

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 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
код и наименование специализации
Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске
тема

Руководитель _____ ст. преподаватель И.Б. Оленев
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ М.В. Кем
подпись, дата инициалы, фамилия

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

Красноярск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	3
1 Технологический раздел.....	4
1.1 Задание для ВКР.....	4
1.2 Состав централизованной системы теплоснабжения	5
1.3 Баланс тепловых нагрузок	8
1.4 Регулирование отпуска теплоты в ЦТС	8
1.5 Схема тепловой сети	9
1.6 Расчет потребления воды	11
1.7 Расчет трубопроводов тепловой сети	14
1.7.1 Расчет трубопроводов в зимнем расчетном режиме	14
1.7.2 Расчет тепловой сети летом	17
1.8 БТП	17
1.8.1 теплообменники ГВС	22
1.8.2 Пример подбора пластинчатых теплообменников	25
1.8.3 Насосное оборудование в составе БТП	27
1.8.4 Автоматизация БТП	27
1.8.5 Грязевики	29
1.9 Графическое изображение гидравлических режимов	29
1.10 Составные части тепловых сетей.. ..	33
1.11 Расчет компенсатора.....	37
1.12 Выбор типа неподвижной опоры	41
1.13 Материалы тепловой изоляции.....	41
1.14 Продольные профили сетей	43
1.15 Виды коррозии в подземных тепловых сетях	44
1.16 Строительные конструкции в сетях теплоснабжения	45
1.16.1 Непроходные лотковые каналы	46
1.16.2 Повороты каналов	47
1.16.3 Ниши	47
1.16.4 Камеры для узлов трубопроводов	50
1.16.5 Дренажные конструкции	52
1.17 Оформление заказной спецификации	52
1.18 Энергосбережение	52
2 Технология возведения инженерных сетей	54
2.1 СМР. Подготовительные работы	54
2.2 СМР	54
2.2.1 Выполнение земляных работ.....	55
2.2.2 Монтаж ж/б конструкций каналов и камер	56
2.2.3 Установка трубопроводов и арматуры	56
2.2.4 Изоляционные и теплоизоляционные работы	59
Список сокращений	61
Список использованных источников.....	62
Приложение Спецификация оборудования	63

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске» содержит 63 страницы текстового документа, 1 приложение, 19 иллюстраций, 8 таблиц, 26 формул, 10 использованных источников, 5 листов графического материала.

РЕКОНСТРУКЦИЯ, ЗАКРЫТАЯ, ДВУХТРУБНАЯ ПОДЗЕМНАЯ КАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ТЕПЛОСЕТИ, БЛОЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ (БТП), ИНФОРМАЦИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ, СПЕЦИФИКАЦИЯ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СМР.

Цель ВКР – из-за актуальности проблемы изношенных теплосетей, при проектировании элементов тепловой сети сделан обзор вопроса и подобраны блочные тепловые пункты (БТП) для зданий жилого микрорайона.

Задачи ВКР:

- раскрыть способы и виды регулирования теплопотребления;
- уточнить трассировку теплосети при заданном расположении зданий микрорайона;
- определить расходы сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- рассчитать и графически показать расчетный зимний гидравлический режим теплосети на пьезометрическом графике;
- подобрать оборудование и составить спецификацию для тепловой сети и выбрать типы БТП для зданий.

В пояснительной записке ВКР составлена спецификация на материалы тепловой сети, включающая инновационные технологии (БТП и теплоизоляционные материалы – ППУ).

В процессе работы приведены мероприятия по технике безопасности при возведении инженерных сетей и представлены предложения по сбережению теплоты.

Во втором разделе ВКР представлена последовательность и технология СМР при строительстве подземных тепловых сетей централизованного теплоснабжения жилого микрорайона.

1 Технологический раздел

1.1 Задание для ВКР

В ВКР расчет тепловой сети микрорайона разработан на основании следующих исходных данных:

Район климата – г. Красноярск, IV климатическая зона с обычными грунтовыми условиями. Расчетная температура воздуха для проектирования отопления (- 37) °С. Средняя температура воздуха для отопительного периода в Красноярске (- 7,3) °С.

Продолжительность отопительного сезона 235 суток.

Среднегодовая температура грунтов $t_{гр}^{год} = 5$ °С.

Скорость ветра по Красноярску 1,33 м/с.

Глубина промерзания грунта – до 1,55 м.

Рельеф земли в районе строительства наружных тепловых сетей нормальный с перепадом высот не более 3,0 метров. Грунты – глина. Глубина пролегания грунтовых вод – ниже 9 м.

Коэффициент теплопроводности грунта $\lambda_{гр} = 8,7$ КДж/г · м.гр. Степень влажности грунтов – влажные умеренно.

Потребителями тепловой энергии являются жилые и общественные здания жилого микрорайона.

Тепловое потребление на нужды: отопление, вентиляция и горячее водоснабжение (ГВС). Потребление теплоты на отопление и вентиляцию выделяется суточным постоянством, зависит от температуры наружного воздуха. ГВС используется неравномерно по часам суток и дням недели при независимости от климатических условий.

Этажность застройки от 1 до 10 этажей.

Профиль местности изображен на плане сетей. Величины максимальных тепловых потоков (тепловые нагрузки, МВт) на отопление, вентиляцию и ГВС представлены в таблице 1.

Источник тепла в ЦТС - существующая тепловая сеть от отопительной котельной.

Параметры теплоносителя (перегретая вода) 150 / 70 °С.

Потери напора в системе отопления хвостового абонента (№ 2) составляют 15 м.

Располагаемый напор в камере УТ* существующей теплосети в точке подключения разрабатываемой теплосети $H' = 48$ м (напор в подающем трубопроводе составляет 78 м, в обратном – 30 м).

Гарантийный водоканалом напор холодной воды в местных тепловых пунктах (МТП) составляет 70 м. ($P = 0,7$ МПа). Размещение других существующих подземных инженерных сооружений в ВКР не рассматриваем.

Стройка обеспечена всеми энергоресурсами (тепло - водоснабжением, электроснабжением, канализацией). Имеются разветвленные автотранспортные пути и складские площадки.

Система горячего водоснабжения (СГВ) условно-расчетного здания имеет следующие показатели:

- потери давления в разводящих трубопроводах ГВС абонента $\Sigma \Delta P^{СГВ} = 0,4$ МПа;

- высота расположения верхнего водоразборного прибора от уровня ввода трубопроводов сети в МТП – от 1 до 30 м.

1.2 Состав централизованной система теплоснабжения

Система теплоснабжения микрорайона является централизованной. Элементами (рисунок 1) централизованной системы теплоснабжения (ЦТС): источник теплоты (котельная), распределительные тепловые сети тупикового типа, местные тепловые пункты потребителей (МТП), системы потребления теплоты зданий (отопление, вентиляция и ГВС).

Источником тепла для микрорайона является существующая тепловая сеть с параметрами теплоносителя 150–70 °С от районной отопительной котельной. Проектируемая распределительная тепловая сеть района подключена к существующей теплотрассе непосредственно по зависимой схеме в существующей камере УТ*.

Обоснование способа подключения:

- соответствие гидравлических режимов магистральной и проектируемой теплосети микрорайона;

- располагаемый напор H' в месте подключения проектируемой сети в действующую теплосеть составляет 48 м;

- близость теплоисточника;

- требования надежности, гидравлической устойчивости, эффективности, и экономичности ЦТС;

- запрет на использование сетевой воды для непосредственного разбора на нужды ГВС;

- санитарные - гигиенические требования к качеству ГВС.

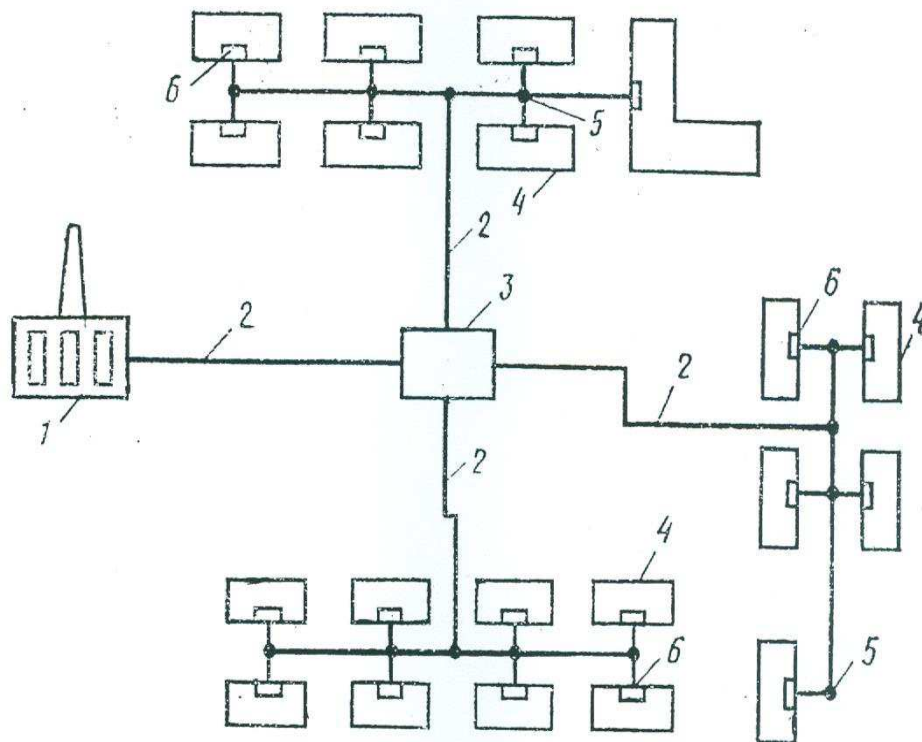
В ВКР задачей реконструкции старой существующей схемы теплоснабжения района по открытой схеме является перевод ее ГВС на закрытую схему путем установки в МТП каждого здания блочных тепловых пунктов (БТП). Необходимо оптимально уточнить конфигурацию теплосети, пересчитать расходы теплоносителя, применить инновационные материалы (тепловая изоляция из ППУ и БТП), разработать мероприятия по энергосбережению в теплоснабжении района.

Количество трубопроводов в проектируемой сети микрорайона – два: Т1-подающий трубопровод тепловой сети для нужд отопления, вентиляции и ГВС; Т2 – обратный трубопровод тепловой сети.

Параметры перегретой воды в проектируемой сети:

- расчетная температура в подающем трубопроводе $\tau_1' = 150^\circ \text{C}$;

- температура в обратном трубопроводе $\tau_2 = 70^\circ \text{C}$.



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

Рисунок 1- Элементы системы ЦТС микрорайона (теоретически)

Новая система теплоснабжения микрорайона по способу подачи воды на ГВС является закрытой с установкой компактных пластинчатых водяных подогревателей (в составе БТП) в каждом МТП зданий. В подогревателях ГВС БТП холодная вода нагревается от 5 до 60° С за счет теплообмена с сетевой водой.

Схемы подключения подогревателей ГВС в БТП у потребителей к тепловой сети принимаются по величине ρ^M .

$$\rho^M = Q_{h\max} / (Q_{o\max} + Q_{y\max}), \quad (1)$$

где $Q_{h\max}$ – максимальный тепловой поток на ГВС здания, МВт;

$Q_{o\max}$ - тоже на отопление, МВт;

$Q_{y\max}$ - тоже на вентиляцию, МВт.

При значении ρ^m от 0,2 до 1,0 принимают двухступенчатую схему подключения подогревателей ГВС к сети. При $\rho^m < 0,2$ или $\rho^m > 1$ – одноступенчатую схему. По таблице 1, принимаем схемы БТП у абонентов: жилые здания – смешанная двухступенчатая (абоненты 1,3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14), другие здания – параллельная одноступенчатая.

Согласно требованиям [3] число водонагревателей следует принимать для СГВ при $Q_{hmax} \leq 2\text{МВт}$ один подогреватель ГВС в каждой ступени подогрева, рассчитанный на 100% производительности (однопоточная компоновка подогревателя ГВС).

В МТП схемы присоединения систем отопления зданий жилого микрорайона следует выполнять с учетом гидравлического режима тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика температуры сетевой воды центрального качественного регулирования (ЦКР).

Существующий гидравлический режим сетей и температурный график ЦКР (150/70 °С) предполагает подключение систем отопления зданий микрорайона по зависимой схеме: с элеватором (располагаемый напор в сети не менее 15 м и достаточным для работы элеватора) или со смесительными насосами на перемычке между подающим и обратным трубопроводом (располагаемый напор менее 15 м).

В ВКР предусмотрены заполнение и подпитка водяных тепловых сетей района водой из существующей теплосети через обратную магистраль в УТ* т.к. давление в обратном трубопроводе магистрали достаточно для заполнения местных систем отопления зданий микрорайона. Располагаемый напор в точке врезки проектируемой тепловой сети в существующую теплотрассу должен обеспечивать циркуляцию теплоносителя по системе теплоснабжения без установки циркуляционного насоса в камере УТ*.

ЦТС микрорайона до реконструкции была открытая, т.е. с непосредственным забором воды на нужды ГВС из трубопроводов тепловой сети через регулятор смещения сетевой воды (из подающего или обратного трубопроводов теплосети в МТП зданий).

1.3 Баланс тепловых нагрузок

Тепловая нагрузка – это максимальный расчетный тепловой поток, МВт. Жилой микрорайон имеет следующие виды потребления теплоты: отопление, вентиляция и ГВС.

Тепловые нагрузки возможно определять по типовым проектам, рассчитывать по укрупненным показателям или выполнив проектные расчеты.

В ВКР тепловые нагрузки приняты по типовым проектам зданий. Нагрузки приобщены в состав задания для ВКР на проектирование тепловых сетей и сведены в балансовую таблицу 1.

Таблица 1- Баланс тепловых нагрузок

Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		отопление $Q_{отmax}$	вентиляция $Q_{вmax}$	ГВС Q_{hmax}	всего Q_{Σ}
1	10 эт. 200 кв. жилой дом с магаз.	1,35	0,35	1,61	3,31
2	10 эт. 180 кв. жилой дом	1,22	-	1,38	2,6
3	5 эт. общежитие	0,55	-	0,35	0,9
4	4 эт. лицей	1,2	0,35	0,25	1,8
5	9 эт. 100 кв. жилой дом	0,82	-	0,75	1,57
6	1 эт. мастерские	0,2	0,15	0,05	0,4
7	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,33	0,9
8	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,33	0,9
9	10 эт. 200 кв. жилой дом с магаз.	1,35	0,35	1,61	3,31
10	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,33	0,9
11	9 эт. 160 кв. жилой дом с аптекой	1,0	0,38	1,0	2,38
12	3 эт. школа на 1000 мест	0,35	0,15	0,1	0,6
13	3 эт. дом инвалидов	0,55	0,25	0,45	1,25
14	3 эт. школа на 1000 мест	0,35	0,15	0,1	0,6
	ИТОГО:	10,65	2,13	8,64	21,42

1.4 Регулирование отпуска теплоты в ЦТС

Теплопотребление разнообразно. Тепловая нагрузка на отопление зависит от температуры наружного воздуха, оставаясь практически неизменной в течение всех 24 часов суток.

Тепловая нагрузка на ГВС не зависит от температуры наружного воздуха, но меняется по часам и посуточно.

Требуется изменение параметров или расхода теплоносителя в соответствии с фактическим теплопотреблением.

Регулирование повышает качество ЦТС.

В зависимости от иерархии места проведения регулирования имеем: центральное, групповое, местное и индивидуальное регулирование.

Центральное регулирование проводят в котельной по преобладающей тепловой нагрузке.

Групповое – в ЦТП для группы однородных потребителей.

Местное – проводится в переходный период отопительного сезона в МТП для дополнительной поправки параметров теплоносителя.

Индивидуальное – термостатическими клапанами непосредственно у отопительных приборов в помещении и дополняет другие виды регулирования.

Способы регулирования бывают ручным и автоматическим.

Методы регулирования:

- количественное регулирование (изменение расхода теплоносителя при постоянной температуре сетевой воды на подаче τ_1);

- качественное регулирование (изменение температуры теплоносителя на подаче при постоянном расходе сетевой воды);
- регулирование пропусками (периодическое отключение систем, прерывистое);
- изменение поверхности нагрева или теплоотдачи тепловых приборов.

В ВКР центральных тепловых пунктов (ЦТП) не предусмотрено и проводить групповое регулирование нереально.

Предусматривается ЦКР на котельной, которое дополняется местным регулированием в МТП абонентов.

В общем, при качественном регулировании задача расчета температурного графика ЦКР состоит в определении температуры сетевой воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

1.5 Схема тепловой сети

Вначале выполнения гидравлического расчета трубопроводов разрабатывают схему тепловых сетей без масштаба с указанием источника тепла (УТ*), расчетных участков трубопроводов и абонентов. На расчетной схеме сетей участки и абоненты имеют номер и величину расходов теплоносителя на МТП.

Участки теплосети нумеруют, начиная от УТ*, указывается их длина, расположение элементов теплосети (запорной арматуры, компенсаторов и неподвижных опор). Число П - образных компенсаторов и неподвижных опор уточняется при гидравлическом расчете трубопроводов в процессе определения эквивалентных длин местных сопротивлений на расчетных участках теплосети, при раскладке участков. Эти элементы есть на схеме и плане теплосети.

В теплосетях согласно [8], запорная арматура устанавливается:

- на ответвлениях от магистрали на трубопроводах с $D_y > 80$ мм;
- на головных участках тепловых сетей от начала (УТ*);
- на ответвлениях к отдельным зданиям, независимо от диаметра.

Монтажную схему разрабатывают на основе трассировки проектируемой тепловой сети, которую необходимо проложить на плане района, входящего в состав исходных данных ВКР.

Трассировку совмещают с выбором способа прокладки теплосети.

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

В населенных пунктах и городах для тепловых сетей предусматривают подземную прокладку (в каналах и в городских коллекторах совместно с разными инженерными сетями). При индивидуальном обосновании допускается надземная прокладка тепловых сетей в местах кроме территорий детских, лечебных и других особых (режимных) объектов.

Подземную прокладку тепловых сетей в коллекторах допускается прокладывать совместно со этими инженерными сетями:

в тоннелях – с водопроводами до 500 мм, кабелями связи, 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 водопроводами, трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 МПа, мазутопроводами, контрольными кабелями связи, предназначенными для обслуживания теплосетей.

Теплосети по территории, не подлежащей застройке вне населенных пунктов, надо предусматривать надземным способом на низких опорах.

По производственной территории все инженерные сети, кроме водопровода и канализации, прокладывают на высоких опорах (эстакадах) надземным способом.

В ВКР теплосети микрорайона проложены в подземных непроходных каналах из лотковых элементов (рисунок 2).

При трассировке тепловых сетей в ВКР необходимо стремиться к простоте, экономичности, надежности теплоснабжения и минимальной длине трубопроводов.

Для надежности систем централизованного теплоснабжения проектируют резервирование сетей для особо важных объектов (больницы, роддома и т.д.), дающие возможность снабжения теплом этих абонентов при аварии на одном участке теплосетей.

Конфигурацией распределительной тепловой сети микрорайона является тупиковая радиальная схема теплосети.

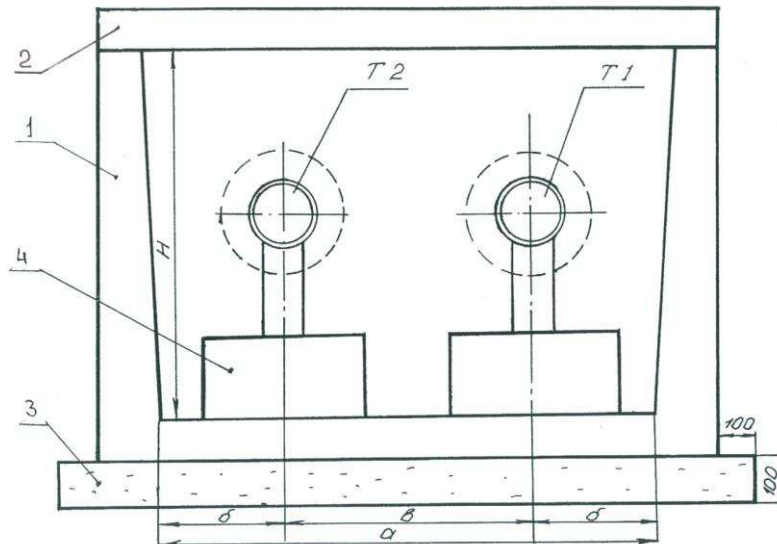
Преимуществом схемы является простота и экономичность. Недостатком – нарушение теплоснабжения всех абонентов при аварии на одном из участков теплосети. Для ликвидации аварии дается не более 24 часов, чтобы не перемерзли системы отопления.

При прокладке теплосети минимальные расстояния в плане от конструкций тепловых сетей до сооружений и других инженерных сетей следует принимать по указаниям [4].

В городе ось теплотрассы выбирают параллельно проездам или линиям жилых застроек. В стесненных условиях допускается прокладка теплосетей под газонами или под тротуарами.

Частые пересечения с инженерными коммуникациями и линиями городского транспорта удорожают сети. Пересечение сетей выполняют, как правило под углом 90° , в исключительных случаях – не менее 45° . В новых районах массовой застройки ось трассы проектирует параллельно дорогам или ранее уложенным тепловым сетям.

Расчетная схема тепловой сети изображена на рисунке 3.



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

Рисунок 2 – Непроходной канал теплосети

1.6 Расчет потребления воды

Расчетные потребности сетевой воды для определения диаметров труб водяных теплосетей при ЦКР должны определяться для отопления, вентиляции и ГВС с последующим суммированием этих расчетных расходов [2].

Расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/ч

$$G_{0 \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{0 \max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \quad . \quad (2)$$

Расчетный расход теплоносителя на вентиляцию, кг/ч

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

Расчетный расход теплоносителя на ГВС в закрытых системах теплоснабжения и параллельной схеме присоединения подогревателя ГВС, кг/ч

$$G_{h \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{h \max}}{c(\tau'_1 - \tau'_3)} \quad . \quad (4)$$

То же при двухступенчатых схемах подключения ГВС, кг/ч

$$G_{h \max} = 3,6 \cdot 0,55 \cdot Q_{h \max} / (c(\tau'_1 - \tau'_2)) \quad , \quad (5)$$

где $Q_{\text{отmax}}$, $Q_{\text{вmax}}$, $Q_{\text{гmax}}$ – максимальные тепловые потоки на отопление, вентиляцию и ГВС, Вт;

τ_1 – расчетная температура сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети, равная 150°C;

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

τ_1^2 – температура сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети в «точке излома» отопительного графика температур, равная 70°C;

τ_3^2 – температура сетевой воды после параллельно включенного подогревателя ГВС в точке излома графика температур воды, которую рекомендуется принимать 30°C;

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

Суммарные расчетные расходы сетевой воды, кг/ч, в двухтрубных тепловых сетях закрытой и открытой систем теплоснабжения при ЦКР, а также для потребителей при $Q_{\text{гmax}}$ больше $Q_{\text{отmax}}$, при отсутствии баков-аккумуляторов и с суммарным тепловым потоком менее 10 МВт определяются по формуле (6).

Расчетные расходы теплоносителя для всех зданий микрорайона сведены в таблице 2.

Таблица 2- Ведомость расходов сетевой воды

Поз.	Наименование потребителя	Расчетный расход воды, кг/с			
		отопление $G_{\text{отmax}}$	вентиляция $G_{\text{вmax}}$	ГВС $G_{\text{гmax}}$	всего G_{Σ}
1	10 эт. 200 кв. жилой дом с магаз.	4,02	1,04	7,47	12,53
2	10 эт. 180 кв. жилой дом	3,64	-	8,24	11,88
3	5 эт. общежитие	1,64	-	1,62	3,26
4	4 эт. лицей	3,58	1,04	1,49	6,11
5	9 эт. 100 кв. жилой дом	2,44	-	3,48	5,92
6	1 эт. мастерские	0,6	0,45	0,3	1,35
7	5 эт. 80 кв. жилой дом	1,7	-	1,53	3,23
8	5 эт. 80 кв. жилой дом	1,7	-	1,53	3,23
9	10 эт. 200 кв. жилой дом с магаз.	4,02	1,04	7,47	12,53
10	5 эт. 80 кв. жилой дом	1,7	-	1,53	3,23
11	9 эт. 160 кв. жилой дом с аптекой	2,98	1,13	4,64	8,75
12	3 эт. школа на 1000 мест	1,04	0,45	0,46	1,95
13	3 эт. дом инвалидов	1,64	0,75	2,09	4,48
14	3 эт. школа на 1000 мест	1,04	0,45	0,46	1,95
	ИТОГО:	31,74	6,35	42,31	80,4

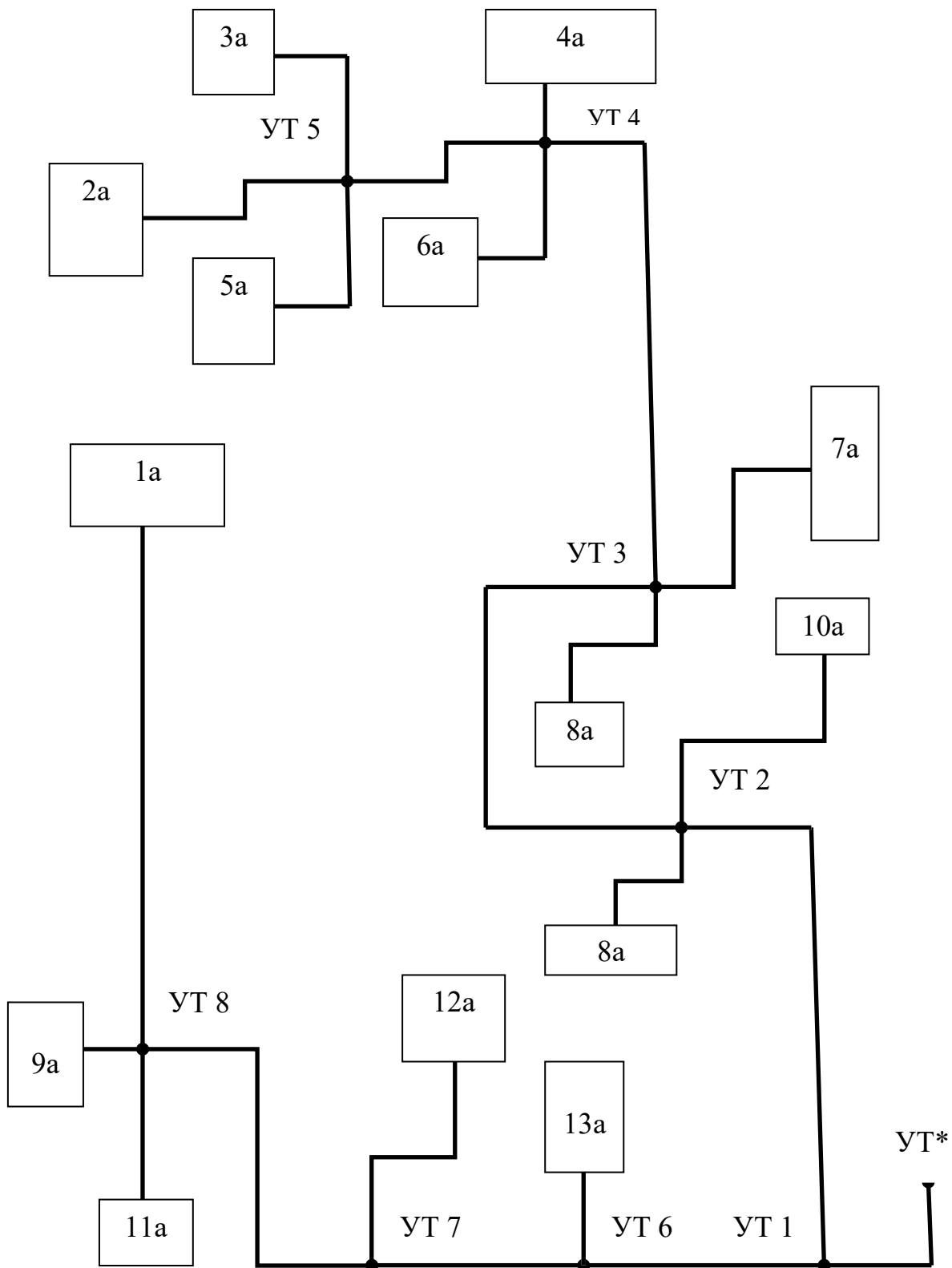


Рисунок 3 – Расчетная схема тепловой сети

1.7 Расчет трубопроводов теплосети

Гидравлический расчет является определяющим при проектировании теплосети. На его основе:

- подбирают насосы;
- определяет объем и стоимость выполнения строительного-монтажных работ (СМР);
- разрабатывают гидравлические режимы теплосетей и строятся пьезометрические графики этих режимов.

Цель и задача гидравлического расчета – определение расходов теплоносителя, диаметров участков теплосети и потерь давления, увязка точек системы для обеспечения подачи расчетных расходов теплоносителя, допустимых давлений и требуемых напоров во всех точках теплосети жилого микрорайона.

Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности стальных трубопроводов следует принимать для сетей СГВ $K_e = 1$ мм, для водяных теплосетей $K_e = 0,5$ мм, Удельные потери давления на трение R при гидравлических расчетах водяных теплосетей следует принимать на базе технико-экономических расчетов (ТЭР).

Диаметры трубопроводов (подачи и обратки) двухтрубных водяных теплосетей при совместной подаче теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС надо принимать равными по значению.

Диаметр трубопроводов теплосети независимо от расчетного расхода воды должен приниматься не менее 32 мм, а для циркуляционных трубопроводов ГВС – не менее 25 мм.

В ВКР гидравлический расчет трубопроводов тепловой сети закрытой системы ЦТС включает расчет трубопроводов отопления и вентиляции (Т1; Т2) в зимнем расчетом и летнем режимах;

1.7.1 Расчет трубопроводов в зимнем расчетном режиме

Всегда суммарные расчетные расходы сетевой воды в зимнем расчетном режиме на участках тепловой сети определяем по формуле

$$G_{\Sigma} = G_{\text{отоп}} + G_{\text{вент}} + G_{\text{ГВС}} \quad , \quad (6)$$

где $G_{\text{отоп}}$, $G_{\text{вент}}$, $G_{\text{ГВС}}$ – максимальные расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и ГВС, л/с, взятые по таблице 2.

Потери давления в трубопроводах теплосети определяем методом приведенных длин. Различают потери давления на трение, $\Delta P_{\text{тр}}$, определяемые по формуле

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l \quad , \quad (7)$$

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

l – длина расчетного участка трубопровода, м.

Для вычисления потерь давления в местных сопротивлениях (тройники, компенсаторы, повороты трассы, запорная арматура, переходы) вводится понятие «эквивалентной длины» l_3 , м. Эквивалентная длина это длина прямого трубопровода, у которого потери на трение численно равны потерям в данном местном сопротивлении.

Приведенная длина участка теплосети определяется по формуле

$$l_{пр} = l + l_3, \quad (8)$$

где l - длина расчетного участка трубопроводов тепловой сети, м;

l_3 - сумма эквивалентных длин местных сопротивлений на данном участке, принимаемые по [2], м.

Полные потери давления или потери ΔH напора, м, определяются

$$\Delta H = R \cdot l_{пр} \cdot 10^{-4} \quad . \quad (9)$$

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

Для ответвлений от главной магистрали удельные потери давления на трение определяем по формуле

$$R_0^{oms} = R_0^{mag} \cdot \frac{l_{mag}}{l_{oms}}, \quad (10)$$

где l_{mag} - расстояние от точки подключения расчетного участка ответвления до конца главной магистрали теплосети, м;

$l_{отв}$ - длина расчетного ответвления от магистрали, м.

