

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
« _____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.05 Теплогазоснабжение и вентиляция
код и наименование специализации
Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярске
тема

Руководитель _____ к.т.н, доцент И.Б. Оленев
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ 18.06.2020 _____ П.А.Люблинская
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультанты:
ТВИС _____ А.В. Целищев
наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

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

Красноярск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1 Технологический	6
1.1 Вводные данные для проектирования	6
1.2 Параметры системы теплоснабжения	7
1.3 Тепловые нагрузки	8
1.4 Способы регулирования отпуска теплоты	9
1.5 Расчетная схема тепловой сети	10
1.6 Расчетные расходы сетевой воды	12
1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети	15
1.7.1 Гидравлический расчет трубопроводов Т1 и Т2 в расчетном (зимнем) режиме	16
1.7.2 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов ГВС (Т3) в режиме потребления воды	18
1.8 Расчет гидравлических режимов теплосети	22
1.9 Подбор насосов	25
1.9.1 Подбор сетевого насоса в отопительный период	25
1.9.2 Подбор сетевого насоса в неотопительный период	26
1.10 Подбор оборудования тепловых сетей	27
1.11 Определение числа П - образных компенсаторов на расчетном участке и расстановка неподвижных опор	31
1.12 Определение размеров П-образного компенсатора и длины компенсаторной ниши	32
1.13 Определение размеров тепловой камеры	36
1.10 Теплоизоляция трубопроводов теплосети	41
1.15 Профили сетей	43
1.16 Виды коррозии на сетях	43
1.17 Строительные конструкции тепловой сети	45
1.17.1 Каналы	45
1.17.2 Углы поворота каналов	46
1.17.3 Ниши П-образных компенсаторов	46
1.17.4 Тепловые камеры	47
1.18 Мероприятия по энергосбережению в ВКР	49
2. Технология возведения инженерных сетей	50
2.1.2 Объем грунта под ниши компенсаторов	52
2.1.3 Объем грунта под камеры	53
2.1.4 Объем грунта под колодцы	55
2.2 Конструкция наружных сетей теплоснабжения	56
2.3 Подготовительные работы	57
2.4 Методы монтажа и последовательность производства строительного-монтажных работ (СМР)	57

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ В	71

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа по теме «Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярска» содержит 73 страниц текстового документа, 24 иллюстрации, 8 таблиц, 56 формул, 12 использованных источников, 5 листов графического материала.

ЗАКРЫТАЯ, ДВУХРУБНАЯ ПОДЗЕМНАЯ КАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ТЕПЛОСЕТИ, ИНФОРМАЦИЯ, СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ, ПОДОГРЕВАТЕЛЬ ГВС, СПЕЦИФИКАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ СМР

Цель ВКР – самостоятельно применить элементы проектирования тепловых сетей, т.к. проблема старения изношенных тепловых сетей в нашем регионе очень актуальна.

Задачи ВКР:

- анализ способов регулирования отпуска теплоты;
- разработать сети централизованного теплоснабжения микрорайона в г. Красноярска;
- определить расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и ГВС микрорайона;
- выполнить расчет гидравлических режимов теплосети;
- подобрать оборудование для тепловой сети микрорайона.

В результате ВКР приведена спецификация на оборудование и строительные конструкции тепловой сети, включая инновационные и теплоизоляционные материалы – ППУ.

В заключение были проработаны эффективные технологии возведения сетей централизованного теплоснабжения, выделены мероприятия по энергосбережению.

1 Технологический

1.1 Вводные данные для проектирования

Квалификационная работа разработана на основании следующих исходных проектных данных:

Район строительства – г. Красноярск, IV климатическая зона с обычными грунтовыми условиями. Расчетная температура воздуха для проектирования отопления минус 37° С. Средняя температура воздуха отопительного периода минус 7,2° С.

Продолжительность отопительного периода составляет 235 суток.

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

Скорость ветра по г. Красноярску 1 м/с.

Глубина промерзания грунта – до 1,5 м.

Рельеф местности в районе строительства тепловых сетей микрорайона спокойный с предельным перепадом высот не более 3 м. Грунт – суглинки. Глубина залегания грунтовых вод – ниже 8 м.

Коэффициент теплопроводности грунта $\lambda_{гр.} = 8,374 \text{ КДж/г} \cdot \text{м.гр}$. По степени влажности грунты – маловлажные и сухие.

Потребителями тепла являются спортзал, двухзальный кинотеатр, 80 кв жилой дом, 115 кв жилой дома, детский сад-ясли.

Виды потребления тепла на объекте: отопление, вентиляция и горячее водоснабжение

Потребление тепла на отопление и вентиляцию характеризуется суточным постоянством, но зависящее от температуры наружного воздуха. Горячее водоснабжение потребляется неравномерно по часам суток и дням недели при независимости от климатических условий.

Топографические условия местности изображены на плане микрорайона. Величины тепловых нагрузок (тепловые потоки, МВт) на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение сведены в ведомость тепловых нагрузок.

Источником тепла является существующая тепловая сеть от районной отопительной котельной. Параметры теплоносителя 130° С / 70° С.

Потери напора в системе отопления абонента №8 (115 кв. жилой дом) составляет 14,8 м ($\Delta H_{аб}$). Располагаемый напор в существующей тепловой сети (УТ*) в точке подключения проектируемой сети $\Delta H = 100 \text{ м}$ (напор в подающем трубопроводе здесь составляет 160 м, в обратном – 60 м).

Гарантированный напор холодной воды в МТП составляет 10 м. ($P = 0,1 \text{ МПа}$).

Размещение существующих подземных инженерных сооружений в учебной ВКР не учитываем.

Объект проектирования обеспечен энергоресурсами (тепло- и водоснабжением, канализацией, электроснабжением). Имеются развитые транспортные пути и своя материально-техническая база.

1.2 Параметры системы теплоснабжения

Источником тепла для микрорайона является существующая тепловая сеть с параметрами теплоносителя $130^{\circ}\text{--}70^{\circ}\text{C}$ от районной отопительной котельной. Проектируемая тепловая сеть микрорайона подключена к существующей теплотрассе непосредственно при помощи задвижек $\varnothing 100$ мм, т.е. по независимой схеме.

Обоснованием выбранной схемы подключения объекта является:

- а) близость источника теплоснабжения;
- б) располагаемый напор в месте подключения проектируемой сети в действующую теплотрассу достаточно велик (100 м);
- в) имеется соответствие гидравлического режима существующей теплотрассы и проектируемой теплотрассы микрорайона;
- г) требования гидравлической устойчивости, надежности, экономичности и эффективности проектируемой системы теплоснабжения;
- д) запрещение на использование сетевой воды для непосредственного водоразбора на нужды горячего водоснабжения;
- е) невозможность обеспечения требуемого качества воды.

Система теплоснабжения микрорайона является централизованной. Элементами централизованной системы (рисунок 1) являются: источник тепла (котельная), районные распределительные тепловые сети тупикового типа, местные тепловые пункты абонентов (МТП), системы теплоснабжения зданий (отопления, вентиляция и ГВС).

Количество трубопроводов в проектируемой сети – два: Т1 – подающий трубопровод для отопления, вентиляции; Т2 – обратный трубопровод для отопления, вентиляции.

Параметры теплоносителя (перегретая вода) в проектируемой сети микрорайона: расчетная температура в подающем трубопроводе $\tau_1' = 130^{\circ}\text{C}$; температура в обратном трубопроводе $\tau_2' = 70^{\circ}\text{C}$.

В подогревателях холодная водопроводная вода подогревается от 5 до 60°C за счет тепла сетевой воды.

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

Разработанный гидравлический режим обеспечивает подключение всех зданий к теплотрассе по независимой схеме через элеватор (т.к. $\tau_1' = 130^{\circ}\text{C}$).

В ВКР предусмотрено заполнение и подпитка водяных тепловых сетей микрорайон водой из существующей теплотрассы через обратную магистраль в УТ* т.к. давление в обратном трубопроводе магистрали достаточно для

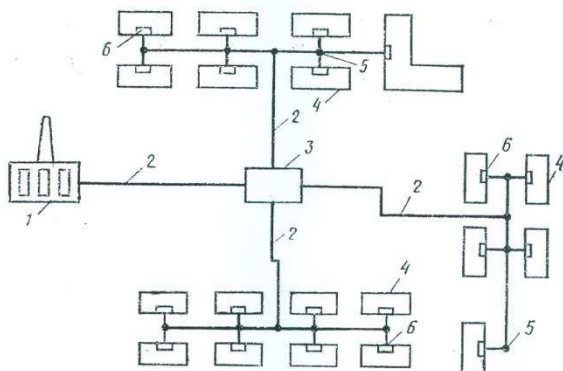
заполнения местных систем отопления зданий. Располагаемый напор в точке врезки проектируемой тепловой сети в существующую магистраль должен обеспечивать циркуляцию теплоносителя по системе теплоснабжения без установки сетевого циркуляционного насоса в сетях.

Кроме принятой в ВКР закрытой схемы снабжения горячей водой потребителей ГВС, также существует открытая система с непосредственным разбором воды на нужды ГВС из трубопроводов тепловой сети через регулятор смещения сетевой воды (из подающего или обратного трубопроводов в МТП зданий)

1.3 Тепловые нагрузки

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

Тепловые нагрузки можно принимать по типовым проектам, рассчитывать по укрупненным показателям или выполнив проекты.



