Засыпку траншеи начинают вручную, при этом между стенками траншеи и канала (трубы) тщательно засыпают пазухи с постоянной утрямкой электротрамбовкой. После засыпки пазух остальной грунт засыпают бульдозером. Уплотнение производят катками. При обратной засыпке гравием трамбовки не требуется.

2.2.7 Окончательное гидравлическое испытание трубопроводов

При окончательном гидравлическом испытании пробное давление выдерживают в течение 15 мин. Затем, осматривают сварные и фланцевые соединения, арматуру и далее давление снижают до рабочего. Если при этом давления в течении двух часов не превышает 10%, то теплопровод считается выдержавшим испытание. По окончании монтажных работ гидравлического испытания производят промывку труб. Сначала трубопровод промывают водопроводной водой под давлением равным избыточному давлению в водопроводной сети (0,3 – 0,4 МПа). Затем, воду сливают, а теплопровод вновь заполняют водопроводной водой, создавая при этом повышенное давление от насоса. Подпитку теплопровода производят из водопроводной сети. Трубопроводы промывают до полного осветления воды. Наполнение промывку обычно производит персонал строительно-монтажной организации под наблюдением представителей персонала эксплуатации теплосети.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБК – административно-бытовой корпус;
АВР – автоматическое включение резервного насоса;
ВКР – выпускная квалификационная работа;
ГВС – горячее водоснабжение;
ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;
ИТП – индивидуальный тепловой пункт;
КИП – контрольно-измерительные приборы;
ЛСД – линия статического давления на пьезометрическом графике;
МТП – местный тепловой пункт;
ППУ – пенополиуретан;
РСТ – рулонный стеклопластик;
СМР – строительно-монтажные работы;
СГВ – система горячего водоснабжения;
ТЭС – тепловая станция;
УТ – тепловая камера (узел трубопроводов);
ХВО – химводоочистка;
ЦКР – центральное качественное регулирование;
ЦТП – центральный тепловой пункт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Введ. Взамен СТО 4.2-07-2012; дата введ. 9.01.2014. Красноярск: ИПК СФУ, 2014 - 60с.

2 Теплоснабжение района города: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: для бакалавров всех видов обучения по направлению подготовки - 270800.62 «Строительство», для профиля подготовки 270800.62.00.05 - «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ Ю.Л. Липовка, А.В. Целищев.- Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 32 с. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

3 СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. В дополнение к СНиП 2.04.07 – 86*. Введ. 14.01.1997.-М.: ГУП ЦПП, 1997. - 79с.

4 Каталог оборудования 1999-2000г. Красноярск: ВПО «Промоборудование», 2001. - 40с.

5 Строительные конструкции тепловых сетей: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: для бакалавров всех видов обучения по направлению подготовки - 270800.62 «Строительство», для профиля подготовки 270800.62.00.05 - «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ А.В. Целищев.- Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 36 с. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

6 СНиП 41.03.2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Введ. 01.01.03. - М.:ФГУП ЦПП, 2003. - 32с.

7 Липовка, Ю.Л. Горячее водоснабжение: методические указания к курсовой работе / А.В. Целищев, И.В. Мисютина - Красноярск: БИК СФУ, 2011. - 36с.

8 СНиП 41-02-2003 Тепловые сети. Введ. Взамен СНиП 2.04.07-86*. Введ. 01.09.03. –М.: Госстрой России, 2004. - 48с.

9 Целищев А.В. Подбор оборудования и строительных конструкций для наружных сетей централизованного теплоснабжения: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: для бакалавров всех видов обучения по направлению подготовки – 08.03.01 «Строительство», для профиля подготовки 08.03.01.05 - «Теплогазоснабжение и вентиляция» / А.В. Целищев, И.В. Мисютина.- Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. – 32 с.

Таблица - Спецификация

Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов. Завод-изготовитель (для импортного оборудования – страна, фирма)	Тип, марка оборудования. Обозначение документа и номер опросного листа	Единица измерения		Код завода изготовителя	Код оборудования, материала	Количество	Масса единицы оборудования, кг
			Наименование	Код				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<u>Тепловые сети:</u>							
	Труба ст.эл. сварная Ø 45x2,5	ГОСТ 10704-91	м	0,06			-	2,62
	Труба ст.эл. сварная Ø 273x7,0	ГОСТ 10704-91	м	0,06			-	45,92
	Труба ст.эл. сварная Ø 219x6,0	ГОСТ 10704-91	м	0,06			345	31,52
	Труба ст.эл. сварная Ø 159x4,5	ГОСТ 10704-91	м	0,06			160	17,15
	Труба ст.эл. сварная Ø 133x4,5	ГОСТ 10704-91	м	0,06			735	14,26
	Труба ст.эл. сварная Ø 108x4,0	ГОСТ 10704-91	м	0,06			170	10,26
	Труба ст.эл. сварная Ø 89x3,5	ГОСТ 10704-91	м	0,06			--	7,38
	Труба ст.эл. сварная Ø 76x3,0	ГОСТ 10704-91	м	0,06			-	5,4
	Труба ст.эл. сварная Ø 57x3,0	ГОСТ 10704-91	м	0,06			-	4,0
	Компенсатор из эл.сварных трубØ159x4,5;H=3м	ГОСТ 10704-91	шт	796			2	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Компенсатор из эл.сварных труб Ø 133x4,5;H=2м	ГОСТ 10704-91	шт	796			2	
	Компенсатор из эл.сварных труб Ø219x3,5	ГОСТ 10704-91	шт	796			2	
	Компенсатор из эл.сварных труб Ø108x4,0	ГОСТ 10704-91	шт	796			2	
	Компенсатор из эл.сварных труб Ø76x3; H=3м	ГОСТ 10704-91	шт	796			-	
	Кран шаровой стальной P _y 16 d _y 125	DZT	шт	796			8	26,7
	Кран шаровой стальной P _y 16 d _y 65	DZT	шт	796			-	13,4
	Кран шаровой стальной P _y 16 d _y 40	DZT	шт	796			-	6,7
	Кран шаровой стальной P _y 16 d _y 80	DZT	шт	796			-	15
	Кран шаровой стальной P _y 16 d _y 100	DZT	шт	796			4	19,4
	Кран шаровой стальной P _y 16 d _y 50	DZT	шт	796			-	8,95
	Задвижка стальная P _y 16 d _y 200	ЗКЛ2-16	шт	796			-	140
	Клапан запорный стальной для спуска воды P _y 16 d _y 80	15с22нж	шт	796			2	36
	Клапан запорный стальной для спуска воды P _y 16 d _y 50	15с22нж	шт	796			2	18,6
	Клапан запорный стальной для спуска воды P _y 16 d _y 40	15с22нж	шт	796			6	15
	Клапан запорный стальной для спуска воды P _y 16 d _y 25	15с27нж 1	шт	796			-	13
	Клапан запорный для выпуска воздуха P _y 16 d _y 25	15с27нж 1	шт	796			2	10
	Клапан запорный для выпуска воздуха P _y 16 d _y 20	15с27нж 1	шт	796			4	10
	Балка неподвижной опоры-швеллер №20, l= 1500мм	ГОСТ 8240-72	шт	796			3	27,6

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Балка неподвижной опоры-2 швеллера №20, l= 1500мм	ГОСТ 8240-72	шт	796			-	50
	Балка неподвижной опоры-швеллер №18, l = 1200мм	ГОСТ 8240-72	шт	796			6	55,2
	Балка неподвижной опоры-швеллер №10, l = 800мм	ГОСТ 8240-72	шт	796			5	19,56
	Балка неподвижной опоры-швеллер №8, l = 800мм	ГОСТ 8240-72	шт	796			5	6,87
	Неподвижная опора 250 Т 4.06	С.4.903.10В4	шт	796			-	11,28
	Неподвижная опора 200 Т 3.11	С.4.903.10В4	шт	796			6	1,447
	Неподвижная опора 150 Т 3.09	С.4.903.10В4	шт	796			2	1,3
	Неподвижная опора 125 Т 3.08	С.4.903.10В4	шт	796			8	1,24
	Неподвижная опора 100 Т 3.07	С.4.903.10В4	шт	796			2	1,1
	Скользящая опора 150 Т 13.10	С.4.903.10.В5	шт	796			44	5,23
	Скользящая опора 200 Т 13.16	С.4.903.10.В5	шт	796			93	5,5
	Скользящая опора 125 Т 13.10	С.4.903.10.В5	шт	796			202	2,25
	Скользящая опора 100 Т 13.10	С.4.903.10.В5	шт	796			47	2,25
	Скользящая опора 80 Т 13.07	С.4.903.10.В5	шт	796			-	1,1
	Скользящая опора 70 Т 13.04	С.4.903.10.В5	шт	796			-	0,89
	Скользящая опора 50 Т 13.04 /40 Т 13.01	С.4.903.10.В5	шт	796			-/-	0,89/0,7
	Антикорроз. Покрытие БТ № 177 по грунтовке ГФ 21	ГОСТ5031-76*	М ²	055			691,9	
	Теплоизоляция: скорлупы из пенополи-уритана l = 1000мм, δ = 40мм, ρ = 60 кг/м ³	ТУ 568-003-11725389-2000	М ³	113			39,8	
	Покровной слой: рулонный стеклопластик РСТ	ТУ-6-11-145-80	М ²	055			1033,8	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
t ⁰	Бобышка	Зкч-1-87у7	шт	796			6	
	Оправа защитная под термометр	ГОСТ-3029-75	шт	796			6	
	Технический стеклянный термометр 0-130 С°	ГОСТ2823-73*	шт	796			6	
	Закладная	Зкч-46-76	шт	796			6	
	Отборное устройство 16-225П	ТУ 36-1258-76	шт	796			6	
	Манометр 170-16	МПЧ-У	шт	796			6	
	<u>Строительные конструкции:</u>							
	Лоток основной ЛК 300.120.90	С.3.006.1-8	шт	796			52	1980
	Лоток основной ЛК 300.120.60	С.3.006.1-8	шт	796			23	1550
	Лоток основной ЛК 300.90.60.	С.3.006.1-8	шт	796			138	1130
	Лоток основной ЛК 300.90.45	С.3.006.1-8	шт	796			-	900
	Лоток доборный ЛК 75.120.90	С.3.006.1-8	шт	796			4	500
	Лоток доборный ЛК 75.120.60	С.3.006.1	шт	796			2	400
	Лоток доборный ЛК75.90.60.	С.3.006.1	шт	796			13	280

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Плита перекрытия основная ПТ300.120.12 /ПТ300.90.10	С.3.006.1-8	шт	796			85 /138	1050/6 60
	Плита перекрытия доборная ПТ 75.120.12	С.3.006.1-8	шт	796			6	260
	Плита перекрытия доборная ПТ75.90.10 /ПТ75.60.8	С.3.006.1-8	шт	796			13/-	120/85
	Опорная подушка ОП 2 ОП 3	С.3.006.1-8	шт	796			248 80	13 40
	<u>Компенсаторные ниши, углы поворота:</u>							
	Лоток доборный ЛК300.120.90 /ЛК75.90.60	с.3.006.1-8	шт.	796			3/12	1980/2 80
	Лоток доборный ЛК75.120.60	с.3.006.1-8	шт.	796			9	500
	Плита перекрытия доборная ПТ300.120.12/ПТ75.90.10	с.3.006.1-8	шт.	796			3/12	1050/1 20
	Плита перекрытия доборная ПТ75.120.12/ПТ75.60.8	с.3.006.1-8	шт.	796			9/-	260/85
	Плита днища угловая ПДУ 140.150.12	С.3.006.1-8	шт	796			9	500
	Плита днища угловая ПДУ 110.120.12/ПДУ 80.90.8	С.3.006.1-8	шт	796			13/-	390/18 0
	Плита перекрытия угловая ПТУ 210.120.12	С.3.006.1-8	шт	796			9	130
	Плита перекрытия угловая ПТУ180.90.10/ПТУ 100.60.8	С.3.006.1-8	шт	796			13/-	100/70
	Опорная подушка ОП 3	С.3.006.1-8	шт	796			13	40
	Опорная подушка ОП 2	С.3.006.1-8	шт	796			45	13