Определяем по (10) R_0 для различных ответвлений:

$$R_0^{n,m} (1-1a) = 10 \frac{534}{438} = 12,2 \text{ Па/м} .$$

$$R_0 (6-13a) = 12,2 \frac{318}{15} = 259 \text{ Па/м} .$$

$$R_0 (7-12a) = 12,2 \frac{218}{43} = 62 \text{ Па/м} .$$

$$R_0 (8-9a) = 12,2 \frac{80}{8} = 122 \text{ Па/м} .$$

$$R_0 (8-11a) = 12,2 \frac{80}{52} = 19 \text{ Па/м} .$$

$$R_0 (2-10a) = 10 \frac{446}{26} = 171,5 \text{ Па/м} .$$

$$R_0 (2-14a) = 10 \frac{446}{33} = 135 \text{ Па/м}$$

$$R_0 (3-7a) = 10 \frac{293}{36} = 81,4 \text{ Па/м}$$

$$R_0 (3-8a) = 10 \frac{293}{29} = 101 \text{ Па/м}$$

$$R_0(4 - 4a) = 10 \frac{217}{11} = 197,3 \text{ Па/м}$$

$$R_0(4 - 6a) = 10 \frac{217}{30} = 72,3 \text{ Па/м}$$

$$R_0(5 - 3a) = 10 \frac{97}{46} = 21 \text{ Па/м}$$

$$R_0(5 - 5a) = 10 \frac{97}{46} = 21 \text{ Па/м}$$

Теоретический диаметр d_0 расчетного участка определяем по номограмме указаний [2] в зависимости от удельных потерь давления R_0 и суммарного расхода сетевой воды G_Σ .

Материальная характеристика тепловой сети M_0 определяется как удвоенная сумма произведений всех длин участков теплосети на их теоретический диаметр d_0 . $M_0 = 2 \cdot 310,24 = 620,48 \text{ м}^2$.

Удельные оптимальные линейные потери давления на трение, Па/м, на главной магистрали проектируемой сети определяют на основе технико-экономических расчетов

$$R_{\wedge}^{opt} = 26600 \left(\frac{\varphi \cdot M_0 \cdot R_0^{0,19}}{G \cdot L} \right)^{0,84}, \quad (11)$$

где M_0 – материальная характеристика теплосети, м^2 ;

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

G - расчетный расход сетевой воды на первом головном участке тепломагистрали, кг/с;

L - длина основной проектируемой тепломагистрали (считая вместе подающий и обратный трубопровод), равная 580 м;

φ - стоимостной коэффициент, КВт/м^2 .

$$(R_{\wedge}^{opt})^{maz} = 26600 \left(\frac{0,17 \cdot 620,48 \cdot 1,55}{80,4 \cdot 1166} \right)^{0,84} = 128 \text{ Па/м}.$$

Удельные линейные экономические потери давления на трение для ответвлений определяют по формуле

$$(R_{\wedge}^{opt})^{omv} = R_0^{omv} \frac{(R_{\wedge}^{opt})^{mat}}{R_0^{maz}}, \quad (12)$$

где $R_0^{maz} = 10 \text{ Па/м}$; $(R_{\wedge}^{opt})^{maz}$ - величина, определенная по (11);

R_0^{omv} - величины, определенные по (10), Па/м.

По R_0^{om} и расходу сетевой воды G_{Σ} по [2] находим на номограмме стандартный диаметр трубопровода $d_{ст}$ и уточняем фактические удельные линейные потери давления R .

Значения эквивалентных длин l_0 , местных сопротивлений заносим в таблицу 4. При этом выполняем раскладку: уточняем количество и места установки элементов тепловой сети (арматура, П-образные компенсаторы, неподвижные опоры). Одновременно определяем расстояния между элементами теплосети с нанесением их на план теплосетей с нумерацией.

1.7.2 Расчет теплосети летом

Летом расчетный расход теплоносителя подается к МТП только для подогрева водопроводной воды в водяном подогревателе ГВС. Расход сетевой воды в летнем режиме определяем по формуле

$$G_d^{S'} = G_{h \max} \quad , \quad (13)$$

где $G_{h \max}$ - максимальный расход сетевой воды на ГВС абонентов, принятых из таблицы 2, кг/с.

Показатели трубопроводов: диаметры, приведенные длины принимаем те же что и зимой по таблице 3. Летний расчет сводим в таблицу 5.

1.8 БТП

Учитывая дефицит и предвидя возрастающий спрос на новое, высококачественное, компактное, надежное и при этом не дорогое, по сравнению с зарубежными образцами оборудование, предназначенное для автоматического регулирования отпуска тепла, производственное объединение ОАО «Термоблок» с 2001 года приступило к выпуску отечественных электронных регуляторов температур «Рацион» для систем отопления и регуляторов температуры «Рацион – ГВ» для СГВ, циркуляционных насосов, обратных клапанов, сетчатых фильтров, пластинчатых теплообменников и шаровых кранов. С этого же года начался серийный выпуск компактных блочных тепловых пунктов (БТП).

Таблица 3 – Гидравлический расчет трубопроводов Т1 и Т2 теплосети при зимнем режиме

N уч-ков	G_{Σ}^{\max} кг/с	l , м	R_o , Па/м	d_o , м	$l * d_o$, м ²	$R_{л}^{opt}$, Па/м	$d_{ст}$, м	R , Па/м	l_b , м	$l_{пр}$, м	ΔH , м	$\Sigma \Delta H$, м
УТ*- 1	80,4	49	10	0,434	21,27	128	0,259	130	53,36	102,36	1,33	1,33
1 -2	40,16	88	10	0,32	28,16	128	0,2	80	25,2	113,2	0,91	2,24
2 - 3	34,98	153	10	0,285	43,6	128	0,15	350	22,4	175,4	6,14	8,38
3 – 4	28,52	76	10	0,259	19,68	128	0,15	200	16,8	92,8	1,86	10,24
4 – 5	21,06	120	10	0,233	27,96	128	0,125	250	15,4	135,4	3,39	13,63
5 – 2a	11,88	97	10	0,184	17,85	128	0,1	250	4,45	101,95	2,55	16,18
1 – 6	40,24	120	12,2	0,3	36	156	0,2	80	56,13	176,13	1,41	2,74
6 – 7	35,76	100	12,2	0,285	28,5	156	0,15	350	22,4	122,4	4,28	7,02
7 - 8	33,81	138	12,2	0,27	37,26	156	0,15	340	19,6	157,6	5,36	12,38
8 – 1a	12,53	80	12,2	0,184	14,72	156	0,125	80	14,7	94,7	0,76	13,14
8 – 9a	12,53	8	122	0,184	1,47	1562	0,082	800	6,97	14,97	1,2	14,34
8 – 11a	8,75	52	19	0,15	7,8	243	0,1	160	18,87	70,87	1,13	13,51
7 – 12a	1,95	43	62	0,07	3	794	0,051	275	5,5	48,5	1,33	8,35
6 – 13a	4,48	15	259	0,07	1,05	3315	0,051	1000	3,8	18,8	1,88	4,62
2 – 10a	3,23	26	171,5	0,07	1,82	2195	0,051	800	5,5	31,5	2,52	4,76
2 – 14a	1,95	33	135	0,06	1,98	1428	0,051	300	5,5	38,5	1,15	3,39
3 – 7a	3,23	36	81,4	0,076	2,74	1042	0,051	700	5,5	41,5	2,9	11,28
3 – 8a	3,23	29	101	0,08	2,32	1293	0,051	700	5,5	34,5	2,41	10,79
4 – 4a	6,11	11	197,3	0,082	0,9	2525	0,051	2250	3,8	14,8	3,33	13,57
4 – 6a	1,35	30	72,3	0,06	1,8	925	0,033	900	7,92	37,92	3,41	13,65
5 – 3a	3,26	46	21	0,1	4,6	269	0,07	150	6,5	52,5	0,79	14,42

Таблица 4 – Эквивалентные длины местных сопротивлений

N участков	d _{ст} , м	ℓ, м	L _л , м	Эквивалентная длина l _э , м					Σ l _э , м
				П – обр. комп.	Клапан, задвиж	отвод	тройник		
							проход	ответвл.	
УТ*- 1	0,259	49	120	-	3,36	3x5,55	1x13,9	19,45	53,36
1 - 2	0,2	88	120	-	-	1x4,2	2x10,5	-	25,2
2 - 3	0,15	153	100	-	-	3x2,8	2x7	-	22,4
3 – 4	0,15	76	100	-	-	1x2,8	2x7	-	16,8
4 – 5	0,125	120	90	-	-	2x2,2	2x5,5	-	15,4
5 – 2a	0,1	97	80	-	1,65	2x1,65	-	-	4,95
1 – 6	0,2	120	120	1x23,4	3,33	1x4,2	1x10,5	14,7	56,13
6 - 7	0,15	100	100	1x15,4	-	-	1x7	-	22,4
7 – 8	0,15	138	100	-	-	3x4,2	1x7	-	19,6
8 –1a	0,125	80	90	1x12,5	2,2	-	-	-	14,7
8 –9a	0,082	8	80	-	1,28	1x1,28	-	4,41	6,97
8 – 11a	0,1	52	80	1x9,8	1,65	1x1,65	-	5,77	18,87
7 – 12a	0,051	43	60	-	0,65	3x0,85	-	2,3	5,5
6 – 13a	0,051	15	60	-	0,65	1x0,85	-	2,3	3,8
2 – 10a	0,051	26	60	-	0,65	3x0,85	-	2,3	5,5
2 – 14a	0,051	33	60	-	0,65	3x0,85	-	2,3	5,5
3 – 7a	0,051	36	60	-	0,65	3x0,85	-	2,3	5,5
3 - 8a	0,051	29	60	-	0,65	3x0,85	-	2,3	5,5
3 – 4a	0,051	11	60	-	0,65	1x0,85	-	2,3	3,8

Таблица 5 – Гидравлический расчет трубопроводов летом

N участков	Gd, кг/с	d _{ст} , м	R, Па/м	l _{пр} , м	ΔH, м	ΣΔH, м
УТ*- 1	42,31	0,259	28	102,36	0,29	0,29
1 - 2	20,18	0,2	18	113,2	0,2	0,49
2 - 3	18,19	0,15	90	175,4	1,58	2,07
3 - 4	15,13	0,15	55	92,8	0,51	2,58
4 - 5	13,34	0,125	70	135,4	0,95	3,53
5 - 2а	8,24	0,1	140	101,95	1,43	4,96
1 - 6	22,13	0,2	23	176,13	0,4	0,69
6 - 7	20,04	0,15	120	122,4	1,47	2,16
7 - 8	19,58	0,15	100	157,6	1,58	3,74
8 - 1а	7,47	0,125	30	94,7	0,28	4,02
8 - 9а	7,47	0,082	300	14,97	0,45	4,19
8 - 11а	4,64	0,1	40	70,87	0,28	4,02
7 - 12а	0,46	0,051	16	48,5	0,08	2,24
6 - 13а	2,09	0,051	300	18,8	0,56	1,25
2 - 10а	1,53	0,051	140	31,5	0,44	0,93
2 - 14а	0,46	0,051	16	38,5	0,06	0,55
3 - 7а	1,53	0,051	140	41,5	0,58	2,65
3 - 8а	1,53	0,051	140	34,5	0,48	2,55
4 - 4а	1,49	0,051	130	14,8	0,19	2,77
4 - 6а	0,3	0,033	70	37,92	0,26	2,84

БТП представляет собой полный комплект отечественного инновационного оборудования и приборов для присоединения потребителей к теплосетям. Они могут предназначаться для комбинированного присоединения систем отопления и ГВС (БТП) или только ГВС - блоки горячего водоснабжения (БГВ).

Сборка оборудования для БТП осуществляется укрупненными узлами, которые собираются на месте в МТП зданий. Для установки БТП не требуется устройство специальных дорогостоящих фундаментов. Монтаж производится на полу МТП. После сборки БТП производится монтаж контрольно – измерительных приборов (КИП) и автоматики.

Монтаж БТП осуществляется по индивидуальному заказу. Заказ по каталогу [4] оформляется заполнением опросного бланка для БТП.

Подключение БТП к инженерным коммуникациям здания должно производиться в соответствии с проектом, разработанным фирмой или другой проектной организацией и согласованным с теплоснабжающей организацией.

Характеристики серийно изготавливаемых блочных тепловых пунктов (БТП), (рисунок 4), и всех типов блоков горячего водоснабжения (БГВ) приведены в таблице 6.

В ВКР используем:

БТП (тип 2) – для присоединения системы отопления потребителя по зависимой схеме с использованием элеватора и присоединения системы ГВС по двухступенчатой схеме. Применяется в зданиях с постоянным режимом работы системы отопления, где не требуется глубокое снижение расхода тепла (жилые дома, больницы и т.д.) при располагаемом напоре в теплосети на вводе в здание не менее 15 м.

Схемой БТП (тип 2) предусматривается:

- подогрев воды для ГВС с использованием компактных пластинчатых теплообменников;
- автоматическое качественное регулирование температуры воды в системе горячего водоснабжения (СГВ) потребителя;
- тепловой учет расхода тепловой энергии (тип приборов учета тепла принимается в соответствии с пожеланием заказчика);
- циркуляция воды в СГВ здания с автоматическим управлением циркуляционными насосами.

БТП (тип 3) – для присоединения системы отопления здания по зависимой схеме с использованием насосов смещения и присоединения СГВ по двухступенчатой схеме. Применяется для любых типов зданий при недостаточном для работы элеватора располагаемом напоре в тепловой сети в МТП (менее 15 м). В зависимости от местных условий смесительные насосы могут устанавливаться на подающем, обратном трубопроводах или на перемычке между трубопроводами.

Схемой БТП (тип 3) предусматривается:

- подогрев воды для ГВС с использованием компактного пластинчатого теплообменника;

- автоматическое регулирование теплоснабжения с его снижением ночью, вне рабочего времени, выходные и праздничные дни;
- автоматическое регулирование температуры воды для СГВ;
- тепловой учет расхода тепловой энергии;
- циркуляция воды в СГВ с автоматическим управлением циркуляционными насосами.

БГВ (тип 2) – для присоединения системы горячего водоснабжения зданий с тепловой нагрузкой на ГВС более 100000 0,163 МВт, присоединенных по параллельной схеме.

Схемой БГВ (тип 2) предусматривается:

- подогрев воды для нужд ГВС с использованием пластинчатого теплообменника;
- автоматическое качественное регулирование температуры воды в СГВ с использованием электронного регулятора температуры РТ.

1.8.1 Теплообменники ГВС

В БТП основным элементом полуразборных (полусварных) пластинчатых теплообменников типа РС – 0,2 являются секции попарно сваренных (сдвоенных) пластин. Каждая такая секция имеет две пластины, соединенные между собой контактной электросваркой. По контуру каждой пластины проштампован U – образный паз. Первая пластина по форме является зеркальным отображением второй. При сборке под сварку двух пластин вершины U – образных пазов подгоняют друг к другу. Каждая секция устанавливается между двумя направляющими штангами – верхней и нижней – и имеет возможность перемещаться вдоль них. Каналы, смежные с каналами, образованными внутри секций, выполняются разборными для возможности очистки от загрязнений. Конструктивно секции теплообменника соединяются в пакет и уплотняются резиновыми термостойкими прокладками.

Паз под термостойкие резиновые прокладки разборных каналов имеет форму шестиугольника, который при обжатии пакета может уменьшать свой размер в направлении продольной оси. В замкнутых пазах подобной конструкции прокладка работает в условиях самоуплотнения.

Поверхность пластины гофрирована. Гофры имеют в поперечном сечении профиль равнобедренной трапеции. По углам пластины имеются отверстия для прохода теплоносителей, участвующих в теплообмене.

При попарной сварке пластин заваривают кромки только по периметру двух угловых отверстий, кромки пластин с остальными двумя отверстиями образуют вход в неразборный канал внутри секций и выход из него. На стороне

схема БТП 2 ($P_{расп} \geq 0,15 \text{ МПа}$)

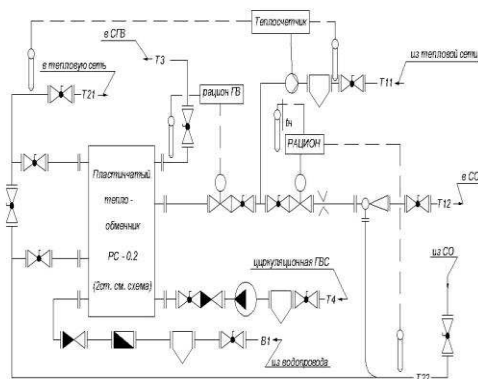


схема БТП 3 ($P_{расп} < 0,15 \text{ МПа}$) - аб №11

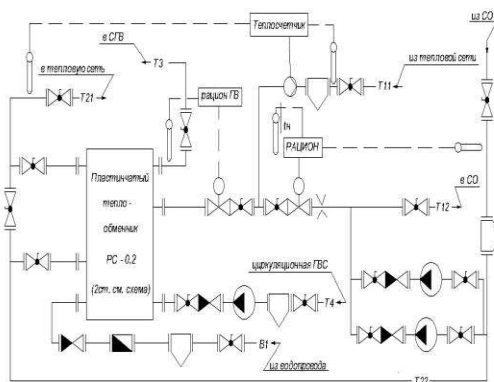


схема БГВ2 ($Q_{гв} < 0,116 \text{ МВт}$)

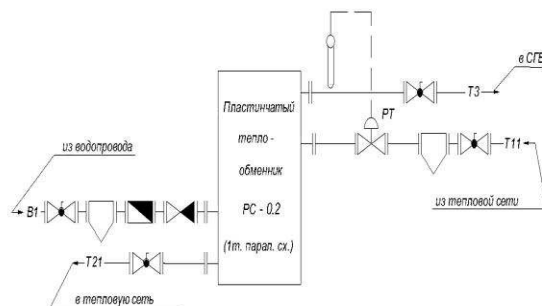


Рисунок 4 – Блочные тепловые пункты

Таблица 6 – Характеристики БТП

№	Характеристика	Схема БТП				Схема БГВ			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Теплоноситель, поступающий из тепловой сети	Вода 150-70 °С							
2	Минимальная расчетная температура сетевой воды	70 °С							
3	Теплоноситель контура горячего водоснабжения	Вода 60/42 °С							
4	Максимальные тепловые нагрузки, МВт:								
	- на отопление	1,163				-		-	
	- на ГВС	0,756				0,756		0,116	
	-всего	1,919				0,756		0,116	
5	Максимальные потери давления по нагреваемой воде, кПа								
	- контура отопления	-		20		-			
	- контура ГВС	15				15		11	
6	Напряжение питающей сети, В	+10				220		380	
		-15				+10		220	
						-15		+10	
7	Частота питающей сети, Гц	50							-
8	Установочная мощность, кВт	1,4	0,7	1,4	1,6	0,5	0,1	0,4	-
9	Номинальный ток, А	3,8	1,6	3,8	4,2	1,5	0,5	1,2	-
10	Количество питающих вводов	1 рабочий + 1 резервный							-

разборных каналов отверстия в пластинах уплотняются резиновыми термостойкими прокладками.

Теплообменники работают при допустимом расчетном давлении до 1,0 МПа (10 кг/см²) по разборной полости (нагревается вода ГВС) и до 1,6 МПа (16 кг/см²) по неразборной стороне (греющая сетевая вода).

Для надежной работы теплообменника на линиях поступления воды в него надо установить сетчатые фильтраторы.

В 2001 году ОАО «Термоблок» приступило к выпуску многоходовых (мнокопакетных) теплообменников и изменилось их обозначение.

Структура нового обозначения показана на примере трехходового теплообменника с поверхностью всех установленных пластин 18,4 м², состоящую из трех пакетов секций (в первом пакете 15 секций, во втором и третьем – по 14 секций);

$$PC - 0,2 - 18,4 - 3 \times (15 \times 14 \times 14),$$

где PC – полуразборный теплообменник (разборный по отдельным секциям);

0,2 – поверхность теплообмена одной пластины, составляющих секцию, м²;

18,4 – суммарная поверхность всех пластин, входящих в теплообменник, равная произведению поверхности одной пластины (0,2 м²) на число пластин;

3x – число ходов теплоносителей в теплообменнике (для теплообменников, предназначенных для присоединения СГВ по двух ступенчатой смешанной схеме (с 6 патрубками), после указания числа ходов добавляется обозначение «БГВ» (блок горячего водоснабжения), например, PC – 0,2 – 18,4 – 3 x БГВ (13 x 12 x 21));

(15 x 14 x 14) – схема компоновки секций в пакете каждого хода, начиная с неподвижной плиты, (15 секций в пакете первого хода и по 14 секций в пакетах секций второго и третьего ходов).

В теплообменниках для БГВ первые два пакета секций предоставляют собой два хода для нагрева воды во второй ступени, а третий пакет секций – один ход для нагрева воды в первой ступени.

1.8.2 Пример подбора пластинчатого теплообменника

Подбор пластинчатых теплообменников PC – 0,2 выполняется по программе «PLAST – 1», которая разработана на основании теплотехнических и гидравлических испытаний этих теплообменников.

Расчет теплообменников, как для отопления, так и для ГВС производится при наиболее низкой температуре воды в подающем трубопроводе теплосети, а именно в точке излома температурного графика ЦКР.

Для ускорения подбора пластинчатых теплообменников в таблицах [4] приведены тепловые нагрузки, которые возможны или обеспечены при наиболее часто встречающихся параметрах, принимаемых для расчета схем горячего водоснабжения (ГВС).

Тепловые потоки $Q_{ГВ}$ теплообменников в каталоге приведены для параллельной схемы присоединения СГВ к теплосети при таких расчетных параметрах сетевой воды:

- температура сетевой (греющей) воды соответственно на входе и выходе из теплообменника 70 / 25 °С;

- температура водопроводной (нагреваемой) воды соответственно на входе и выходе из теплообменника 5 / 60 °С.

Трехходовые теплообменники для блока БГВ позволяют осуществить присоединение СГВ по смешанной двухступенчатой схеме с использованием одного теплообменника.

Тепловая нагрузка $Q_{ГВ}$ приведена для присоединения СГВ по двухступенчатой смешанной схеме и следующих параметров:

- соотношение тепловых нагрузок $Q_{ГВ} / Q_{от} \leq 1$;

- температура воды в 1 ступени соответственно на входе и выходе: греющей (сетевой) – 42 / 26 °С, нагреваемой 5 / 32 °С;

- температура воды во 2 ступени соответственно на входе и выходе; греющей (сетевой) – 70 / 42 °С; нагреваемой – 32 / 60 °С.

При соотношении тепловых нагрузок $Q_{ГВ} / Q_{от} \leq 1$ необходимо учитывать увеличение табличных потерь давления по греющей воде в соответствии с повышающим коэффициентом $K_{пот}$, приведенном в [4].

На примере одного из абонентов микрорайона (абонент № 7) подберем пластинчатый теплообменник для БГВ при следующих тепловых нагрузках (1 Гкалл/ч = 1,163 МВт):

- на ГВС $Q_{ГВ} = Q_{hmax} = 0,33$ МВт;

- на отопление $Q_{от} = Q_{оmax} = 0,57$ МВт.

Определяем соотношение $Q_{ГВ} / Q_{оmax} = 0,33 / 0,57 = 0,58$; коэффициент увеличения потерь давления по греющей воде $K_{пот} = 1,16$; принимаем к установке пластинчатый теплообменник РС – 0,2 – 15,6 – 3 х БГВ (11 х 10 х 18) поверхностью теплообменника 15,6 м², имеющей следующие характеристики:

- максимальная тепловая нагрузка, которую обеспечит теплообменник

$Q_{ГВ} = 0,33$ МВт.;

- потери давления по греющей среде при расчетном соотношении нагрузок $\Delta h_{гр} = 1,16 * \Delta h_{гр}^T = 1,16 * 0,164 = 0,19$ атм. = 1,9 м водного столба;

- потери давления по нагреваемой среде $\Delta h_{нагр} = 0,143$ атм = 1,43 м водного столба.

Аналогично подбираем теплообменники для других зданий медцентра и результаты сводим в таблицу 7.

1.8.3 Насосное оборудование в составе БТП

Насосы предназначены для ГВС, отопления и других систем циркуляции. Давление в системе не должно превышать 1 МПа. Температура циркулирующей жидкости не должна превышать 90 °С. Тип - НЦ 6,3 / 7,1.

По конструкции это центробежный, малошумный, консольный, моноблочный, одноступенчатый, бесфундаментный насос.

Насосный агрегат состоит из двигателя, насосной части. Насосная часть состоит из корпуса с подводом в виде канала, спирального отвода, всасывающего и напорного патрубков с фланцами. Всасывающий и напорный патрубки выведены на общую ось, что обеспечивает технологический монтаж насоса на трубопроводах БТП непосредственно.

Соединение насоса с трубопроводами при помощи фланцев $D_u = 40$ мм.

Перед насосом обязательно необходимо установить сетчатый фильтр.

Характеристика электродвигателя насоса:

- число оборотов $n = 1500$ об/минуту;
- марка двигателя АИР 71В4ЖУ5;
- номинальный ток – 1,15 А;
- мощность $P = 370$ Вт;
- напряжение электропитания – 380 В.

Уровень шума, создаваемый насосом, не более 50 ДБ.

Масса насоса вместе двигателем – 25,0 кг.

1.8.4 Автоматизация БТП

Во-первых, электронный регулятор расхода теплоты (ЭРРТ) «Рацион» предназначен для автоматического регулирования расхода теплоносителя в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха жилых и общественных зданий.

Функции регулятора ЭРРТ:

- автоподдержание заданной температуры воздуха внутри помещения, усредненной по нескольким (от 2 до 5) датчикам температуры;
- автопонижение температуры воздуха в помещениях административных зданий в нерабочее время суток.

Регулятор ЭРРТ рассчитан на эксплуатацию в закрытых взрывобезопасных помещениях с температурой окружающей среды от + 1 до + 55 °С, относительной влажностью воздуха до 80 % и атмосферного давления до 110 КПа.

Примеси агрессивных газов и паров в окружающей среде должны отсутствовать.

Электронный регулятор расхода горячей воды (ЭРРГВ) «Рацион ГВ» предназначен для применения в системах автоматического регулирования расхода горячей воды на ГВС в жилых и общественных зданиях.

Таблица 7-Характеристики БТП и пластинчатых теплообменников

№	Наименование потребителя (место установки)	Обозначение	Длина теплообменника L ₁ ,мм	Длина пакета секций L,мм	Масса теплообменника, кг	Тепловая нагрузка Q _{гв} , МВт	Потери давления по греющей среде, м	Потери давления по нагреваемой среде, м	Тип блочного теплового пункта	кол-во
1	10 эт. жилой дом	РС-0,2-22,8-3хБГВ(16х15х26)	845	348	521	0,55	1,71	1,49	БТП-2	3
2	9 эт. жилой дом	РС-0,2-19,6-3хБГВ(17х16х16)	755	299	482	0,7	3,27	2,74	БГВ-2	2
3	5 эт. общежитие	РС-0,2-15,6-3хБГВ(11х10х18)	615	2,38	436	0,363	1,64	1,43	БТП-2	1
4	4 эт. лицей 9	РС-0,2-8,8-3хБГВ(8х7х7)	435	134	354	0,28	2,77	2,38	БГВ-2	1
5	9 эт. жилой дом	РС-0,2-30,4 -3хБГВ(21х20х35)	1025	464	607	0,75	1,76	1,53	БТП-2	1
6	1 эт. мастерские	РС-0,2-4,0-3хБГВ(4х3х3)	315	55	298	0,091	1,13	1,65	БГВ-2	1
7	5 эт. жилой дом	РС-0,2-15,6-3хБГВ(11х10х18)	615	2,38	436	0,363	1,64	1,43	БТП-2	1
8	5 эт. жилой дом	РС-0,2-15,6-3хБГВ(11х10х18)	615	2,38	436	0,363	1,64	1,43	БТП-2	1
9	10 эт. жилой дом	РС-0,2-22,8-3хБГВ(16х15х26)	845	348	521	0,55	1,71	1,49	БТП-2	3
10	5 эт. жилой дом	РС-0,2-15,6-3хБГВ(11х10х18)	615	2,38	436	0,363	1,64	1,43	БТП-2	1
11	9 эт. жилой дом	РС-0,2-21,2-3хБГВ(15х14х24)	815	323	503	0,507	1,7	1,47	БТП-2	2
12	3 эт. школа	РС-0,2-6,4-3хБГВ(5х4х8)	375	98	328	0,122	1,35	1,13	БТП-2	1
13	3 эт. дом престарелых	РС-0,2-20,0-3хБГВ(14х13х23)	785	305	489	0,477	1,69	1,47	БТП-2	1
14	3 эт. школа	РС-0,2-6,4-3хБГВ(5х4х8)	375	98	328	0,122	1,35	1,13	БТП-2	1

Регулятор демонстрирует функцию автоматического удержания заданной температуры горячей воды в ГВС путем регулирования расхода греющего теплоносителя (сетевой воды).

1.8.5 Грязевики

Грязевики (Сетчатые фильтры) с Ду 50 мм и Ду 80 мм, с условным давлением Ру 1,6 МПа, с условной пропускной способностью соответственно 65 / 100 м³/ч применяются для фильтрации воды от песка, взвешенных частиц и других примесей в ИТП, БТП и ЦТП. Монтажное расположение фильтра на трубопроводе – горизонтальное. Направление подачи воды – по стрелке на корпусе фильтра. Присоединение к трубопроводу фланцевое.

1.9 Графическое изображение гидравлических режимов

Пьезометрический график отображает графическое изображение гидравлического режима тепловой сети.

По графику проверяем гидравлический режим тепловой сети на соответствие следующим требованиям:

- недопущение вскипания высокотемпературного (более 100°С) теплоносителя теплосети;
- условиям механической прочности элементов теплосети и отопительных приборов в зданиях;
- обеспечение избыточных напоров во всех точках системы теплоснабжения для предотвращения попадания воздуха в системы ЦТС.

На пьезометрический график теплосети (рисунок 5) отображают:

- рельеф местности вдоль тепловой сети;
- высоты зданий;
- все напоры в тепловой сети;
- допустимые границы напоров в подающем и обратном трубопроводах теплосети.

Все контрольные точки на пьезометрическом графике помечены отметками полных напоров.

Полный напор - сумма пьезометрического напора, созданного насосом, в данной точке сети и геометрического напора, представляющего геодезическую отметку земли, взятую из плана сетей.

$$H = H^* + Z, \quad (14)$$

где H^* - пьезометрический напор, м;

Z - геометрический напор, м.

Пьезометрический напор пропорционально связан с избыточным давлением воды теплосети по формуле

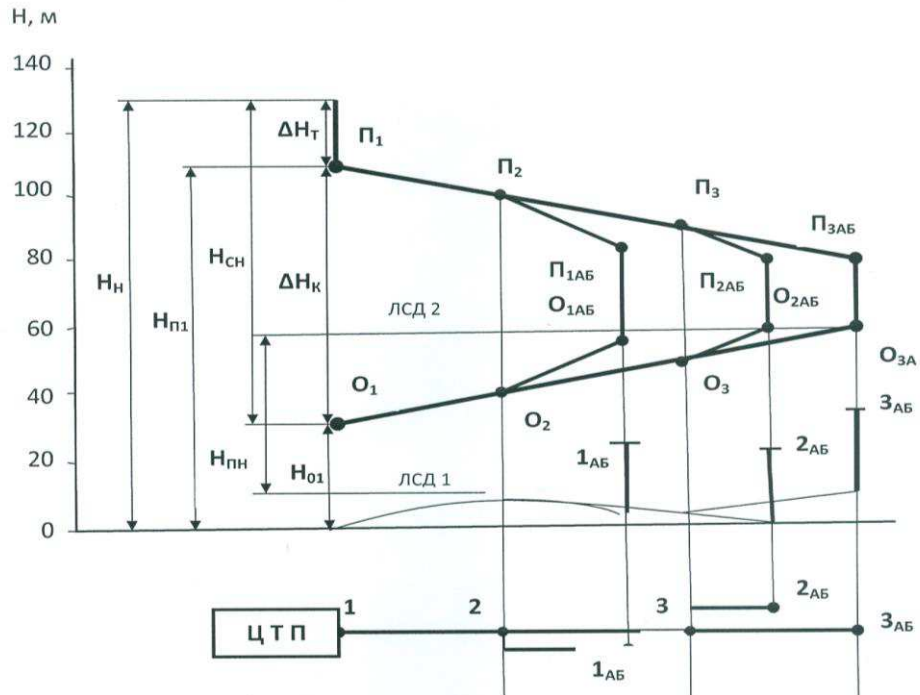


Рисунок 5 – Пьезометрический график тепловой сети

$$H^* = \frac{P}{\rho \cdot g} \quad , \quad (15)$$

где ρ - плотность воды,

g – ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с²;

P - избыточное давление в сети по манометру, Па.