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

Рисунок 1 – Элементы централизованной системы теплоснабжения

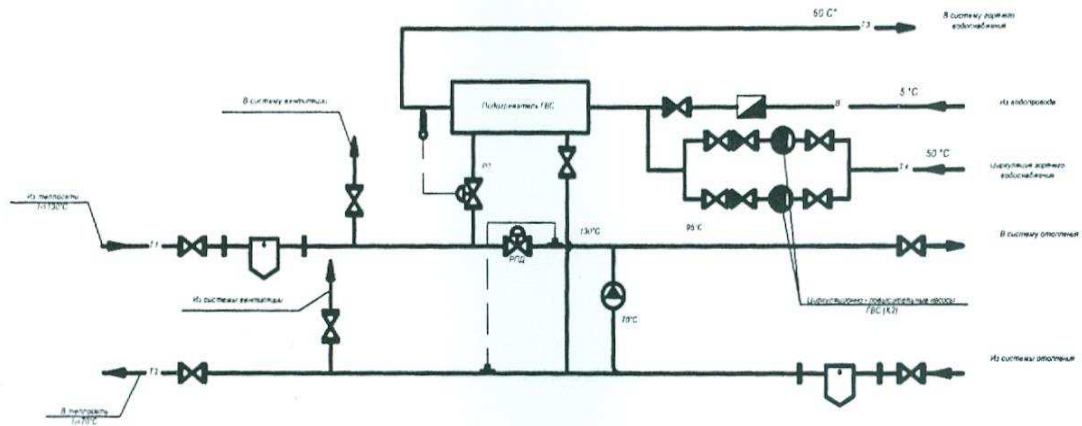


Рисунок 2 – Схема ТПП

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

Таблица 1-Ведомость тепловых нагрузок микрорайона

Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		отопл. $Q_{\text{отопл}}$	вентил. $Q_{\text{вентил}}$	ГВС $Q_{\text{ГВС}}$	всего Q_{Σ}
1	Спортзал	0,4	0,6	0,2	1,2
2	Двухзальный к/т	0,556	0,502	0,078	1,136
3	80 кв. жилой дом	0,516	-	0,4	0,916
4	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
5	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
6	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
7	Д/с-ясли	0,2	0,2	0,1	0,5
8	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
	ИТОГО:	4,472	1,302	3,018	8,792

1.4 Способы регулирования отпуска теплоты

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

Тепловая нагрузка на ГВС не зависит от температуры наружного воздуха, но изменяется по часам суток.

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

Регулирование повышает качество и экономичность теплоснабжения.

В зависимости от места осуществления регулирования различают: центральное, групповое, местное и индивидуальное регулирование.

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

Групповое – в ЦТП для группы однородных потребителей.

Местное – предусматривается на МТП для дополнительной корректировки параметров теплоносителя с учетом местных факторов.

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

По способу регулирования – автоматическое и ручное.

Методы регулирования:

а) качественное (изменение температуры теплоносителя при постоянном его расходе);

б) количественное (изменение расхода теплоносителя при постоянной температуре τ_1);

в) прерывистое регулирование пропусками (периодическое отключение теплоиспользующих систем);

г) изменение поверхности нагрева теплообменников.

1.5 Расчетная схема тепловой сети

Перед началом выполнения гидравлического расчета трубопроводов разрабатывают расчетную схему тепловых сетей без масштаба с указанием исходной точки (УТ*), расчетных участков трубопроводов и абонентов. На расчетной схеме сетей здания (абоненты) должны иметь номер и величины весовых расчетных расходов теплоносителя согласно ведомости весовых расходов.

Расчетные участки нумеруются, начиная от УТ*, указывается их длина и расположение запорной арматуры, неподвижных опор и компенсаторов. Число П-образных компенсаторов и неподвижных опор уточняется при гидравлическом расчете трубопроводов в процессе определения эквивалентных длин местных сопротивлений на расчетных участках. После этого эти элементы теплосети нумеруют на монтажной схеме.

Согласно СНиП [4] запорная арматура в тепловых сетях может устанавливаться:

а) на трубопроводах выводов тепловых сетей от источников теплоты;

б) в узлах ответвления от магистрали на трубопроводах с $D_y > 100$ мм;

в) в узлах ответвлений к отдельным зданиям, независимо от диаметра.

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

Выбор трассы совмещают с выбором способа прокладки теплопроводов.

Тепловые сети независимо от способа прокладки и системы теплоснабжения, не прокладываются по территориям кладбищ, скотомогильников, свалок, мест захоронения радиоактивных отходов, земледельческих орошаемых полей и др. участков, представляющих опасность биологического, химического и радиоактивного загрязнения.

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

Подземную прокладку тепловых сетей допускается прокладывать совместно с другими инженерными сетями:

а) в тоннелях – кабелями связи, с водопроводами \varnothing до 500мм, силовыми кабелями напряжением до 10 КВ, а в городских тоннелях также с трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 МПа и напорной канализацией;

б) в каналах – с водопроводами, трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 МПа, контрольными кабелями, предназначенными для обслуживания тепловых сетей, мазутопроводами,.

Прокладку тепловых сетей по территории вне населенных пунктов, следует предусматривать надземную на низких опорах.

По заводской территории все наружные инженерные сети, кроме канализации и водопровода, прокладывают надземным способом на высоких опорах или эстакадах.

В ВКР тепловой сети микрорайона проложены в подземных непроходных каналах из сборных лотковых элементов (рисунок 4).

При проектировании трассы или схемы тепловых сетей необходимо стремиться к экономичности, надежности теплоснабжения, простоте и минимальной длине трубопроводов.

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

Конфигурацией распределительной тепловой сети микрорайона является тупиковая радиальная схема теплопроводов.

Преимуществом радиальной схемы является экономичность и простота. Недостатком – нарушение теплоснабжения всех абонентов при аварии на одном из участков теплосети.

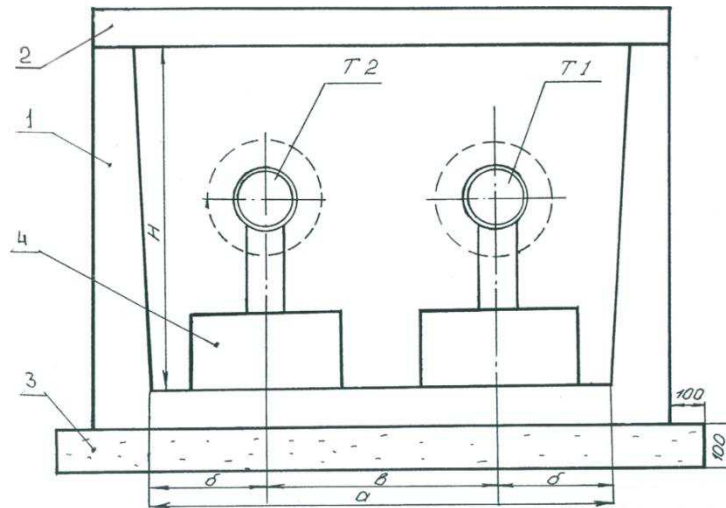


Рисунок 4 – Непроходимый канал теплосети

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

Для ликвидации аварии дается не более 24 часов, чтобы не замерзли местные системы отопления зданий.

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

В черте города и на территории промышленных площадок трассу выбирают параллельно проездам или линиям застроек. В стесненных условиях допускается прокладка сетей в полосе зеленых насаждений (под газонами) или под тротуарами.

Трасса должна быть по возможности прямолинейной и пролегать в одной стороне застройки или проезда. Частые пересечения с инженерными коммуникациями и линиями городского транспорта, с реками и оврагами удорожают сети. Пересечение выполняют, как правило под углом 90° , в исключительных случаях – не менее 46° . В новых районах массовой застройки и на недостроенных инфраструктурах ось трассы проектирует параллельно дорогам или ранее уложенным подземным инженерным сетям.

Расчетная схема тепловой сети микрорайона изображена на рисунке 5.

1.6 Расчетные расходы сетевой воды

Расчетные расходы сетевой воды G_d , кг/с, в зависимости от схем присоединения сетей теплоснабжения в тепловом пункте абонента необходимо определять для каждого МТП здания.

При отсутствии нагрузки на ГВС и при зависимом присоединении систем отопления и вентиляции рассчитываем по формуле:

Расчетный расход сетевой воды, кг/ч

$$G_d = \frac{10^3 \cdot (Q_{0\max} + Q_{V\max})}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \quad (1.1)$$

где $Q_{0\max}$ – максимальный тепловой поток на отопление, МВт;

$Q_{V\max}$ – максимальный тепловой поток на вентиляцию, МВт;

τ_1 – температура сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха, °С;

c – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 КДж/(кг·°С)

При наличии нагрузки горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения, рассчитываем по одноступенчатой схеме с регулированием расхода теплоты на отопление, но не менее расхода воды определенного по (1.1) [4].

Расчетный расход сетевой воды, кг/ч

$$G_{ds} = \frac{10^3 \cdot (Q'_{0\max} + Q'_{V\max})}{c(\tau'_1 - \tau'_2)} + \frac{10^3 \cdot Q_{h\max}}{c(\tau'_1 - \tau'_3)}, \quad (1)$$

где $Q'_{0\max}$ – тепловой поток на отопление в точке излома графика температуры воды при температуре наружного воздуха t'_n , МВт;

$Q'_{V\max}$ – тепловой поток на вентиляцию в точке излома графика температуры воды при температуре наружного воздуха t'_n , МВт;

$Q_{h\max}$ – средний поток на горячее водоснабжение, МВт;

τ'_1 – температура сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома отопительного графика температур, °С;

τ'_2 – температура сетевой воды в обратном трубопроводе тепловой сети в точке излома отопительного графика температур, °С;

τ'_3 – температура сетевой воды после параллельно включенного подогревателя ГВС в точке излома графика температур воды, которую рекомендуется принимать 30°С;

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

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

$$Q'_{0\max} = Q_{0\max} \cdot \left(\frac{t_g - t'_n}{t_g - t_0} \right), \quad (2)$$

где $Q_{0\max}$ – то же что и в формуле (1);

t_b – температура внутреннего воздуха, °С;

t'_n – температура наружного воздуха в точке излома графика температур воды, °С;

t_0 – расчетная температура наружного воздуха, °С.

$$Q'_{V\max} = Q_{V\max} \cdot \left(\frac{t_g - t'_n}{t_g - t_0} \right), \quad (3)$$

где – t_B, t'_H, t_0 – то же что и в формуле (1);
 Q_{Vmax} – то же что и в формуле (1).

$$t'_H = t_B - 0,419(t_B - t_0), \quad (4)$$

где t_B, t_0 – то же что и в формуле (1).