Продолжение таблицы

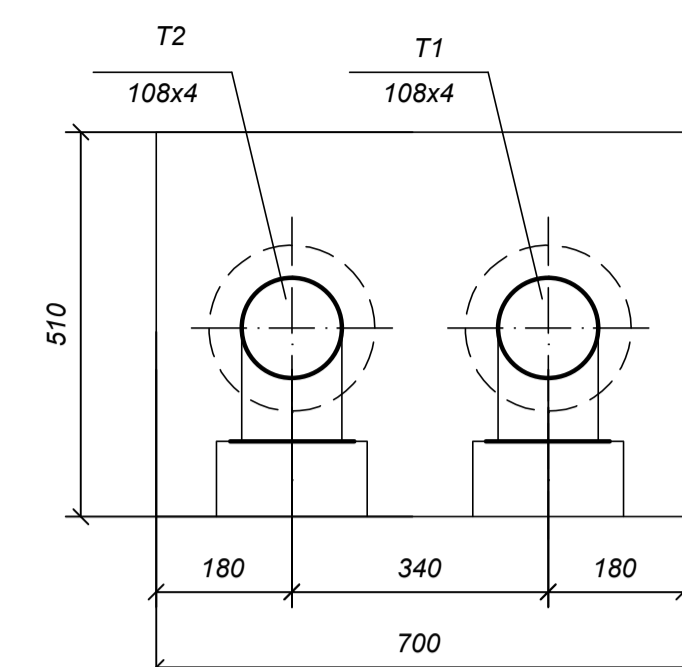
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Кирпичная кладка из кирпича М 100 на р-ре М50	С.3.006.1-8	М ³	113			7,35	
	<u>Неподвижные опоры:</u>							
	Бетон В 15 Монолитные вставки		М ³	113			2,4	
	Бетон В 7.5 Подготовка, h = 100мм		М ³	113			0,22	
	Плита перекрытия доборная ПТ 75.120.12	С.3.006.1-8	шт	796			4	260
	Плита перекрытия доборная ПТ 75.90.10 /ПТ 75.60.8	С.3.006.1-8	шт	796			5/-	120/85
	<u>Тепловые камеры (2 тип 4; 1 х тип 2)</u>							
	Блок ФБС 12.4.6-Т Стены камер	ГОСТ 13579-78	м ³	113			31,5	640
	Бетон В 15 Местные заделки		м ³	113			2,2	
	Битум за 2раза Гидроизоляция камер		м ²	055			81	
	Бетон В 15 Отмоска люков		м ³	113			1,8	
	Кольцо стеновое КС 7.3	С.3.900.1-14	шт	796			6	130
	Кольцо опорное КО 6	С.3.900.1-14	шт	796			6	50

Окончание таблицы

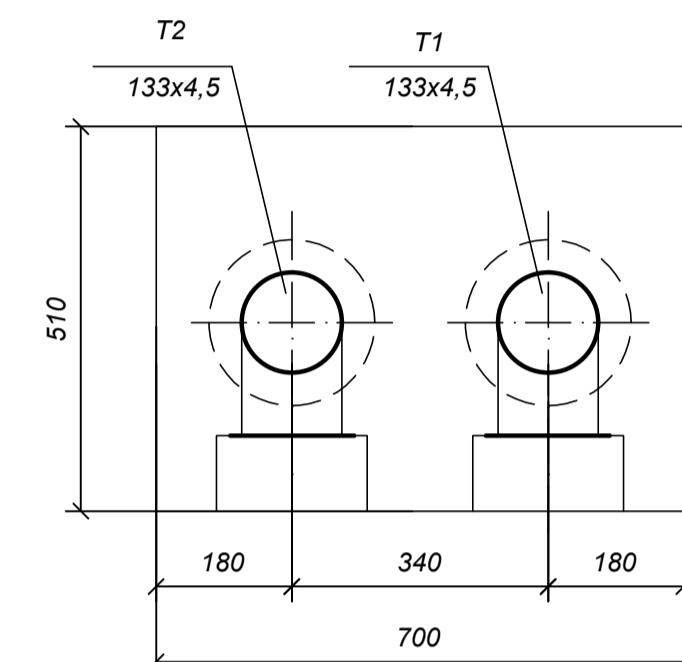
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Бетон В 15. Днище камеры h =200мм		м ³	113			2,97	
	Бетон В 7.5. Подготовка h =100мм		м ³	113			2,75	
	Ст Ø16 А1. Скобы ходовые		шт	796			84	2,1
	Плита перекрытия камеры ПТО 150.150.12	С.3.006.1-8	шт	796			6	520
	Плита перекрытия камеры ПТО 150.180.14	С.3.006.1-8	шт	796			-	800
	Плита перекрытия доборная ПТ 75.150.12.	С.3.006.1-8	шт	796			8	330
	Плита перекрытия доборная ПТ 75.180.14	С.3.006.1-8	шт	796			-	450
	Балка Б 4	С.3.006.1-8	шт	796			2	500
	<u>Дренажные колодцы (Д1,Д2) :</u>							
	Плита днища ПН20	С.3.006.1-8	шт	796			2	1480
	Плита перекрытия 1ПП 20-1	С.3.006.1-8	шт	796			2	1380
	Кольцо стеновое КС 20.9	С.3.006.1-8	шт	796			6	1480
	Кольцо опорное К06	С.3.900.1-14	шт	796			2	50
	Кольцо стеновое КС 7.3	С.3.900.1-14	шт	796			6	130
	Люк типа Л	ГОСТ 3634-89	шт				2	152
	Бетон В 15. Отмостка люков		м ³	113			0,3	
	Гидролизация каналов Битумом за 2 раза		м ²				1350	