Уклоны линий пьезометров на графике пропорциональны потерям напоров ΔH на расчетных участках тепловой сети.

Потери напора ΔH принимаем из гидравлического расчета. Потери напора у последнего абонента сети заданы в техническом задании на ВКР. Потери напора в теплообменнике отопления (его нет по схеме) отсутствуют.

В любой точке теплосети разницу напоров в подающем и обратном трубопроводе называют располагаемым напором.

При включенном сетевом насосе в котельной имеет место динамический гидравлический режим теплосети. В этом случае на пьезометрическом графике всегда имеются две наклонные линии напоров (подающего и обратного) и имеются располагаемые напоры H' во всех точках тепловой сети.

При выключении сетевого насоса в системе устанавливается статический напор, создаваемый подпиточным насосом и график напоров представлен только одной линией статического давления (ЛСД 2). В статическом режиме отсутствует циркуляция теплоносителя в трубопроводах сети ($H' = 0$).

Циркуляция теплоносителя при динамическом режиме по тепловой сети микрорайона протекает за счет располагаемого напора в точке подключения проектируемой сети к действующей теплотрассе от котельной (УТ*).

На пьезометрическом графике имеется 4 предельных уровня для пьезометров:

- по предотвращению вскипания теплоносителя перегретого (150°C) во всех точках подающего трубопровода теплосети, напор в подающем трубопроводе теплосети должен быть более $H(n_{\min}) = 40 \text{ м}$;

- по условиям прочности арматуры, магистральных трубопроводов и другого оборудования тепловых пунктов, максимальный пьезометрический напор в подающем трубопроводе теплосети не должен превышать $H(n_{\max}) = 160 \text{ м}$;

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

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

Линия давлений ЛСД 2 должна быть расположена при зависимом присоединении чугунных радиаторов не выше 60 м и не ниже высоты с запасом в 5 м самого высокого здания жилого района.

В закрытых систем теплоснабжения положено разрабатывать два режима: расчетный зимний и летний. Тепловая сеть работает при гидравлическом режиме существующей теплосети от котельной.

По пьезометрическому графику выбирают схемы присоединения систем отопления потребителей. В ВКР здания имеют зависимое присоединение отопления к теплосети (нет зданий высотой более 30 м).

Расчет графика зимнего режима начинают с определения необходимого располагаемого напора $H_{O'}$ в УТ*

$$H_{O'} = \Delta H_{\Pi} + \Delta H_0 + \Delta H_{AB}, \quad (16)$$

где ΔH_{Π} - потери напора в подающей линии, равные 16,8 м;

ΔH_0 - тоже в обратной линии, равные 16,8 м;

ΔH_{AB} - тоже в концевом абоненте, равные 15 м.

$$H_{O'} = 16,8 + 16,8 + 15 = 47,36 \text{ м}.$$

Располагаемые напоры в узлах (камерах) теплосети и МТП зданий:

- для главной магистрали:

$$H_1' = 47,36 - 2 \cdot 1,33 = 44,7 \text{ м}$$

$$H_2' = 44,7 - 2 \cdot 0,91 = 42,88 \text{ м}$$

$$H_3' = 42,88 - 2 \cdot 6,14 = 30,6 \text{ м}$$

$$H'_4 = 30,6 - 2 \cdot 1,86 = 26,88 \text{ м}$$

$$H'_5 = 26,88 - 2 \cdot 3,39 = 20,1 \text{ м}$$

$$H'_{2a} = 20,1 - 2 \cdot 2,55 = 15 \text{ м}$$

- для подмагистральной :

$$H'_6 = 44,7 - 2 \cdot 1,41 = 41,88 \text{ м}$$

$$H'_7 = 41,88 - 2 \cdot 4,28 = 33,32 \text{ м}$$

$$H'_8 = 33,32 - 2 \cdot 5,36 = 22,6 \text{ м}$$

$$H'_{1a} = H'_8 - 2 \cdot \Delta H_{8-1a} = 22,6 - 2 \cdot 0,76 = 21,08 \text{ м}$$

$$H'_{9a} = 22,6 - 2 \cdot 1,2 = 20,2 \text{ м}$$

$$H'_{11a} = 22,6 - 2 \cdot 1,13 = 20,34 \text{ м}$$

$$H'_{12a} = 33,32 - 2 \cdot 1,33 = 30,66 \text{ м}$$

$$H'_{13a} = 41,88 - 2 \cdot 1,88 = 38,12 \text{ м}$$

- для ответвлений:

$$H'_{10a} = 42,88 - 2 \cdot 2,52 = 37,84 \text{ м}$$

$$H'_{14a} = 42,88 - 2 \cdot 1,15 = 40,58 \text{ м}$$

$$H'_{7a} = 30,6 - 2 \cdot 2,9 = 24,8 \text{ м}$$

$$H'_{8a} = 30,6 - 2 \cdot 2,41 = 25,78 \text{ м}$$

$$H'_{4a} = 26,88 - 2 \cdot 3,3 = 20,28 \text{ м}$$

$$H'_{6a} = 26,88 - 2 \cdot 3,41 = 20,06 \text{ м}$$

$$H'_{3a} = 20,1 - 2 \cdot 0,79 = 18,52 \text{ м}$$

$$H'_{5a} = 20,1 - 2 \cdot 1,22 = 17,66 \text{ м}$$

По располагаемому напору и схеме присоединения подогревателя ГВС в зданиях микрорайона выбираем тип БТП. Результаты вносим в таблицу 7.

По заданию ВКР располагаемый напор в УТ* составляет 48 м. Это больше расчетных суммарных потерь давления по всему контуру проектируемой сети микрорайона (47,36 м) и циркуляция теплоносителя по сети микрорайона возможна без насоса.

1.10 Составные части тепловой сети

Для трубопроводов теплосетей предусматривают электросварные стальные трубы. Для сетей ГВС в закрытых системах теплоснабжения предусматривают оцинкованные трубы (ГОСТ 3262).

Подбор оборудования производится по условным диаметрам и давлениям P_y . Условным давлением P_y называют избыточное давление для длительной эксплуатации при температуре воды 20 °С, МПа.

Условный проход D_y это внутренний диаметр трубы, мм.

В ВКР применены электросварные стальные трубы (ГОСТ 10704 – 91), выпускающиеся с наружным диаметром 32 ÷ 426 мм. Трубопроводы соединяются электросваркой.

Запорная арматура тепловых сетей применяется следующих видов: клапаны запорные марки 15с27нж1 с наружным диаметром $d_n < 50$ мм; задвижки типа Зкл2-16 ($d_n \geq 50$ мм). Для выпуска теплоносителя предусматривают дренажи в виде запорных клапанов ($d_n 25 \div 100$ мм). Для выпуска воздуха из трубопроводов предусматривают воздушники в виде запорных клапанов диаметром от 15 до 32 мм.

В последнее время и ВКР вместо стальных задвижек и стальных запорных клапанов в качестве запорной арматуры приняты краны шаровые стальные, фланцевые типа DZT на условное давление 16,0 Бар (1,6 МПа) из каталога [4] $d_y = 15 \div 150$ мм.

Шаровые краны состоят из корпуса; запорного шара со штоком (нержавеющая сталь); уплотнения сальника и шара (фторопласт); ручки.

Применение шаровых кранов позволяет уменьшить габариты и высоту тепловых камер, уменьшить глубину заложения каналов теплосети, так как у шаровых кранов нет выдвижения шпинделя вверх.

Запорная, дренажная арматура и воздушники располагаются при подземной прокладке тепловсети в тепловых камерах (УТ). Конкретно о местах установки запорной арматуры на теплосетях сказано ранее.

Выпуск воды с магистральных участков тепловой сети предусмотрен в дренажные колодцы (Д) из прямков камер, расположенных в нижних точках теплотрассы по продольному профилю теплосети. Спуск воды из ответвлений к отдельно стоящим зданиям – в прямки камер с последующей откачкой воды передвижными насосами в канализацию или ливнесток.

В ВКР спускные колодцы размещены возле УТ 1, УТ 5, УТ 7. Воздушники установлены в верхних точках теплотрассы (УТ 4; УТ 6).

Для Красноярска с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления $t_{p,o} = - 37$ °С вся арматура стальная. Крепление к трубопроводам выполнена с помощью фланцевых соединений.

Для установки трубопроводов теплосети на строительных конструкциях применяют опоры (неподвижные и подвижные).

Неподвижные опоры (упорные, щитовые, хомутовые) служат для разделения теплопроводов на участки, независимые друг от друга в компенсации усилий от температурных удлинений труб теплосети; для неподвижного крепления трубопроводов теплосети относительно строительных конструкций теплосети. Размещают неподвижные опоры между П – образными компенсаторами, возле узлов трубопроводов (УТ), между участками труб с естественной компенсацией температурных удлинений.

Тип неподвижной опоры выбирают по диаметру трубы и по усилию, действующему на неподвижную опору. В ВКР применены самые дешевые хомутовые неподвижные опоры.

Устройство хомутовой неподвижной опоры (серия 4.903 -10, выпуск 4) приведено на рисунке 6.

Принцип работы: две косынки привариваются к трубопроводу по обе стороны от упорной балки (швеллера) и обеспечивают неподвижное положение трубы относительно строительной конструкции канала. Хомут (стальная лента)

удерживает косынки и балку в состоянии зацепления. На трубопроводах тепловых сетей с наружным диаметром $257 \div 350$ мм упорная балка состоит из двух швеллеров и называется лобовой опорой (типа Н4).

Скользящие, роликовые, шаровые, подвесные и другие подвижные опоры принимают вес трубопроводов и обеспечивают их свободное перемещение по строительным конструкциям. В ВКР предусмотрены скользящие опоры (серия 4.903.10, выпуск 5). Скользящие опоры располагаются между неподвижными опорами на расстоянии, обеспечивающем максимально допустимый прогиб трубы, в компенсаторных нишах и углах поворота трассы. Все скользящие опоры в данной ВКР имеют высоту 100 мм. Устройство и принцип работы скользящей опоры можно показать на рисунке 7. Сама опора приваривается к низу трубы. Низ опоры скользит по стальной закладной детали в опорной подушке (ОП). Закладная деталь уменьшает силу трения. Тип скользящей опоры выбирают по диаметру трубопровода и величине температурного удлинения Δ на расчетном участке теплосети.

Элементы тепловой сети (трубопроводы, арматура, опоры) необходимо покрывать антикоррозийным покрытием.

В ВКР в качестве тепловой изоляции теплосети предусмотрены скорлупы из пенополиуретана (монтажная пена).

Покровный слой – рулонный стеклопластик РСТ. Для подземной трассы можно использовать также рубероид и стеклоткань (металл неприменяют).

Контрольно – измерительные приборы (КИП) включают в себя комплекты (рисунок 8) для установки в камерах тепловых сетей показывающих манометров и стеклянных термометров.

Комплект для установки термометра для измерения температуры теплоносителя в трубопроводе теплосети:

- бобышка (втулка с внутренней резьбой под гильзу для термометра) для приварки в трубу;

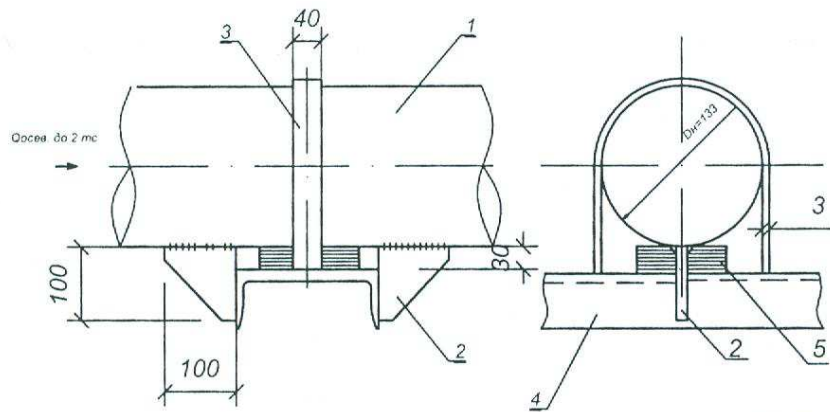
- оправа защитная с гильзой (в гильзу наливают масло машинное, т.к. оно не кипит при $t \text{ около } 150 \text{ } ^\circ \text{C}$ и не дает погрешности в измерении);

- стеклянный термометр $0 \div 150 \text{ } ^\circ \text{C}$;

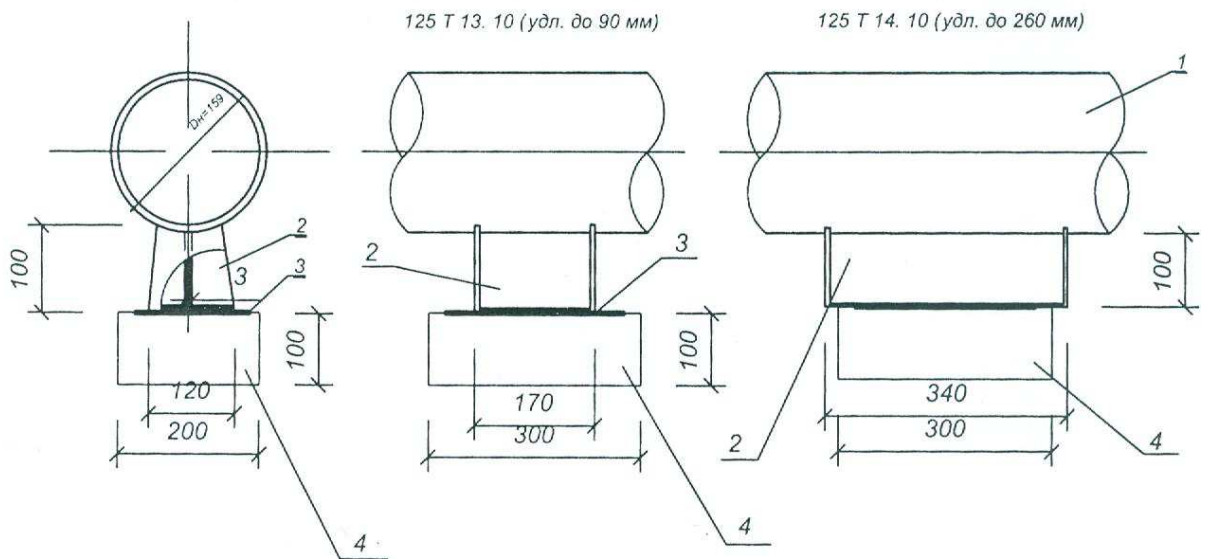
- уплотнительная прокладка между бобышкой и гильзой.

При установке термометра на трубу с диаметром менее 70 мм используют специальный стандартный расширитель трубопровода.

а



б



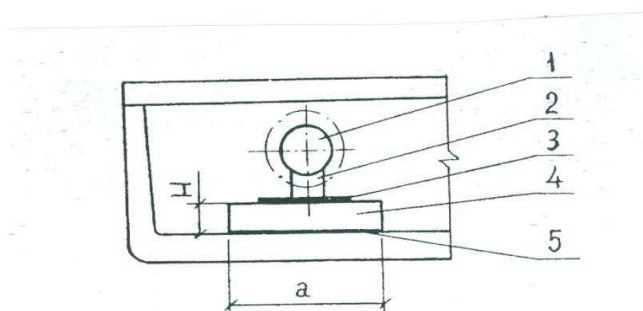
а – хомутовая неподвижная опора 125Т3.08; 1 – трубопровод теплосети;
 2 – ребро (косынка); 3 – хомут; 4 – швеллер (балка); 5 – подкладки (сталь 3 – 10 мм);
 б – скользящие опоры 125Т13(14); 1 – трубопровод теплосети; 2 – опора скользящая;
 3 – металлическая закладная; 4 – бетонная подушка марки ОП.

Рисунок 6 – Опоры трубопроводов теплосети

КИП для установки манометра для измерения избыточного давления в трубопроводе:

- закладная (бобышка);
- отборное устройство (трубка Перкенса для снижения погрешности измерений и трехходовой манометрический кран);
- манометр показывающий типа МП 4 –У.

Если бы в месте врезки проектируемой тепловой сети в существующую теплотрассу не было бы достаточного располагаемого напора, гидравлические режимы существующей сети не удовлетворяли бы потребителей микрорайона, то необходимо было бы устанавливать ЦТП.



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

Рисунок 7 – Скользящая опора в канале тепловой сети

В ЦТП можно проводить: преобразование параметров теплоносителя (Т и Р); учет тепловых потоков и расходов теплоносителя; контроль параметров; заполнение и подпитку тепловых сетей; создание циркуляции в сети насосом.

В ВКР в схеме теплоснабжения нет ЦТП но в каждом здании есть МТП (местный тепловой пункт), в котором размещен компактный БТП.

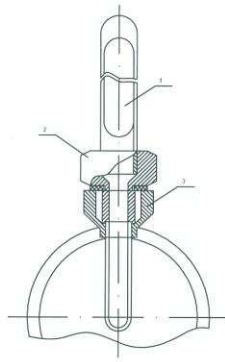
1.11 Расчет компенсатора

При движении нагретой воды по тепловым сетям трубопроводы деформируются, возникают температурные удлинения Δ , которые компенсируются в ВКР при помощи П-образных компенсаторов или за счет естественных поворотов трубопроводов теплосети (Г-; Z- компенсаторов).

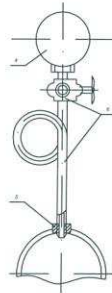
Все расчеты компенсатора следует выполнять по подающему трубопроводу, как наиболее нагреваемому до 150°C .

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

Установка термометра



Установка манометра



1 – стеклянный термометр; 2 – оправа защитная; 3 – бобышка;
4 – манометр; 5 – отборное устройство (успокоительная трубка Перкенса,
Трехходовой манометрический кран); 6 – закладная.

Рисунок 8 – КИП

Преимущество П-образных компенсаторов: не требуется сооружения тепловых камер для обслуживания компенсаторов при подземной канальной прокладке теплосетей.

Недостаток П-образных компенсаторов - большое гидравлическое сопротивление.

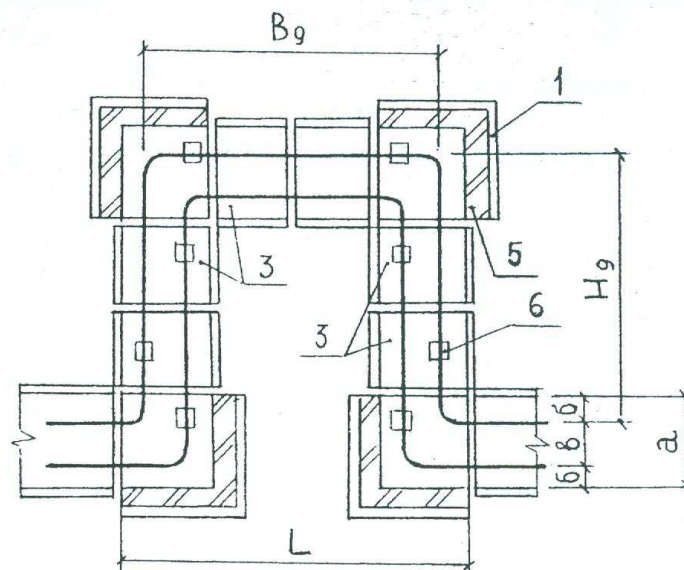
Кроме П-образных компенсаторов на тепловых сетях могут устанавливаться следующие виды компенсаторов: сифонные, лирообразные, сальниковые, манжетные, линзовые и др.

В расчет П-образных компенсаторов необходимо включить определение тепловых удлинений расчетных участков теплопровода (между опорами), размеров компенсаторов (вылет и спину), возникающих напряжений и усилий, действующих на ближайшую неподвижную опору.

Расчет П-образного компенсатора проведем на примере компенсатора К2, размещенного на участке УТ 3 – УТ 4.

Схема П-образного компенсатора приведена на рисунке 9.

Методика расчета проводилась по [5].



1 – плита днища угла поворота ПДУ 140.150.12; 2 – кирпичная кладка;
 3 – доборный лоток ЛК 75.120.60; а - ширина лотка, а = 0,98 м.; б - расстояние между осью трубы и стенкой канала, $\delta=0,26$ м.; в – расстояние между осями труб $v = 0,46$ м.;
 L – длина компенсаторной ниши; B_g – фактическая спина компенсатора; H_g – фактический вылет компенсатора.

Рисунок 9 – Ниша П-образного компенсатора К 2

Пояснения на рисунке 9 приняты по приложению 1 [5].

Предварительно принимаем, что размеры вылета и спины компенсатора равны ($H = B$); наружный диаметр трубопровода $d_n = 0,159$ м; длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами где установлен компенсатор К2) $l = 100$ м; коэффициент температурного удлинения $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$; температура сетевой воды в подающем трубопроводе $\tau_1 = 150$ °С; температура окружающей трубопровод среды в канале $t_n = 5$ °С; модуль упругости стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; длина доборных лотков между углами поворота ниши $l_1 = 0,75$ м; модуль инерции $I = 0,650 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$.

Тепловое удлинение участка определяем по формуле

$$\Delta = \alpha \cdot l (\tau_1 - \tau_n), \quad (17)$$

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 К2), равная 100 м;

τ_1 - температура сетевой воды в подающем трубопроводе, равная 150 °С;
 τ_H - температура воздуха в канале сети, равная 5 °С.

$$\Delta = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 100 (150 - 5) = 0,174 \text{ м.}$$

Вылет компенсатора при условии равенства размеров вылета и спины

$$H = 19,4 \sqrt{\Delta \cdot d_H}, \quad (18)$$

где Δ - тепловое удлинение участка трубы по (17), м;
 d_H - наружный диаметр трубопровода, равный 0,159 м.

$$H = 19,4 \sqrt{0,174 \cdot 0,159} = 3,23 \text{ м.}$$

Фактический вылет компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К 2 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по формуле

$$H_g = a + n \cdot l_1, \quad (19)$$

где n - число доборных лотков между углами поворота компенсаторной ниши;
 l_1 - длина доборного лотка, равная 0,75 м.

$$H_g = 0,98 + 3 \cdot 0,75 = 3,69 \text{ м.}$$

Фактическое значение спины компенсатора определяется по ф-ле

$$B_g = 2(a - b) + n \cdot l_1, \quad (20)$$

где a - ширина лотка, равная 0,98 м;
 b - расстояние между осями труб в канале, равное 0,26 м;
 n ; l_1 - тоже что в (19).

$$B_g = 2(0,98 - 0,26) + 3 \cdot 0,75 = 3,69 \text{ м.}$$

Напряжение изгиба в углах П-образного компенсатора

$$\delta = \frac{3 \cdot \Delta \cdot E \cdot d_H}{10 \cdot H_g^2}, \quad (21)$$

где E - модуль упругости, равный $2 \cdot 10^5$ МПа;
 Δ - тепловое удлинение участка определяется по (17), м;

H_D - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К2 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по (19), м;

d_H - наружный диаметр трубопровода, равный 0,159 м.

$$\sigma = \frac{3 \cdot 0,174 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,159}{10 \cdot 3,23^2} = 134 \text{ МПа};$$

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

Силу упругой деформации компенсатора определяем по формуле

$$P = \frac{\Delta \cdot E \cdot J}{A}, \quad (22)$$

где A – безразмерная величина, определяемая по (23);

Δ - тепловое удлинение участка определяется по (17), м;

J - модуль инерции, равный $0,65 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$;

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

$$A = \frac{5}{3} \cdot H_D^3, \quad (23)$$

где H_D - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К 2 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по (19), м.

$$A = \frac{5}{3} \cdot (3,23)^3 = 56,2.$$

$$P = \frac{0,174 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,65 \cdot 10^{-5}}{56,2} = 0,0039 \text{ МН}$$

Длина компенсаторной ниши К 3 определяем по формуле

$$L = 2a + n \cdot l_1, \quad (24)$$

где a ; n ; l_1 – тоже что в (19).

$$L = 2 \cdot 0,98 + 3 \cdot 0,75 = 4,21 \text{ м.}$$

Последовательно рассчитываем все имеющиеся на проектируемой тепловой сети медицинского центра П-образные компенсаторы.

Характеристики компенсаторов сведены в таблицу 8.

Таблица 8-Характеристики П-образных компенсаторов

Наименование	Наружн.диаметр d_n , м	Температ. удлинения Δ ,м	Вылет H_g , м	Спина B_g , м	Напряжение δ , МПа
К 1	0,219	0,18	3,96	4,38	151
К 2	0,159	0,174	3,23	3,69	159
К 3	0,133	0,12	2,95	3,29	110
К 4	0,108	0,078	2,2	2,54	104

1.12 Выбор типа неподвижной опоры

Выбор проведем на примере определения осевых усилий на неподвижную опору Н8 на участке между узлами УТ 6 и УТ 7 (рисунок 10).

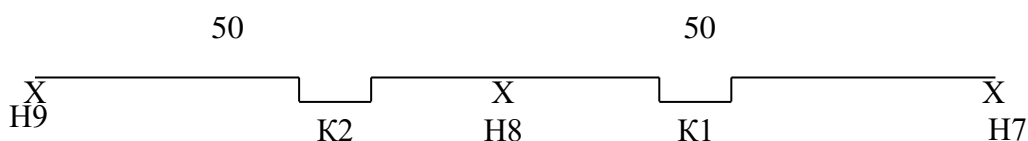


Рисунок 10 – Схема расчетного участка (УТ 6 – УТ7)

Данные для расчета равны $d_n = 0,159$ м; вес одного погонного метра трубы $g = 650$ Н/м; модуль инерции $I = 0,65 \cdot 10^{-5}$ м⁴; коэффициент трения $\mu=0,4$; модуль упругости стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; температурное удлинение участка, где установлен один компенсатор (рисунок 6) по данным таблицы 9 $\Delta = 0,174$ м; вылет компенсаторов К2 $H_g = 3,23$ м; длина расчетного участка = 100 м.

Осевое усилие на неподвижную опору Н8 с учетом сил трения в скользящих опорах и реактивных сил P в П-образных компенсаторах К2 определяем по формуле

$$H_8 = \mu \cdot g \cdot l + P, \quad (25)$$

где μ - коэффициент трения, равный 0,4;

g - вес одного погонного метра трубы, равный 650 Н/м;

l - длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами где установлен компенсатор К2), равная 100 м;

P - сила упругой деформации компенсатора, определённая по (22), Н.

$$H_2 = 0,4 \cdot 650 \cdot 100 + 3900 = 2990 \text{ Н} = 3 \text{ КН} = 3 \text{ т.с. (тонна сила)}$$

Осевое усилие, действующее на неподвижную опору, необходимо рассчитывать для выбора типа неподвижной опоры.

До 2,5 т.с. – хомутовая опора ($D_y = 125 \text{ мм}$)

Более 2,5 т.с. – лобовая опора ($D_y = 200 \text{ мм}$)

1.13 Материалы теплоизоляции

Покрытие трубопроводов, арматуры и опор теплоизоляционным составом необходима для уменьшения тепловых потерь.

Вид теплоизоляции теплопровода состоит из материала тепловой изоляции и наружного защитного покровного слоя.

Конструкция теплоизоляции зависит от диаметра трубопроводов, способа прокладки теплосети, температуры теплоносителя.

Для канальной подземной прокладки сетей, материалы теплоизоляционных покрытий должны удовлетворять следующим теплофизическим свойствам: плотность $\rho \leq 400 \text{ кг/м}^3$; коэффициент теплопроводности $\lambda \leq 0,071 \text{ КДж/кг} \cdot \text{гр}$.

Все характеристики теплоизоляционных материалов для проектирования тепловых сетей приведены в [6] «Теплоизоляция оборудования и трубопроводов».

В ВКР предусмотрена теплоизоляция из пенополиуритана (ППУ 331/03). ППУ – наиболее эффективный изоляционный материал, имеет наименьшую теплопроводность $\lambda = 0,02 \div 0,03 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}$ (λ минваты = $0,05 \div 0,07 \text{ Вт/м}$ в сухом состоянии и $0,18 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}$ во влажном состоянии). ППУ имеет достаточную прочность ($0,3 - 0,4 \text{ МПа}$), широкий интервал температур среды (до $150 \text{ }^\circ\text{C}$).

Главные преимущества скорлуп ППУ по сравнению с традиционной минеральной ватой - высокая эффективная теплоизоляция, низкая трудоемкость, достаточная монтажная и эксплуатационная прочность, теплостойкость, возможность круглосуточного монтажа в любое время года, стойкость к воздействию химических сред и атмосферных осадков, и высокая производительность монтажа (экономия трудозатрат до 75%), возможность многократного использования после демонтажа, быстрый доступ к поврежденным участкам сети. Скорлупы из ППУ гарантируют надежность теплоизоляции в течение 55 лет (мин. вата – до 10 лет), повышают технический уровень прокладки теплосетей, инновацию. Он легко поддается механической обработке: пилится, режется, сверлится. ППУ является экологически чистым материалом, он разрешен к использованию в жилых помещениях.

Для надежности и защиты теплоизоляционные скорлупы с внешней стороны покрыты защитным материалом – рубероидом, стеклотканью (В ВКР изоляция покрыта рулонным стеклопластиком РСТ).

Покрывной материал экономится на 47 % т.к. толщина изоляции из ППУ в 2,5 раза меньше толщины теплоизоляции из стекловаты. Применяемые толщины скорлуп из ППУ 40 ÷ 60 мм. Эффективность ППУ - потери тепла снижаются до 4%, что в 2 раза меньше нормативных потерь тепла. У минеральной ваты потери доходят до 27 %.

Скорлупы крепятся на трубопроводе бандажами из стальной оцинкованной ленты 0,6 x 20 мм через каждые 0,5 м. После закрепления скорлуп производится заливка соединительных швов монтажной пеной.

Толщину слоя теплоизоляции можно узнать двумя способами:

- по допустимым нормам плотностей теплового потока через слой теплоизоляции.

- по заданной величине температуры на поверхности теплоизоляционного слоя, составляющей до 45 ° С.

В ВКР толщина теплоизоляции не рассчитывалась, пользовались рекомендациями практиков-проектировщиков.

Запрещено применение металлических покрытий (оцинкованная сталь, алюминий, фольга) для подземных прокладок тепловых сетей.

Допустимые материалы кровного слоя подземной канальной прокладки сетей: рубероид, стеклоткань, пух шнур (до 50 мм). ППУ в отличие от минеральных веществ горючий.

1.14 Продольные профили тепловой сети

Продольный профиль необходим для:

- безопасного выполнения земляных работ и определения объемов выбираемого грунта для расчета стоимости СМР;

- определения мест установки дренажных узлов и воздушников в тепловых камерах теплотрассы;

- определения глубины рытья котлованов под камеры и другие строительные конструкции теплосети.