Расчетный расход сетевой воды на горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения и параллельной схеме присоединения подогревателя ГВС, кг/с

$$G_{hmax} = \frac{3,6 \cdot Q_{hmax}}{c(\tau'_1 - \tau'_3)}, \quad (5)$$

где $Q_{omax}, Q_{vmax}, Q_{hmax}$ – максимальные тепловые потоки (нагрузки) на отопления, вентиляцию и ГВС, Вт;

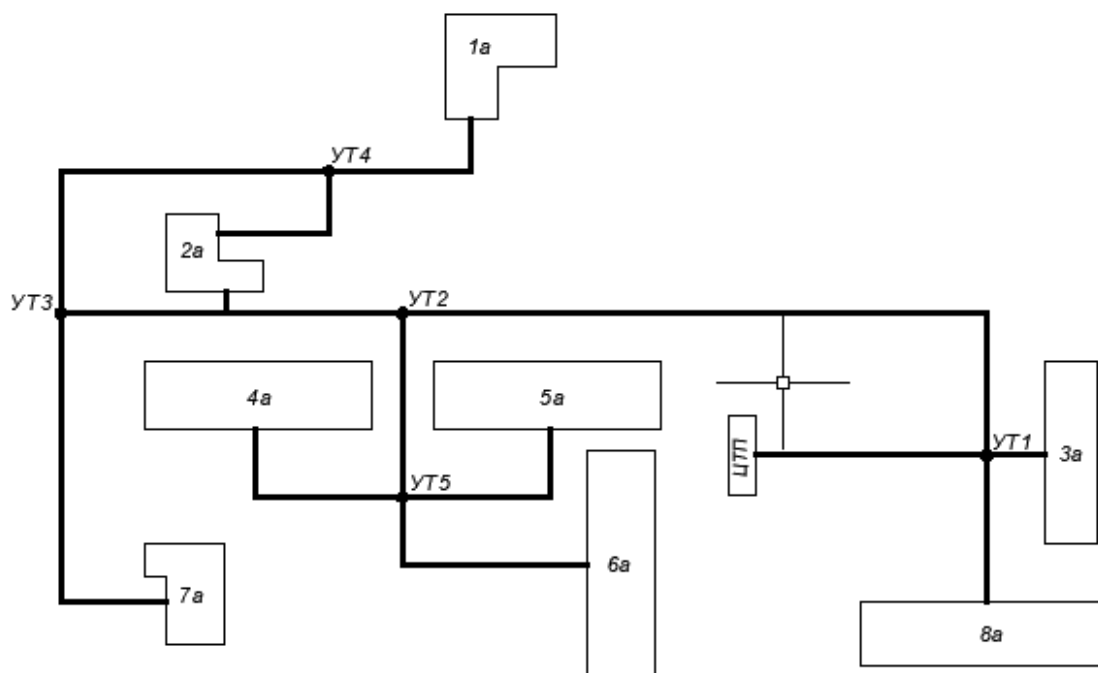


Рисунок 5 – Расчетная схема тепловой сети микрорайона

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

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

τ'_1 – температура «сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети точке излома» отопительного графика температур, равная 70°C ;

τ_3 - 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 центральном качественном регулировании, а также для потребителей при Q_{hmax} больше Q_{omax} , при отсутствии баков - аккумуляторов и с тепловым потоком менее 10 МВт определяется по формуле (1).

Расчетные расходы теплоносителя для всех зданий микрорайона приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Ведомость весовых расходов теплоносителя микрорайона

Поз	Наименование потребителя	Расчетная весовая нагрузка, кг/с G_d
1	Спортзал	5,27
2	Двухзальный к/т	4,72
3	80 кв. жилой дом	4,63
4	115 кв. жилой дом	6,39
5	115 кв. жилой дом	6,39
6	115 кв. жилой дом	6,39
7	Д/с-ясли	2,24
8	115 кв. жилой дом	6,39
	ИТОГО:	42,4

1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети

Гидравлический расчет является определяющим при проектировании тепловой сети. На его основе:

- а) определяется стоимость проекта. Расход металла и объем строительно-монтажных работ;
- б) подбираются насосы;
- в) разрабатываются гидравлические режимы эксплуатации тепловых сетей и строятся пьезометрические графики.

Цель гидравлического расчета – определение диаметров участков тепловой сети и потерь давления на этих участках, гидравлическая увязка всех точек системы для обеспечения подачи расчетных расходов теплоносителя, допустимых давлений и требуемых напоров во всех точках тепловой сети.

Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности спальных труб следует принимать для водяных тепловых сетей $K_e = 0,0005\text{м}$, для сетей ГВС $K_e = 0,001\text{м}$.

Удельные потери давления на трение, Па/м, при гидравлических расчетах водяных тепловых сетей следует принимать на основе технико-экономических расчетов.

Диаметры подающего (T_1) и обратного (T_2) трубопроводов двухтрубных водяных теплосетей при одновременной подаче теплоты на ГВС, отопление и вентиляцию, как правило, принимаются равными.

Условный диаметр труб D_u независимо от расчетного расхода теплоносителя должен приниматься в тепловых сетях не менее 32 мм, а для циркуляционных трубопроводов горячего водоснабжения – не менее 25 мм.

Гидравлический расчет трубопроводов тепловой сети микрорайона закрытой системы теплоснабжения включает:

а) расчет трубопроводов отопления и вентиляции (T_1 ; T_2) в расчетном зимнем и летнем режимах;

1.7.1 Гидравлический расчет трубопроводов T_1 и T_2 в расчетном (зимнем) режиме

Суммарные расчетные расходы теплоносителя в этом режиме на вводах тепловой сети в МТП равны

$$G_{\Sigma} = G_{\text{оmax}} + G_{\text{hmax}} \quad , \quad (6)$$

где $G_{\text{оmax}}$, G_{vmax} , G_{hmax} – максимальные секундные расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и ГВС, взятые из ведомости таблицы 3, л/с.

Потери давления в трубопроводах тепловой сети определяем методом приведенных длин. Различают потери давления на трение (по длине), Па, определяемые по формуле

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

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

l – длина расчетного участка трубопровода, м.

Для определения потерь давления в местных сопротивлениях (компенсаторы, запорная и регулирующая арматура, повороты трасс, тройники, переходы и др.) вводится понятие эквивалентной длины l_{Σ} , м, (это длина прямого трубопровода, у которого потери на трение равны потерям в рассматриваемом местном сопротивлении).

Приведенная длина участка теплосети

$$l_{\text{пр}} = l + l_{\Sigma} \quad , \quad (8)$$

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

l_{Σ} - сумма эквивалентных длин местных сопротивлений на данном участке, определяемые по таблице 5, м.

Полные потери давления, м вод. ст., или потери ΔH напора, м, определяются

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

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

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

$$R_0^{\text{отв}} = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l_{\text{маг}}}{l_{\text{отв}}} , \quad (10)$$

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

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

Определяем R_0 по формуле (10) для различных ответвлений:

$$R_0(2-5) = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l(2-3)(3-4)(4-1a)}{l(2-5)(5-6a)} = 10 \frac{179}{77} = 23,25 \text{ Па / м};$$

$$R_0(5-5a) = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l(5-6a)}{l(5-5a)} = 10 \frac{44}{44} = 23,25 \text{ Па / м};$$

$$R_0(1-8a) = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l(1-2)(2-3)(3-4)(4-1a)}{l(1-8a)} = 10 \frac{315}{25} = 126 \text{ Па / м};$$

$$R_0(1-3a) = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l(1-2)(2-3)(3-4)(4-1a)}{l(1-3a)} = 10 \frac{315}{8} = 393,8 \text{ Па / м};$$

$$R_0(3-7a) = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l(3-4)(4-1a)}{l(3-7a)} = 10 \frac{117}{75} = 15,6 \text{ Па / м};$$

$$R_0(4-2a) = R_0^{\text{маг}} \cdot \frac{l(4-1a)}{l(4-2a)} = 10 \frac{37}{28} = 13,2 \text{ Па / м};$$

Теоретический диаметр d_0 расчетного участка определяем по номограмме [4] в зависимости от удельных потерь давления R_0 и суммарного расхода теплоносителя G_{Σ} .

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

$$M_0 = 2 \cdot 130,26 = 260,5 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

G - расчетный расход теплоносителя на первом головном участке магистрали по таблице 4, кг/с;

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

φ - стоимостной коэффициент, кВт/м².

$$(R_{\lambda}^{onm})^{maz} = 26600 \left(\frac{0,17 \cdot 260,5 \cdot 10^{0,19}}{42,4 \cdot 712} \right)^{0,84} = 160,1 \text{ Па / м.}$$

Удельные линейные экономические потери давления для ответвлений определяются по формуле

$$(R_{\lambda}^{onm})^{ome} = R_0^{ome} \frac{(R_{\lambda}^{onm})^{mat}}{R_0^{maz}}, \quad (12)$$

где R_0^{maz} - удельные потери на трение вдоль основной магистрали, равные 10 Па/м;

$(R_{\lambda}^{onm})^{maz}$ - величина определенная по формуле (11), Па/м;

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

По расчетным R_0^{onm} и расчетному расходу воды G_{Σ} по номограмме [4] находим ближайший существующий стандартный диаметр трубопровода $d_{ст}$, уточняем фактические удельные линейные потери давления R .

Расчет эквивалентных длин $l_э$, местных сопротивлений сводим в таблицу 5. При этом уточняем количество и места установки элементов тепловой сети: П-образные компенсаторы, запорную арматуру, неподвижные опоры. Определяем расстояния между элементами теплосети с нанесением их на план сетей и производим их нумерацию, начиная от УТ*.

Ответвления от главной магистрали тепловой сети рассчитывают из условия, чтобы суммарные потери напора ΣH от начала проектируемой сети (УТ*) до любого МТП абонента составляли не более ΣH вдоль основной проектируемой магистрали тепловой сети.