Сечения

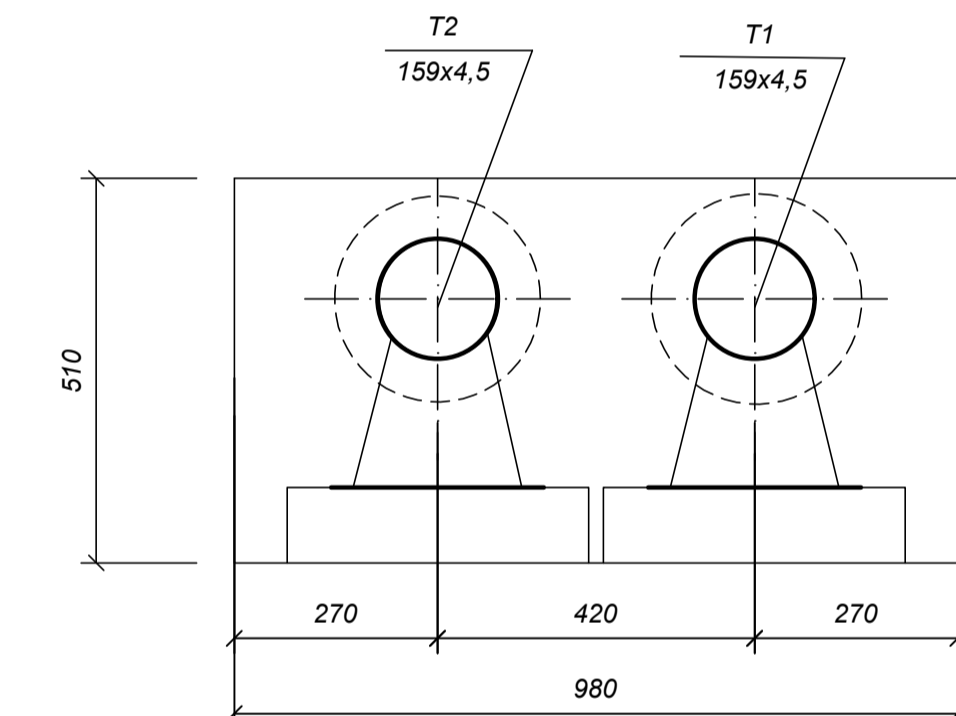
4 - 4



3 - 3



2 - 2



1 - 1

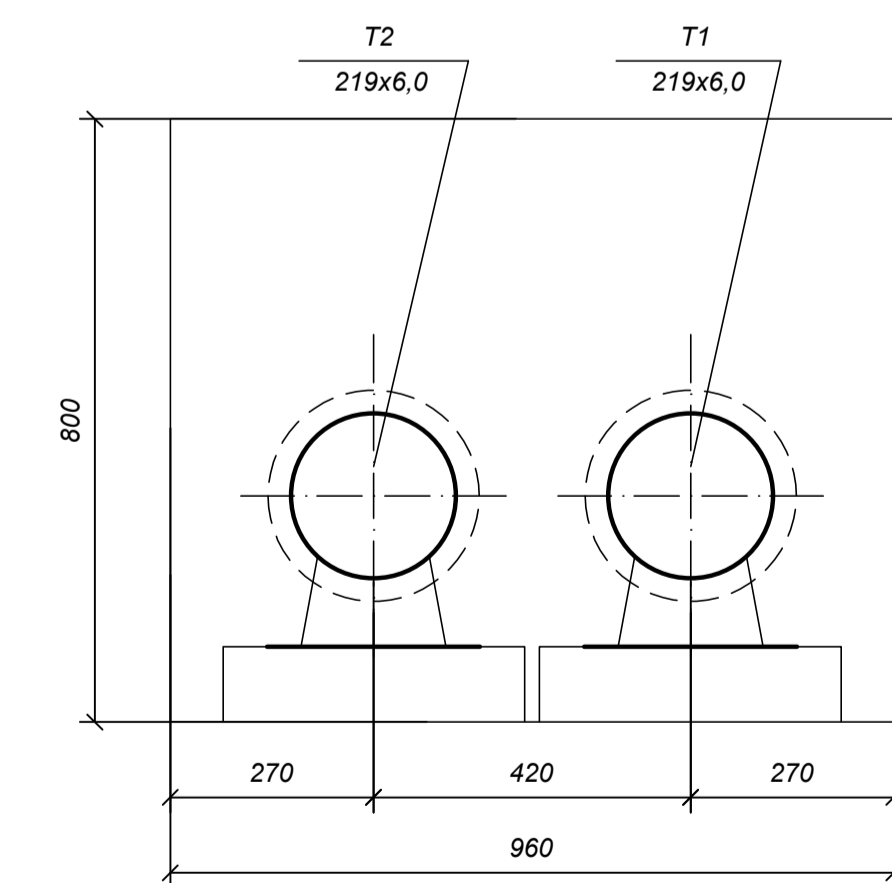
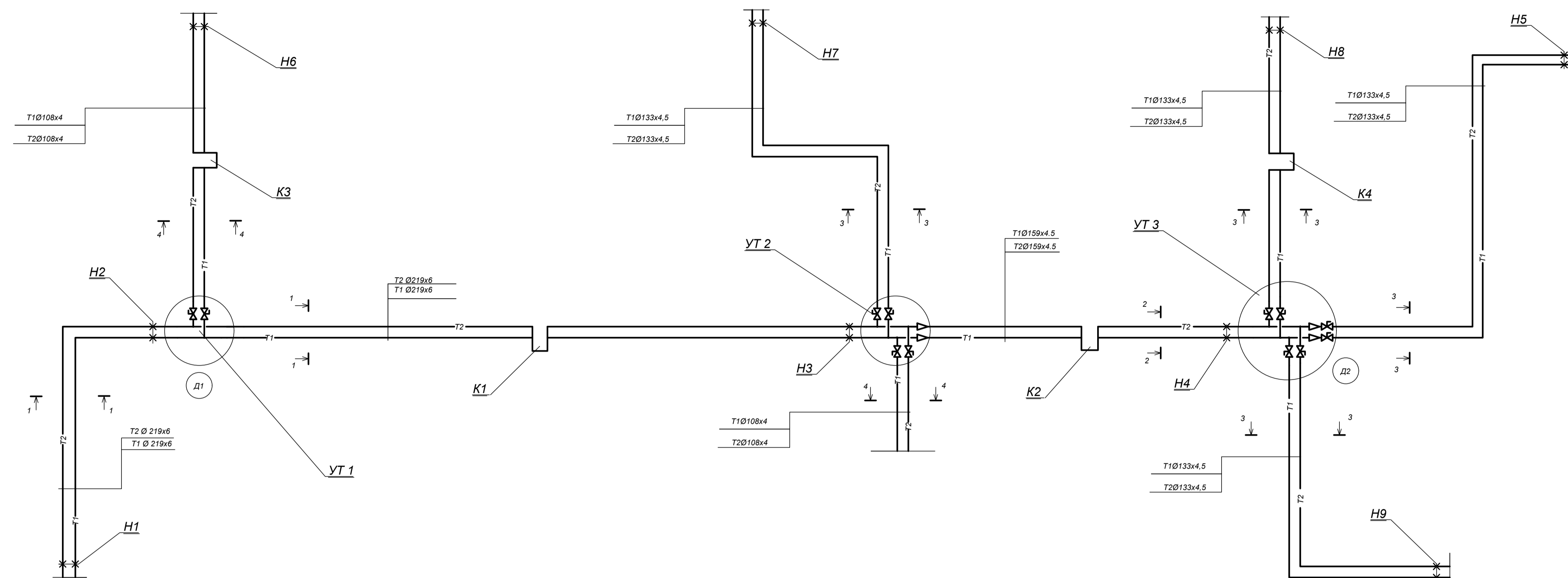
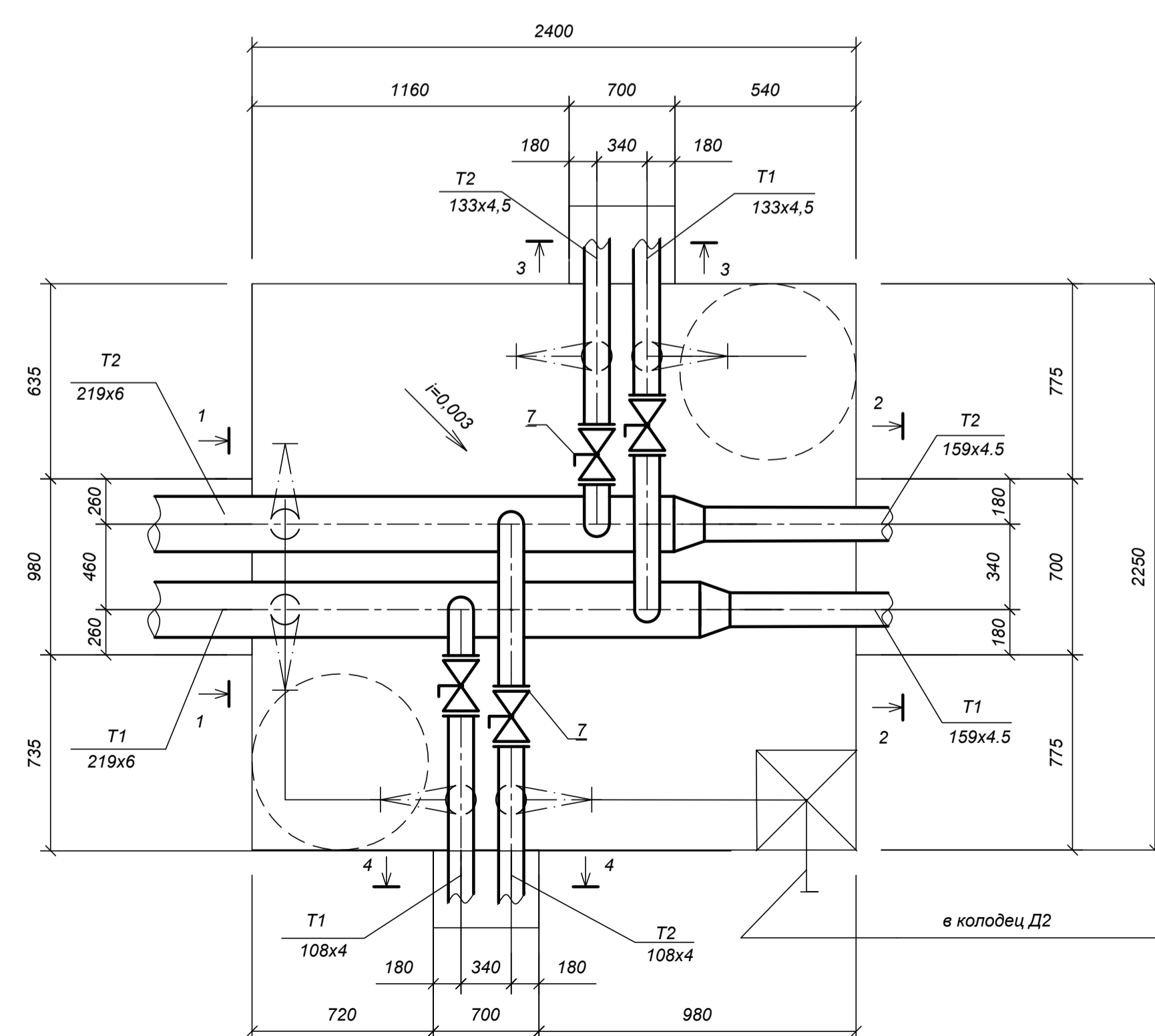


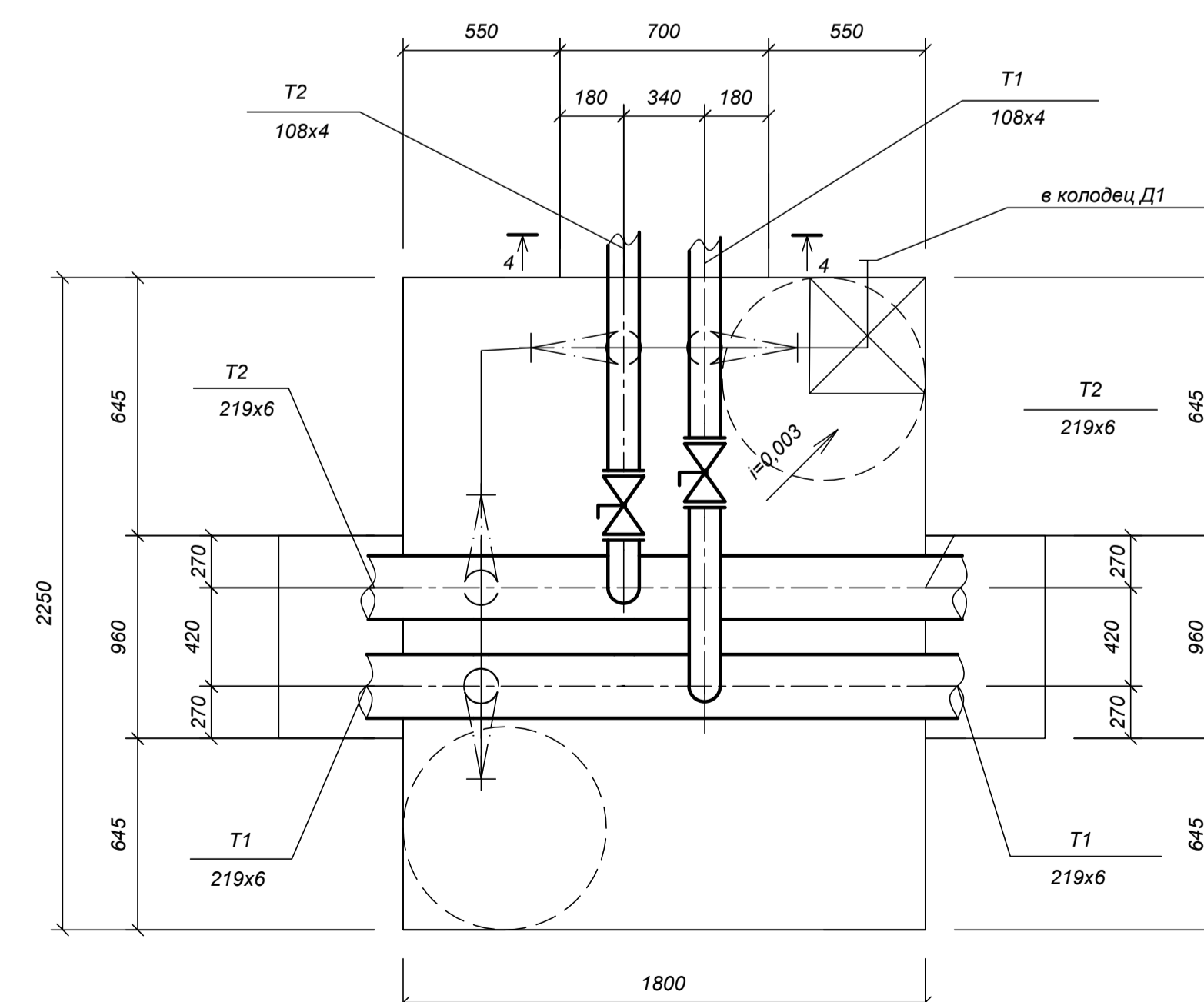
Схема сетей



УТ 2 (тип 4)