На продольном профиле тепловых сетей в масштабе по оси теплотрассы наносят:

- пересекаемые теплосетью надземные и подземные сооружения и коммуникации (ВКР – учебная работа, этот пункт отсутствует);

- поверхности земли - сплошной тонкой линией;

- размеры каналов и номера сечений;

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

- отметки пола и потолка каналов;

- уклон и длину трубопроводов тепловой сети.

Уклоны трубопроводов водяных тепловых сетей принимаются не менее 0,003. Уклоны можно изменять в камерах. Уклон на участках сети, прилегающих к зданиям, выполняют всегда в сторону тепловой камеры.

От кромки земли выполняется заглубление:

- до верха перекрытий каналов – 0,8 м;

- до верха перекрытия камер – 0,4 м.

В ВКР уклоны участков дна траншеи соответствуют естественным уклонам земли вдоль оси тепловой сети.

1.15 Виды коррозии трубопроводов в подземных теплосетях

Коррозия сильно сокращает срок службы тепловых сетей. Скорость коррозии максимальна при температуре около 75 °С (такова средняя за год температура теплоносителя теплосети).

Виды коррозии: внутренняя и наружная. Внутреннюю коррозию вызывает кислород, содержащийся в сетевой воде. В водяные тепловые сети кислород попадает главным образом с водой подпитки и с подсосами воздуха в оборудование теплосетей при аварийных ситуациях.

Распределенная коррозия захватывает большие участки труб теплосетей по длине, хотя скорость ее гораздо меньше.

Язвенная коррозия наблюдается в нижних застойных участках трубопроводов теплосетей, где скапливается шлам и грязь. На поверхности металла образуются отдельные участки поражений металла. Со временем язвенная коррозия приводит к разрушению труб сетей насквозь.

Следствия внутренней коррозии трубопроводов:

- теряется металл;
- шероховатость внутренней поверхности труб увеличивается, что приводит к росту гидравлического сопротивления и расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя электронасосами;
- при окислении образуется налет на внутренних стенках труб, снижается сечение труб и интенсивность теплообмена в подогревателях;
- засорение автоматики, запорной арматуры, отопительных приборов, снижается их расчетная теплопередача.

Борьба с внутренней коррозией теплосетей:

- периодический выпуск воздуха из теплосетей;
- во всех отключаемых трубопроводах теплосетей и аппаратах следует обеспечить полный дренаж воды;
- проведение качественной подпитки теплосетей;
- применение силиката натрия (жидкое стекло), который создает внутри труб защитные пленки и замедляет внутреннюю коррозию;
- поддержание во всех точках водяных тепловых сетей избыточного давления для предотвращения подсоса воздуха внутрь систем ЦТС;
- применение пластиковых труб для теплосетей.

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 окружающую среду. В электрохимическом процессе коррозии разрушение металла происходит в результате соприкосновения с электролитами при

котором вместе с химическим воздействием возникает движение блуждающего электрического тока в почве в зоне электротранспорта.

Почвенной коррозии подвержены особенно подземные бесканальные прокладки тепловых сетей, которые в Красноярске не применяются.

Меры для борьбы с наружной коррозией:

- при монтаже замена грунта в основании трассы или засыпка чистым песком;
- поддержание технологического режима работы тепловой сети;
- антикоррозийное покрытие трубопроводов (силикатные эмали, мастики, краски);
- применение мер по осушению трассы, гидроизоляция каналов и тепловых камер;
- обоснованный выбор способа прокладки тепловой сети;
- обязательное устройство водонепроницаемых перегородок (рисунок 11) на тепловых вводах теплосетей в здания.

Трубопроводы теплосетей из высокопрочного чугуна с шаровым графитом (ВЧШГ) с ППУ изоляцией антикоррозийного покрытия также не требуют.

Для защиты от коррозии систем горячего водоснабжения в МТП зданий необходимо установить установки магнитной обработки воды как самый простой и дешевый способ защиты от различной коррозии.

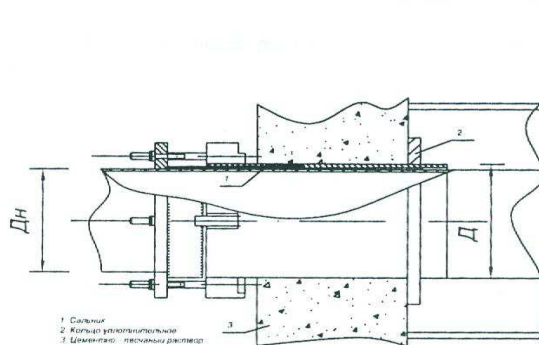
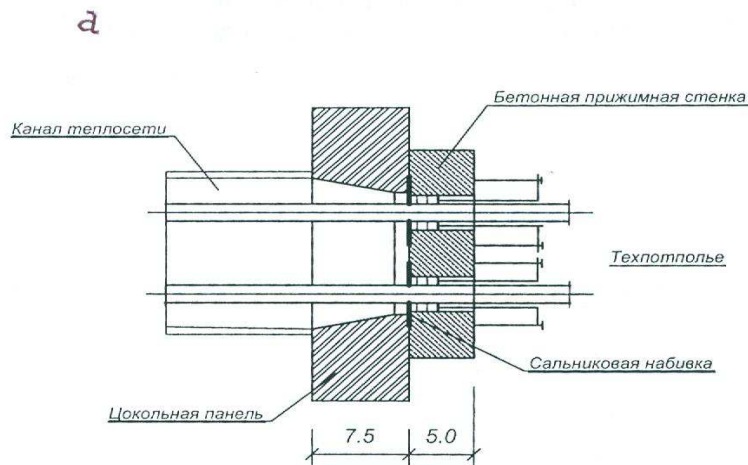
1.16 Строительные конструкции в сетях теплоснабжения

1.16.1 Непроходные лотковые каналы

При строительстве подземной прокладки тепловых сетей широкое применение получили непроходные каналы, в которые уложены теплопроводы.

Основным изделием используемым при сооружении каналов, служит сборный железобетон с высокой надежностью и долговечностью при эксплуатации теплосетей в условиях повышенной влажности и высокой температуры.

Согласно с. 3.006. 1- 8 «Каналы и сборные железобетонные тоннели из лотковых элементов» каналы типа КЛ состоят из лотков марки ЛК и плит перекрытия марки ПТ. Основные (длинные) лотки и плиты имеют длину 3 м, доборные (короткие) лотки – 0,75 м. Ширина каналов от 140 до 3500 мм, высота каналов от 210 до 1300 мм.



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

Рисунок 11 – Водогазонепроницаемый ввод теплосети в здание

Стыки каналов теплосетей заделываются цементным раствором, каналы покрываются рубероидом и битумом. В местах прилегания каналов к тепловым камерам возможны деформационные швы. Для предотвращения попадания воды в каналы из подвалов зданий и наоборот, вводы теплосети в здание выполняют с водогазонепроницаемыми перегородками.

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

При применении П-образных компенсаторов неподвижные опоры выносят из тепловых камер и располагают снаружи между лотками теплотрассы возле теплофикационной камеры.

Принятые в ВКР неподвижные опоры устанавливаются при помощи монолитной вставки (рисунок 12). Упорная балка неподвижной опоры в виде швеллера определенной длины заделывается в монолитную вставку опоры, выполненную из бетона марки В15. Монолитная вставка неподвижной опоры опирается на бетонную подготовку марки В 7,5, сверху вставка накрывается короткой плитой перекрытия лотков и сжата лотками теплосети.

Длина любой монолитной вставки для неподвижной опоры составляет 0,75 м для любого типа непроходного канала, внутренние размеры вставки соответствуют габаритам лотка соответствующего участка теплосети, где установлена неподвижная опора.

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

Опорной подушкой называется строительная конструкция, по которой происходит перемещение скользящей опоры. Опорная подушка крепится к полу канала на цементный раствор толщиной 1 см. Для уменьшения трения скольжения в опорной подушке предусмотрена металлическая закладная пластина.

1.16.2 Повороты каналов теплосети

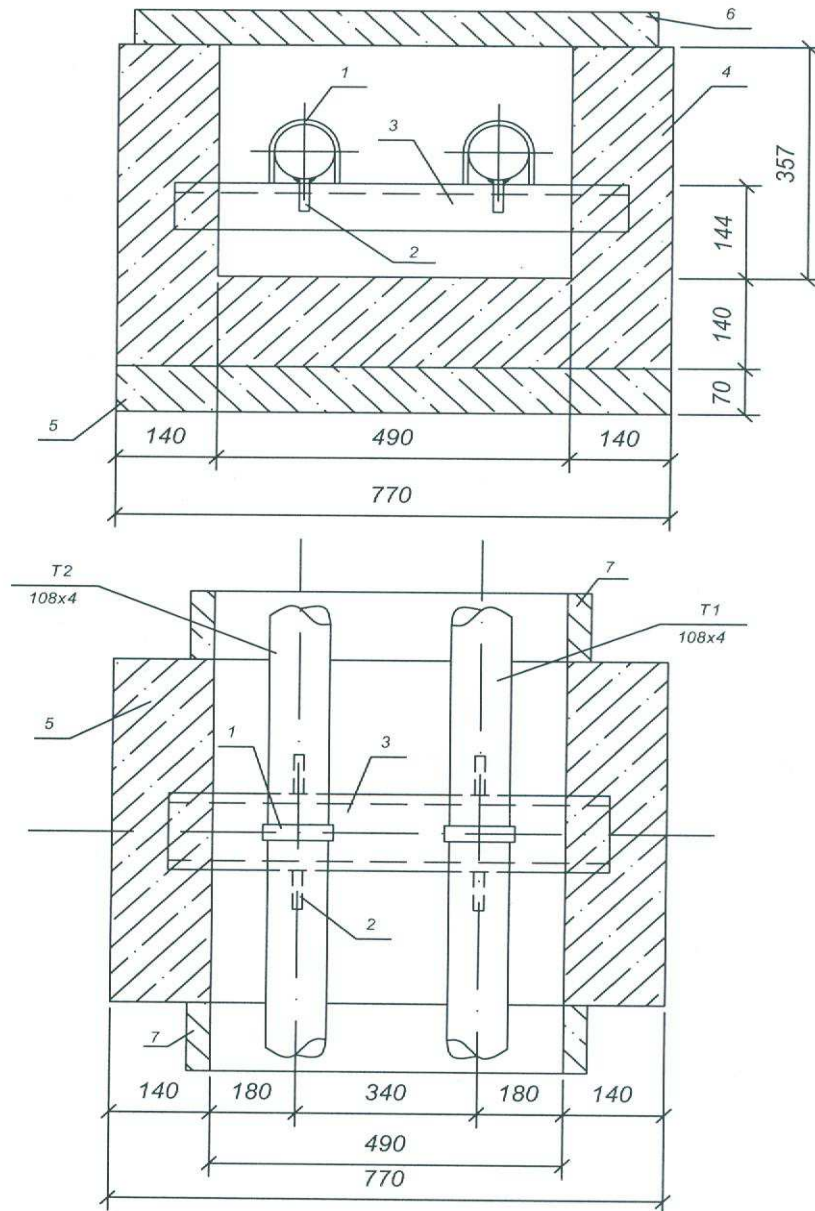
Повороты непроходных каналов теплосетей выполняются из сборных ж/б конструкций по серии 3.006. 1- 8 выпуск 0-2 «Узлы трасс».

Нижняя часть поворота состоит из плиты днища марки ПДУ. Сверху угол канала накрывается плитой перекрытия марки ПТУ. Просветы между лотками с двух сторон заделываются кирпичной кладкой.

Стыки плит заделываются цементным раствором и покрывают, как и каналы теплосетей битумом.

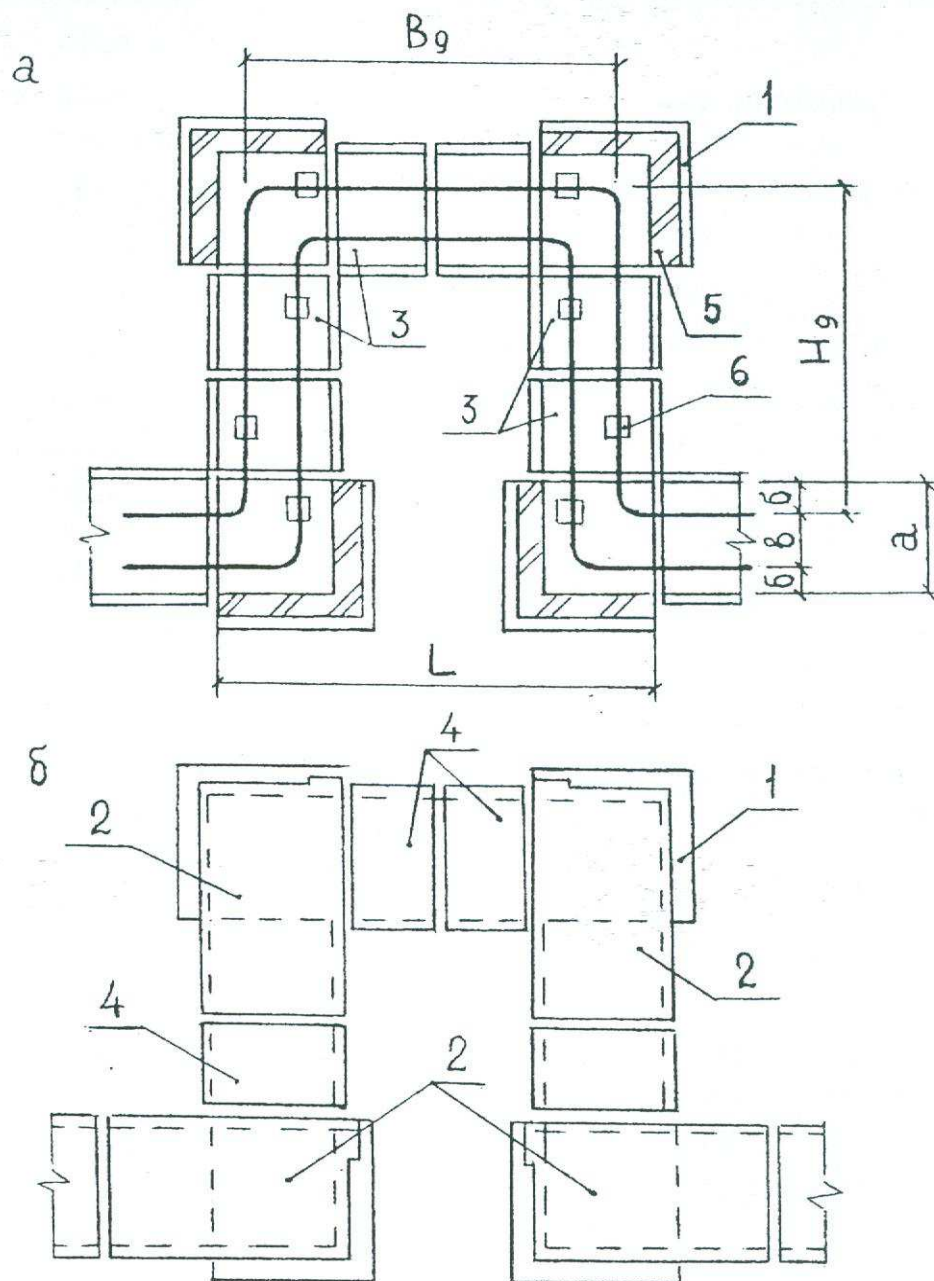
1.16.3 Ниши

П - образные компенсаторы теплосетей размещают в специальных нишах (рисунок 13). Каждая ниша компенсатора состоит из четырех углов поворота канала и трех комплектов коротких лотков с короткими плитами перекрытия, расположенных между углами поворота канала.



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

Рисунок 12 – Монолитная вставка неподвижных опор



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

Число и тип коротких лотков между углами ниши определяют при расчете размеров (вылета и спины) П-образного компенсатора участка теплосети.

Нишу компенсатора теплосетей всегда нужно располагать своей выгнутой частью в сторону подающего трубопровода теплосетей, который в свою очередь размещается в лотке справа по ходу теплоносителя от УТ*.

1.16.4 Камеры для узлов трубопроводов

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

Строительную часть камер выполняют из сборного железобетона. Стены камер выполняются из фундаментных строительных блоков (ФБС). Пол камеры льют в виде монолитной плиты из бетона В15 с уклоном в сторону приямка (углубление 400 на 400 и глубиной 300 мм). Строительные отметки низа и верха проемов в стенах камеры для примыкания к ним каналов теплосети в магистральном направлении принимаются по продольному профилю магистрали теплосети.

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

При проектировании камеры необходимо соблюдать условия:

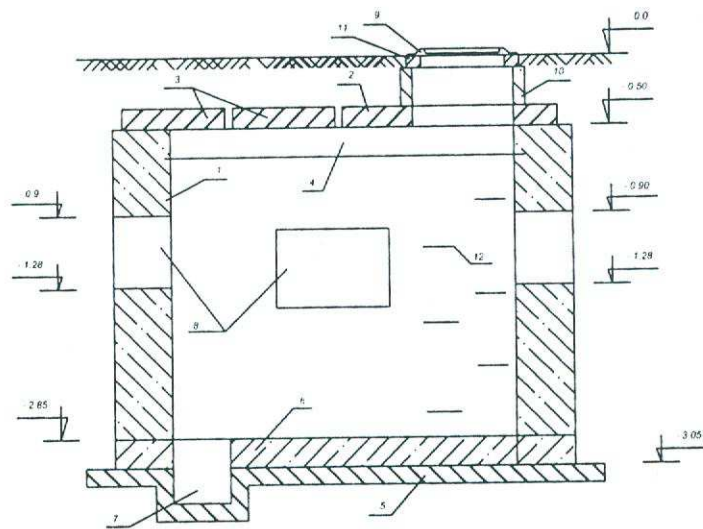
- камеры тепловых сетей защищают надежной гидроизоляцией от грунтовых вод битумом;

- в перекрытиях камеры при внутренней площади от 2,5 до 6 м² должно быть не менее двух люков диаметром 630 мм, расположенных по диагонали;

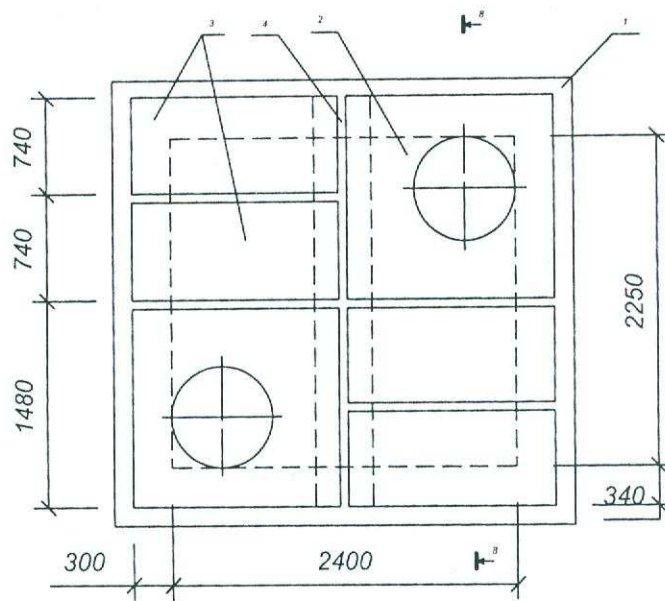
- при наличии сальниковых компенсаторов, при длине камеры до 3,5 м и наличии одного ответвления с проходом под трубами менее 1 м количество люков должно быть не менее трех; при длине более 3,5 м, внутренней площади камеры 6 м² и более, при наличии двух ответвлений – не менее четырех люков;

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

- задвижки в камере должны устанавливаться в разбежку со смещением не менее чем на 150 мм.



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

- каждый люк оборудуют ходовыми скобами или металлической лестницей. Горловина люка выполняется из ж/б колец диаметром 700 мм при высоте засыпки над перекрытием камеры не более 1 м. При большей высоте засыпки диаметр горловины колец устанавливается не менее 1000 мм.

1.16.5 Дренажные конструкции

Предусматривают самотечный отвод дренируемой воды в дренажные колодцы или устройство отключающих клапанов-захлопок на входе самотечного трубопровода в сети канализации из прямков камер теплосетей, расположенных в нижних точках по профилю теплотрассы.

Отвод воды из прямков других камер, расположенных не в нижних точках по профилю теплотрассы, должен предусматриваться из прямков камер передвижными насосами в систему канализации или ливнесток.

Дренажные колодцы для тепловых сетей (рисунок 15) выполняются из ж/б изделий по серии 3.900.1 – 14 «Изделия железобетонные для круглых колодцев водопроводов и канализации».

В ВКР все строительные конструкции тепловой сети принимались по методическим указаниям [5].

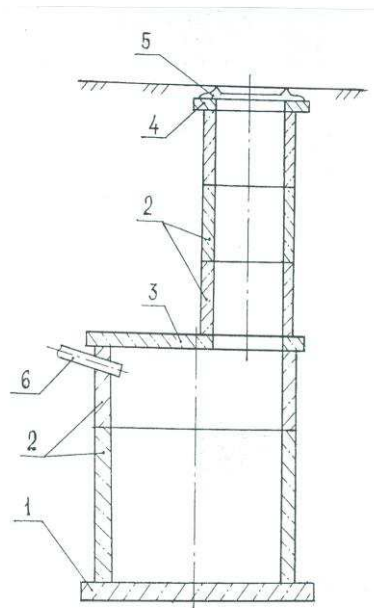
1.17 Оформление заказная спецификации

После выполнения всех расчетов составляют заказную спецификацию на оборудование и строительные конструкции наружной тепловой сети микрорайона. Данная спецификация размещена в таблице Приложения.

1.18 Энергосбережение

В этом разделе ВКР разработаны мероприятия по энергосбережению, применяемые по системе теплоснабжения района города:

- соблюдение требований нормативной литературы при проектировании и монтаже систем теплоснабжения;
- применение СГВ с циркуляцией;
- автоматизация блочных тепловых пунктов;
- применение регуляторов температуры и расхода в СГВ для предотвращения перегрева воды;
- применение баков-аккумуляторов для СГВ;
- применение термостатических клапанов на отопительных приборах для индивидуального регулирования теплопотребления;
- центральное качественное регулирование (ЦКР) отпуска тепловой энергии от источников тепла;
- улучшение ЦКР местным регулированием на МТП отпуска тепла на отопление здания при помощи смесительных и подмешивающих насосов;



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

- дренажные устройства на ответвлениях в камерах к зданиям позволяем экономить сливаемую воду при авариях;
- использование современных инновационных пластинчатых подогревателей ГВС с повышенной эффективностью теплопередачи и низкими гидравлическими потерями давления для снижения расхода электроэнергии на перекачку теплоносителей;
- применение частотно-регулируемых приводов насосов;
- применение в качестве запорной арматуры шаровых кранов, имеющих минимальные гидравлические сопротивления и не имеющих утечек через сальники;
- применение инновационных теплоизоляционных покрытий из ППУ;
- водогазонепроницаемые перегородки (рисунок 11) на вводах тепловой сети в здание.

2 Технология возведения инженерных сетей

2.1 СМР. Подготовительные работы

Разрешение на разработку грунтов выдаёт административная инспекция соответствующего района по землепользованию, указывая срок и условия производства земляных работ. Затем производят разбивку трассы тепловых сетей на местности в соответствии с генпланом, с привязкой их к ближайшим зданиям. Через каждые 200 м, на поворотах или на пересечениях с поперечными осями ниш и камер, трассу тепловых сетей фиксируют деревянными кольшками, на которые нанося координаты и строительные отметки для каналов, камер и ниш компенсаторов. Границы траншей, ниш, камер размечают забивкой временных кольшков по их наружным габаритам через каждые 20 м; по трассе тепловых сетей через каждые 50 м устанавливают постоянные вешки. По окончании разбивки трассы устанавливают ограждение, производят очистку территории, строительство временных сооружений, освещения трассы, проводку водопроводной воды и электроэнергии. Параллельно трассе устанавливают проезды. На трассу завозят инвентарные временные здания (для производителей работ и мастеров, для кладовой, для приёма пищи, для хранения инвентаря, материалов и инструментов, для складирования). На трассу тепловых сетей завозят строительные материалы, инструменты и механизмы.

2.2 СМР

Теплосеть отрабатывают поточным методом с применением комплексной механизации всех работ (монтажных, погрузочных, транспортных). Трассу делят на захватки, работу ведут по шесть рабочими бригадами. Технология порядок производства строительно-монтажных работ (СМР) теплосетей представлены следующим образом:

- земляные работы на трассе;
- устройство железобетонных конструкций, каналов, камер теплосетей;
- монтаж трубопроводов теплосетей и арматуры;
- антикоррозийная и тепловая изоляция трубопроводов теплосетей;
- монтаж перекрытий каналов, ниш и камер тепловых сетей;
- благоустройство;
- гидравлическое испытание теплосетей.

2.2.1 Выполнение земляных работ

Разработка грунта экскаватором марки Э-3026 для прокладки канальной тепловых сетей в траншеях выполнена на рисунке 16.

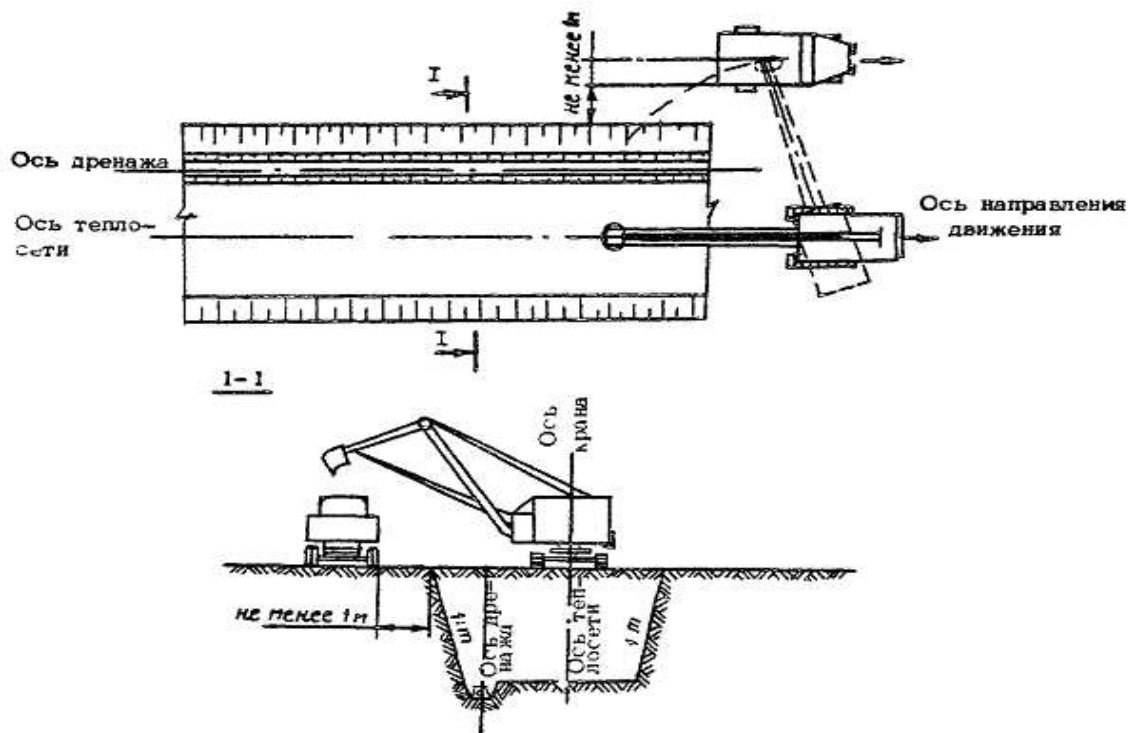


Рисунок 16 - Разработка грунта экскаватором с погрузкой в автомобили при земляных работах на теплосетях

Ширина траншеи по дну принимается равной $D + 300$ мм для трубопроводов диаметром до 700 мм (D – условный диаметр трубопровода).

Крутизна откосов траншей под трубопровод принимается по стандарту .

Методы разработки грунтов определяют в зависимости от параметров земляного сооружения и объемов работ, геотехнических характеристик и классификации грунтов, местных условий строительства, наличия землеройных машин в строительных организациях.

Объём земляных работ при разработке траншей теплосетей с откосами определяем по формуле

$$V = 1/2(B_1 + B_2)LH , \quad (26)$$

где B_1 – ширина траншеи по верху, м;

B_2 – ширина траншеи по низу, м;

L – длина траншеи, м;

H – высота траншеи, м.

Свалка грунта из траншей тепловых сетей в отвал допускается только при устойчивых грунтах в летнее время.

Засыпка траншей является завершающей операцией в монтаже теплотрассы. Для этого используют бульдозеры.

Остаточный минеральный грунт, который остался после укладки каналов теплотрасс в траншею вывозится в места, указанные в проекте автосамосвалом КамАЗ-5511 на свалку на расстояние более 5 км.

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

Проход для экскаватора с ёмкостью ковша 0,4 м³, начинают вдоль оси траншеи. Траншею роют экскаватором на глубину меньше проектной отметки на 0,1 м. Траншею до проектной отметки углубляют вручную лопатами, а грунт при этом вынимают при помощи ковша экскаватора. Дно траншеи разравнивают, стенки делают без креплений в местах установки каждой с откосом 1/0,2. В местах установки тепловых камер при глубине котлована до 3м - с откосом 1/0,5.

2.2.2 Монтаж железобетонных конструкций каналов и камер

Монтаж осуществляется в соответствии с рабочими чертежами ж/б конструкций, проектом производства работ и правилами техники безопасности (ТБ). Монтаж лотков непроходного канала типа КЛ, элементов камер из железобетона (рисунок 17), производят автокраном. Швы между конструкциями заделывают цементным раствором. Неподвижные опоры выполняют во вставках.

В ВКР для теплосети применены электросварные трубы (ГОСТ 10704-99) длиной 10 м. До начала монтажных работ трубы собирают в плети по четыре штуки на бровке траншеи. Перед сборкой стальных труб надлежит полностью отчистить трубы от грязи. При дуговой сварки кромки трубы и прилегающие к ним внутреннюю и внешнюю поверхности на 10 см отчищают до металлического блеска. Состыкованные трубы закрепляют прихватками.

2.2.3 Установка трубопроводов и арматуры

Трубопроводы опускают в траншею звеньями с помощью двух автокранов. Строповку трубопроводов (рисунок 18) выполняют в двух точках, затем звено поднимают кранами (рисунок 19) на 0,7 м от поверхности земли.

Убедившись в надежности крепления строп и устойчивости крана, звено труб перемещают в проектное положение в канал, изменяя вылет троса-стропы. Звено опускают плавно в канал теплосети. После проверки положения звена труб на дне канала снимают стропы, передвигают краны и цикл работ повторяют. Окончив укладку и сварку звеньев труб, производят их рихтовку, а также монтаж к трубопроводам скользящих опор. При прокладке трубопроводов теплосети всегда подающий трубопровод тепловой сети укладывают справа по ходу движения теплоносителя. Перед монтажом запорной, дренажной арматуры производят ее осмотр и ревизию.