1.7.2 Гидравлический расчет разводящих трубопроводов ГВС в режиме потребления воды

Максимальный секундный расход сетевой воды на горячее водоснабжение определяем по формуле

Таблица 4 - Гидравлический расчет трубопроводов Т1 теплосети микрорайона при зимнем режиме

№ уч-ков	G_{Σ}^{\max} Кг/с	l, м	R_o , Па/м	d_o , м	$l \cdot d_o$, м ²	R_{\wedge}^{onm} , Па/м	$d_{ст}$, м	R, Па/м	l_3 , м	$l_{пр}$, м	ΔH , м	$\Sigma \Delta H$, м
магистраль												
ЦТП-1	42,4	41	10	0,355	13,74	160,1	0,259	30	66,18	107,18	0,32	0,32
УТ1-УТ2	31,39	136	10	0,31	42,16		0,207	60	49,44	185,44	1,11	1,43
УТ2-УТ3	12,22	62	10	0,217	13,45		0,125	120	26,14	88,14	1,06	2,49
УТ3-УТ4	9,99	80	10	0,207	16,56		0,125	90	13,2	93,2	0,84	3,33
УТ4-1а	5,27	37	10	0,16	5,92		0,1	70	13,48	50,48	0,35	3,68
					$\Sigma=91,83$							
подмагистраль												
УТ2-УТ5	19,16	33	23,25	0,208	6,86	680,8	0,15	120	44,8	77,8	0,93	2,37
УТ5-6а	6,39	44	23,25	0,133	5,85		0,1	100	9,38	53,38	0,53	2,90
УТ5-5а	6,39	44	23,25	0,133	5,85		0,1	100	11,05	55,05	0,55	2,92
УТ5-4а	6,39	44	23,25	0,133	5,85		0,1	100	11,05	55,05	0,55	2,92
					$\Sigma 24,42$							
ответвление												
УТ1-8а	6,39	25	126	0,096	2,4	2017	0,07	900	13,3	38,3	3,45	3,77
УТ1-3а	4,63	8	393,8	0,071	0,57	6303	0,051	2000	4,6	12,6	2,52	2,84
УТ3-7а	2,24	75	15,6	0,095	7,19	205	0,07	90	14,3	89,3	0,80	3,30
УТ4-2а	4,72	28	13,2	0,14	3,92	212	0,082	180	8,98	36,98	0,67	4,00
					$\Sigma 14,013$							

Таблица 5 - Эквивалентные длины местных сопротивлений

№ участка	$d_{см}$, м	l , м	$L_{л}$, м	$l_{э}$, м					$\Sigma l_{э}$, м	
				П-образный компенсатор	вентиль, задвижка	отвод	тройник			Переход
							на проход	на ответвление		
1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	
магистраль										
ЦТП-1	0,259	41,00	120,00	1x28	1x3,73	1x5,55	2x13,9	-	1x1,1	66,18
УТ1-УТ2	0,207	136,00	120,00	1x23,4	-	1x4,2	2x10,5	-	1x0,84	49,44
УТ2-УТ3	0,125	62,00	90,00	1x12,5	-	1x2,2	2x5,5	-	1x0,44	26,14
УТ3-УТ4	0,125	80,00	90,00	-	-	1x2,2	2x5,5	-	-	13,2
УТ4-1а	0,1	37,00	80,00	-	1x1,65	2x1,65	2x4,1	-	1x0,33	13,48
подмагистраль										
УТ2-УТ5	0,15	33,00	100,00	1x15,4	1x2,24	1x2,8	2x7	1x9,8	1x0,56	44,8
УТ5-6а	0,1	44,00	80,00	-	1x1,65	2x1,65	1x4,1	-	1x0,33	9,38
УТ5-5а	0,1	44,00	80,00	-	1x1,65	2x1,65	-	1x5,77	1x0,33	11,05
УТ5-4а	0,1	44,00	80,00	-	1x1,65	2x1,65	-	1x5,77	1x0,33	11,05
ответвление										
УТ1-8а	0,07	25,00	70,00	1x6,8	1x1	1x1	-	1x3,5	1	13,3
УТ1-3а	0,051	8,00	60,00	-	1x0,65	1x0,65	-	1x2,3	1	4,6
УТ3-7а	0,07	75,00	70,00	1x6,8	1x1	2x1	-	1x3,5	1	14,3
УТ4-2а	0,082	28,00	80,00	-	1x1,28	2x1,28	-	1x4,14	1	8,98

Таблица 6 - Гидравлический расчет подающего трубопровода теплосети микрорайона летом

№ участка	d_{cm} , м	G_{ds} , кг/с	l_{np} , м	R , Па/м	H , м	ΣH , м
1	2	3	4	5	6	7
Магистраль						
УТ*-УТ1	0,100	3,53	93,33	25	0,23	0,23
УТ1 – УТ2	0,100	3,53	276,08	25	0,69	0,92
УТ2 – УТ3	0,082	3,53	71,96	70	0,5	1,42

1.8 Расчет гидравлических режимов теплосети

Пьезометрический график – это графическое изображение гидравлического режима тепловой сети.

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

а) соответствие условиям механической прочности элементов сети и теплоиспользующих устройств абонентов;

б) предотвращение вскипания высокотемпературного (более 100°С) теплоносителя (перегретой воды);

в) обеспечение во всех точках системы теплоснабжения избыточных напоров для предотвращения кавитации насосов и завоздушивания систем.

На пьезометрический график (рисунок 7) теплосети в масштабе наносят:

а) рельеф местности вдоль тепловой сети и отметки земли Z ;

б) высоты присоединенных к теплосети зданий;

в) напоры в сети;

г) допустимые границы (коридоры) напоров в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, т.е. требования к гидравлическим режимам.

Все узловые точки пьезометрического графика имеют отметки полных напоров.

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

$$H = H^* + Z, \quad (40)$$

где H^* - пьезометрический напор, м;

Z - геометрический напор или геодезическая отметка, м.

Пьезометрический напор связан с избыточным давлением воды в трубопроводе по формуле

$$H^* = \frac{P}{\rho \cdot g}, \quad (41)$$

где ρ - плотность воды, равная 1000 кг/м³;

g – величина, равная 9,8м/с;

P - избыточное давление в сети, Па.

Точка обратного пьезометра в ЦТП определяется величиной подпора выбранного сетевого насоса.

Уклоны пьезометров определяются потерями напоров ΔH на расчетных участках тепловой сети.

Потери напора ΔH принимаем по таблицам гидравлического расчета. Потери напора у абонентов заданы в техническом задании на ВКР. Местные

потери напора в теплообменнике отопления отсутствуют за неимением последнего.

Разность напоров в подающем и обратном трубопроводе называется располагаемым напором.

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

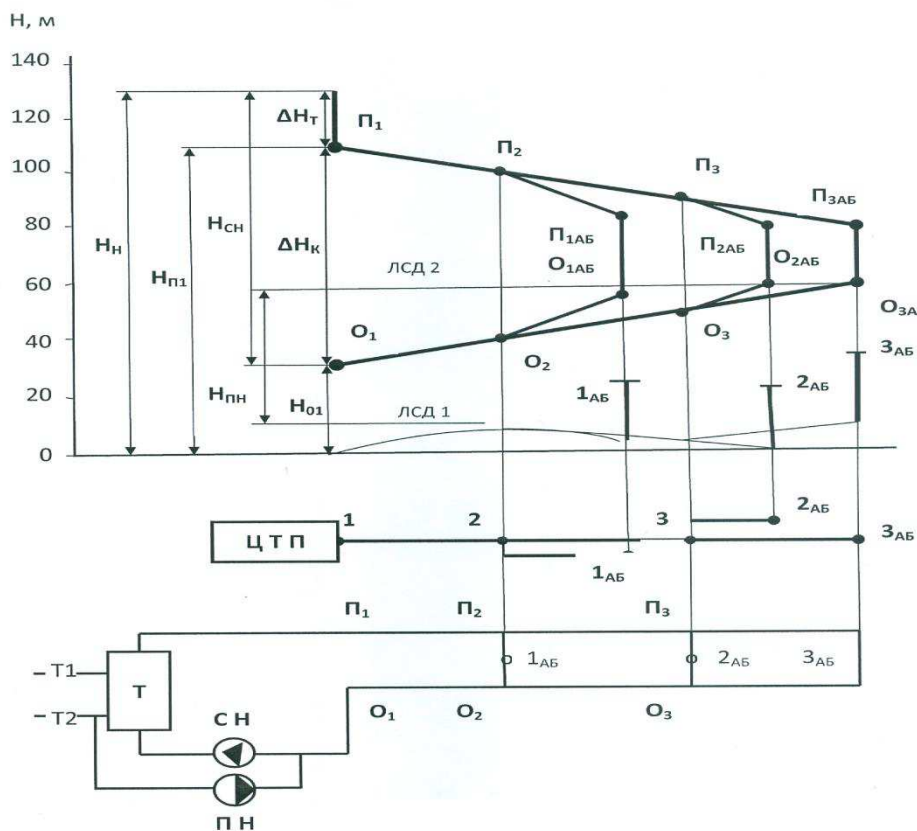


Рисунок 6 – Пьезометрический график теплосети

При остановке сетевого насоса в системе устанавливается статический напор, создаваемый подпиточным насосом в котельной и график напоров представлен одной линией статического давления (ЛСД). В статическом режиме движение (циркуляция) теплоносителя в трубопроводах отсутствует.

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

На пьезометрическом графике наносят 4 предельных уровня для пьезометров:

а) исходя из условий прочности магистральных трубопроводов, арматуры, теплообменников и другого оборудования котельной максимальный пьезометрический напор в подающем трубопроводе теплосети не должен превышать $H (n_{max}) = 160$ м;

б) во избежание вскипания теплоносителя 130°C во всех точках подающего трубопровода давление воды не должно быть меньше давления насыщения водяного пара при 130°C т.е. напор в подающем трубопроводе должен быть $H(nmin) = 29$ м;

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

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

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

Для закрытых систем теплоснабжения разрабатывается два режима: зимний и летний. Тепловая сеть работает при гидравлическом режиме существующей теплосети от котельной.

По пьезометрическому графику выбирают схемы абонентских вводов потребителей (МТП). В ВКР все здания микрорайона имеют элеваторное присоединение систем отопления.

Расчет пьезометрического графика зимнего режима начинают с определения необходимого располагаемого напора в УТ* по формуле

$$H_0' = \Delta H_{\Pi} + \Delta H_0 + \Delta H_{AB} , \quad (42)$$

где ΔH_{Π} - потери напора в подающей линии ΔH_{Π} , равные 3,68 м;

ΔH_0 - потери напора в обратной линии сети, равные 3,68 м;

ΔH_{AB} - потери напора в конечном абоненте, равные 15 м;

$$H_0' = 3,68 + 3,68 + 10 + 15 = 32,4 \text{ м.}$$

Располагаемые напоры в точках теплосети для магистрали

$$H_{УТ1} = H_0 - 2\Delta H_{УТ*-УТ1} = 22,4 - 2 \cdot 0,32 = 21,7 \text{ м}$$

$$H_{УТ2} = H_0 - 2\Delta H_{УТ1-УТ2} = 21,7 - 2 \cdot 1,11 = 19,5 \text{ м}$$

$$H_{УТ3} = H_0 - 2\Delta H_{УТ2-УТ3} = 19,5 - 2 \cdot 1,06 = 17,4 \text{ м}$$

$$H_{УТ4} = H_0 - 2\Delta H_{УТ3-УТ4} = 17,4 - 2 \cdot 0,84 = 15,7 \text{ м}$$

$$H_{a61} = H_0 - 2\Delta H_{УТ4-a61} = 15,7 - 2 \cdot 0,35 = 15 \text{ м}$$

Располагаемые напоры для абонентов

$$H'_{a67} = H'_{УТ3} - 2\Delta H_{УТ3-a67} = 17,4 - 2 \cdot 0,8 = 15,8 \text{ м}$$

$$H'_{a68} = H'_{УТ1} - 2\Delta H_{УТ1-a68} = 21,7 - 2 \cdot 3,45 = 14,8 \text{ м}$$

Примечание: все системы отопления абонентов микрорайона, кроме абонента №8 присоединены к теплосети через элеватор (располагаемый напор более 15 м).