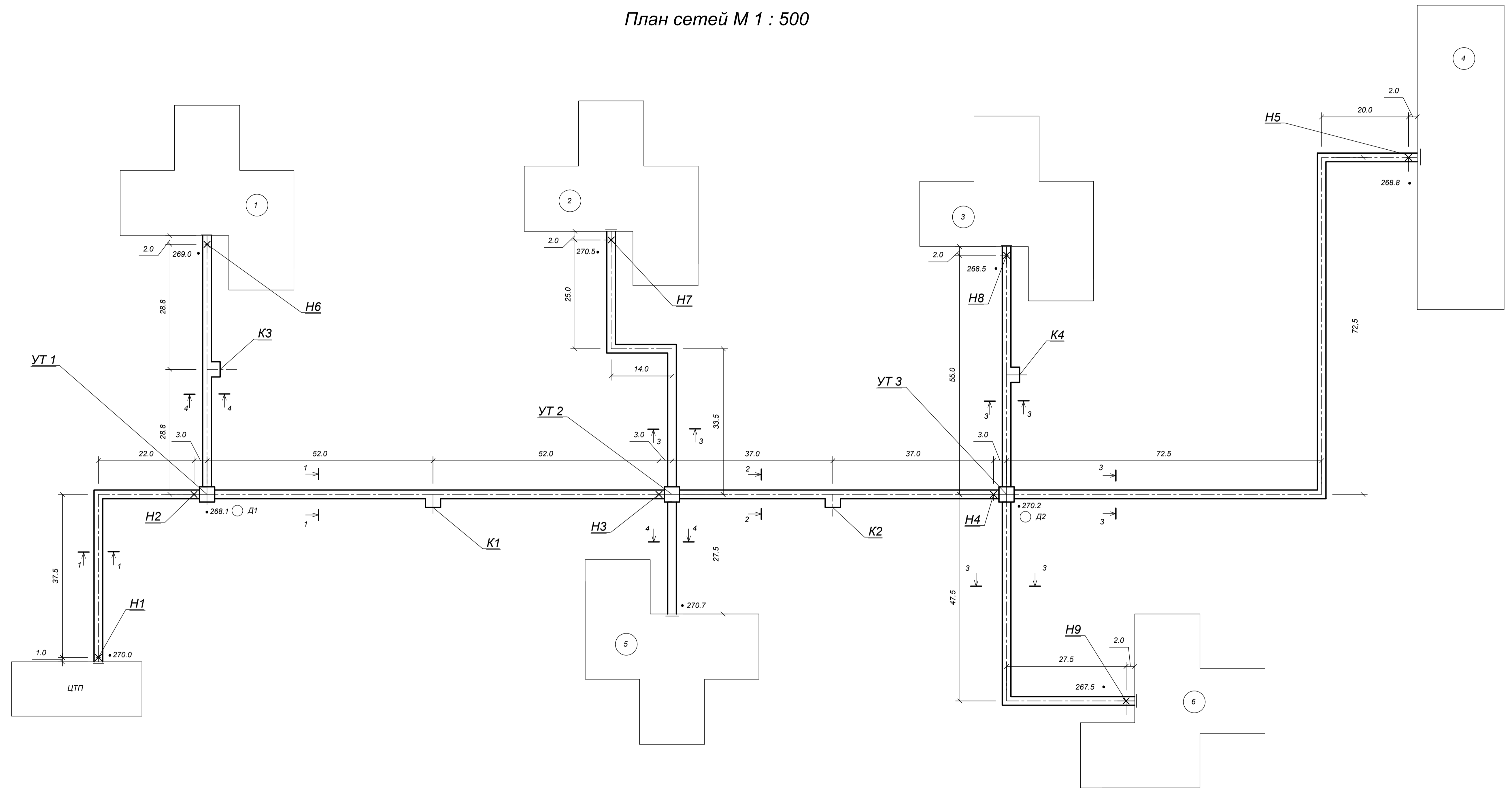


УТ 1 (тип 2)



БР - 08.03.01.00.05 2019 -ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Шурупов	Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске	Стадия	Лист
Консул.			У	2
Руков.	Целищев	Схема сетей. Разрезы. Узлы трубопроводов УТ 1; УТ 2	Листов	
Н. контр.			5	
Зав. каф.	Матюшенко		Каф. ИСЗиС	

План сетей М 1 : 500



Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
с. 4.904-66 В.1	Прокладка трубопроводов тепловых сетей в непроходных каналах	
с. 4.903-10 В-1	Детали трубопровода	
с. 4.903-10 В-2	Дренажные узлы	
с. 4.903-10 В-3	Контрольно- измерительные приборы	
с. 4.903-10 В-4	Опоры трубопроводов неподвижные	
с. 4.903-10 В-5	Опоры трубопроводов подвижные	
с. 3.006.1-8 В-01	Каналы сборные железобетонные из лотковых элементов	
с. 3.006.1-8 В 0-2	Узлы трасс. Углы поворота. Ниши. Перекрытия камер.	
с. 3.900.1-14 В1	Дренажные колодцы	
с. 3.903-5/73 В1	Теплоизоляция	
с. 5.903-13 В5	Грязевики	
с. 4.903-10 В-7	Гидроизоляция вводов трасс	

Общие указания

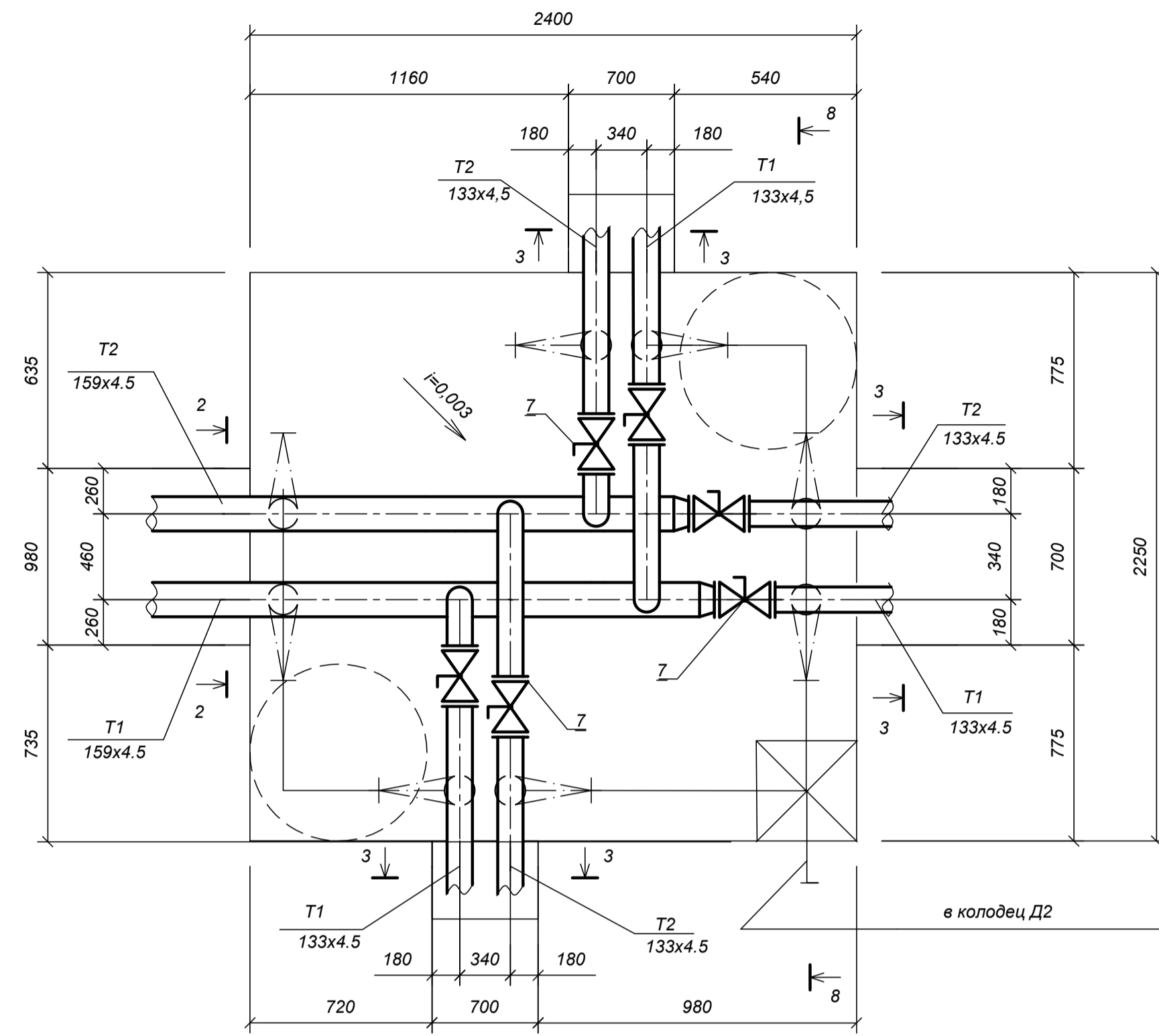
- Проект тепловых сетей выполнен в соответствии с заданием на дипломное проектирование.
- Теплоноситель- перегретая вода с параметрами 130-70°С. Тип прокладки сетей- подземная, в непроходных каналах, двухтрубная. Рабочее давление в подающем трубопроводе 0,75МПа, в обратном 0,45 МПа.
- Система теплоснабжения открытая с установкой единого подогревателя отопления в ЦТП для независимого присоединения сетей микрорайона к тепломагистрали от ТЭЦ.
- Монтаж трубопроводов из электросварных труб ГОСТ 10704-91, производить в соответствии со СНиП 3.05.03-85. Монтаж конструкций каналов производить в соответствии с требованиями серии 3.006.1-В.87 в 0,5.
- Компенсация температурных удлинений осуществляется за счет углов поворота и П-образных компенсаторов.
- Камеры для УТ из фундаментных блоков с перекрытием из бетонных плит.
- В УТ2 установить воздушники; в УТ 1,3- спуски для слива воды из теплотрассы в дренажные колодцы. Из дренажных колодцев вода удаляется передвижными насосами в ближайшую канализацию или люкесток.
- Для защиты наружной поверхности труб от коррозии, трубопроводы и арматуру покрыть антикоррозионным составом БТ № 177 в два слоя по арматурке ГФ 21.
- Теплоизоляцию трубопроводов выполнить из пенополиуретана. Покровной слой- рулонный стеклопластик РСТ.
- В местах примыкания каналов к тепловым камерам и на углах трассы установить деформационные швы.
- Вводы трубопроводов в здание выполнить с водонепроницаемыми перегородками.
- Для гидроизоляции наружные поверхности каналов и камер покрыть за два раза битумом.
- После монтажа трубопроводы подвергнуть гидравлическому испытанию давлением 1,25 рабочего, подающий трубопровод- давлением 1,6 МПа.

Тепловые нагрузки

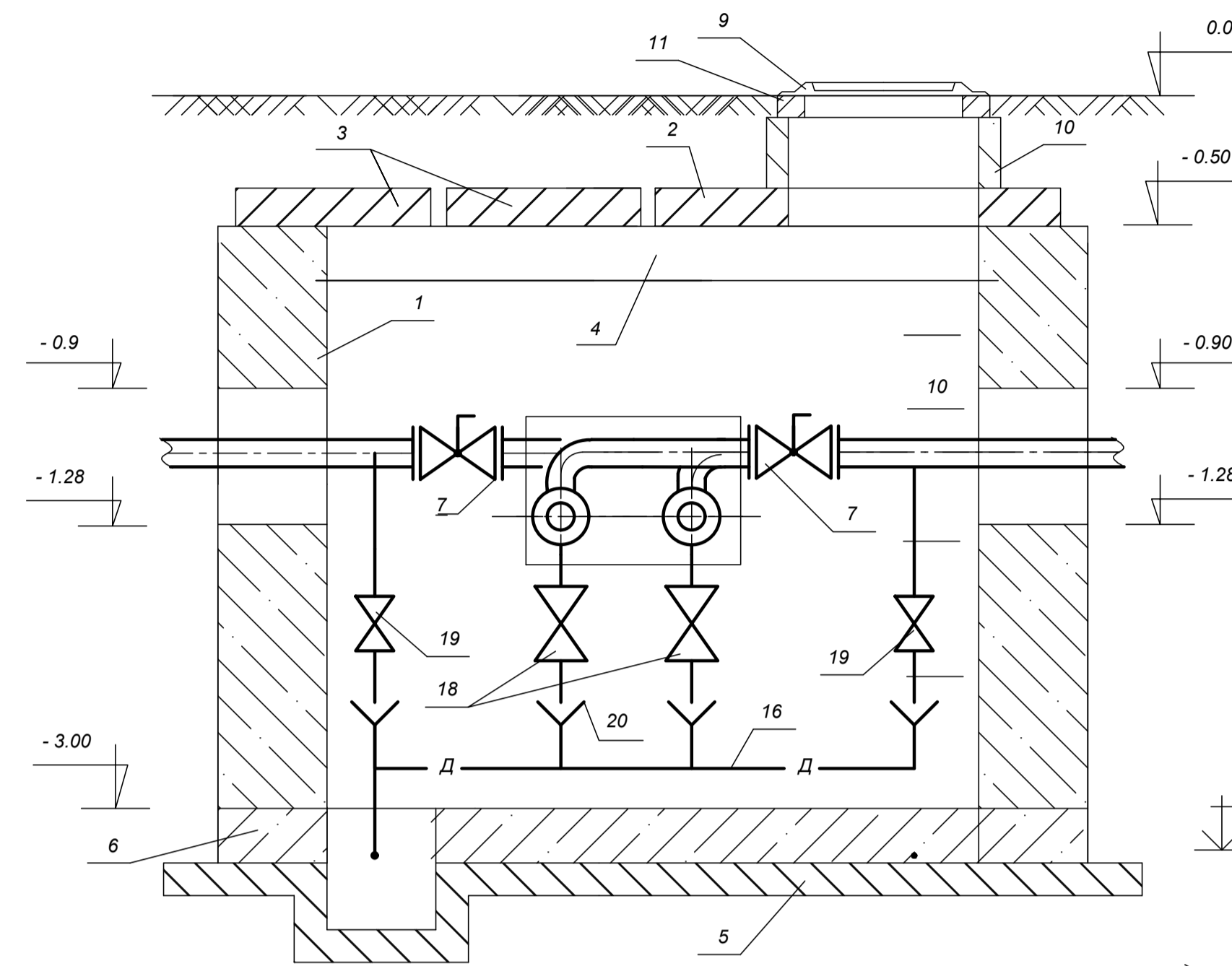
Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		отопле-ние	вентиля-ция	ГВС	всего
1	14 эт. 250 кв. жилой дом саптекой	1,35	0,05	1,6	3,0
2	14 эт. 250 кв. жилой дом обанком	1,33	0,05	1,5	2,88
3	14 эт. 250 кв. жилой дом с магазином	1,35	0,1	1,5	2,95
4	12 эт. 270 кв. жилой дом	1,48	-	1,65	3,13
5	14 эт. 250 кв. жилой дом с кафетерием	1,33	0,1	1,55	2,98
6	14 эт. 250 кв. жилой дом с магазином	1,33	0,1	1,5	2,95
Итого:		8,19	0,4	9,3	17,89