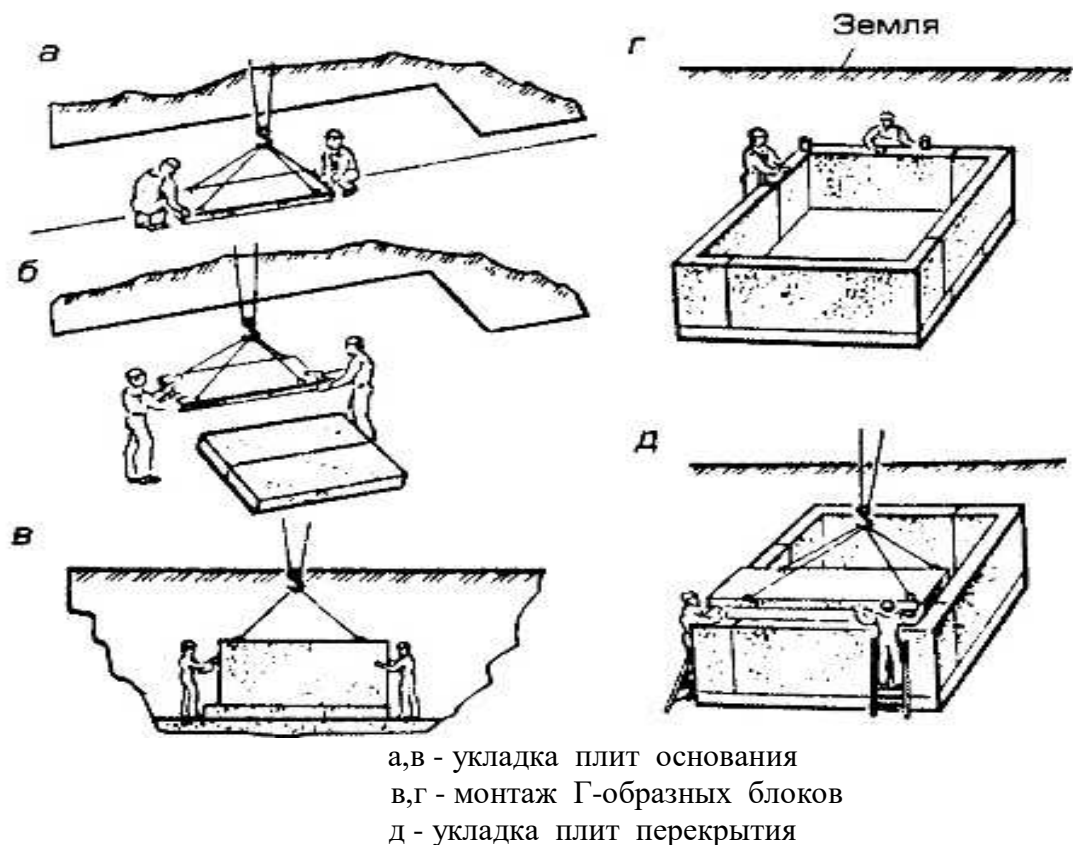
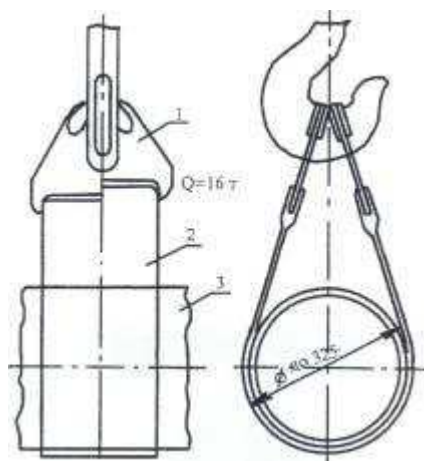


Рисунок 17 - Монтаж тепловой камеры

Запорную арматуру в камере устанавливают с разбежкой т.о., чтобы к ней был облегчен свободный доступ во время монтажа, эксплуатации и при ремонте. Места установки арматуры (камеры) на трассе должны быть полностью защищены от восприятия каких-либо изгибающих усилий при помощи дополнительных неподвижных опор со стороны П-образных компенсаторов.

П-образные компенсаторы заводят на трассу в собранном виде. Соединяют компенсаторы с трубопроводами посредством сварки. Компенсатор перед его установкой проверяют на специально приспособленной площадке, растягивая при монтаже на величину указанную в проекте (половина температурного удлинения).

Растяжку компенсатора производят следующим образом: после установки автокраном на место монтажа и приварке одного трубопровода, в месте второго стыка устраивают зазор 0,5 величины теплового удлинения трубопровода. Все остальные стыки на трубопроводе между неподвижными опорами должны быть сварены. При помощи лебедки или домкрата компенсатор растягивают, зазор ликвидируют и сваривают второй стык.



1 - пластина; 2 - лента; 3 – трубопровод

Рисунок 18 - Строповка трубопровода теплосети

Установленные трубопроводы тепловых сетей перед сдачей их в эксплуатацию предварительно испытывают на прочность и плотность давлением воды. При испытании проверяют герметичность и плотность сварки швов труб, фланцевых соединений, арматуры и линейного оборудования. Начиная предварительное гидравлическое испытание, давление поднимают до пробного давления. При этом пробное давление должно быть не менее 1,6 МПа для подающих трубопроводов и не менее 1,2 МПа для обратных. Пробное

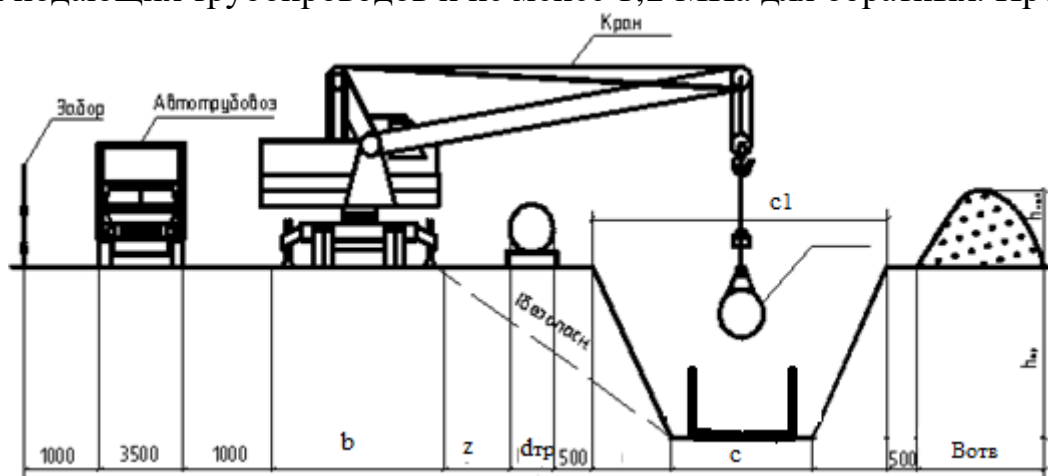


Рисунок 19 - Компоненты для выбора автокрана

давление выдерживают в течении 5 мин. По манометру проверяют нет ли падения давления, после чего давление снижают до рабочего. При рабочем давлении трубопровод осматривают и обслуживают сварные швы молотком с рукояткой длиной не более 0,5 м. Результаты испытания считают удовлетворительными, если нет падения давления и не обнаружено течи или потения сварных швов.

2.2.4 Изоляционные и теплоизоляционные работы

Изоляционные работы выполняют гидравлического испытания трубопроводов. По антикоррозийной защите труб последовательно проводят следующие операции:

- сушка;
- очистка;
- обезжиривание;
- огрунтовка;
- окраска антикоррозийным покрытием.

Сушку производят если изоляция наносится в дождливую погоду. Очистку наружной поверхности выполняют вручную металлическими щетками, обезжиривание проводят бензином. Затем грунтуют и окрашивают антикоррозионным покрытием (см. спецификацию в Приложении). После нанесения антикоррозийного покрытия для уменьшения потерь теплоты трубопроводы теплотсети теплоизолируют пенополиуританом с покровным слоем из рулонного стеклопластика.

2.2.5 Монтаж перекрытий камер и каналов

Перекрытия камер и каналов устраивают из плит, для камер плиты выполнены с отверстиями для люков. Технология установки плит автокраном аналогична технологии укладки лотков. Швы между плитками заделываются цементным раствором. Перекрытия каналов и тепловых камер, наружные стенки покрывают битумной мастикой в два слоя для гидроизоляции от влаги почвы.

2.2.6 Благоустройство

Обратную засыпку траншеи начинают вручную, при этом между стенками траншеи и канала тщательно засыпают пазухи с постоянным уплотнением электрической трамбовкой. После засыпки пазух остальной грунт засыпают бульдозером. Уплотнение грунта производят пневматическими катками. Зимой при засыпке щебнем трамбовка и уплотнение не требуется.

2.2.7 Окончательное гидравлическое испытание трубопроводов

При окончательном гидравлическом испытании трубопроводов теплотсети избыточное давление выдерживают в течение 15 минут. Затем, осматривают сварные и фланцевые соединения, арматуру и далее пробное давление снижают до рабочего давления (см. пьезометрический график теплотсети). Если при этом падение давления в течении 2 часов не превышает 10 %, то теплопровод считается выдержавшим окончательное гидравлическое испытание. По окончании монтажных работ и гидравлического испытания производят промывку труб (в 2 этапа). Сначала трубопровод промывают

водопроводной водой под давлением равным избыточному давлению в водопроводной сети (0,3 – 0,4 МПа). Затем, воду сливают, вновь заполняют водопроводной водой, создавая при этом насосом повышенное давление. Подпитку теплопровода производят водопроводной водой. Трубопроводы промывают до полного осветления воды. Заполнение и промывку теплосети обычно производит персонал строительной организации под присмотром представителей эксплуатационного персонала из теплосети.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБК – административно-бытовой корпус;
БГВ – блок горячего водоснабжения;
ВКР – выпускная квалификационная работа;
БТП – блочный тепловой пункт;
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;
СМР – строительно-монтажные работы;
СГВ – система горячего водоснабжения;
ТБ – техника безопасности;
УТ – тепловая камера (узел трубопроводов);
ЦКР – центральное качественное регулирование;
ЦТП – центральный тепловой пункт;
ЦТС – централизованное теплоснабжение.

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.
- 10 ГОСТ 21.705-2016 Сети тепловые. Рабочие чертежи. – М.: Издательство стандартов, 2016. - 10с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица – спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
<u>Тепловые сети</u>					
1	ГОСТ 10704-91	Труба стальная электро- сварная $\phi 159 \times 4.5$	934	17.15	м
2	То же	$\phi 133 \times 4.5$	400	14.26	м
3	То же	$\phi 108 \times 4$	298	10.26	м
4	То же	$\phi 89 \times 3.5$	108	7.38	м
5	То же	$\phi 76 \times 3$	92	5.4	м
6	То же	$\phi 57 \times 3$	386	4.0	м
7	То же	$\phi 45 \times 2.5$	-	2.62	м
8	То же	$\phi 38 \times 2.5$	60	2.19	м
9	То же	$\emptyset 219 \times 6$	416	31,52	м
10	То же	$\emptyset 273 \times 7$	98	45,92	м
11	ГОСТ 10704-91	Компенсатор из электро- сварных труб $\phi 219 \times 6$	2		шт
12	То же	$\phi 133 \times 4.5$	2		шт
13	То же	$\phi 108 \times 4$	2		шт
15	То же	$\emptyset 159 \times 4,5$	2		шт
16	То же	$\emptyset 76 \times 3$	-		шт
17	ЗКЛ 2 - 16	Задвижка стальная Р _у 16, $\emptyset 250 / \emptyset 200$	2/2	280	шт
18	DZT	Кран шаровой стальной Р _у 16, $\phi 125$	2	39.9	шт
19	То же	$\phi 80$	6	15	шт
20	То же	$\phi 50$	14	8.95	шт
21	То же	$\phi 100$	4	19,4	шт
22	То же	$\phi 32$	2	5.2	шт
	ГОСТ 8240-89	Балка НО-швеллер №20	1	27,6	шт
23		Швеллер №18, L=1200 мм	9	19.56	шт
24	То же	Швеллер №10, L=800 мм	3	6.89	шт
25	То же	Швеллер №8, L=800 мм	6	5.64	шт
26	То же	2 швеллера №20, L=1500 мм	1	27,6	шт
	с.4.903-10 в.4	Неподвижная опора			
27		150.Т3.09	10	1.3	шт
28	То же	125.Т3.08	6	1.24	шт
29	То же	100.Т3.07	4	1.18	шт
30	То же	80.Т3.06	2	0.486	шт
31	То же	70.Т3.05	2	0.465	шт

Продолжение таблицы

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
32	То же	50.Т3.04	10	0.368	шт
33	То же	40.Т3.03	-	0.35	шт
34	То же	32.Т3.02	2	0.34	шт
35	То же	250.Т4.06	2	11,3	шт
36	То же	200.Т4.05	2	11,45	шт
	с.4.903-10 В.5	Опора скользящая			
37		150.Т13.10	208	2.25	шт
38	То же	125.Т13.10	100	2.25	шт
39	То же	100.Т13.07	87	1.1	шт
40	То же	80.Т13.07	32	1.1	шт
41	То же	70.Т13.04	32	0.89	шт
42	То же	50.Т13.04	156	0.89	шт
44	То же	32.Т13.01	32	0.7	шт
45	То же	250.Т13.19	16	5,23	шт
46	То же	200.Т13.16	79	5,5	шт
47	ГОСТ 3631-76*	Антикоррозийное покрытие			
		БТ №177 за два раза по			
		грунтовке ГФ 21	1236		м ²
48	ТУ 568-003-2000	Теплоизоляция: скорлупы			
		из пенополиуретана $\delta=40$ мм	65,9		м ³
49	ТУ 6-11-145-80	Покровный слой:			
		Рулонный стеклопластик	1928		м ²
50	Зкч-1-87 Уст. 7	Бобышка	16		шт
51	ГОСТ 3029-75	Оправа защитная под терм.	16		шт
52	ГОСТ 2823-73*	Термометр 0÷130 °С	16		шт
53	Зкч- 46-76	Закладная	16		шт
54	ТУ 36-1258-76	Отборное устройство	16		шт
	16-225П				
55	МПЧ-У	Манометр 170-16	16		шт
		<u>Дренаж:</u>			
56	15с22нж	Клапан Р _у 16, ϕ 80	4	13	шт
57	То же	ϕ 40	12	15	шт
58	То же	ϕ 25	20	7.4	шт
60	15с27нж	ϕ 20	2	10	шт
61	15с22нж	ϕ 50	-	18.6	шт
62	ϕ 100, L=150 мм	Бачок для разрыва струи	26		шт
63	ГОСТ 539-80*	Труба асбестоцементная			
		ϕ 150	30		м
		<u>Строительные конструкции</u>			
1	с.3.006.1-8	Лоток основной			

Продолжение таблицы

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
		ЛК 300.120.90	79	1980	шт
2		ЛК 300.120.60	146	1550	шт
3	То же	ЛК 300.90.60	122	1130	шт
4	То же	ЛК 300.90.45	58	900	шт
5	То же	ЛК 300.60.45	9	680	шт
6	То же	Лоток доборный			
		ЛК 75.120.90	7	500	шт
7		ЛК 75.120.60	9	400	шт
8	То же	ЛК 75.90.60	16	280	шт
9	То же	ЛК 75.90.45	16	230	шт
10	То же	ЛК 75.60.45	1	180	шт
11	То же	Плита перекрытия			
		основная ПТ 300.120.12	225	1050	шт
12	То же	ПТ 300.90.10	190	660	шт
13	То же	Плита перекрытия доборная			
		ПТ 75.120.12	16	260	шт
14	То же	ПТ 75.90.10	32	120	шт
15	То же	ПТ 75.60.8	37	85	шт
16	То же	Опорная подушка ОП 2	362	13	шт
17	То же	ОП 1	172	10	шт
18	То же	ОП 3	78	40	шт
19	Гс 25÷125	Водогазонепр. сальник	34		шт
		<u>Компенсаторные ниши:</u>			
20	с.3.006.1-8	Плита ПДУ 110.120.12	8	390	шт
	То же	ПДУ 140.150.12	8	500	шт
22	То же	Плита перекрытия угла			
		ПТУ 180.90.10	8	100	шт
23	То же	ПТУ 210.120.12	8	130	шт
24	То же	Лоток ЛК 300.120.90	3	1980	шт
25	То же	ЛК 75.120.90	-	500	шт
26	То же	ЛК 75.120.60	9	400	шт
27	То же	ЛК 75.90.60	15	280	шт
28	То же	ЛК 75.60.45	-	180	шт
29	То же	Плита перекр. ПТ 300.120.12	3	1050	шт
		ПТ 75.120.12	9	260	шт
30	То же	ПТ 75.90.10	15	120	шт
31	То же	Опорная подушка ОП 2	25	13	шт
32	То же	ОП 1	10	10	шт
33	То же	ОП 3	9	40	шт
34		Кирпичная кладка	5,63		м ³

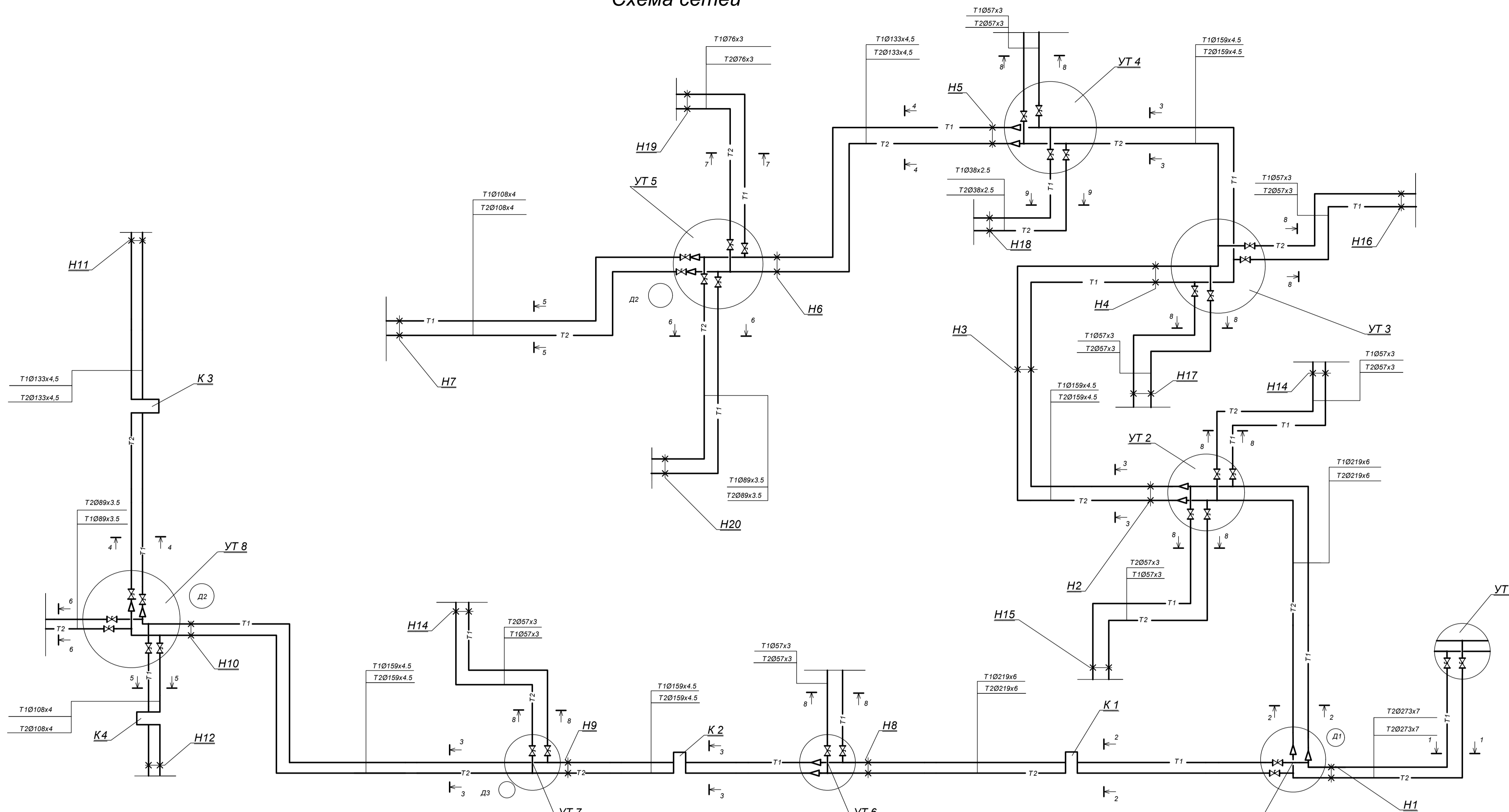
Продолжение таблицы

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
		<u>Углы поворота 90°:</u>			
35	То же	Плита ПДУ110.120.12	16	390	шт
36	То же	ПДУ140.150.12	7	500	шт
37	То же	ПДУ 80.90.8	1	180	шт
38	То же	Плита перекрытия угла ПТУ 180.90.10	16	100	шт
39	То же	ПТУ210.120.12	7	130	шт
40	То же	ПТУ 100.60.8	1	70	шт
41	То же	Опорная подушка ОП 2	40	13	шт
42	То же	ОП 1	48	10	шт
43	То же	ОП 3	8	40	шт
44		Кирпичная кладка	5,73		м ³
		<u>Тепловые камеры:</u>			
45	12.4.6-Г	Блоки ФБС. Стены камер	91,4	640	м ³
46	Бетон В15	Местные заделки	10		м ³
47	Битум за 2 раза	Гидроизоляция камер	350		м ²
48	Бетон В15	Отмостка люков	6,6		м ³
49	с.3.900.1-14	Кольцо стеновое КС 7.3	22	130	шт
50	То же	Кольцо опорное КО 6	22	50	шт
51	ГОСТ 3634-89	Люк типа Л	22	152	шт
52	Бетон В15	Днище камер, h=200 мм	9,81		м ³
53	Бетон В7.5	Подготовка, h=100 мм	7,8		м ³
54	Ст. ø16 А1	Скобы ходовые	308		шт
55	с.3.006.1-8	Плита перекрытия камер			
		ПТО 150.180.14	12	800	шт
56	То же	ПТО 150.150.12	6	520	шт
57	То же	ПТО 150.240.14	4	1100	шт
58	То же	Плита перекрытия доборная			
		ПТ 75.180.14	4	450	шт
59	То же	ПТ 75.150.12	12	330	шт
60	То же	Балка Б4	4	500	шт
61	То же	Балка 7	2	1020	шт
		<u>Дренажные колодцы:</u>			
62	с.3.900.1-14	Плита днища ПН 20	3	1480	шт
63	То же	Кольцо стеновое КС 20.9	3	1480	шт
64	То же	КС 7.3	9	380	шт
65	То же	Кольцо опорное КО 6	3	50	шт
66	То же	Плита 1ПП 20-1	3	1138	шт
67	ГОСТ 3634-89	Люк типа Л	3	152	шт
68	Бетон В 15	Отмостка люков	0,45		м ³
69	Битум за 2 раза	Гидроизоляция каналов	3767		м ²

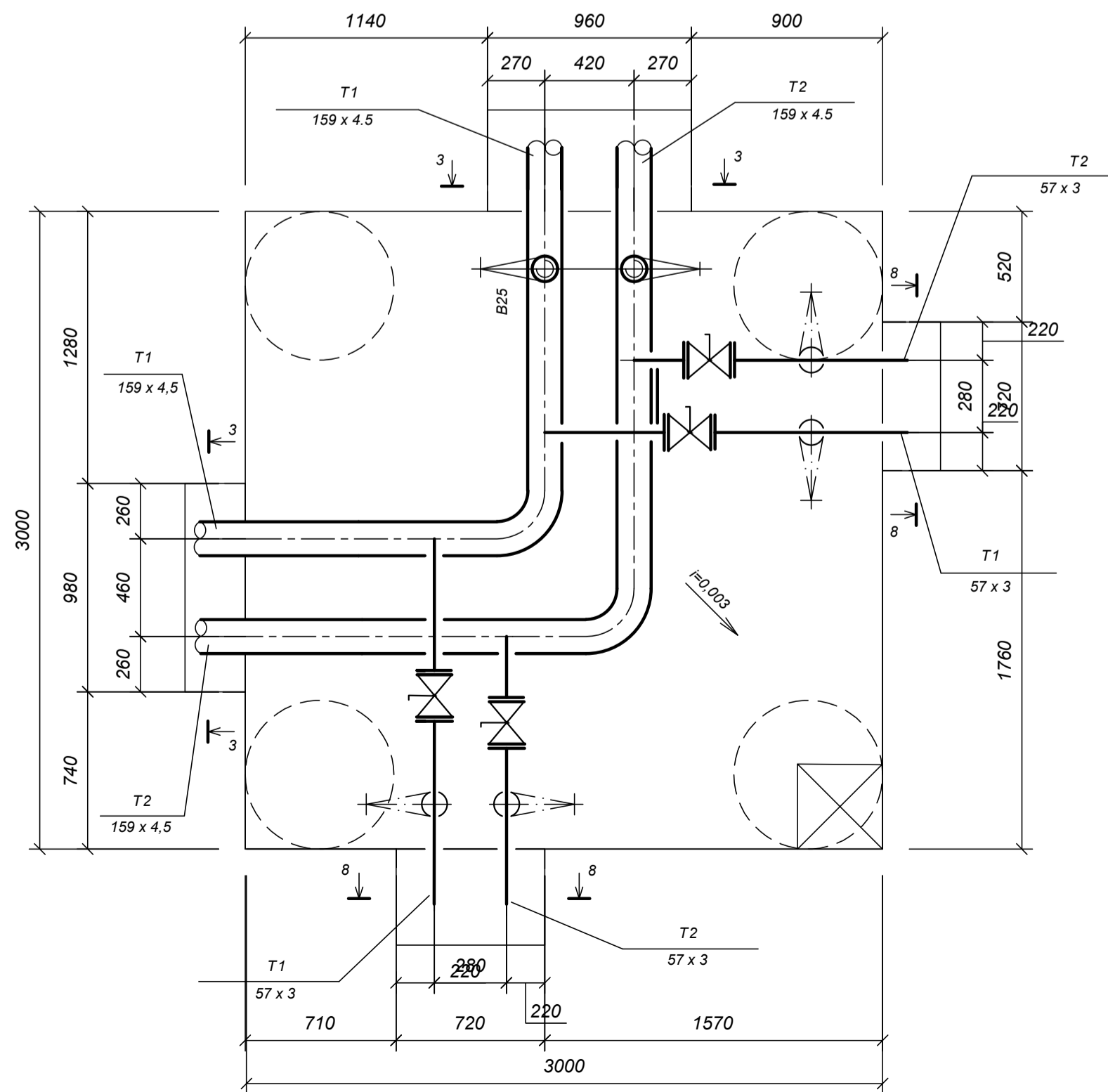
Окончание таблицы

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
		<u>Неподвижные опоры:</u>			
70	Бетон В 15	Монолитная вставка	6,55		м ³
71	Бетон В 7,5	Подготовка h=100 мм	1,8		м ³
72	с.3.006.1-8	Плита доб. ПТ 75.120.12	7	260	шт
73	То же	ПТ 75.90.10	12	120	шт
74	То же	ПТ 75.60.8	1	85	шт

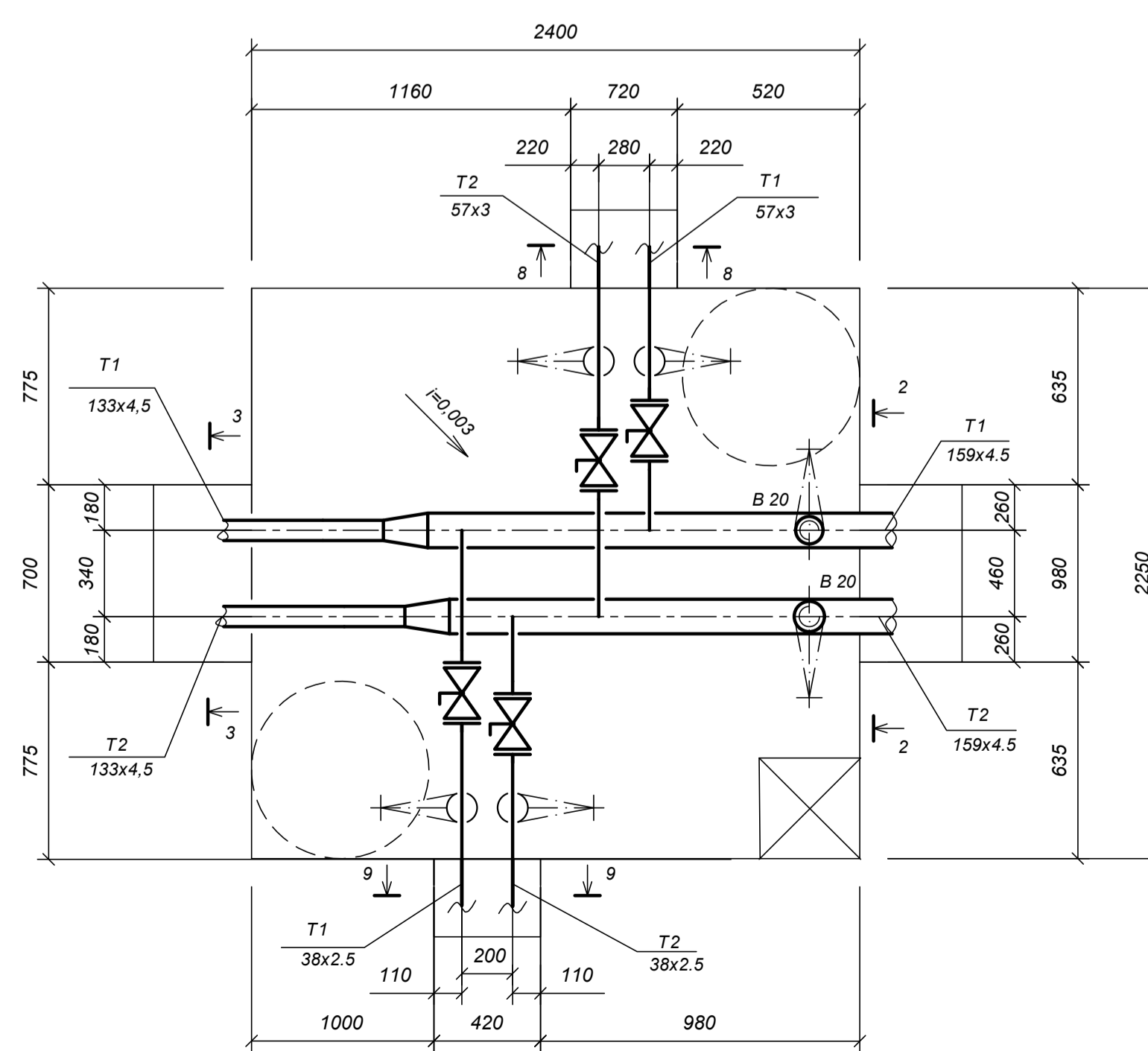
Схема сетей



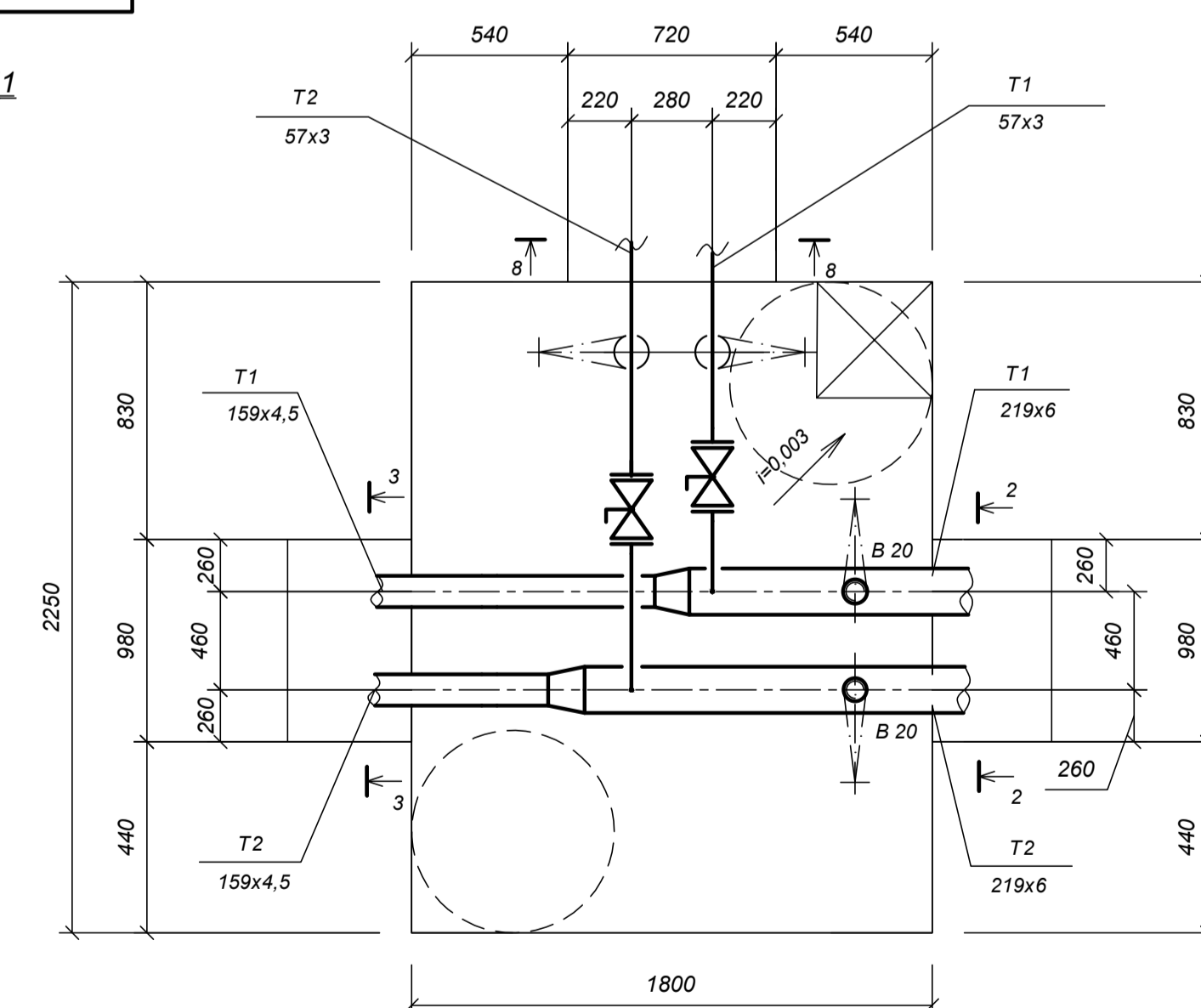
УТ 3 (тип 6)