1.9 Подбор насосов

Проект теплоснабжения жилого микрорайона подразумевает размещение в ЦТП подпиточного и сетевого насосов. Подпиточные насосы компенсируют утечки воды и поддерживают требуемый уровень пьезометрических линий, как при динамическом, так и при статическом режимах. Сетевые насосы обеспечивают циркуляцию воды в системе теплоснабжения.

Напор сетевых насосов определяем для отопительного и неотопительного периодов и равен он сумме потерь давления в подогревателе в ЦТП, в подающем и обратном трубопроводах от ЦТП до самого удаленного потребителя и в системе потребителя при суммарных расчетах расхода воды (зимний режим).

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

Подпитка и заполнение водяной теплосети микрорайона после ЦТП, присоединенной к магистральным теплосетям по независимой схеме, осуществляется водой из обратного трубопровода магистральной теплосети подпиточным насосом т.к. давления в обратном трубопроводе магистрали не хватает для наполнения систем отопления абонентов.

1.9.1 Подбор сетевого насоса в отопительный период

Находим производительность сетевого насоса для закрытой системы теплоснабжения, которая равна расчетному расходу сетевой воды на первом от ЦТП участке.

$$G_{CH} = G_{ЦТП} = 32,4 \cdot 3,6 = 116,52 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор сетевого насоса, определяется по следующей формуле:

$$H_{CH} = H_0' + \Delta H_m, \quad (18)$$

где H_0' - располагаемый напор, равный 32,4 м, из предыдущих расчетов;
 ΔH_m - потери напора в подогревателях ЦТП, равные 10 м.

$$H_{CH} = 32,4 + 10 = 42,4 \text{ м.}$$

По каталогу оборудования [4]:

- в качестве сетевых насосов в отопительный период выбираем насосы марки Grandfos с подачей 360 м³/ч и максимальным напором 100 м; n=2900об/мин; N=118 кВт.

В количестве двух (1 рабочий, 1 резервный).

1.9.2 Подбор сетевого насоса в неотапительный период

Точно также считаем производительность сетевого насоса для закрытой системы теплоснабжения в неотапительный период.

$$G_{CH} = G_{ЦТП} = 8,97 \cdot 3,6 = 32,29 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор сетевого насоса для неотапительного периода, определяется по следующей формуле:

$$\Delta H_m^S = \Delta H_m \cdot \left(\frac{G_{С.Н.}^S}{G_{С.Н.}} \right)^2$$

где ΔH_m - потери напора в подогревателе, равные 10 м;

$G_{С.Н.}$ - производительность насоса в отопительный период, равная 59,6 кг/с;

$G_{С.Н.}^S$ - производительность насоса в неотапительный период, найденная по таблице 6, равная 8,97 кг/с.

$$\Delta H_m^S = 10 \cdot \left(\frac{8,97}{59,6} \right)^2 = 0,23 \text{ м.}$$

По каталогу оборудования [4]:

- в качестве сетевых насосов в неотапительный период принимаем насосы марки WILO – VL типа VL 65/160-1,5/4 с подачей 80 м³/ч и максимальным напором 7,7 м; n=2900об/мин; N=1,5 кВт.

В количестве двух (1 рабочий, 1 резервный).

По СП 41-101-95 подачу подпиточного насоса для компенсации утечек принимаем в размере 2% объема воды, находящейся в трубопроводах теплосети и системы отопления, подключенных к водоподогревателю.

Объем воды в системе теплоснабжения микрорайона

$$V = 0,056 \cdot Q \cdot v, \tag{20}$$

где Q - общая мощность системы теплоснабжения, равная 8,8 МВт;

v - удельный объем воды для закрытых систем теплоснабжения, принимаем равным 65 м³/МВт.

$$V = 0,056 \cdot 8,8 \cdot 65 = 32 \text{ м}^3.$$

Производительность подпиточного насоса в отопительный период

$$G_{\text{пн}} = 0,2 \cdot V, \quad (21)$$

где V - объем воды в системе теплоснабжения микрорайона, рассчитанная по (20), м^3 .

$$G_{\text{пн}} = 0,2 \cdot 32 = 6,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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

Подпитка и заполнение водяной теплосети микрорайона после ЦТП, присоединенной к магистральным теплосетям по независимой схеме, осуществляется водой из обратного трубопровода магистральной теплосети подпиточным насосом т.к. давления в обратном трубопроводе магистрали не хватает для наполнения систем отопления абонентов.

Статический напор в магистральной теплосети до ЦТП мал и составляет 10 м. Статический напор в сети микрорайона 30 м.

$$H_{\text{пн}} = 30 - 10 = 20 \text{ м}.$$

В качестве подпиточного насоса по каталогу выбираем насос К50-32-125(8/18) типа 5А80МА с подачей $12,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напором 20 м; $n = 1450 \text{ об/мин}$; $N = 1,5 \text{ кВт}$.

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

1.10 Подбор оборудования тепловых сетей

Для трубопроводов теплосетей необходимо выбирать стальные электросварные трубы. Для сетей ГВС в закрытых системах теплоснабжения применяются оцинкованные трубы.

Трубы и арматуры подбирают по условным давлениям и проходам. Условное давление P_y – это избыточное давление для длительной эксплуатации при температуре воды 20°C . Условный проход D_y – номинальный внутренний диаметр трубы.

В теплосетях применяются электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704 – 76 (T_1 и T_2 в дипломе), которые производятся с наружным диаметром $d_n = 32 \div 426 \text{ мм}$; оцинкованные стальные трубы по ГОСТ 3262 -75* с диаметром $15 \div 250 \text{ мм}$; электросварные со спиральным швом по ГОСТ 8696 -74 и наружным диаметром более 426 мм.

Соединение трубопроводов теплосетей осуществляется электросваркой.

Запорная арматура на теплосетях применяется двух видов: клапаны запорные 15с 27_{нх1} (с наружным диаметром d_n до 50мм), задвижки типа ЗКЛ 2-16 ($d_n \geq 50 \text{ мм}$). Для выпуска теплоносителя существуют специальные спускники

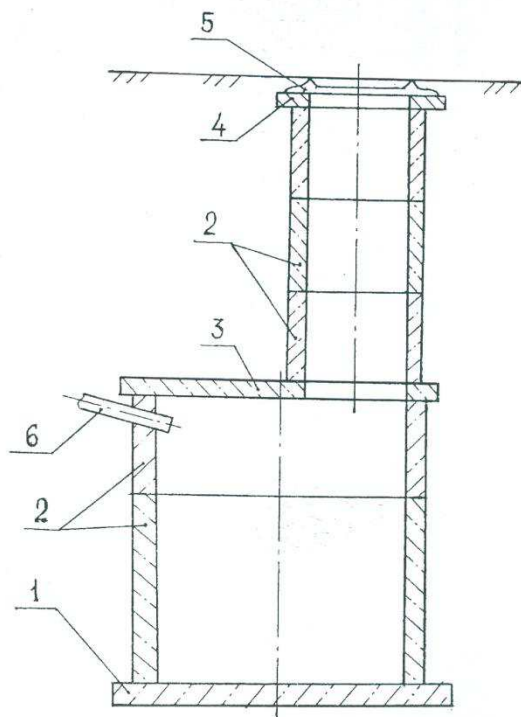
в виде клапанов ($d_n 25 \div 100$ мм). Для выпуска воздуха из трубопроводов применяются воздушники в виде клапанов диаметром от 15 до 32 мм.

Вся арматура: дренажная, запорная и воздушники устанавливается при подземной прокладке теплотрассы в тепловых камерах (УТ). Где располагается запорная арматура, сказано выше в разделе «схема сетей».

Вода с магистральных участков теплотрассы удаляется в дренажные колодцы (Д) из приямков камер, которые расположены в нижних точках по профилю сетей. Дренаж с ответвлений к отдельно стоящим зданиям проводят в приямки камер с последующей откачкой воды передвижными насосами в канализационные колодцы.

В проекте дренажные колодцы (рисунок 7) установлены возле УТ2, УТ4. Воздушники размещены в верхних точках теплотрассы (УТ1, УТ3).

Для Красноярска с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления $t_{рщ} - 37^{\circ}\text{C}$ вся арматура – стальная. Крепление к трубопроводам осуществляется фланцевыми соединениями.



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

Рисунок 7 – Дренажный колодец

Для размещения трубопроводов на строительных конструкциях (рисунок 8) применяют опоры: подвижные и неподвижные.

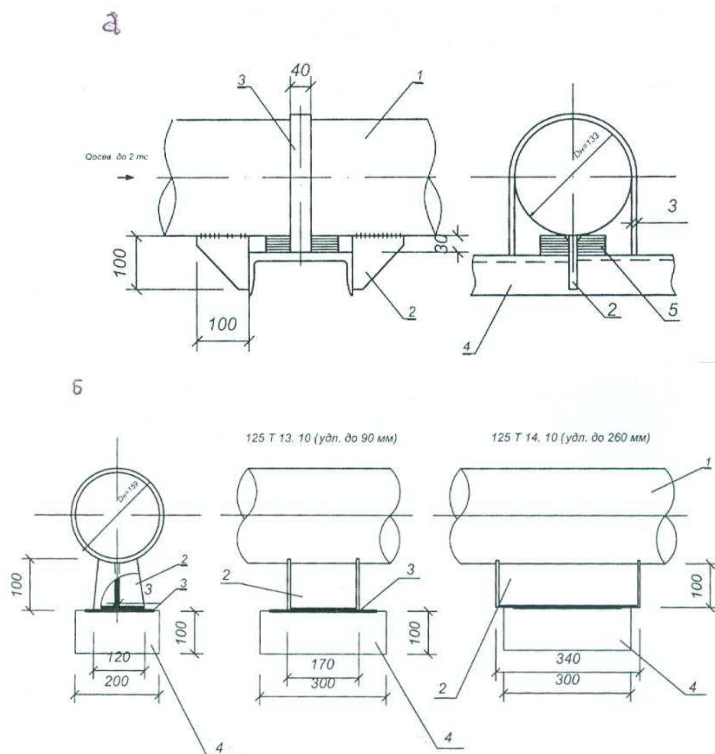
Подвижные опоры (подвесные, скользящие, шаровые, катковые) обеспечивают трубопроводу свободное перемещение по строительной конструкции. В проекте диплома применяются скользящие опоры (серия 4.903.10 в. 5). Скользящие опоры находятся между неподвижными опорами на расстоянии, которое обеспечивает минимально допустимый прогиб трубы; в

компенсаторных нишах и углах поворота трассы. Высота скользящей опоры бывает 100; 150; 200 мм. В данном проекте все скользящие опоры имеют высоту 100 мм. Принцип работы и устройство скользящей опоры можно показать на изображении сечения канала тепловой сети. Сама скользящая опора крепится к трубе на сварку. Низ опоры скользит по стальной закладной детали в опорной подушке, что уменьшает силу трения. Скользящие опоры выбираются по диаметру трубопровода и величине температурного удлинения (Δ) на расчетном участке.