БР - 08.03.01.00.05 2019 -ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Шурупов	Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске		Стадия Лист Листов
Консуп.		У	1	5
Руков.	Целищев	План сетей. Общие данные		Каф. ИСЗиС
Н. контр.				
Зав. каф.	Матюшенко			

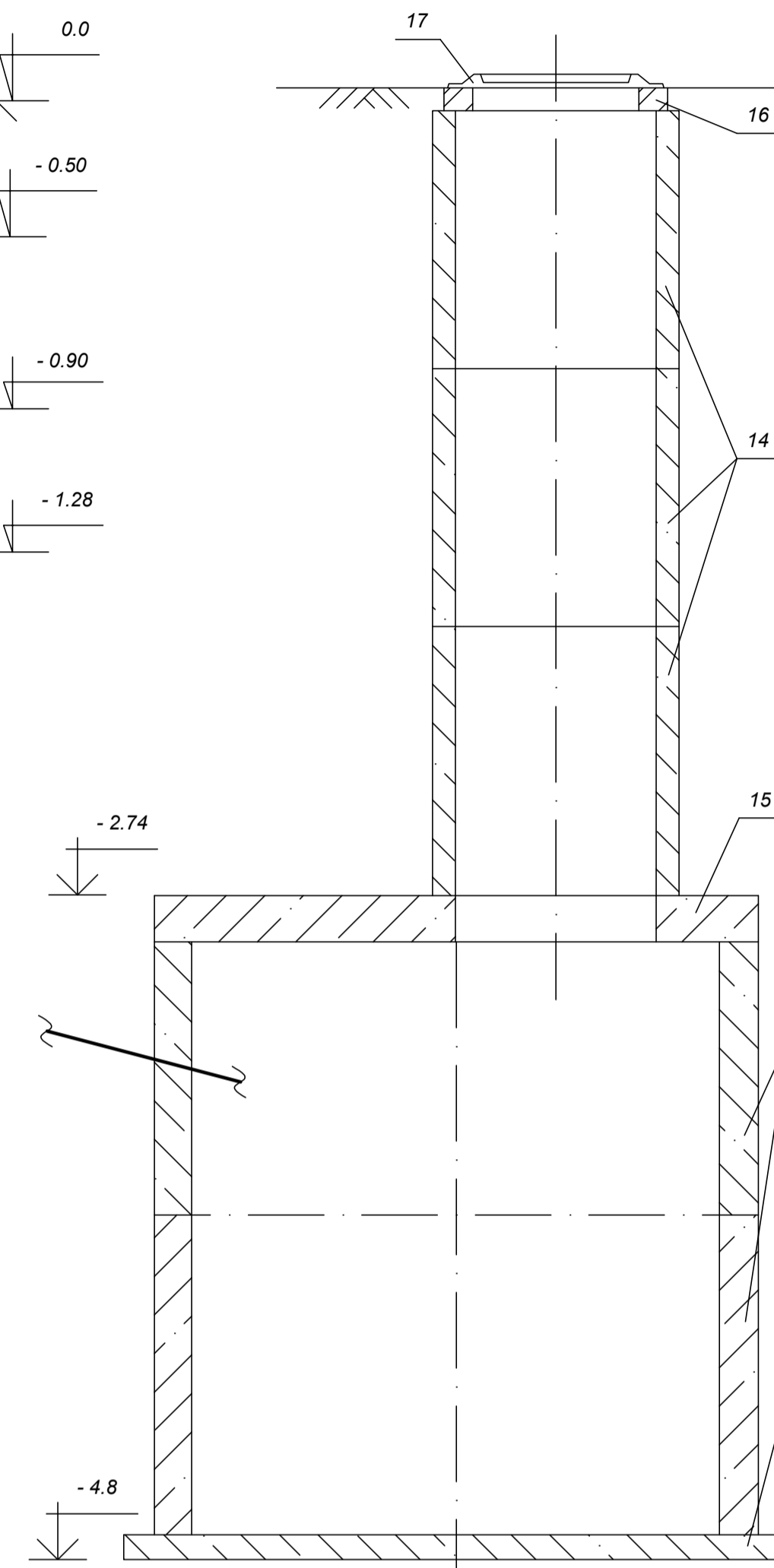
УТ 3 (тип 4)