УТ 4 (тип 4)



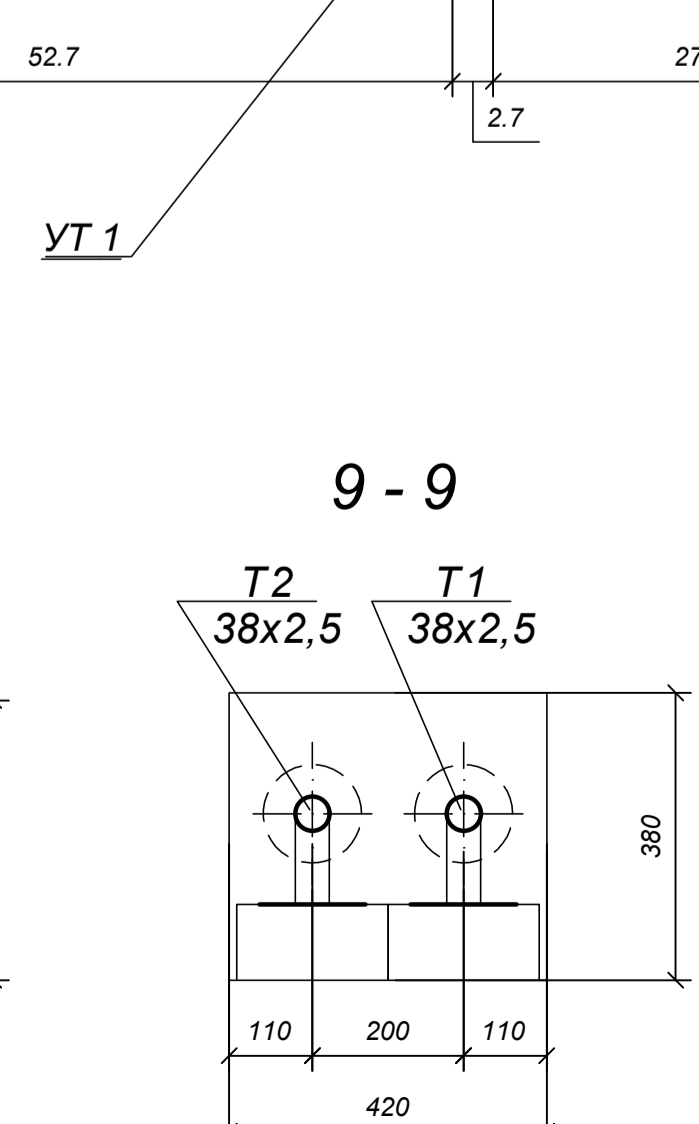
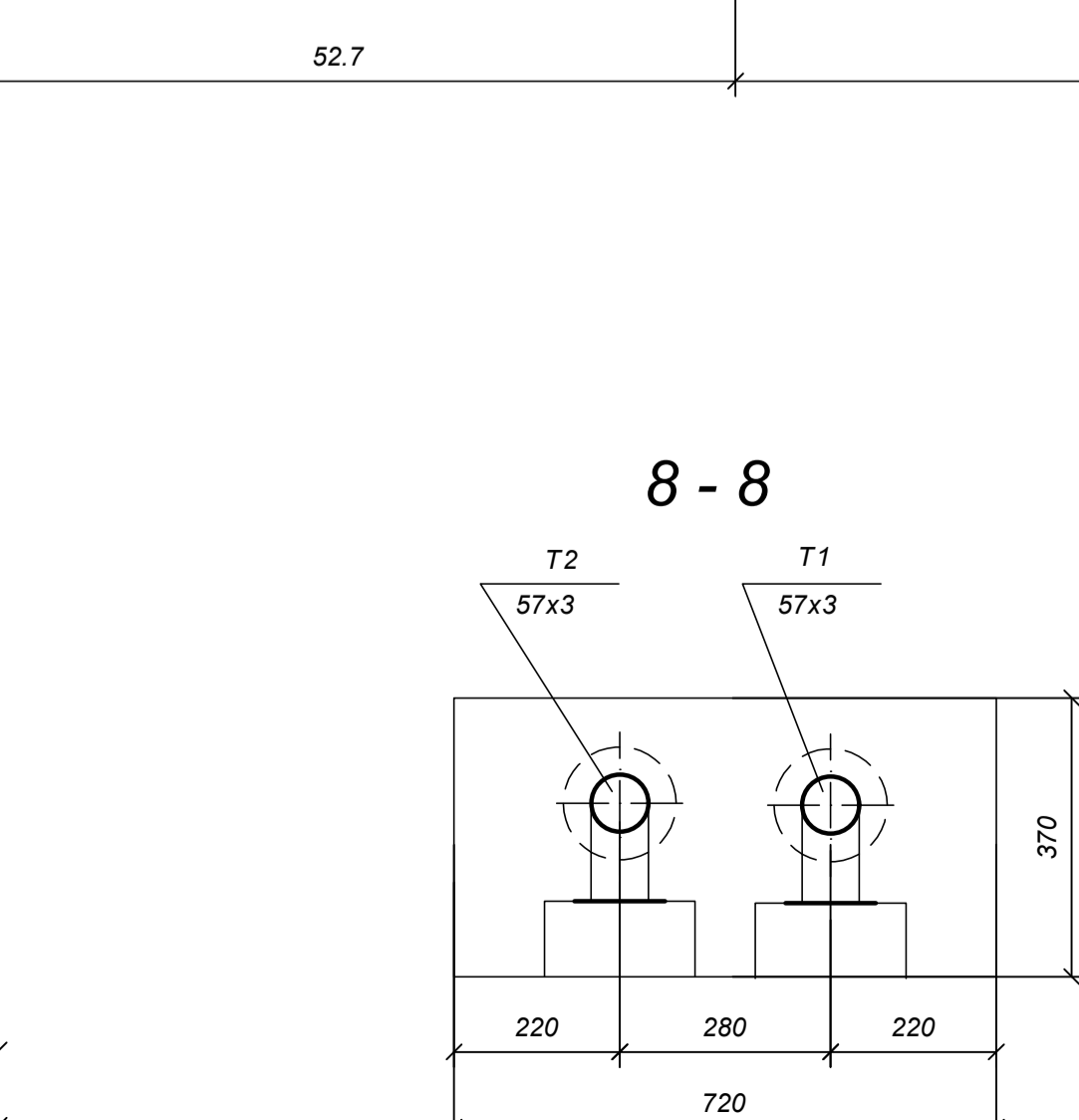
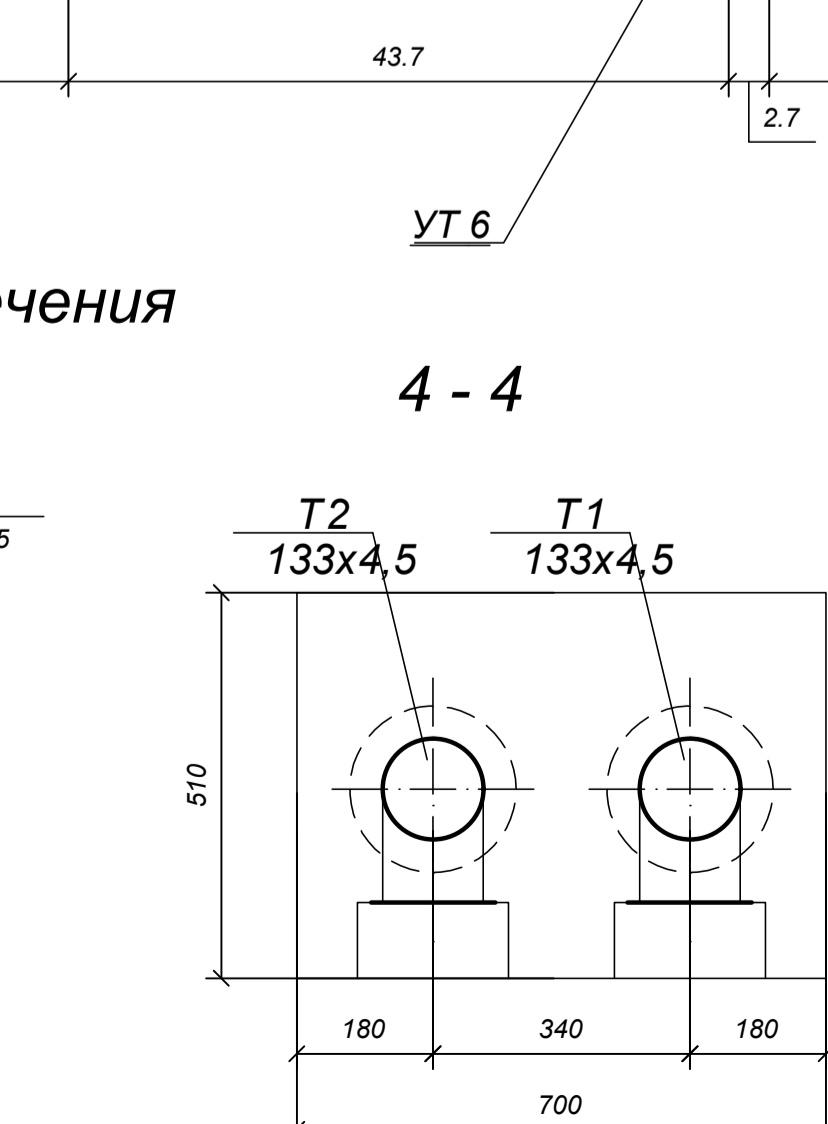
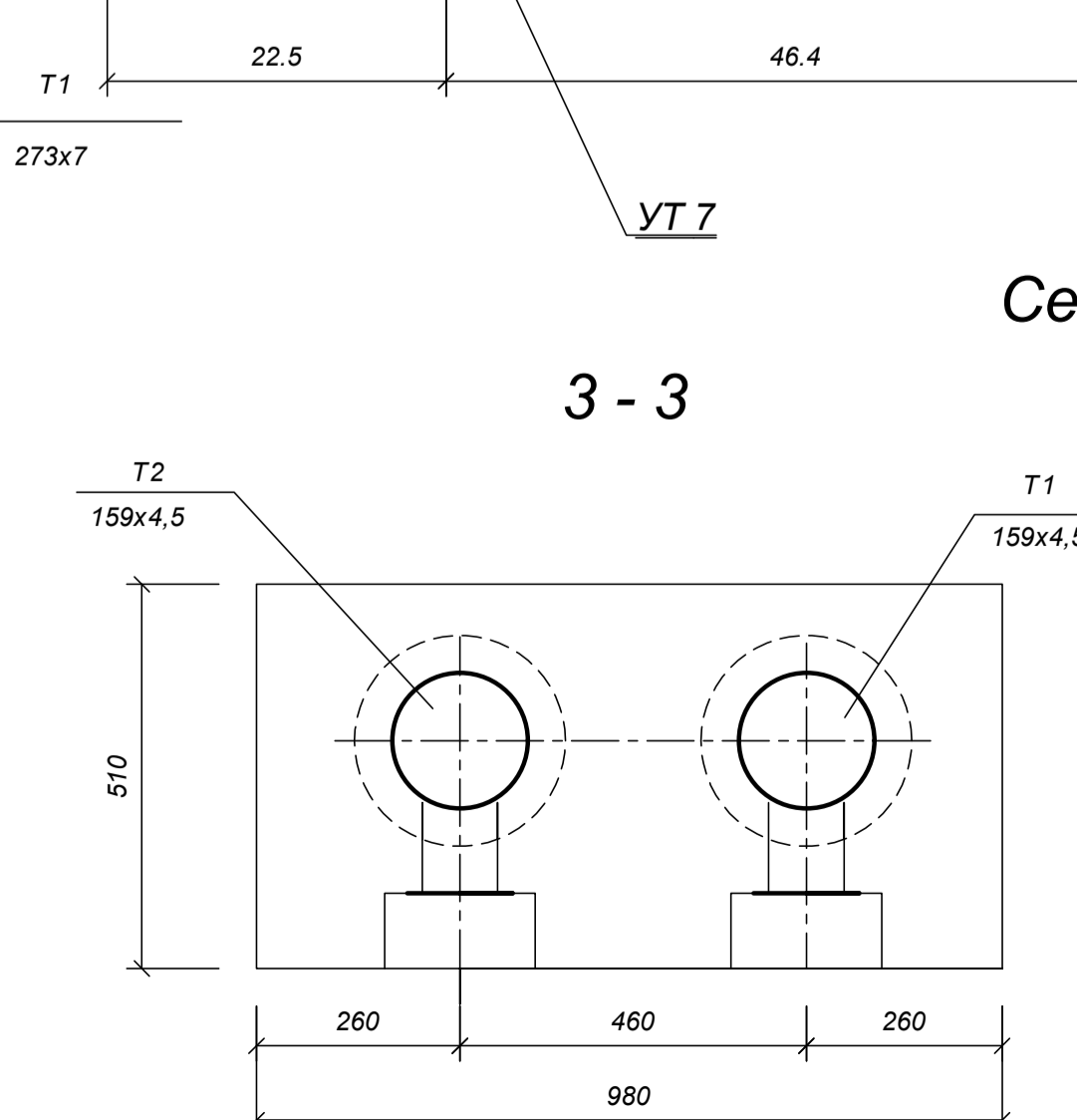
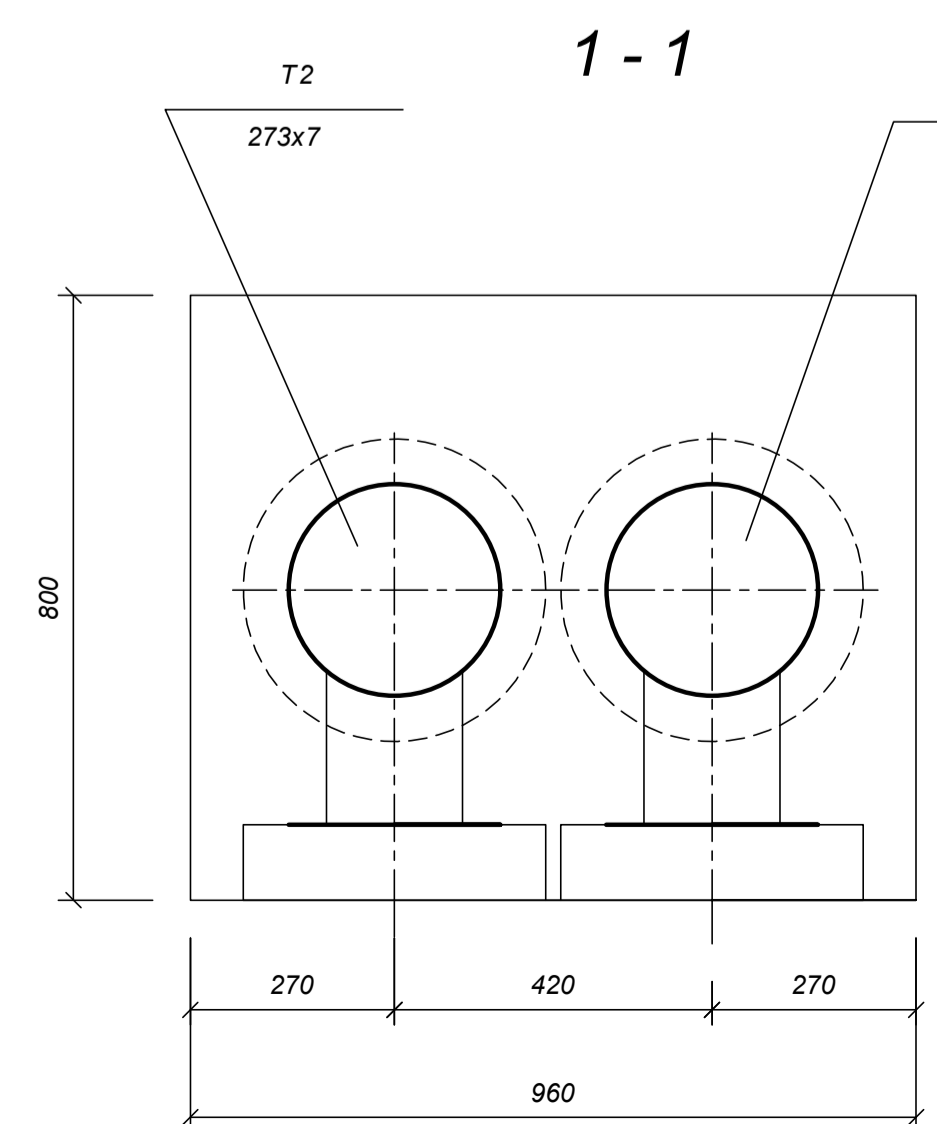
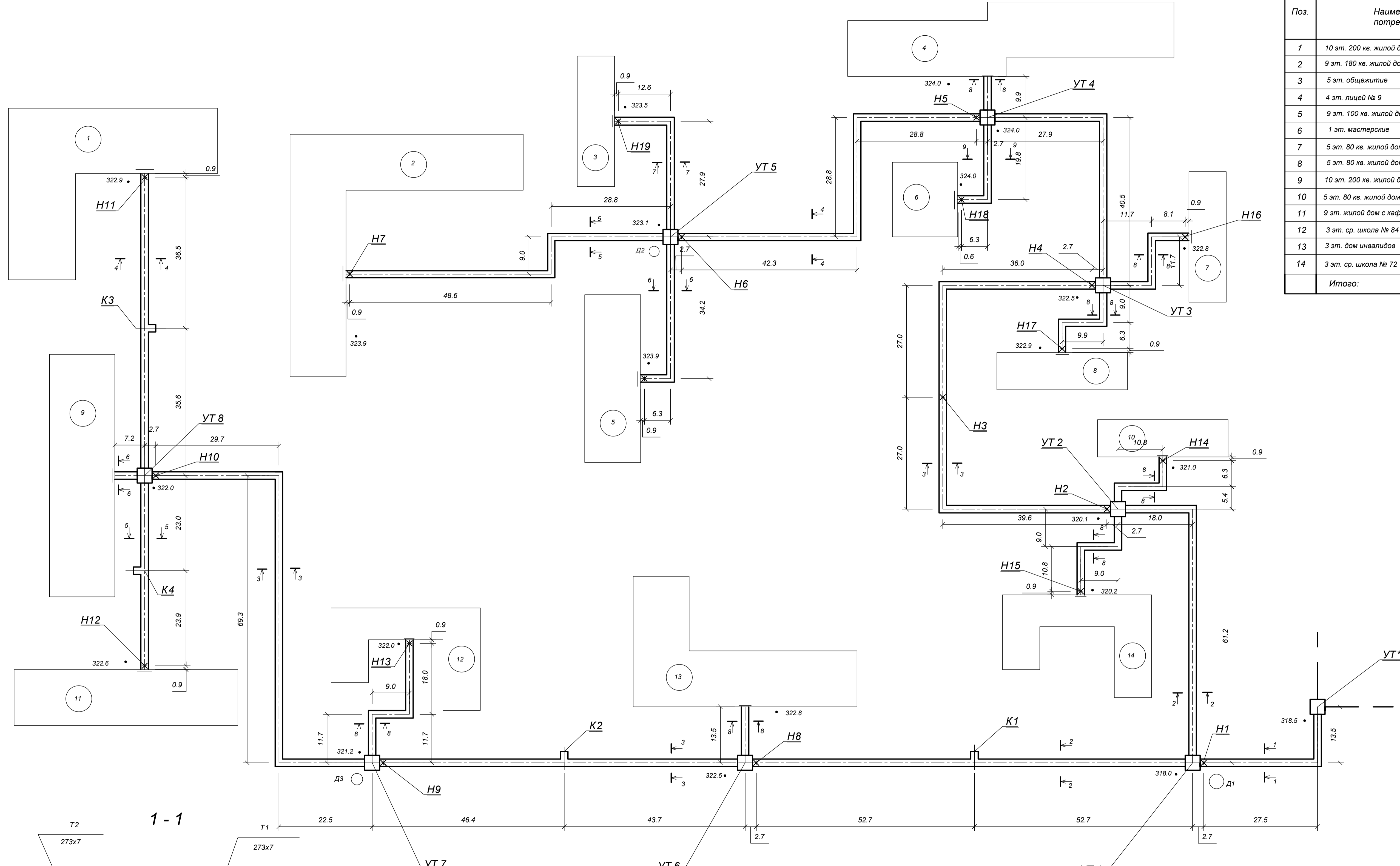
УТ 6 (тип 2)



				БР - 08.03.01.00.05 - 2020 - ТС		
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
				Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске		Стадия
						Лист
						Листов
Разраб.	Кем			Схема сетей.		Каф. ИСЗиС
Консул.	Оленев			Узлы трубопроводов УТ 3; УТ 4; УТ 6		
Руков.	Целищев					
Н. контр.	Целищев					
Зав. каф.	Матюшенко					

План сетей

M 1:500



Сечения

Тепловые нагрузки

Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		Q _{от}	Q _в	Q _н	Q _г
1	10 эт. 200 кв. жилой дом с магазином	1,35	0,35	1,61	3,31
2	9 эт. 180 кв. жилой дом	1,22	-	1,38	2,6
3	5 эт. общежитие	0,55	-	0,35	0,9
4	4 эт. лицей № 9	1,2	0,35	0,25	1,8
5	9 эт. 100 кв. жилой дом	0,82	-	0,75	1,57
6	1 эт. мастерские	0,2	0,15	0,05	0,4
7	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,33	0,9
8	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,33	0,9
9	10 эт. 200 кв. жилой дом	1,35	0,35	1,61	3,31
10	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,33	0,9
11	9 эт. жилой дом с кафе и аптекой	1,0	0,38	1,0	2,38
12	3 эт. ср. школа № 84	0,35	0,15	0,1	0,6
13	3 эт. дом инвалидов	0,55	0,15	0,45	1,25
14	3 эт. ср. школа № 72	0,35	0,15	0,1	0,6
Итого:		10,65	2,13	8,64	21,42

Общие указания

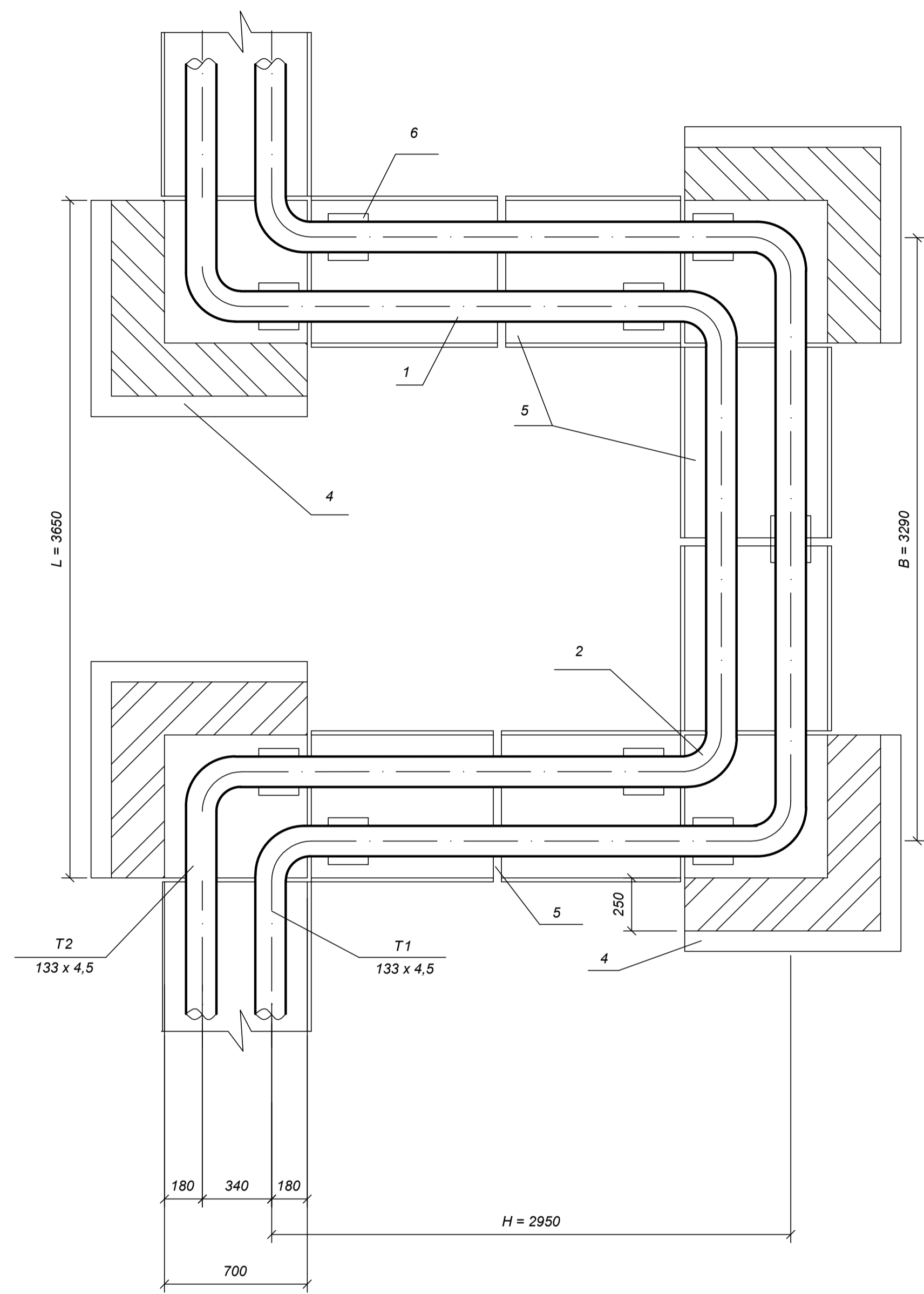
- Проект тепловых сетей выполнен в соответствии с заданием на ВКР.
- Теплоноситель - перегретая вода с параметрами 150-70°C. Тип прокладки сетей - подземная, в непроходных каналах, двухтрубная. Температура воды в СГВ 60/42 °С.
- Система теплоснабжения по форме подачи воды на ГВС закрытая. Источник тепла - существующая теплосеть. Блочные тепловые пункты БТП установлены в МТП зданий. Трехходовые пластинчатые подогреватели ГВС в БТП 2 (Расп. более 0,15 МПа) и БТП 3 (Расп. менее 0,15 МПа) присоединены к тепловым сетям по 2-х ступенчатой смешанной схеме. Одноходовые в БГВ 4 - по одноступенчатой параллельной схеме. Рабочее давление в подающем трубопроводе 0,75 МПа, в обратном 0,3 МПа. Системы отопления присоединены по зависимым схемам.
- Монтаж трубопроводов производить в соответствии со СНиП 2.03.05-85. Монтаж конструкций каналов выполнять в соответствии с требованиями серии 3.006.1-В.87 в 0.5. Сети выполнять из электросварных труб ГОСТ 10704-91. Компенсаторы перед приваркой к теплопроводам предварительно растянуть на величину 0,5 температурного удлинения.
- Компенсация температурных удлинений осуществляется за счет углов поворота и П-образных компенсаторов.
- Камеры для УТ выполнены из фундаментных блоков с перекрытием из бетонных плит.
- В УТ4; УТ6; УТ8 установить воздушники; в УТ1; 5, 7, установить спускники для слива воды из теплопроводов в дренажные колодцы. Из дренажных колодцев вода удаляется передвижными насосами в ближайшую канализацию или ливневосток.
- Для защиты наружной поверхности труб от коррозии, трубопроводы и арматуру покрыть антикоррозионным составом: БТ № 177 за два раза по арматуре ГФ 21.
- Теплоизоляция трубопроводов выполнить из пенополиуретана. Покрытой слой - рулонный стеклопластик РСТ.
- В местах примыкания каналов к тепловым камерам и на улах трассы устроить деформационные швы.
- Вводы теплопроводов 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.