Неподвижные опоры (щитовые, упорные, хомутовые) нужны для разделения теплопроводов на независимые участки, чтобы избежать контакта возможных усилий от температурных деформаций и внутреннего давления. Размещают неподвижные опоры возле узлов трубопроводов, между компенсаторами, участками труб с естественной самокомпенсацией температурных удлинений и на вводе теплотрассы в здания. В ВКР применяются хомутовые неподвижные опоры.

Устройство хомутовой опоры (серия 4.903 -10 выпуск 5) имеется на листе графической части и на рисунке 8.

Принцип работы опоры заключается в том, что косынки привариваются к трубопроводу по обе стороны от упорной балки (швеллер) из за чего положение трубы относительно строительной конструкции остается неизменным. Хомут (стальная лента) сцепляет косынки и балку и не является основной частью неподвижной опоры. На трубопроводах теплосетей с наружным диаметром 257 ÷ 350 мм упорная балка состоит из двух швеллеров.



- 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 8 – Опоры трубопроводов

На элементы теплосети (опоры, арматура, трубопроводы) наносится антикоррозийное покрытие. В проекте применяется окраска за два раза БТ № 177 по грунтовке ГФ 21.

В качестве теплоизоляции предусматриваются скорлупы из пенополиуретана (ППУ 331/3) толщиной 40 мм.

Покровный слой – рулонный стеклопластик РСТ. (так же для подземной трассы можно стеклоткань, рубероид).

Контрольно – измерительные приборы (КИП) состоят из (рисунок 9) комплектов для установки в тепловых камерах термометров и манометров.

Комплект для установки термометра состоит из:

а) оправа защитная с гильзой (в гильзу наливают машинное масло - не кипит при $t^{\circ}=130^{\circ}\text{C}$);

б) бобышка (втулка с внутренней резьбой под гильзу для термометра) для приварки к трубе;

в) прокладка из паронита между бобышкой и гильзой.

г) стеклянный термометр со шкалой $0 \div 130^{\circ}\text{C}$;

Комплект для установки манометра для измерения избыточного давления в трубопроводе:

а) отборное устройство (состоит из изогнутой трубки для снижения погрешности измерений и трехходового манометрического крана);

б) закладная (аналог бобышки);

в) манометр, показывающий МПЧ –У.

При установке термометра на трубу с диаметром не более 76 мм применяют расширитель.

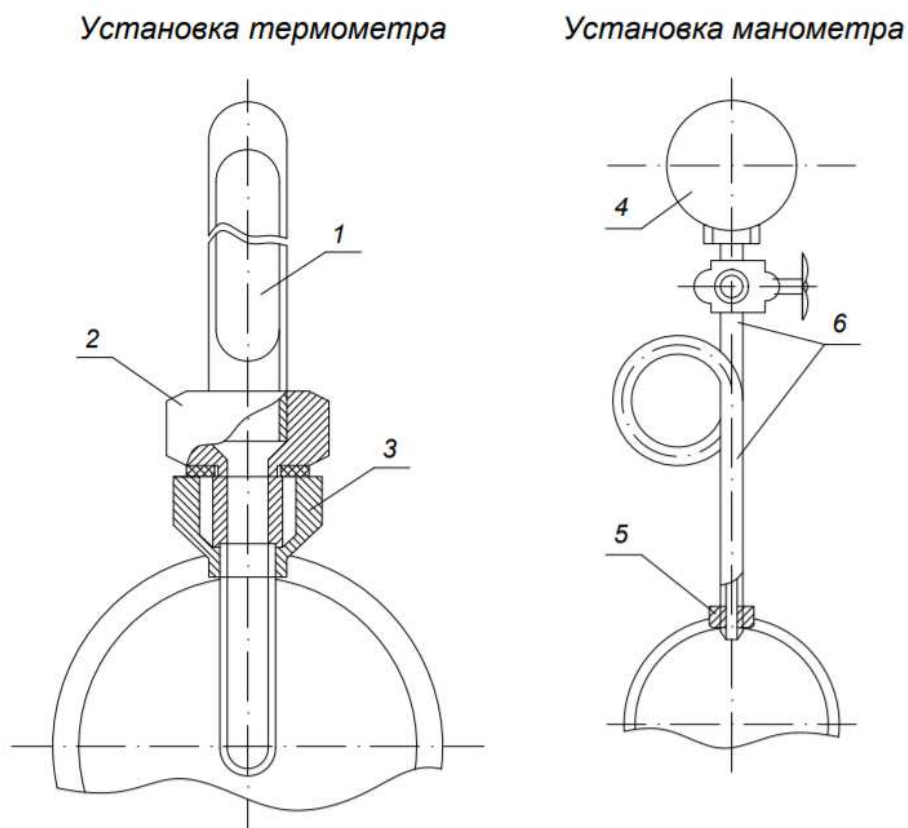
В ЦТП происходит следующее: контроль параметров; преобразование параметров теплоносителя (Т или Р); подпитка и заполнение теплосетей; учет тепловых потоков и расходов теплоносителя; создание насосом давления для циркуляции.

В ЦТП устанавливается данное оборудование: сетевые и подпиточные насосы; подогреватели отопления или ГВС; грязевики; автоматика КИП; запорно-регулирующая аппаратура.

В ВКР есть ЦТП, и МТП (местный тепловой пункт) где расположен подогреватель ГВС для закрытой системы теплоснабжения микрорайона, циркуляционно-повысительные насосы для СГВ. Ко всему прочему, в МТП расположен элеваторный узел бокса. Помещение МТП находится в подвале, ниже уровня земли.

В ВКР приняты краны шаровые стальные с рукояткой, фланцевые типа D Z T на условное давление 16 Бар (1,6 МПа) по каталогу ЗАО «Данфос». $D_y = 15 \div 150\text{мм}$. Кран шаровый состоит из: корпус (сталь); запорного шара со штоком (нержавеющая сталь); уплотнение шара и сальника (фторопласт PTFE); ручка (сталь).

Данные краны позволяют уменьшить глубину заложения каналов теплотрасс и уменьшить габариты тепловых камер.



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

Рисунок 9 – Контрольно-измерительные приборы (КИП)

1.11 Определение числа П - образных компенсаторов на расчетном участке и расстановка неподвижных опор

На рисунке 10 показан пример размещения П-образных и естественных Г-образных компенсаторов на участке теплосети.

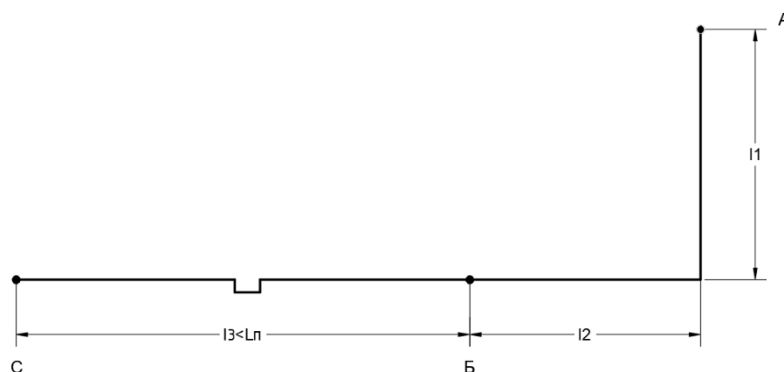


Рисунок 10 – Схема размещения компенсаторов на участке теплосети УТ1-УТ2

Расчетный участок АД имеет общую длину ($L_{АД} = l_1 + l_2 + 2 \cdot l_3$). Общая длина Г-образного компенсатора АБ т.е. ($l_1 + l_2$) равна $0,8 \cdot L_{П}$.

Для определения числа компенсаторов m на прямолинейном участке БД расчетного участка АД необходимо длину прямого участка ($l = l_{АД} - l_{АБ}$) разделить на расстояние между неподвижными опорами $L_{П}$ для определённого диаметра трубопровода на расчетном участке и результат округлить в большую сторону до целого числа, т.е.

$$m = \frac{l}{L_{П}} \quad (22)$$

где l – длина прямолинейного участка теплосети, измеренная по плану или оставшаяся после вычитания длины Г – образного естественного компенсатора, м;

$L_{П}$ – расстояние между соседними неподвижными опорами, принятая по таблице 1, для $d=200$ равное 120 м.

Определяем длину Г – образного компенсатора для естественной компенсации температурных удлинений L_e .

$$L_e = 0,8 \cdot L_{П}, \quad (23)$$

$$L_e = 0,8 \cdot 120 = 96 \text{ м.}$$

Длина прямолинейного участка теплосети, где будут установлены П – образные компенсаторы составит

$$l = 136 - 96 = 40 \text{ м.}$$

Число П – образных компенсаторов по формуле (22) составит

$$m = \frac{40}{120} = 0,33 = 1$$

Действительная длина участка сети, где будет установлен П – образных компенсатор составит

$$l_1 = \frac{40}{1} = 40 \text{ м.}$$

1.12 Определение размеров П-образного компенсатора и длины компенсаторной ниши

При нагревании теплосетей происходит деформация трубопроводов, появляются температурные удлинения труб между неподвижными опорами. Они

устраняются в ВКР с помощью П-образных компенсаторов и благодаря естественным поворотам трубопроводов (Г-; Z- образные компенсаторы).