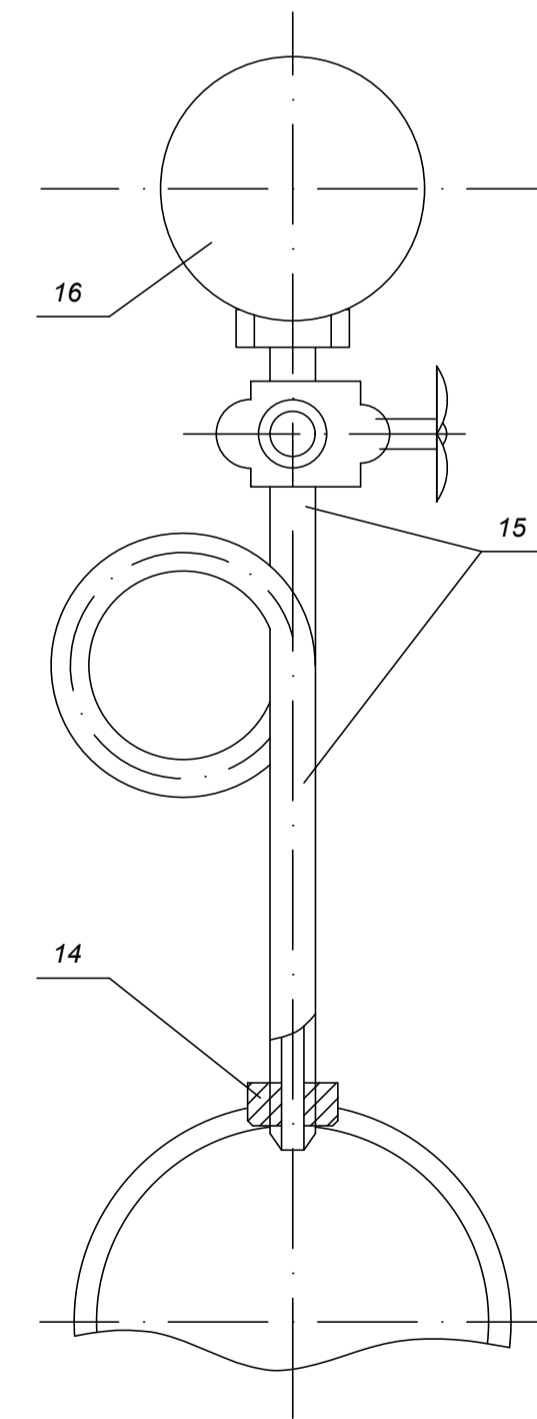
8 - 8



Колодец Д2

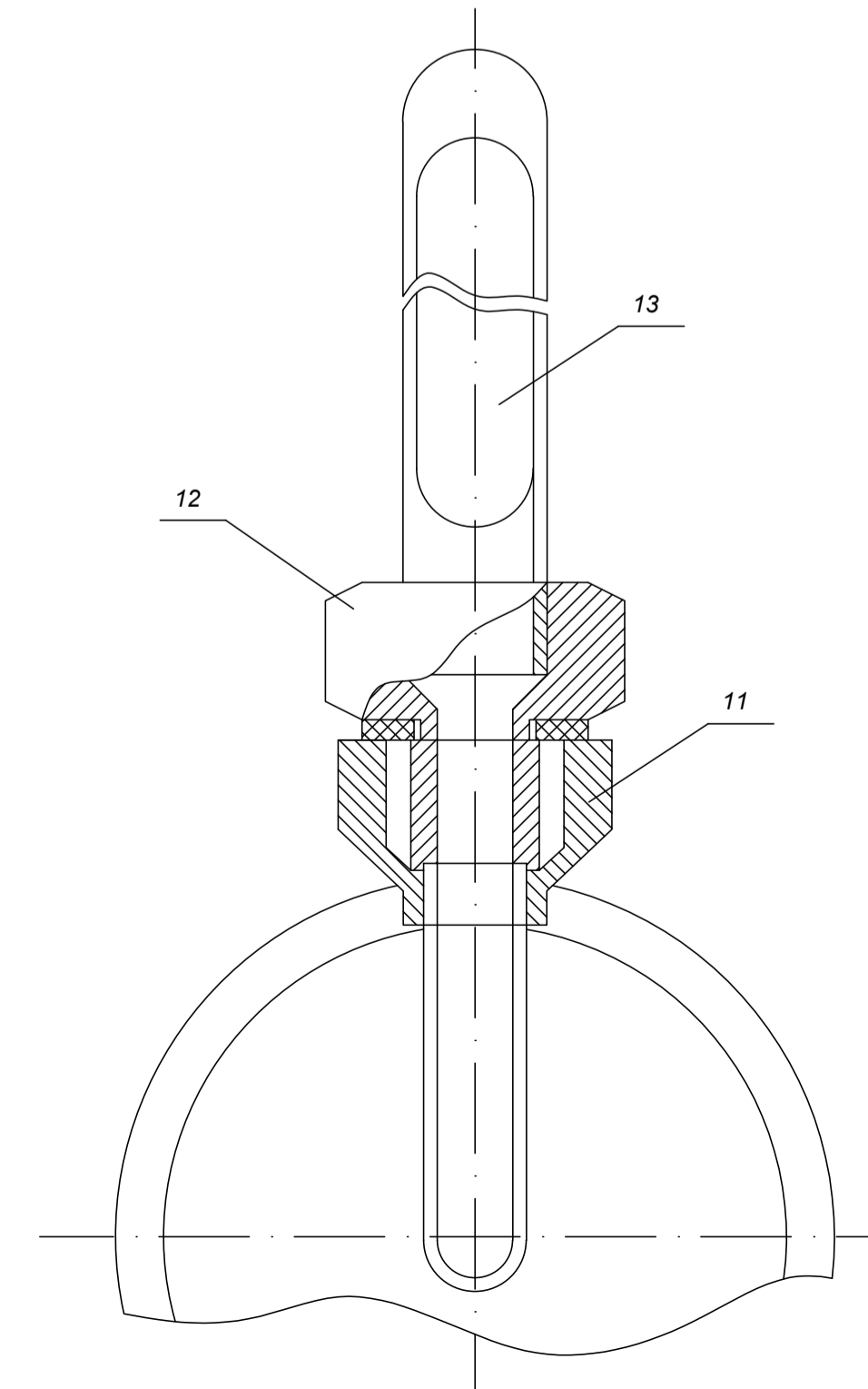


Установка манометра

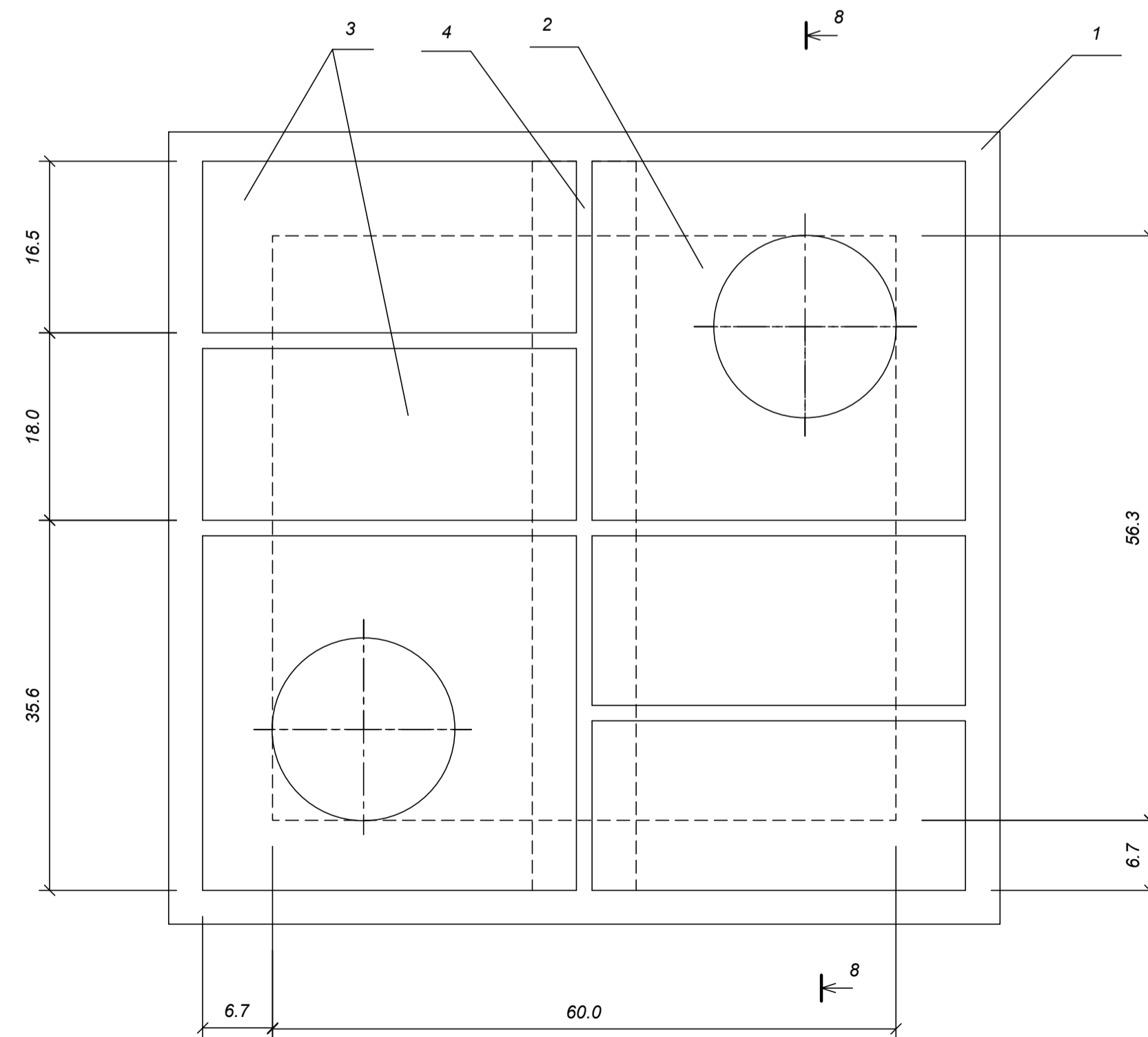


Отборное устройство: успокоительная трубка Перкинса; трехходовой манометрический кран.

Установка термометра



План перекрытия камеры УТ 2 (тип 4)



Спецификация на УТ 3

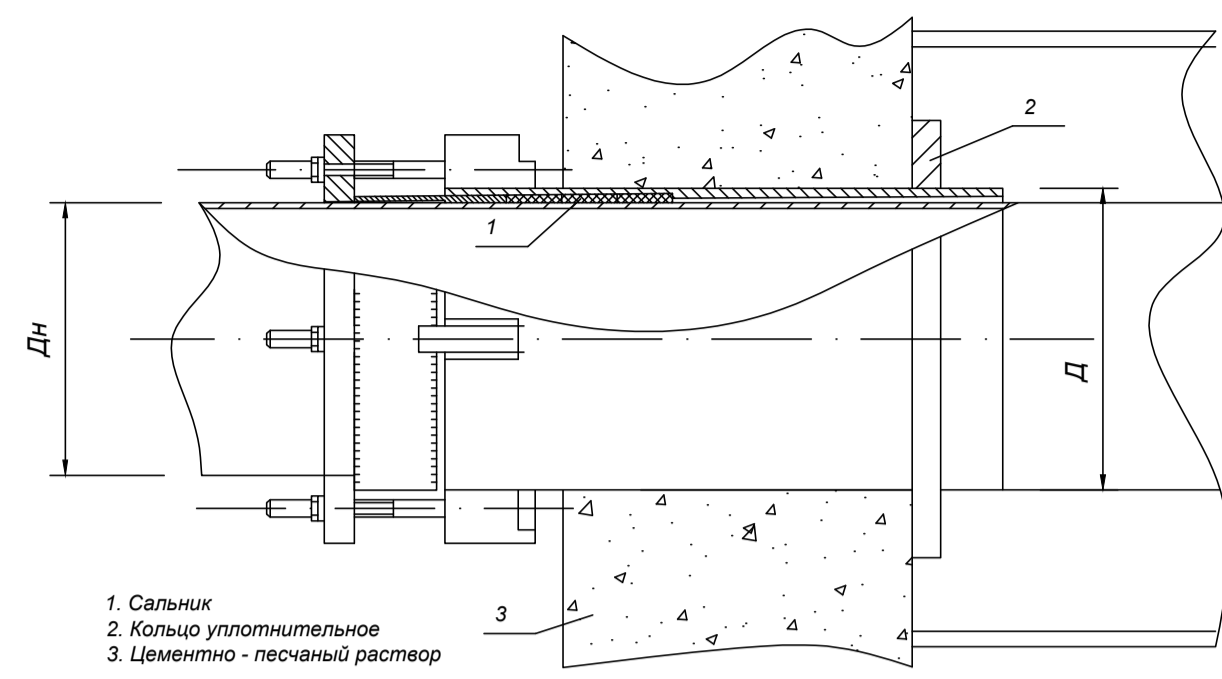
Марка	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. ед. кг	Примечание
	159x4.5 ГОСТ 10704-91	1. Труба стальная электросварная d _н 150, м	5	17,15	
	108x4	2. То же d _н 100, м	-	7,4	
	133x4,5	3. ———— d _н 125, м	6	14,4	
	57x3	4. ———— d _н 50, м	-	4	
	57x3 ГОСТ 3262-75*	5. Труба стальная оцинкованная d _н 50, м	-	4	
	38x2,5	6. То же d _н 32, м	-	2,2	
	D2T	7. Кран стальной шаровой Р _н 16, d _н 125, шт	6	55	
		8. То же d _н 65, шт	-	8,95	КИП
		9. ———— d _н 100, шт	-	15	
	ГОСТ 17378-77	10. Переход стальной сварной 150x125, шт	2	1	КИП
t°	ЗКЧ-1-87 УСТ. 7	11. Бобышка, шт	2		КИП
	ГОСТ 3029-75	12. Опора защитная под термометр, шт	2		КИП
	ГОСТ 2823-73*	13. Технический стеклянный термометр, 0-160, шт	2		КИП
P	ЗКЧ-46-76	14. Закладная, шт	2		КИП
	16-225 П	15. Отборное устройство, шт	2		КИП
	ТУ 36.1258-76	16. Манометр 170-16, шт	2		КИП
	МПЧ-У				
Установка дренажа в узле УТ 3:					
	76x3 ГОСТ 10704-76	17. Дренажная труба, м	9	5,4	
	15с 22ж 1	18. Вентиль стальной запорный Р _н 16, d _н 50, шт	2		
		Р _н 16, d _н 40, шт	6	15	
		19. То же d _н 25, шт	-	13	
		20. Бачек для разрыва струи	8		
Строительные конструкции:					
	ГОСТ 13579-78	1. Блок фундаментный для стен камеры, шт	38	640	
	ФБС 12.4.6-Т	2. Плита перекрытия, шт	2	520	
	с.3.006.1-8 В.02 ПТО 150.150.14	3. Плита перекрытия добротная, шт	4	330	
		4. Балка, шт	1	500	
		с.3.900.1-14 КО 6	2	50	
		6. Кольцо стеновое, шт	2	380	
	ГОСТ 3634-89	7. Люк типа Л, шт	2	152	
	Бетон В15	8. Днище камеры h=200 мм, м ³	1,08		
	Бетон В7,5	9. Подготовка h=100, м ³	0,54		
	Ст. Ø16 А1	10. Скобы ходовые, шт	28	2,1	
	Бетон В15	11. Отмостка люков, м ³	0,6		
Дренажный колодец Д2:					
	с.3.900.1-14 ПН 20	12. Плита днища, шт	1	1480	
		13. Кольцо стеновое, шт	2	1480	
		14. То же, шт	3	380	
		15. Плита перекрытия, шт	1	1380	
		16. Кольцо опорное, шт	1	50	
	ГОСТ 3634-89	17. Люк типа Л, шт	1	152	
	Бетон В15	18. Отмостка люков, м ³	1		