БР - 08.03.01.00.05 - 2020 - ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Кем	Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске		
Консул.	Оленев	Стадия	Лист	Листов
Руков.	Целищев	У	1	5
Н. контр.	Целищев	План сетей. Сечения		
Зав. каф.	Матюшенко	Каф. ИСЗиС		

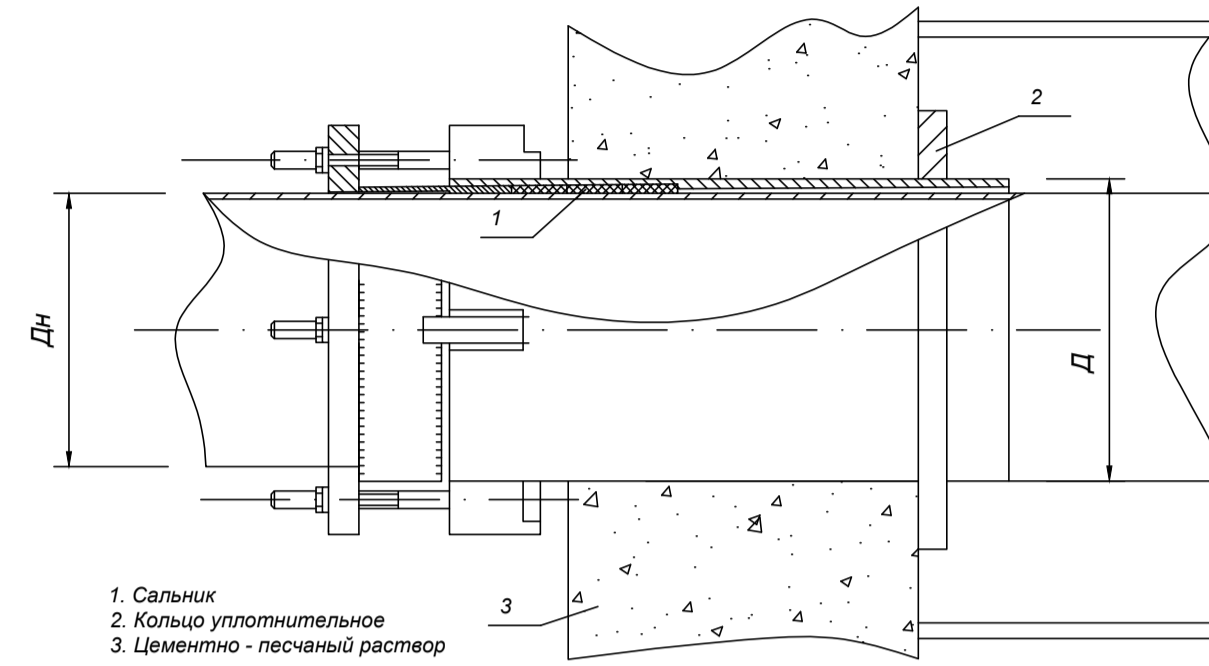
К 3

Монолитная вставка неподвижной опоры Н12

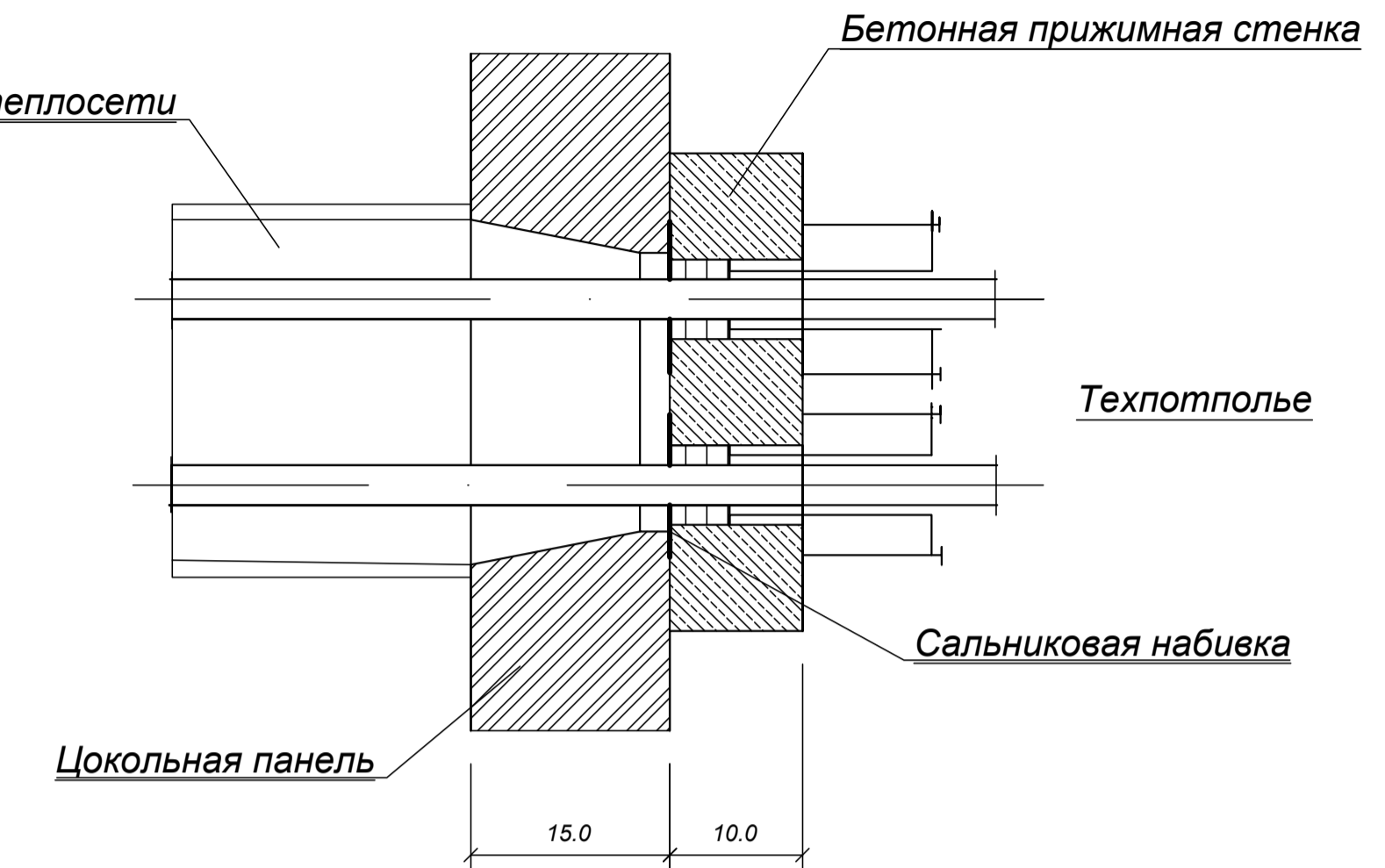
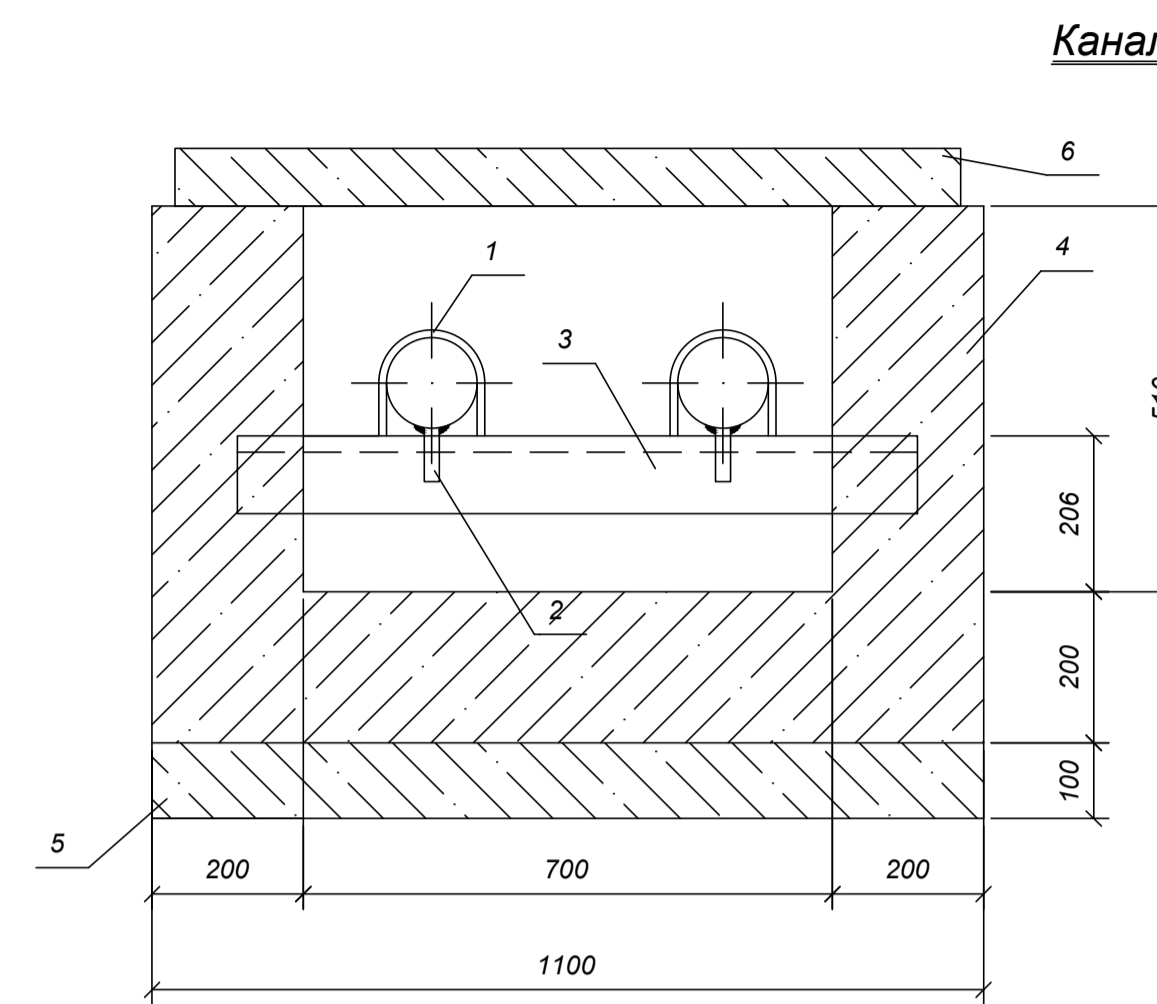
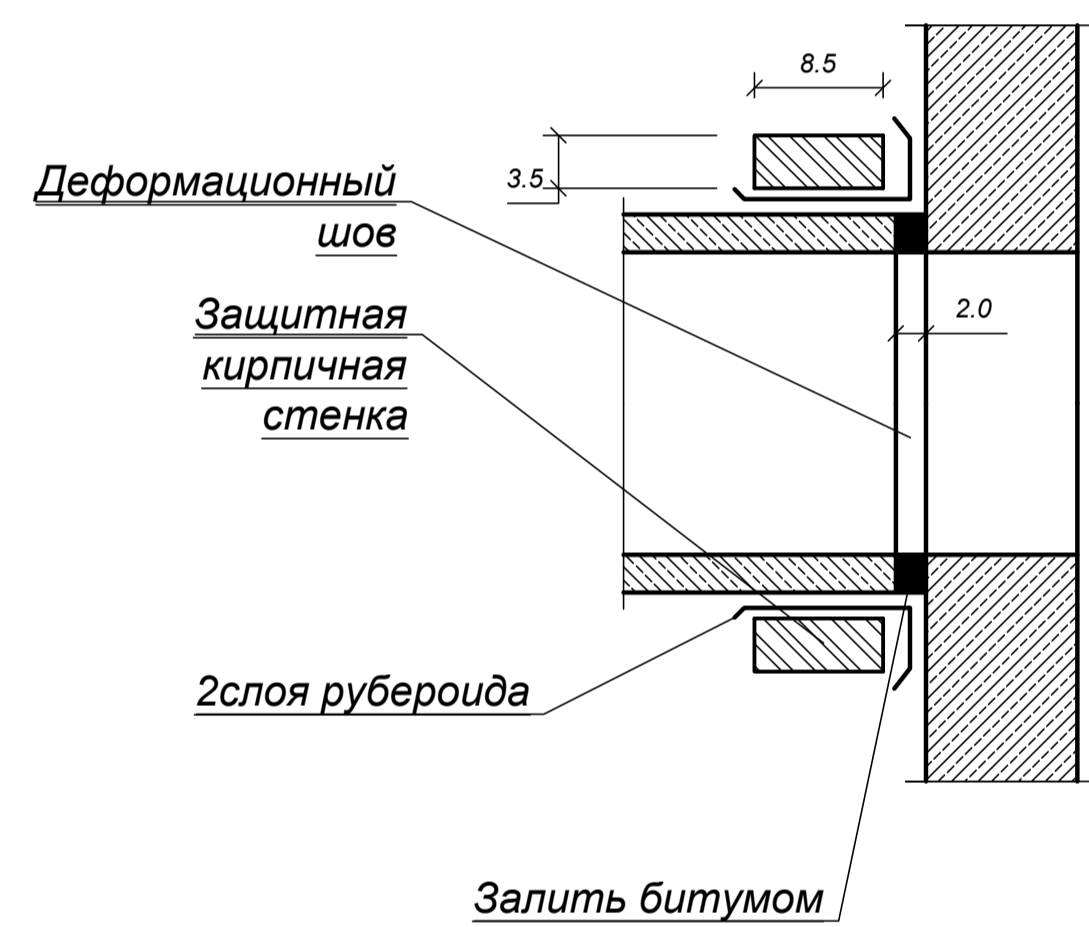
Ввод теплосети в здание
(Газонепроницаемый сальник ГС 25 - 80)



Водонепроницаемая перегородка ввода теплосети в здание при Ø труб 100 мм и более (1а, 2а, 11а)



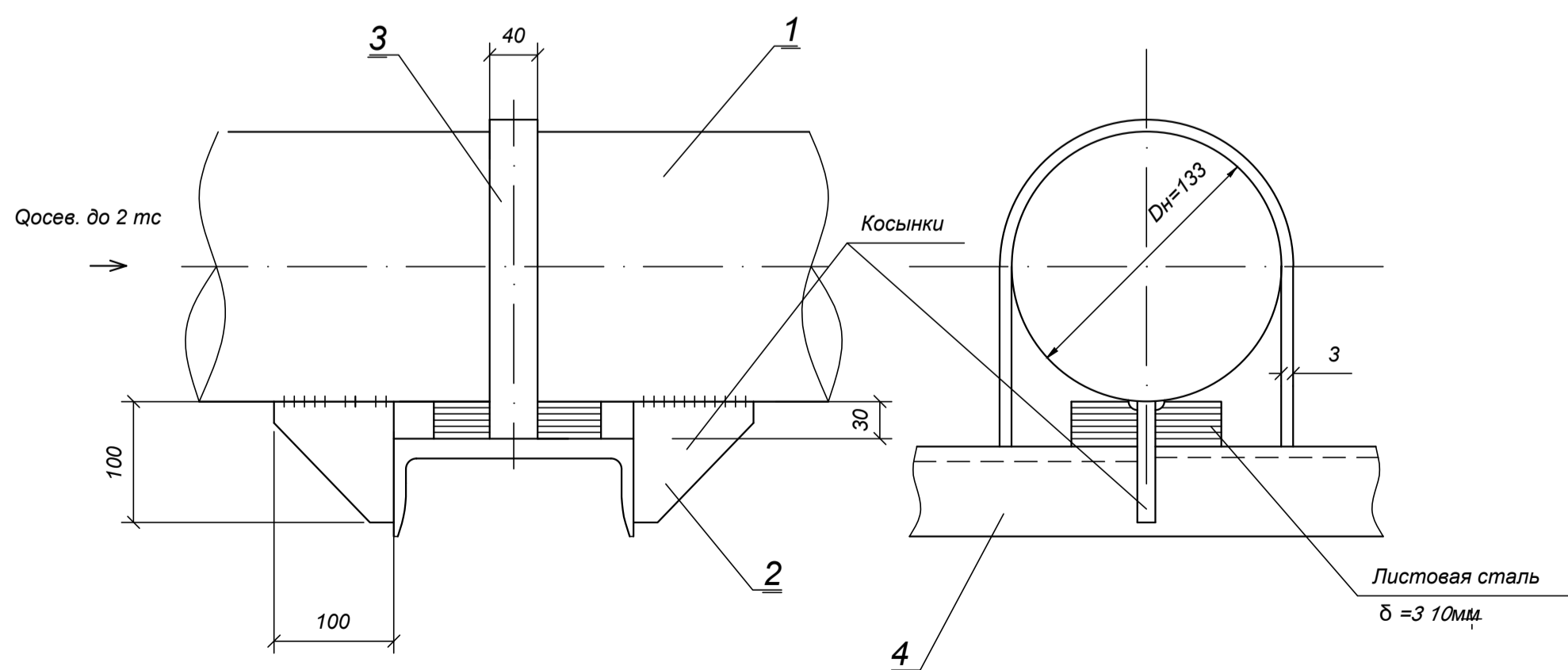
Узел примыкания канала к тепловой сети



Спецификация

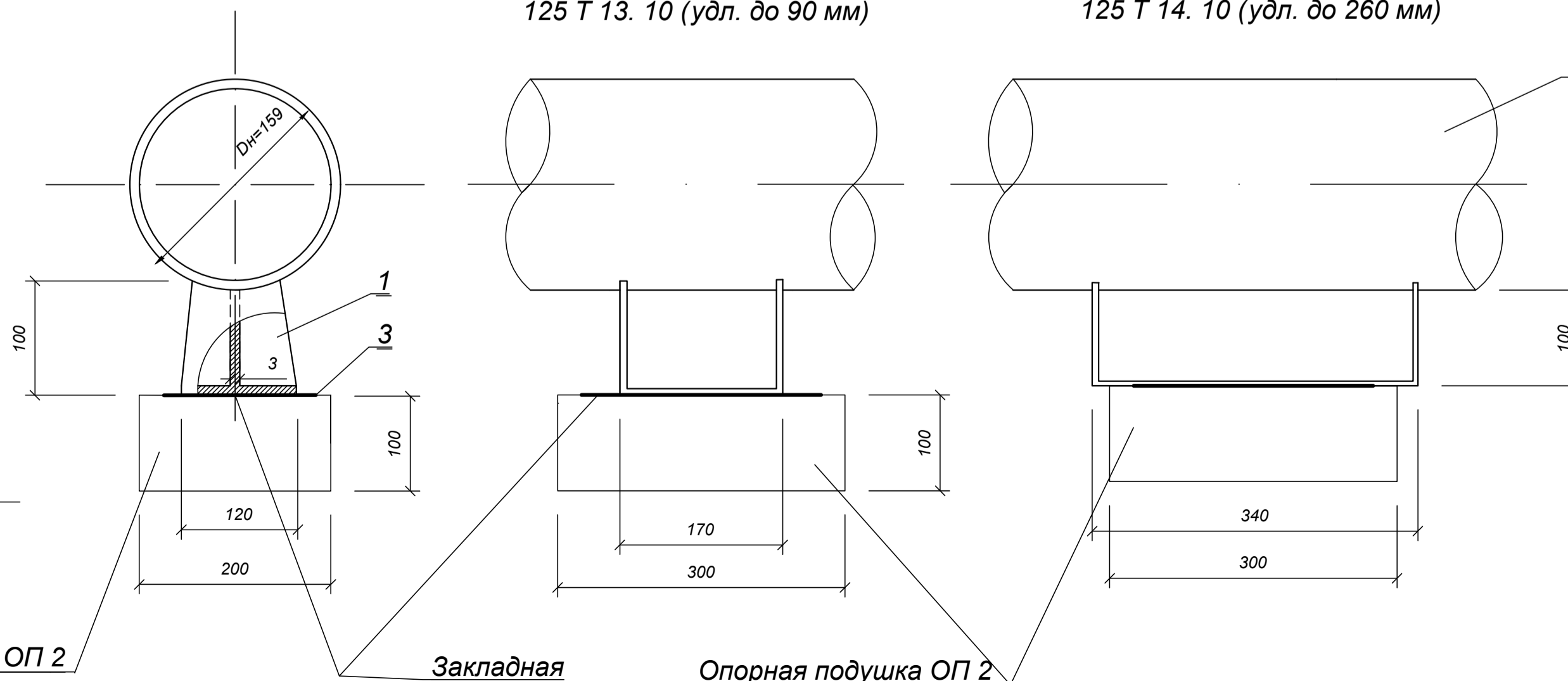
Марка	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
Компенсаторная ниша К3					
	133x4,5 ГОСТ 10704-91	1. Труба d, 125, м	18	17,15	
	90°133x4,5 ГОСТ 17375-77	2. Отвод d, 125, шт	8	17,0	
	100Т13.10	3. Скользящая опора, шт	8	2,25	
	Серия 3.006.1-8				
	ПДУ 110.120.12	4. Плита днища, шт	4	390	
	ЛК 75.90.60	5. Лоток доборный, шт	6	280	
	ОП 2	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 ГОСТ 14637-69	2. Упор, шт	2	0,45	
	Ст 2 ГОСТ 14637-69	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			
	ГОСТ 5152-84Е	2. Сальниковая набивка- кольцо	2		
	АПП	асбеста			
Монолитная вставка неподвижной опоры					
	108 x 4 ГОСТ 10704-96	1. Труба Ду 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, м³		0,32	
	В 7,5	5. Бетон. Подготовочка, м³		0,09	
	Серия 3.006.1-8	6. Плита перекрытия лотка доборная, шт	1	120	
	ПТ 75.90.10				

Хомутовая неподвижная опора 125 Т3.08



125 Т 13. 10 (удл. до 90 мм)

125 Т 14. 10 (удл. до 260 мм)



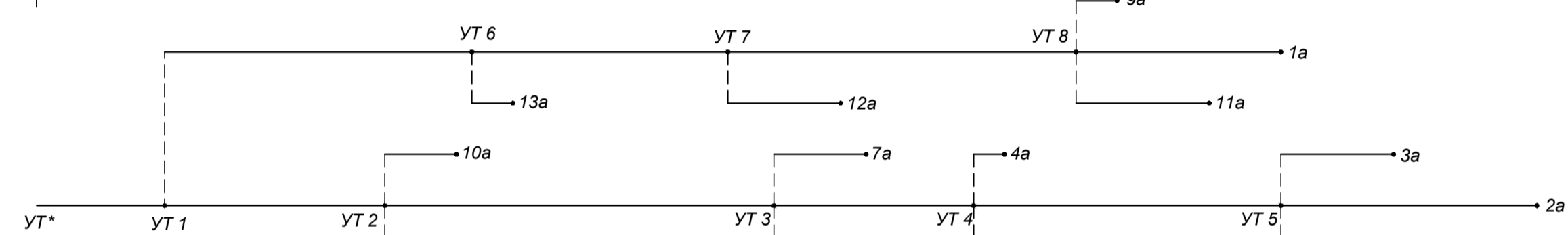
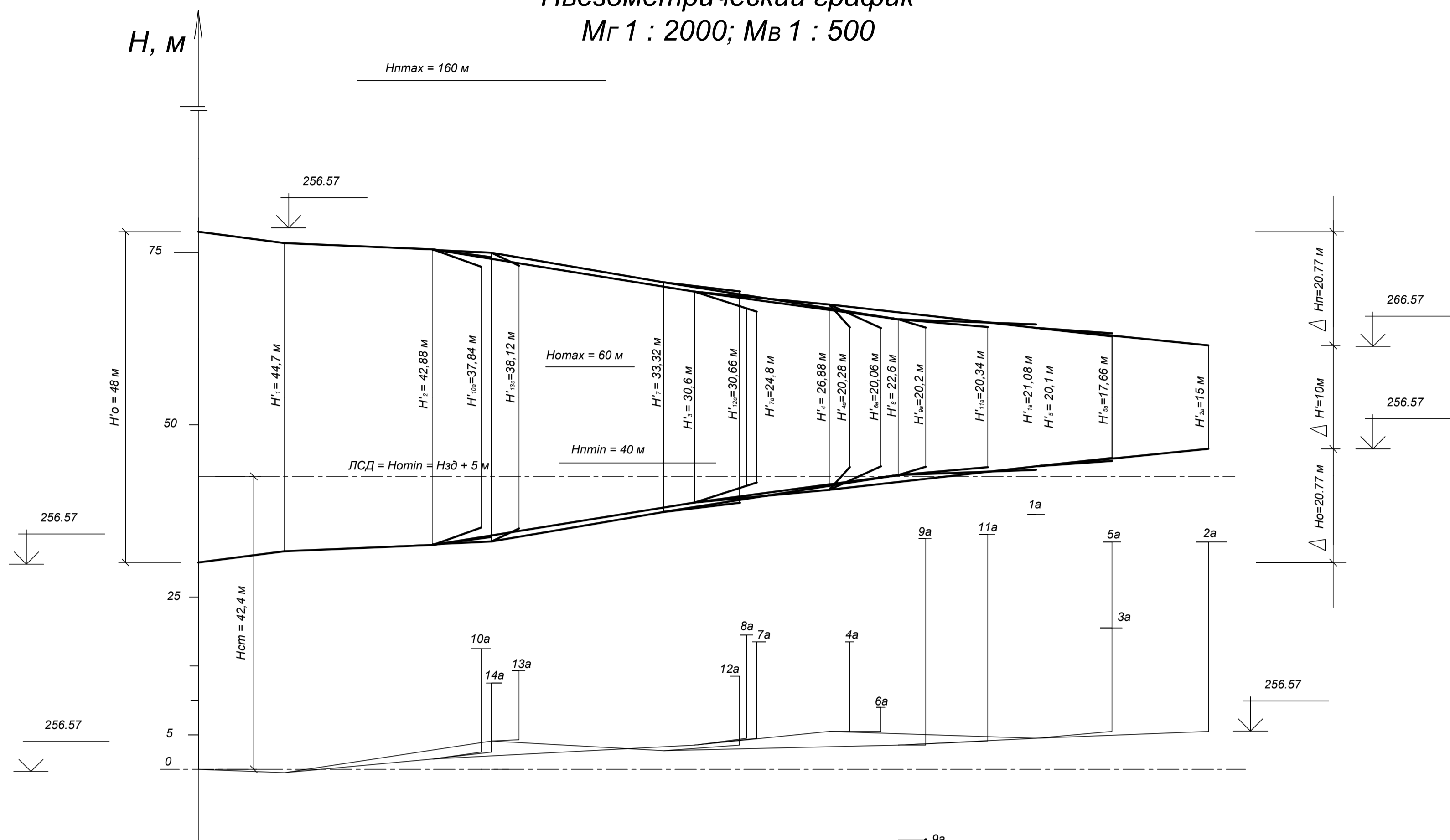
Опорная подушка ОП 2

Закладная

Опорная подушка ОП 2

БР - 08.03.01.00.05 - 2020 -ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Кем	Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске	Стадия	Лист
Консул.	Оленев		У	3
Руков.	Целищев			5
Н. контр.	Целищев	Компенсаторная ниша К3. Вставка опоры Н12. Опоры. Сальник.	Каф. ИСЗиС	
Зав. каф.	Матюшенко			

Пьезометрический график Мг 1 : 2000; Мв 1 : 500



Одноходовой теплообменник (исполнение 2) РС 0,2

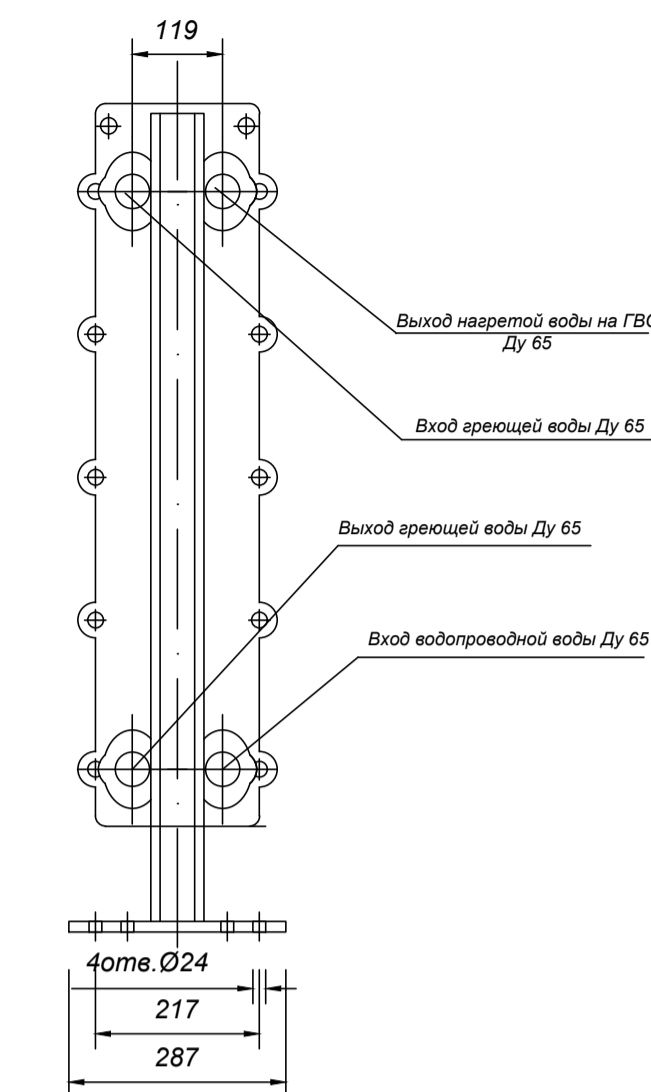
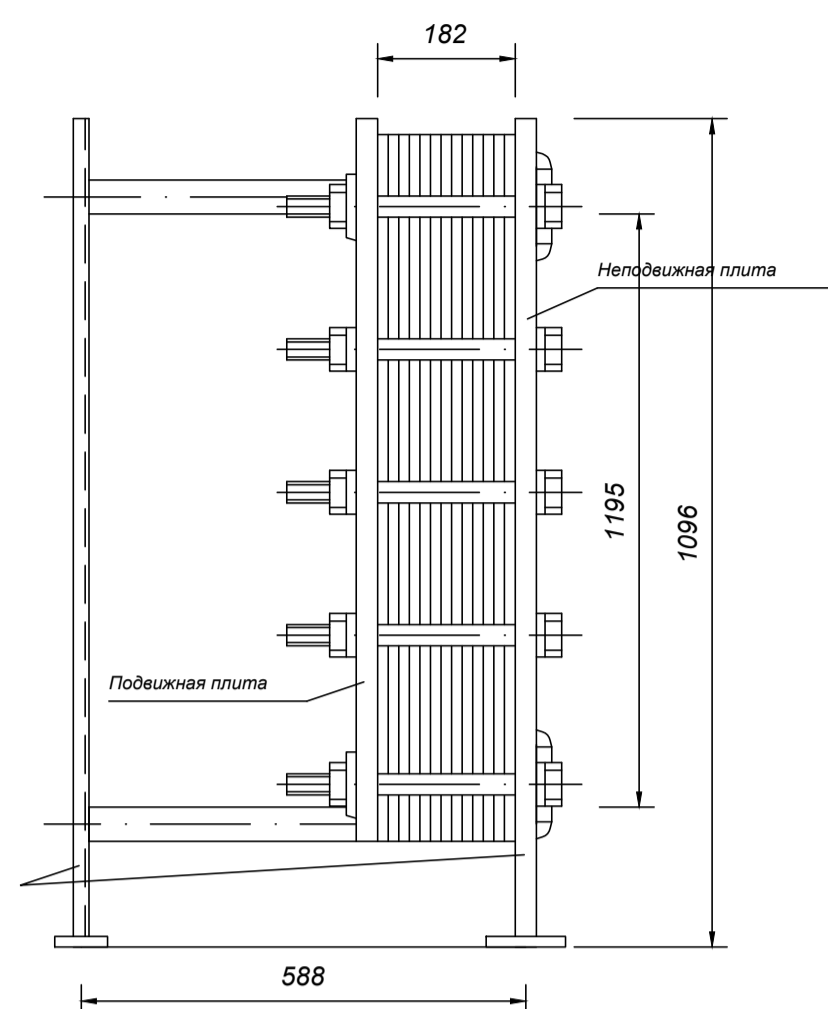


Схема обвязки одноходового теплообменника

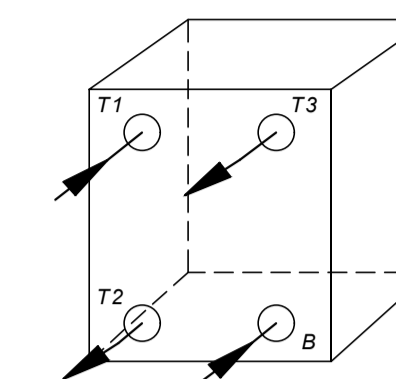


Схема обвязки трехходового теплообменника

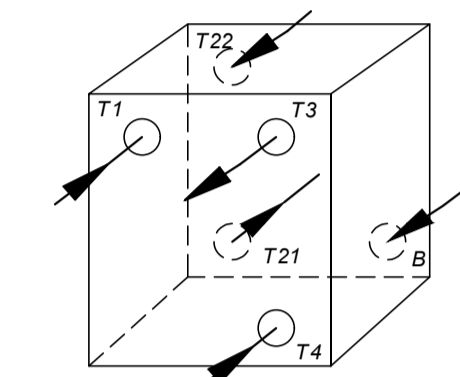


схема БТП 2 (Ррасп ≥ 0,15 МПа)