Компенсаторы рассчитываются по подающему трубопроводу Т1, т.к. он нагревается до 130°C.

П-образные компенсаторы в сравнении с сальниковыми имеют ряд преимуществ и свои недостатки.

Преимущество П-образных компенсаторов заключается в том, что не требуется установка тепловых камер в местах расположения компенсатора для их обслуживания.

Минус П-образных компенсаторов в том, что они имеют относительно большое гидравлическое сопротивление.

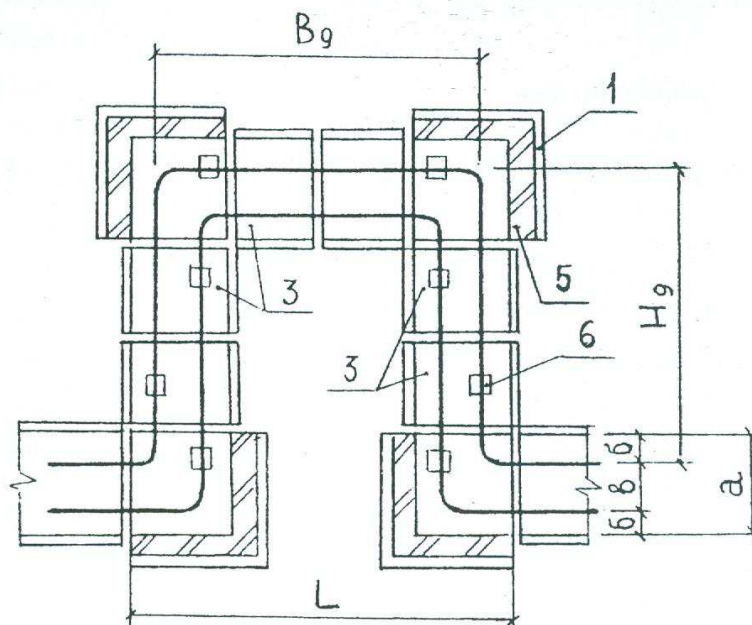
На теплосетях кроме вышеперечисленных могут быть установлены следующие виды компенсаторов: сальниковые, линзовые, сильфонные, манжетные, лирообразные, и др.

В расчет П-образных компенсаторов нужно включать определение размеров компенсатора, тепловых удлинений расчетных участков теплопровода, возникающих напряжений и усилий, действующих на неподвижную опору.

Расчет П-образного компенсатора произведем на примере компенсатора К1, его схема приведена на листе графической части дипломного проекта. Расчетная схема П-образного компенсатора приведена на рисунке 11.

Данные для расчета:

Размеры на схеме рисунке 10 приняты по приложению 1 [7].



1 – плита днища угла поворота ПДУ 140.150.12; 2 – кирпичная кладка; 3 – доборный лоток ЛК 300.120.90; а - ширина лотка, $a=0,96$ м; б - расстояние между осью трубы и стенкой канала, $\delta=0,27$ м; в – расстояние между осями труб $v = 0,42$ м; L – длина компенсаторной ниши; B_g – фактическая спина компенсатора; H_g – фактический вылет компенсатора.

Рисунок 11 - Устройство ниши П-образного компенсатора К1

Предварительно принимаем, что размеры вылета и спины равны ($H = B$); наружный диаметр трубопровода $d_n = 0,207$ м; длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами Н3 и Н2 где установлен компенсатор К1) $l = 60$ м; коэффициент температурного удлинения $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$; температура сетевой воды в подающем трубопроводе $\tau_1 = 130^\circ\text{C}$; температура окружающей трубопровод среды в канале $t_n = 5^\circ\text{C}$; модуль упругости стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; длина доборных лотков между углами поворота ниши $l_1 = 0,75$ м; модуль инерции $I = 0,19 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$

Порядок расчета П-образного компенсатора К1:

Тепловое удлинение участка

$$\Delta = \alpha \cdot l \cdot (\tau_1 - \tau_n), \quad (24)$$

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 К1), равная 79 м;

τ_1 - температура сетевой воды в подающем трубопроводе, равная 130°C ;

τ_n - температура окружающей трубопровод среды в канале, равная 5°C .

$$\Delta = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 79 \cdot (130 - 5) = 0,06 \text{ м.}$$

Расчетное значение вылета компенсатора при условии равенства размеров вылета и спины.

$$H = 19,4 \sqrt{\Delta \cdot d_n}, \quad (25)$$

где Δ - величина теплового удлинения участка по формуле (47), м;

d_n - наружный диаметр трубопровода, равный $0,207$ м.

$$H = 19,4 \sqrt{0,06 \cdot 0,207} = 2,16 \text{ м}$$

Фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К1 при соблюдении условия $H \leq H_g$ рассчитывается по следующей формуле

$$H_g = a + n \cdot l_1, \quad (26)$$

где n – число доборных лотков между углами поворота компенсаторной ниши, равная 4;

l_1 - длина доборного лотка, равная $0,75$ м.

$$H_g = 0,96 + 4 \cdot 0,75 = 3,21 \text{ м.}$$

$H \leq H_g$ – условие выполняется.

Фактическое значение спины компенсатора рассчитывается по следующей формуле

$$B_g = 2(a - б) + n \cdot l_1, \quad (27)$$

где a – ширина лотка, равная 0,96 м;

$б$ – расстояние между осями труб в канале, равное 0,27 м;

n ; l_1 – тоже что в (26).

$$B_g = 2(0,96 - 0,42) + 3 \cdot 0,75 = 3,06 \text{ м.}$$

Напряжение изгиба П-образного компенсатора рассчитывается по следующей формуле

$$\delta = \frac{3 \cdot \Delta \cdot E \cdot d_H}{10 \cdot H_g^2}, \quad (28)$$

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

Δ - тепловое удлинение участка рассчитывается по формуле (47), м;

H_g - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К1, которое рассчитано по формуле (26), м;

d_H - наружный диаметр трубопровода, равный 0,118 м.

$$\sigma = \frac{3 \cdot 0,06 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,207}{10 \cdot 3,21^2} = 72,3 \text{ МПа};$$

Для правильного выбора размеров напряжение изгиба П-образного компенсатора

$$\sigma < 160 \text{ МПа.}$$

Длина компенсаторной ниши К1 рассчитывается по следующей формуле

$$L = 2a + n \cdot l_1, \quad (29)$$

где a ; n ; l_1 – тоже что в (26).

$$L = 2 \cdot 0,96 + 3 \cdot 0,75 = 4,17 \text{ м.}$$

1.13 Определение размеров тепловой камеры

Размеры тепловой камеры зависят от диаметра трубопроводов теплосети, количества ответвлений и ремонтно-эксплуатационных размеров от оси трубопроводов до любой стенки камеры (минимум 700 мм). Со стенами из ФБС (толщиной 400 мм), перекрытых ж/б плитами. Рассчитанный план тепловой камеры представлен на рисунке 12.

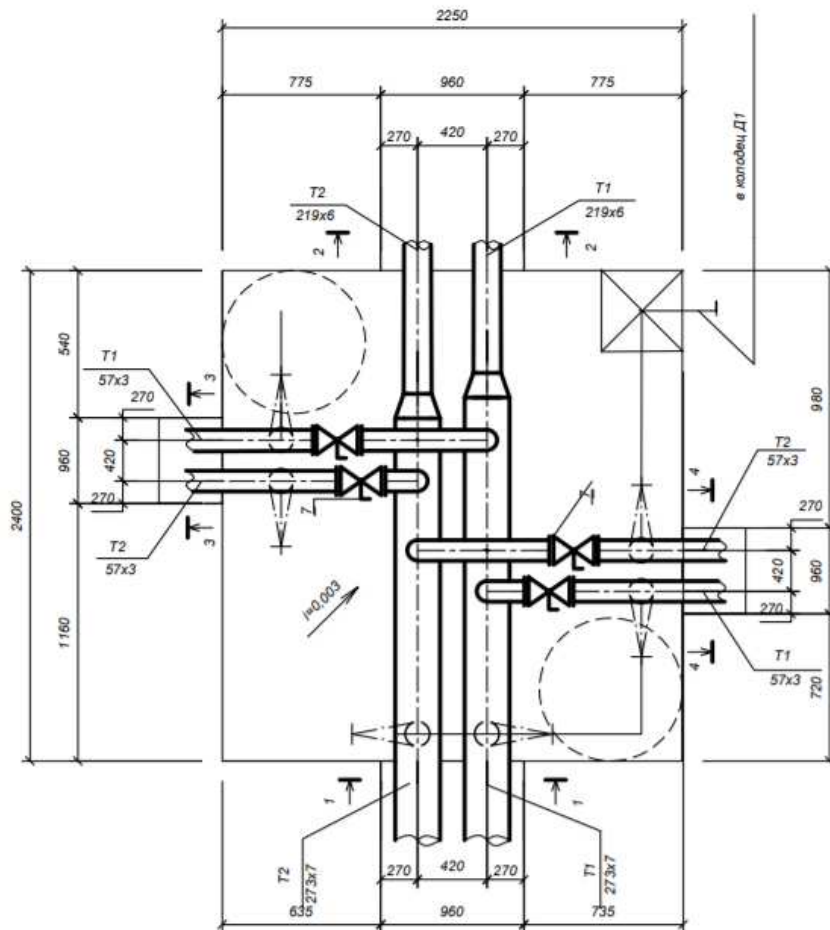


Рисунок 12 – План тепловой камеры УТ1

Минимальная внутренняя ширина тепловой камеры составит

$$Ш = 700 + \bar{b}_{отв1} + \bar{b}_{отв2} + 300 + 700, \quad (30)$$

где $\bar{b}_{отв1}$ – расстояние между осями труб теплосети на ответвлениях, для диаметра ответвления 51 мм составляет 280мм;

$\bar{b}_{отв2}$ – расстояние между осями труб теплосети на ответвлениях, для диаметра ответвления 51 мм составляет 280мм.

$$Ш = 700 + 280 + 280 + 300 + 700 = 2260 \text{ мм.}$$

Минимальная внутренняя длина тепловой камеры, м, составит

$$Д = 700 + \bar{b} + 700, \quad (31)$$

где \bar{b} - расстояние между осями труб теплосети, для диаметра магистрали $d = 207$ мм составляет 420 мм.

$$Д = 700 + 420 + 700 = 1820 \text{ мм.}$$

Принимаем к разработке типовую тепловую камеру УТ1 (тип 4) с внутренними размерами $A=2400$ мм и $B=2250$ мм.