БР - 08.03.01.00.05 2019 -ТС

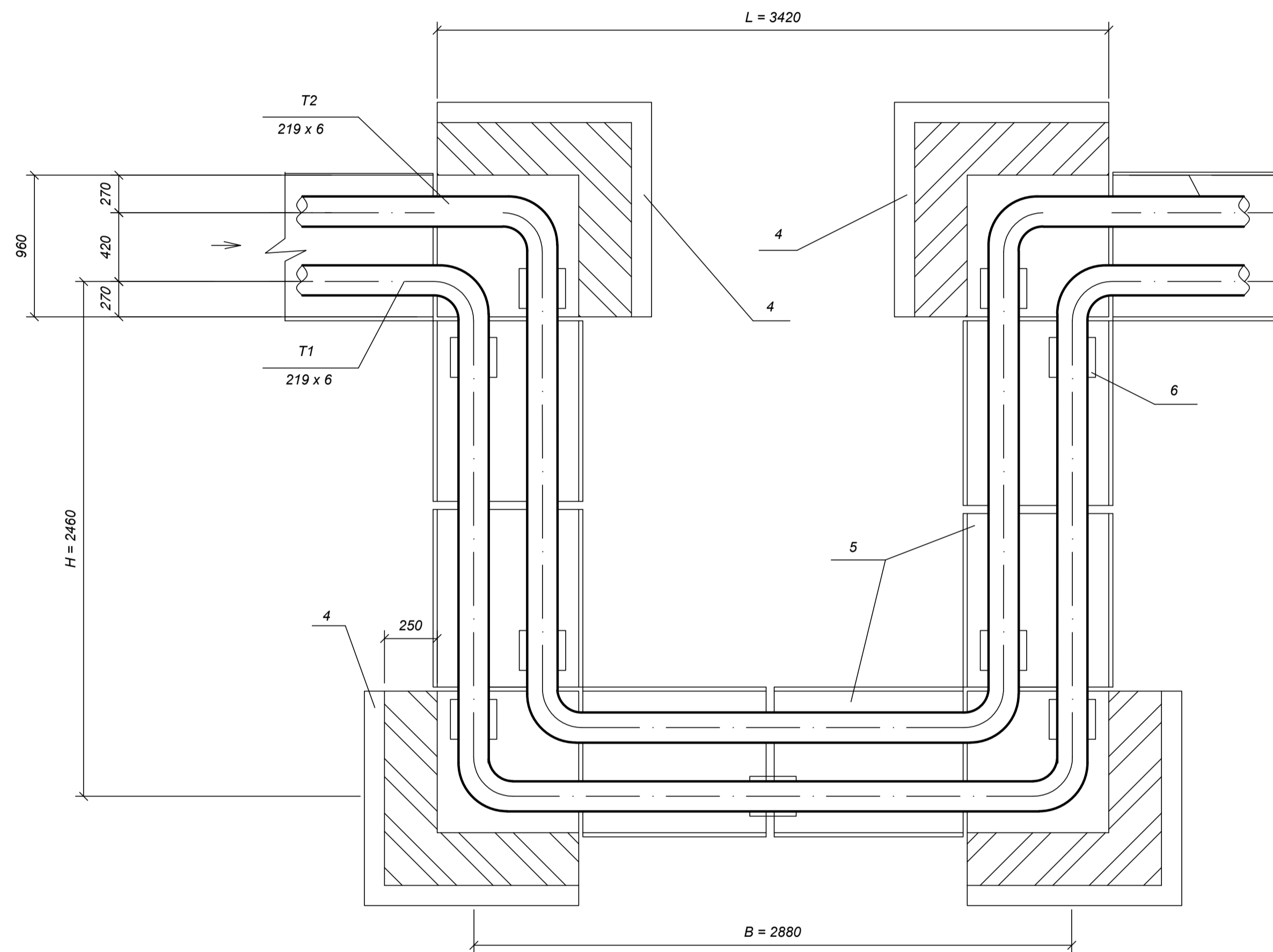
Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

Разраб.	Шурупов	Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске	Стандия	Лист	Листов
Консуп.	Целищев	Узел трубопроводов УТ3. Спецификация. КИП	У	5	9
Руков.					
Н. контр.					
Зав. каф.	Матюшенко				Каф. ИСЗиС

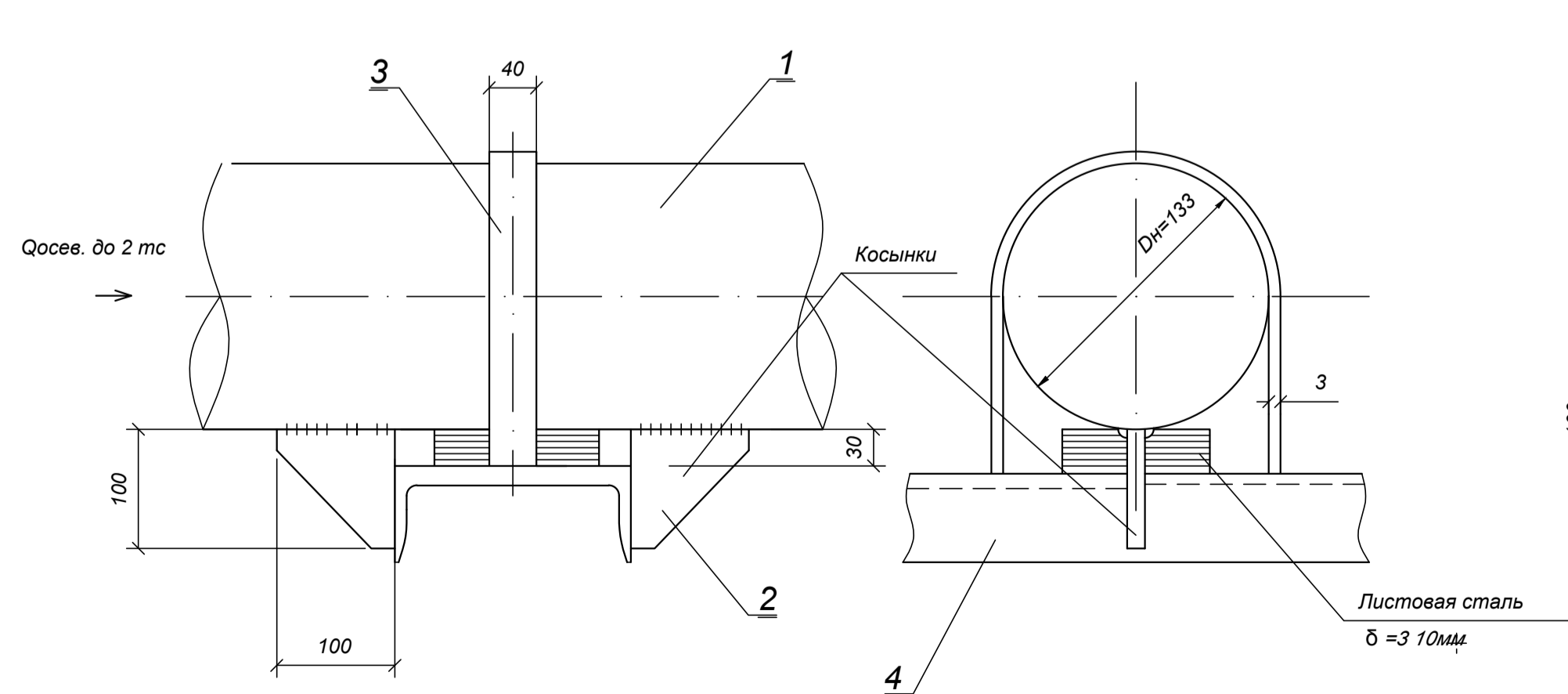
Водонепроницаемая перегородка ввода теплосети в здание при \varnothing труб 100 мм и более (9а)



Компенсаторная ниша К 1

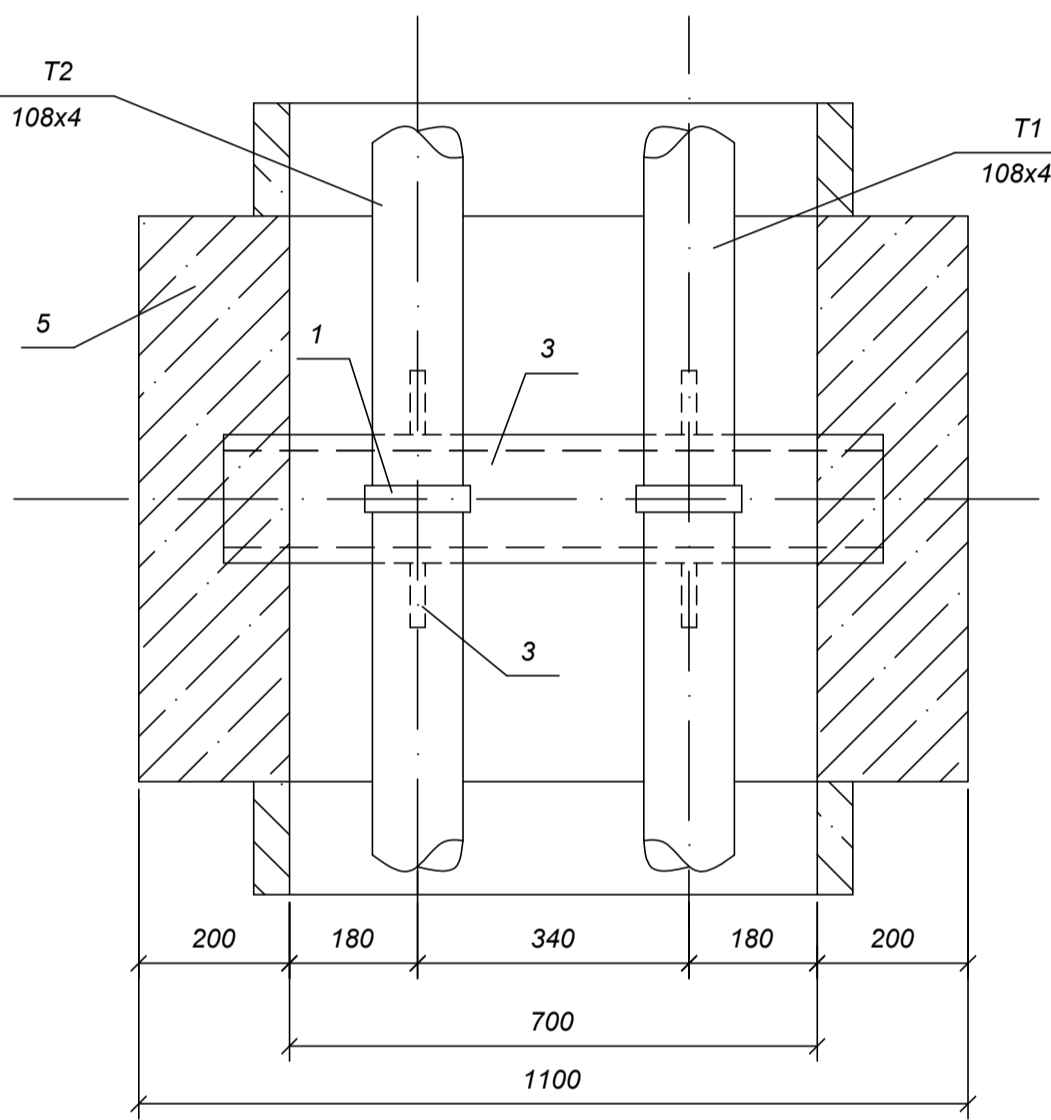
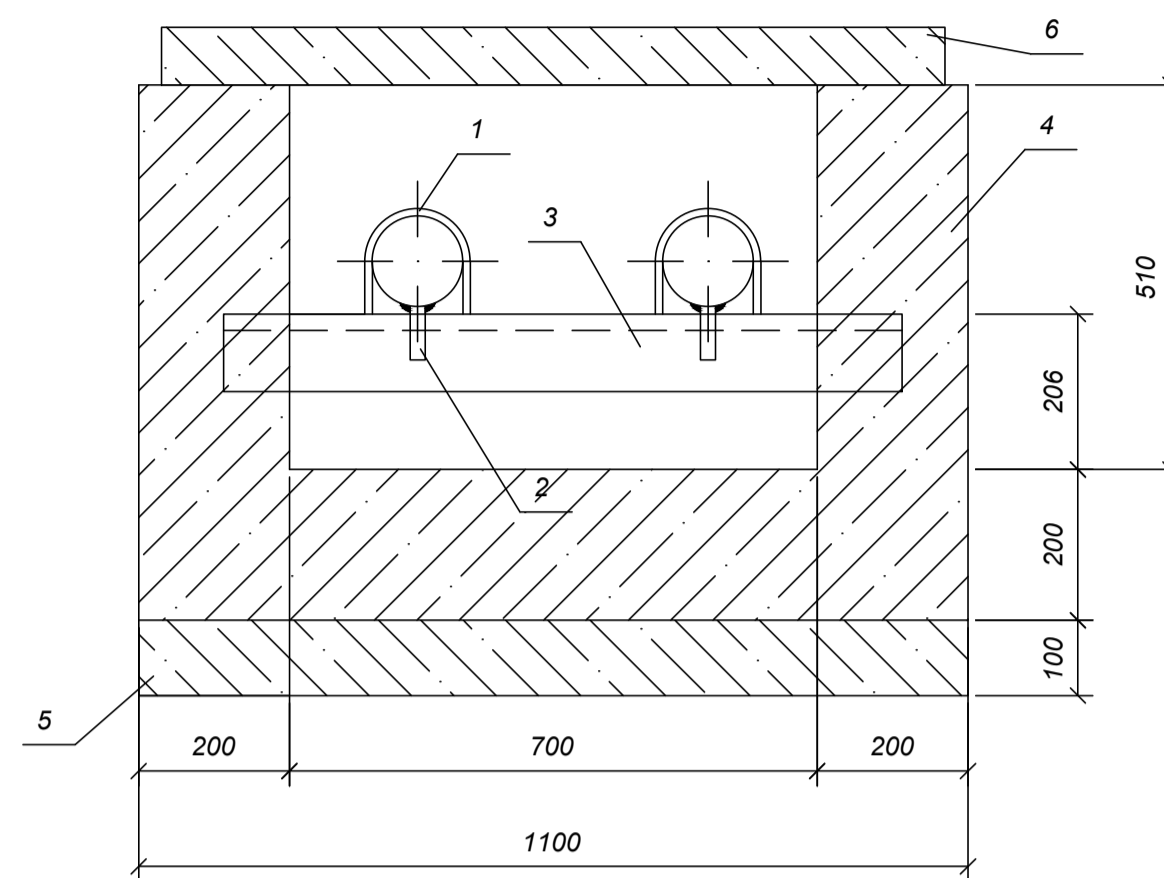