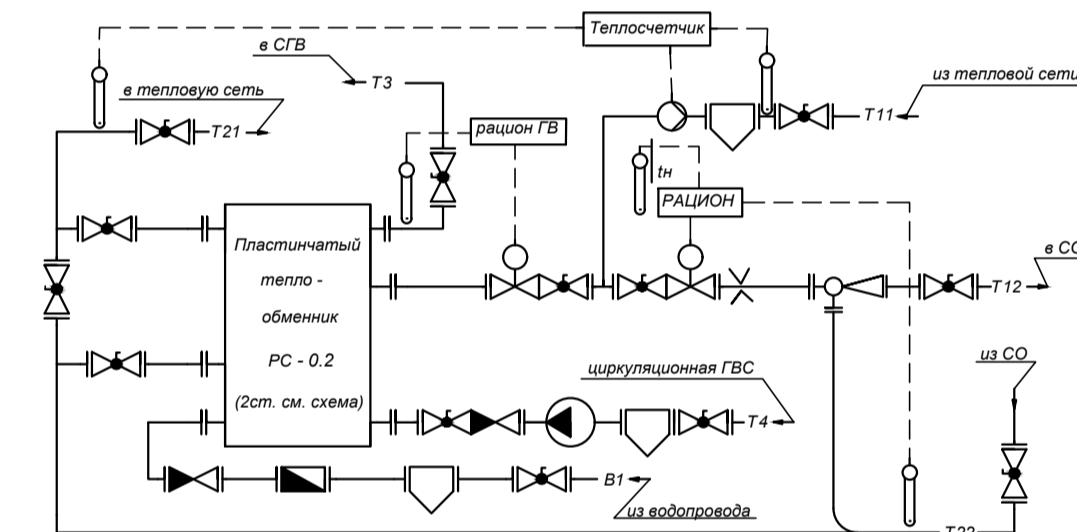


схема БТП 3 (Ррасп < 0,15 МПа)

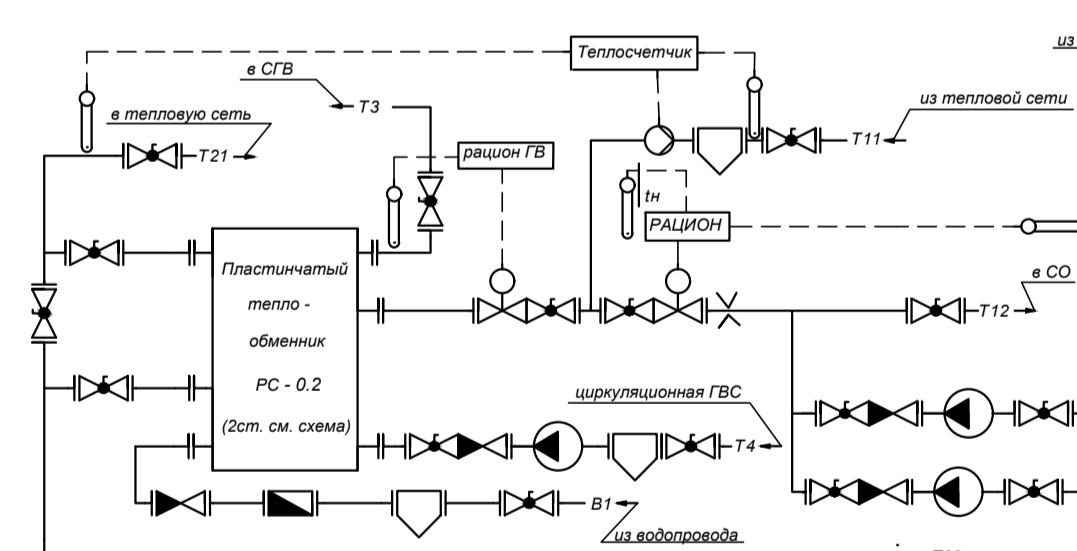
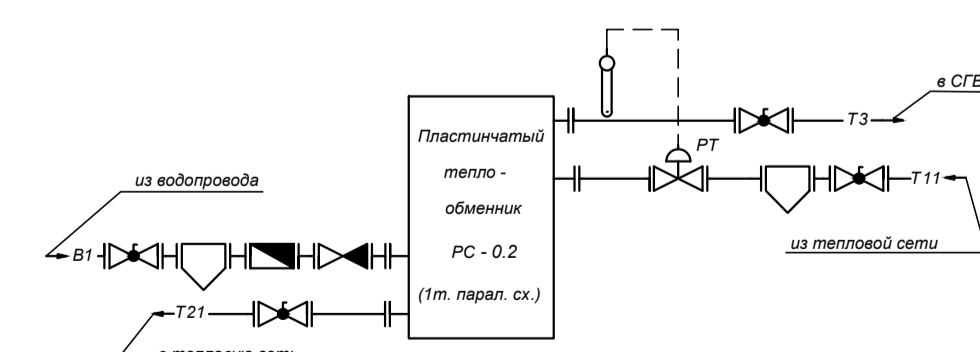
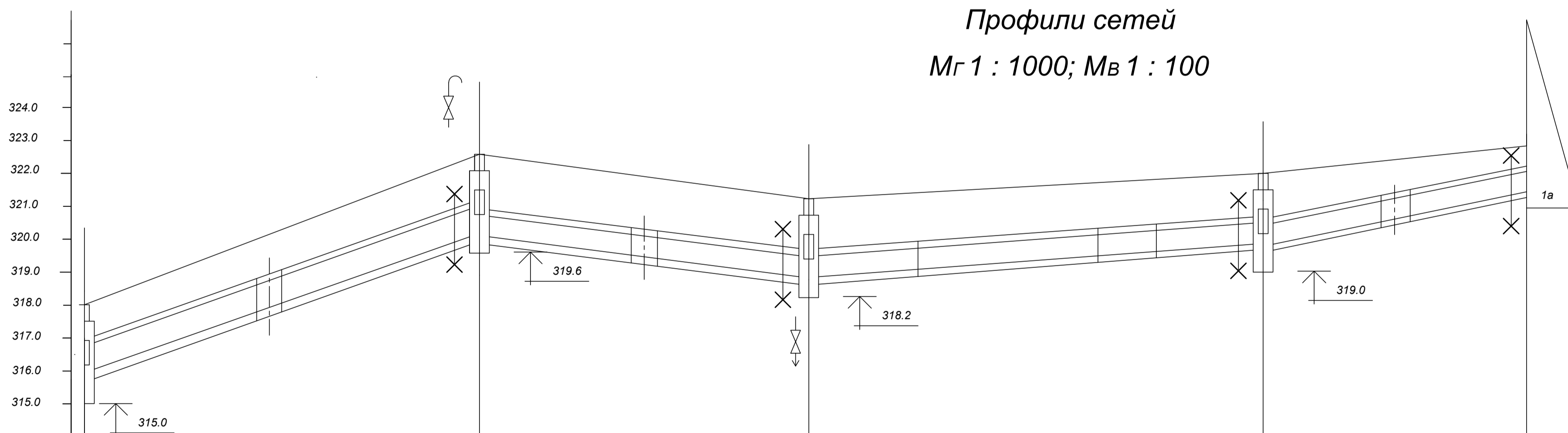


схема БГВ2 (Qгв < 0,116 МВт)



Профили сетей Мг 1 : 1000; Мв 1 : 100

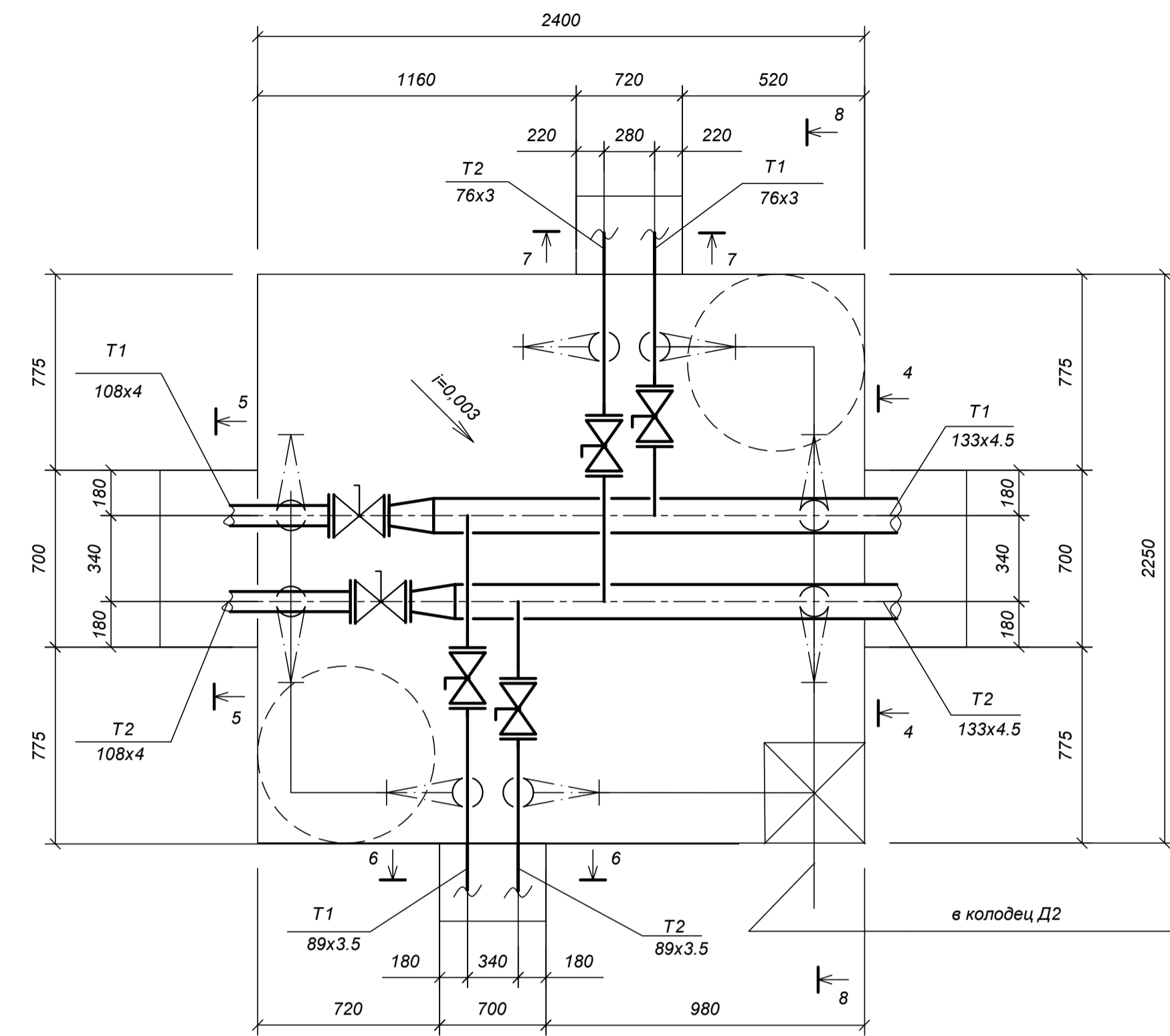


Проектная отметка земли	316.0	322.6	321.2	322.0	322.9
Отметка потолка канала	317.45	321.6	321.33	320.2	321.9
Отметка пола канала	316.65	320.8	320.8	319.69	321.39
Уклон, тыс	0,03	0,01	0,006	0,007	
Длина, м	120.0	100.0	138.0	105.0	
Номер поперечн. разр.	2 - 2	3 - 3	3 - 3	4 - 4	
Внутренний размер, м	960 x 800h	980 x 510h	980 x 510h	700x510h	
Развернутый план					

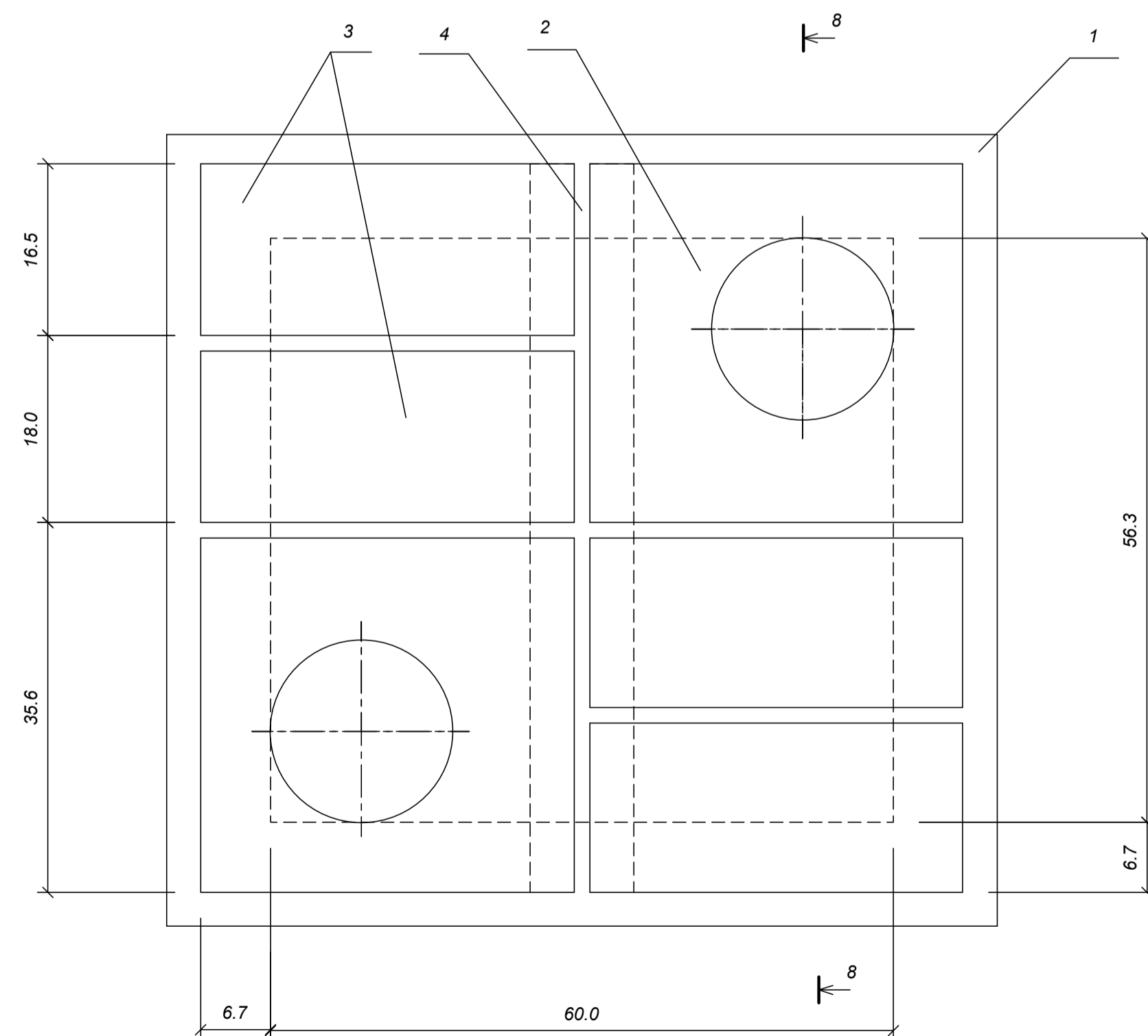
БР - 08.03.01.00.05 - 2020 -ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Кем	Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске	Стадия	Лист
Консул.	Оленев		У	4
Руков.	Целищев	Продольный профиль. Пьезометрический график. Схемы БТП. Подогреватель ГВС		5
Н. контр.	Целищев		Каф. ИСЗиС	
Зав. каф.	Матюшенко			

Спецификация

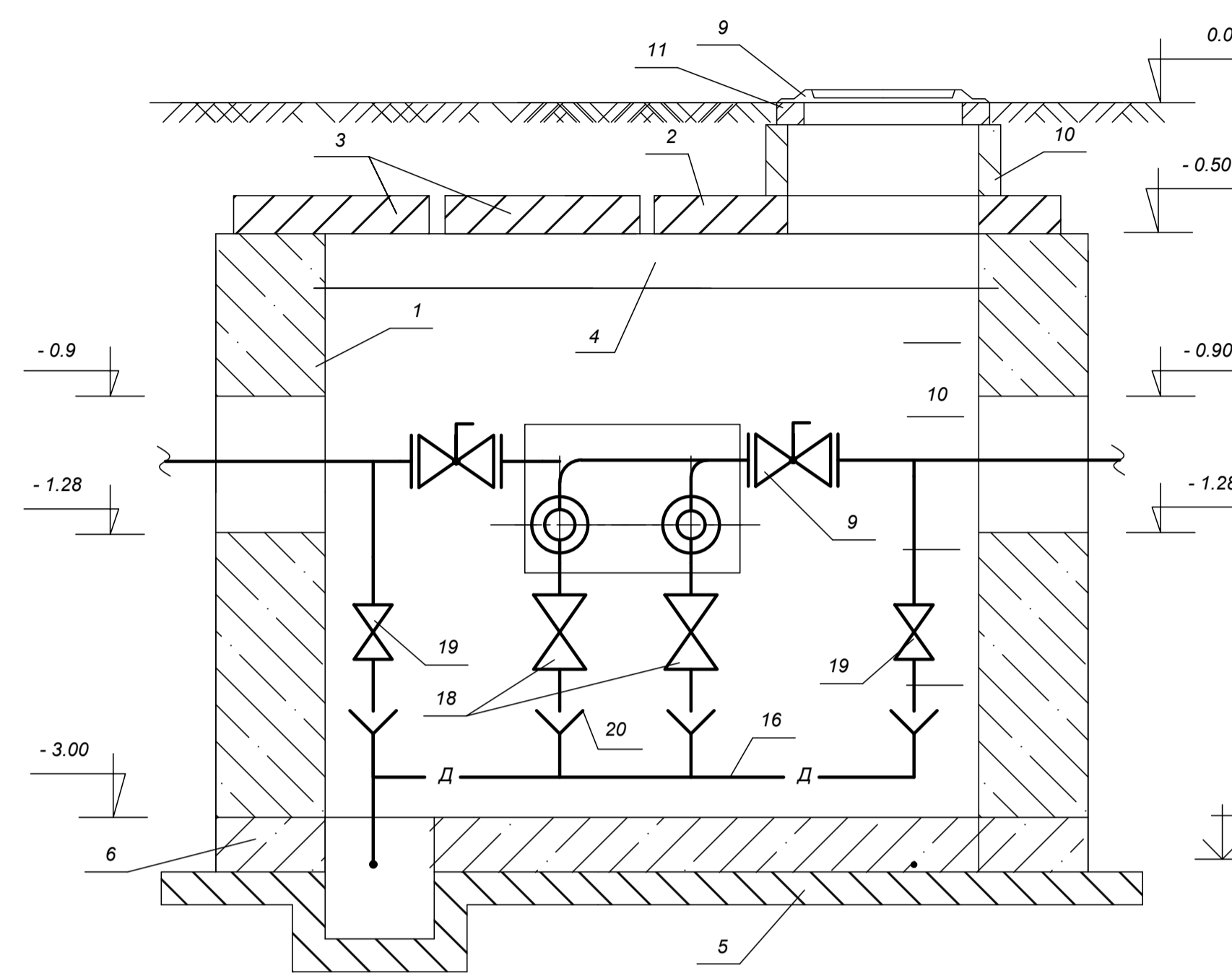
УТ 5 (тип 4)



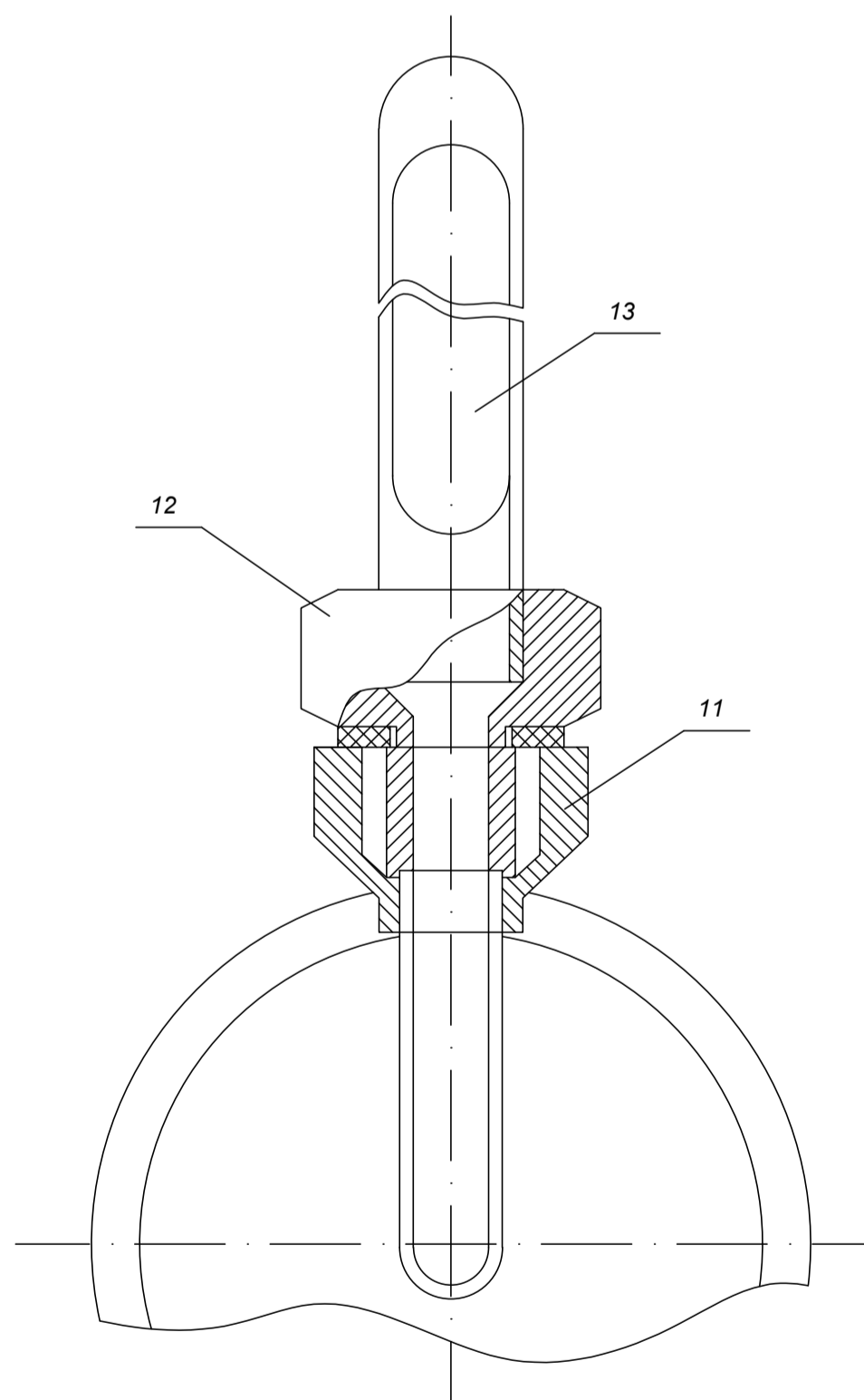
План перекрытия камеры УТ 5 (тип 4)



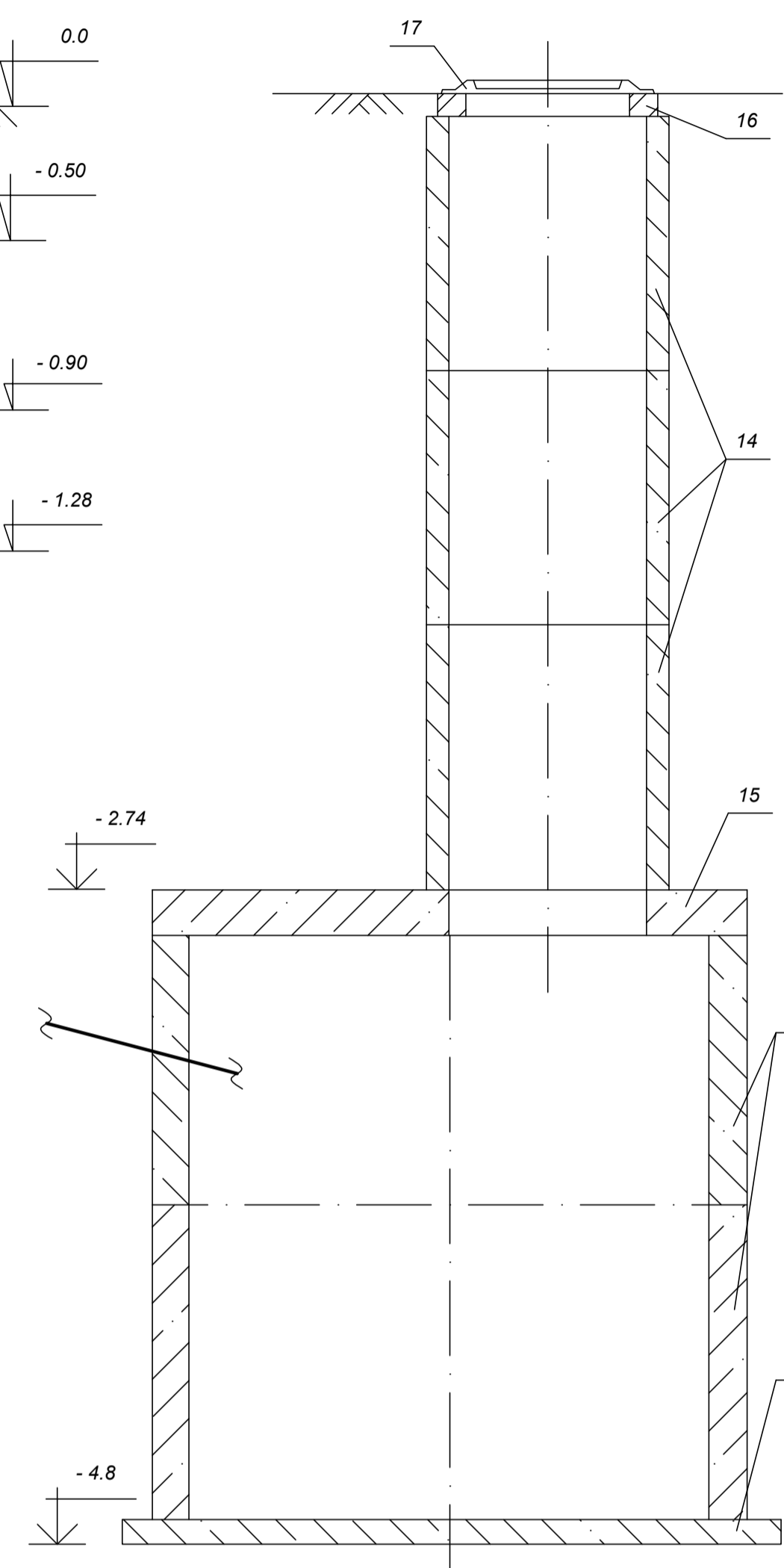
8 - 8



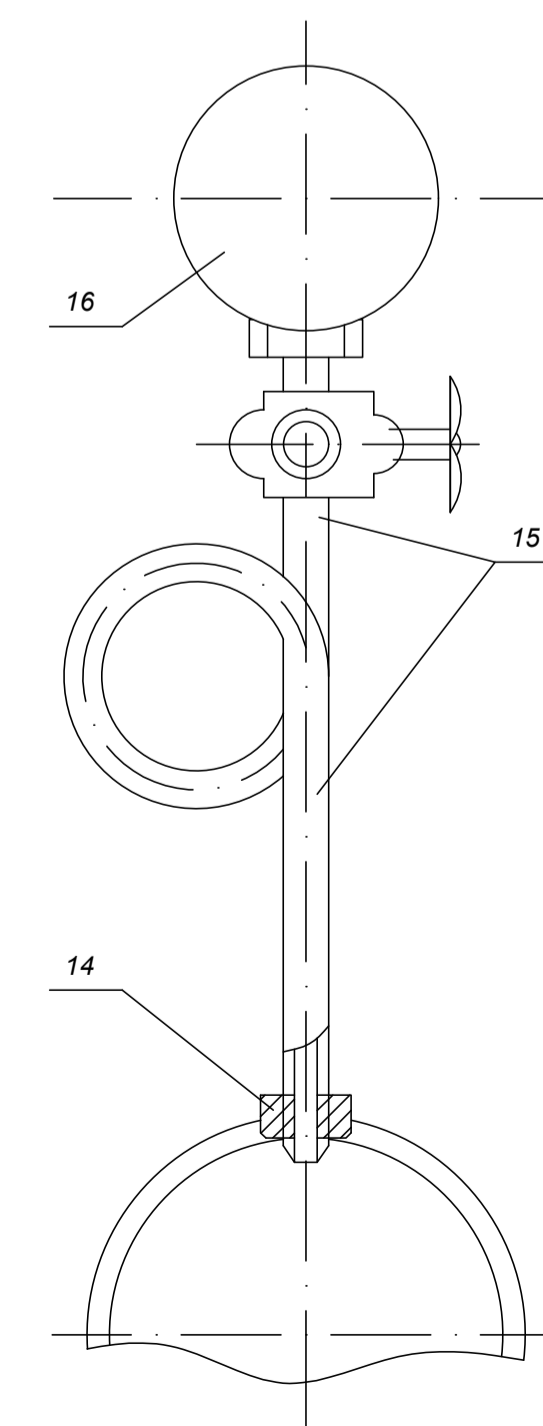
Установка термометра



Колодец Д2



Установка манометра




Отборное устройство: успокоительная трубка Перкинса; трехходовой манометрический кран.

Марка	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
Спецификация на УТ 5:					
	133x4.5 ГОСТ 10704-91	1. Труба стальная электросварная d, 125, м	5	14,15	
	108x4	2. То же d, 100, м	2	7,4	
	76x3	3. ——— d, 70, м	3	5,4	
	89x3.5	4. ——— d, 80, м	3	7,38	
	57x3 ГОСТ 3262-75*	5. Труба стальная оцинкованная d, 50, м	-	4	
	38x2,5	6. То же d, 32, м	-	2,2	
	D2T	7. Кран стальной шаровой Р,16, d,80, шт	2	15	
		8. То же d, 65, шт	2	8,95	
		9. ——— d, 100, шт	2	15	
	ГОСТ 17378-77	10. Переход стальной сварной 125x100, шт	2	1	
г*	ЗКЧ-1-87 УСТ. 7	11. Бобышка, шт	2		КИП
	ГОСТ 3029-75	12. Оправа защитная под термометр, шт	2		КИП
	ГОСТ 2823-73*	13. Технический стеклянный термометр, 0-160, шт	2		КИП
Р	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	16. Манометр 170-16, шт	2		КИП
Установка дренажа в узле УТ 5:					
	76x3 ГОСТ 10704-76	17. Дренажная труба, м	9	5,4	
	15с 22нж 1	18. Вентиль стальной запорный Р,у 16, d, 50, шт	2		
		Р,у 16, d, 40, шт	2	15	
		19. То же d, 25, шт	4	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	5. Кольцо опорное, шт	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, м3	1,08		
	Бетон В7,5	9. Подготовка h=100, м3	0,54		
	Ст. Ø16 А1	10. Скобы ходовые, шт	28	2,1	
	Бетон В15	11. Отмостка люков, м3	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, м3	1		

БР - 08.03.01.00.05 - 2020 -ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Кем	Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске	Стадия	Лист
Консул.	Оленев		У	5
Руков.	Целищев	Узел трубопровода УТ4.		5
Н. контр.	Целищев	Спецификация. КИП		
Зав. каф.	Матюшенко			
Каф. ИСЗиС				

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

« 30 » 06 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

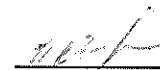
08.03.01 «Строительство»

код и наименование специализации

Тепловые сети микрорайона в г. Красноярске

тема

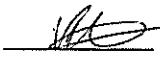
Руководитель


подпись, дата

ст. преподаватель
должность, ученая степень


И.Б. Оленев
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

М.В. Кем
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

А.В. Целищев
инициалы, фамилия

Красноярск 2020