Хомутовая неподвижная опора 125 Т3.08



Опорная подушка ОП 2

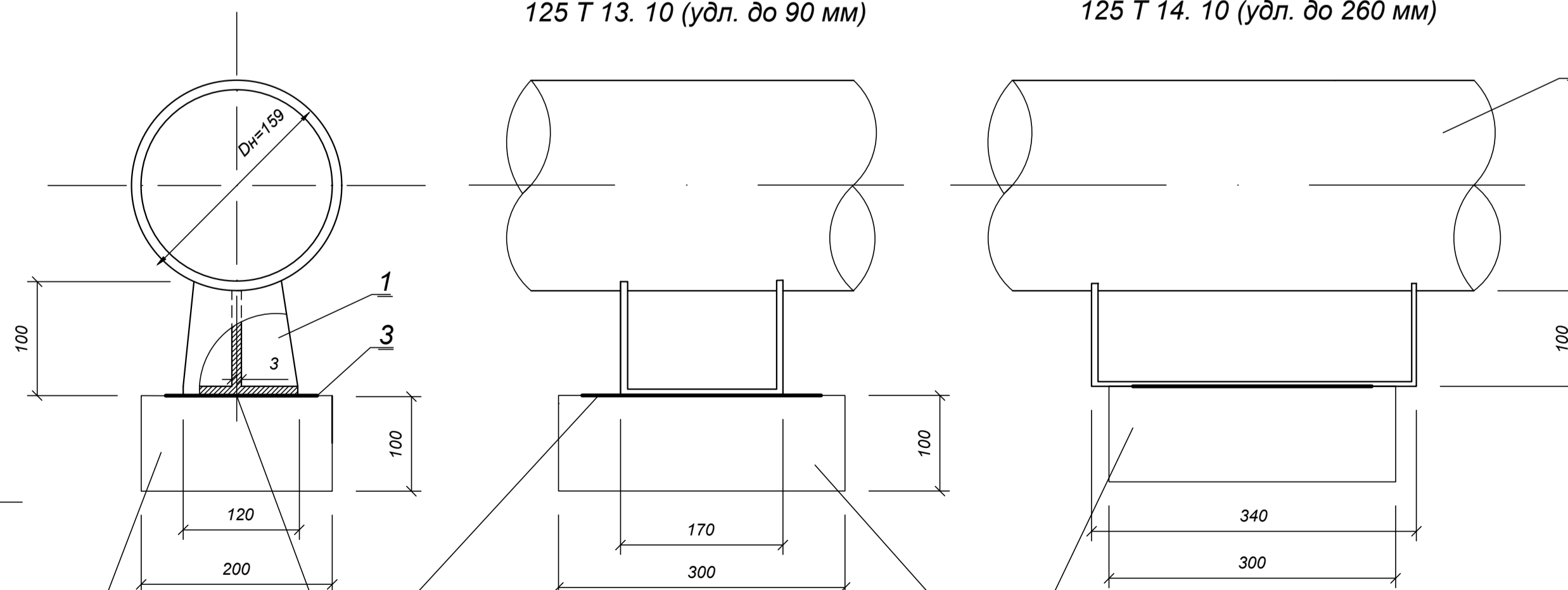
Монолитная вставка неподвижной опоры Н6



Скользящие опоры 125 Т13 (14)

125 Т 13. 10 (удл. до 90 мм)

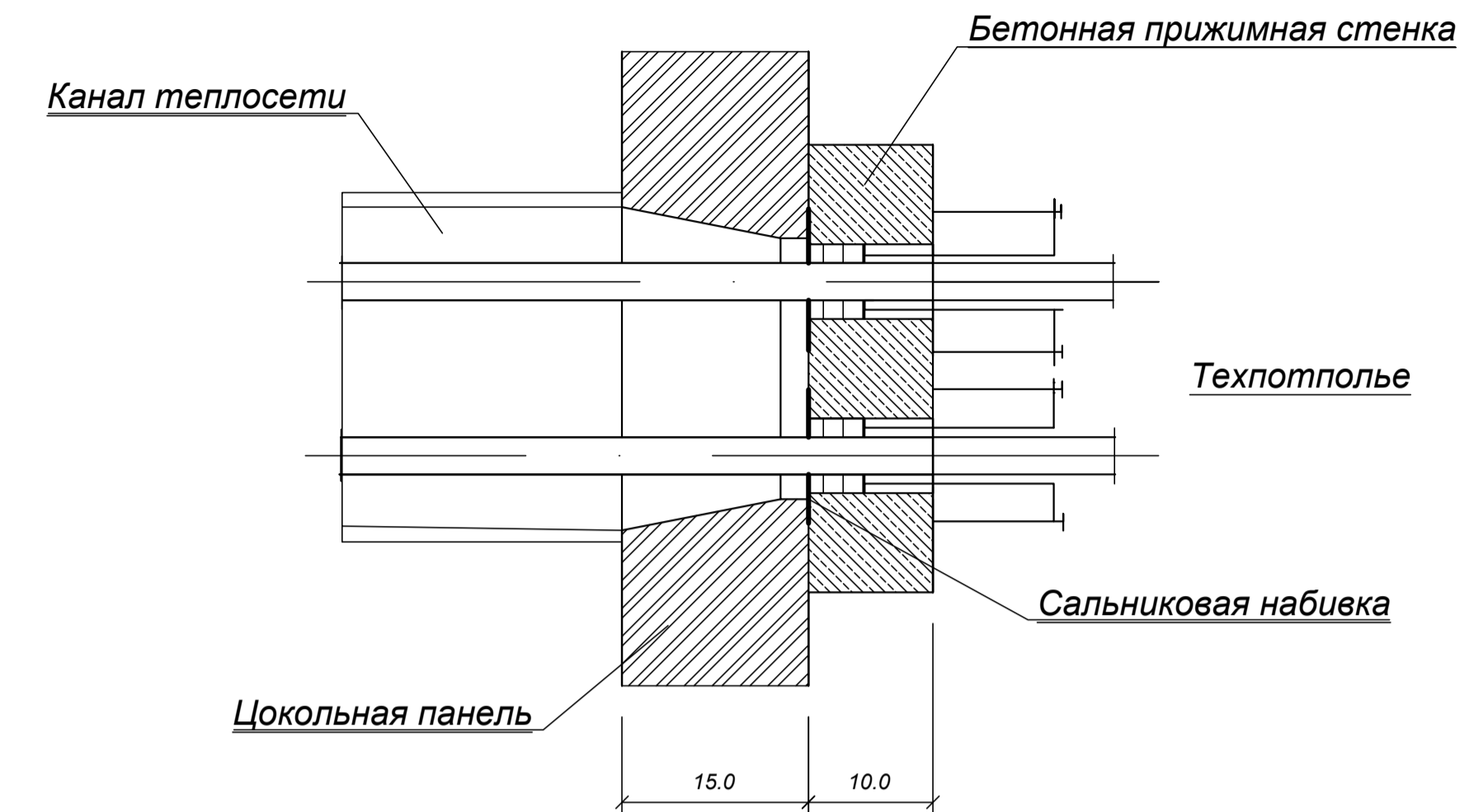
125 Т 14. 10 (удл. до 260 мм)



Закладная

Опорная подушка ОП 2

Ввод теплосети в здание (Газонепроницаемый сальник ГС 25 - 80)



Спецификация

Марка	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
Компенсаторная ниша К1					
	219x6 ГОСТ 10704-91	1. Труба d , 200, м	18	17,15	
	90°219x6 ГОСТ 17375-77	2. Отвод d , 200, шт	8	17,0	
	200Т13.16	3. Скользящая опора, шт	8	2,25	
	Серия 3.006.1-8				
	ПДУ 140.150.12	4. Плита днища, шт	4	390	
	ЛК 75.120.90	5. Лоток доборный, шт	6	280	
	ОП 3	6. Опорная подушка, шт	8	13	
Опора неподвижная хомутовая 125 Т3.08					
	133x4,5 ГОСТ 10704-91	1. Труба d , 125, м	1	14,26	
	Ст 2 ГОСТ14637-69	2. Упор, шт	2	0,45	
	Ст 2 ГОСТ14637-69	3. Хомут 3x40 мм, м	1		
	ГОСТ 8240-72	4. Балка неподвижной опоры - швеллер №18, шт	1	19,56	
Опора скользящая					
	125 Т13.10	1. Скользящая опора, шт	1	2,25	
	125x4,5 ГОСТ 10704-91	2. Труба d , 125, м	1	14,26	
	СТ 2 ГОСТ 14637-69	3. Закладная, шт	1		
	Серия 3.006.1-8				
	ОП 2	4. Опорная подушка, шт	2	13	
Газонепроницаемый сальник					
	7219-88/95.1 ИМ	1. Газонепроницаемый сальник			
	ГС 25...80, шт		2		
	ГОСТ 5152-84Е	2. Сальниковая набивка-кольца			
	АПП	асбеста			
Монолитная вставка неподвижной опоры					
	108 x 4 ГОСТ 10704-96	1. Труба Dy 100, м	1,5	10,26	
	Серия 4.903.10 вып. 4				
	100 Т3.07	2. Неподвижная опора, шт	2	1,1	
	ГОСТ 8240-72	3. Балка неподвижной опоры - швеллер № 18, $l=1200$ мм, шт	1	19,56	
	В 15	4. Бетон. Монолитная вставка, м ³	0,32		
	В 7,5	5. Бетон. Подготовка, м ³			
	Серия 3.006.1-8	6. Плита перекрытия лотка доборная, шт	0,09		
	ПТ 75.90.10		1	120	

БР - 08.03.01.00.05 2019 - ТС

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

Разраб.	Шурупов	Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске	Стандия	Лист	Листов
Консуп.			У	7	9
Ручев.	Целищев		Компенсаторная ниша К1. Вставка опоры Н6. Опоры. Сальник.		
Н. контр.					
Зав. каф.	Матюшенко				

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И.Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

« 4 » 04 20 19 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА


08.03.01 «Строительство»

код и наименование специализации

Теплоснабжение жилмассива с высотными зданиями в г. Красноярске

тема

Руководитель

 4.07.19
подпись, дата

ст. преподаватель

должность, ученая степень

А.В.Целищев

инициалы, фамилия


Выпускник

 4.07.19
подпись, дата

В.С.Шурупов

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 4.07.19
подпись, дата

А.В.Целищев

инициалы, фамилия

Красноярск 2019