Действительная (типовая) ширина камеры по наружному обмеру составит

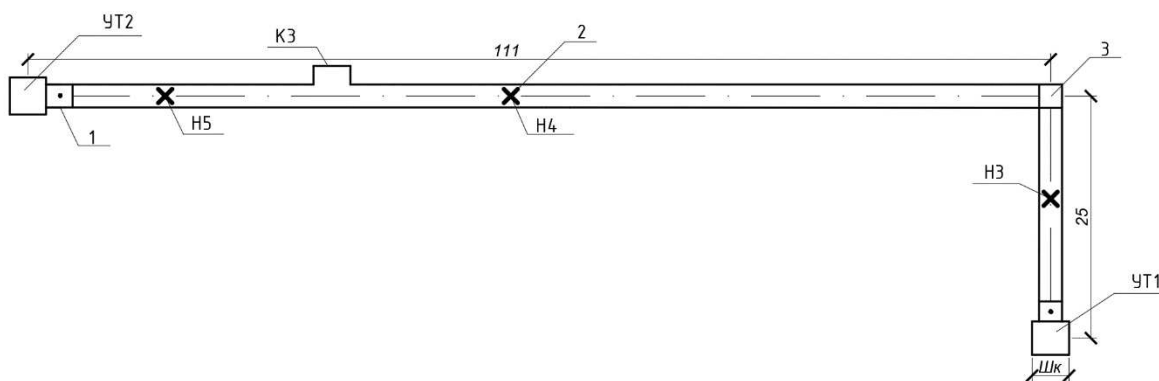
$$Ш_k = A + 2 \cdot \delta, \quad (32)$$

где δ – толщина плит ФБС для стен камеры, равная $0,4$ м;

A – внутренний размер камеры, м.

$$Ш_k = 2,4 + 2 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ м.}$$

1.14 Раскладка расчетного участка теплосети на составные элементы



1-доборный лоток; 2- неподвижная опора; 3- угол поворота.

Рисунок 13 – Схема расчетного участка ЦТП-УТ1

Длина участка, м, занимаемая основными и доборными лотками за вычетом строительных конструкций, отмеченных на рисунке 4, определяется по формуле

$$l_l = l_{уч} - \frac{Ш_k}{2} - a - 2 \cdot l_{дл} - 1 \cdot L_H - 3 \cdot l_{оп}, \quad (33)$$

где $l_{уч}$ – длина расчетного участка, равная 136 м;

$Ш_k$ – ширина тепловой камеры, определенная по (32), равная $3,4$ м;

a – ширина лотка, равная $0,96$ м (учитывать если есть угол поворота на участке);

$l_{оп}, l_{дл}$ – длина монолитной вставки под неподвижную опору, длина доборного лотка, равная всегда $0,75$ м;

L_H – длина конструкции компенсаторной ниши, определенная по формуле (29), равная 4,17 м.

$$l_n = 136 - \frac{3,4}{2} - 0,96 - 2 \cdot 0,75 - 1 \cdot 4,17 - 3 \cdot 0,75 = 125,05 \text{ м.}$$

Определяем число основных лотков длиной 3 м (ЛК 300.120.90)

$$n_3 = \frac{l_n}{3}, \quad (34)$$

где l_n – длина участка, занимаемая основными и доборными лотками за вычетом строительных конструкций, определенная по (33), м.

$$n_3 = \frac{125,05}{3} = 41,68 = 41 \text{ шт.}$$

Определяем число доборных лотков, (ЛК 75.150.90)

$$n_\partial = \frac{3 \cdot (n_3 - n_{3\partial})}{l_{\partial l}}, \quad (35)$$

где n_3 – точное число доборных лотков, равное 41,68 шт;

$n_{3\partial}$ – число доборных лотков после округления, равное 41 шт;

$l_{\partial l}$ – то же, что в (33).

$$n_\partial = \frac{3 \cdot (41,68 - 41)}{0,75} = 2,72 = 2 \text{ шт.}$$

С учетом двух доборных лотков, размещенных между камерами и неподвижными опорами, общее число доборных лотков составит 4 шт.

Определяем количество скользящих опор (опорных подушек) на прямых участках в каналах теплосети

$$n_{CO} = \frac{2 \cdot l_n}{l_{CO}}, \quad (36)$$

где l_n – то же что и в формуле (33);

l_{CO} – расстояние между скользящими опорами, принятое по варианту 6 м.

$$n_{CO} = \frac{2 \cdot 125,05}{6} = 41 \text{ шт.}$$

Сумма скользящих опор в каналах, нишах П-образных компенсаторов и углах поворота трасс определяется по формуле

$$\Sigma n_{co} = n_{CO1} + m \cdot n_k + n_y, \quad (37)$$

где n_{CO1} – величина, определенная по (36);

n_k – число скользящих опор (подушек) в нишах, 8 штук;

m – число П-образных компенсаторов на расчетном участке, определенное по (22);

n_y – число опор (подушек) в угле поворота участка теплотрассы, 4 штуки.

$$\Sigma n_{co} = 41,68 + 1 \cdot 8 + 4 = 53 \text{ шт.}$$

Для диаметра $d = 207$ мм принимаем по таблице 3 приложение 1[2] опорную подушку ОП 3.

Объем бетона В15, для монолитных вставок неподвижных опор определяем по формуле

$$V_{\text{ес. мон. опор.}} = l_{on} \cdot [(a + 0,4) \cdot (H + 0,2) - a \cdot H] \cdot n, \quad (38)$$

где l_{on} , a – то же что и в формуле (33);

H – высота монолитной вставки под неподвижную опору (высота лотка), принятая по варианту для диаметра $d = 200$ мм 0,51 м;

n – количество неподвижных опор по рисунку 3, принимаем равное 3 шт.

$$V_{\text{в.м.о}} = 0,75 \cdot [(0,96 + 0,4)(0,51 + 0,2) - 0,96 \cdot 0,51] \cdot 3 = 1,07 \text{ м}^3.$$

Объем бетона В7,5 для подготовки под монолитные вставки неподвижных опор

$$V_{\text{подгот под мон. вставку}} = l_{on} \cdot 0,1 \cdot (a + 0,4) \cdot n, \quad (39)$$

где l_{on} , a , n – то же что и в формуле (33).

$$V_{\text{п.п.м.в}} = 0,75 \cdot 0,1 \cdot (0,96 + 0,4) \cdot 3 = 0,31 \text{ м}^3.$$

Объем блоков ФБС (стены тепловой камеры тип 4) $A \cdot B = 2,4 \cdot 2,25$. (Марка плит - ФБС 24.4.6-Т) определяется по формуле

$$V_{\text{ФБС}} = H_K \cdot [(A + 0,8) \cdot (B + 0,8) - A \cdot B], \quad (40)$$

где A , B – внутренний размер камеры, принятые для камеры типа 4, $A = 2,4$ м, $B = 2,25$ м;

H_K – высота камеры, равная для всех 2,4 м.

$$V_{\text{ФБС}} = 2,4 \cdot [(2,4 + 0,8)(2,25 + 0,8) - 2,4 \cdot 2,25] = 10,5 \text{ м}^3.$$

Объем бетона В 15 для днища камеры определяется по формуле

$$V_{\text{полкамеры}} = A \cdot B \cdot 0,2, \quad (41)$$

где A, B – то же что и в формуле (40).

$$V_{\text{полкамеры}} = 2,4 \cdot 2,25 \cdot 0,2 = 1,08 \text{ м}^3.$$

Объем бетона 7,5 для подготовки под камеру определяется по формуле

$$V_{\text{подгот под кам}} = (A + 0,8) \cdot (B + 0,8) \cdot 0,1, \quad (42)$$

где A, B – то же что и в формуле (40).

$$V_{\text{п.п.камеры}} = (2,4 + 0,8) \cdot (2,25 + 0,8) \cdot 0,1 = 0,98 \text{ м}^3.$$

Объем кирпичной кладки для ниш компенсаторов определяется по формуле

$$V = 4 \cdot (2 \cdot a \cdot \delta_{\text{кл}}) \cdot \delta_{\text{кл}} \cdot H \cdot n, \quad (43)$$

где H, a – то же что и в формуле (33);

$\delta_{\text{кл}}$ – толщина кладки, принятая 0,38 м;

n – количество ниш для П-образных компенсаторов, принятых по рисунку 3, равное 1 шт.

$$V = 4 \cdot (2 \cdot 0,96 \cdot 0,38) \cdot 0,38 \cdot 0,09 \cdot 1 = 0,316 \text{ м}^3.$$

Объем кирпичной кладки для углов поворота теплотрассы

$$V = (2 \cdot a \cdot \delta_{\text{кл}}) \cdot \delta_{\text{кл}} \cdot H \cdot n, \quad (44)$$

где H, a – то же что и в формуле (38);

$\delta_{\text{кл}}$ – толщина кладки, определяем по таблице 5 приложения 3 [2] принятая 0,38 м;

n – количество углов поворота теплотрассы, принятых по рисунку 3, равное 1 шт.

$$V = (2 \cdot 0,96 \cdot 0,38) \cdot 0,38 \cdot 0,09 \cdot 1 = 0,079 \text{ м}^3.$$

Результаты расчета представлены в форме спецификации (Приложение Б)

1.10 Теплоизоляция трубопроводов теплосети

Для уменьшения тепловых потерь в теплосетях применяется теплоизоляционное покрытие для трубопроводов, арматуры и опор.

В основном конструкция теплоизоляции теплопровода состоит из тепловой изоляции и покровного слоя.

Конструкцию теплоизоляции выбирают исходя из способа прокладки теплосети, температуры теплоносителя и диаметра труб.

Для любой, кроме бесканальной подземной прокладки сетей, материал теплоизоляционных покрытий должен удовлетворять данным требованиям: плотность $\rho \leq 400 \text{ кг/м}^3$; коэффициент теплопроводности $\lambda \leq 0,07 \text{ КДж/кг} \cdot \text{гр}$.

Для бесканальной: $\rho \leq 600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda \leq 0,13$.

Расчетные характеристики теплоизоляционных материалов приведены в (СНиП 41-03-2003) «Теплоизоляция оборудования и трубопроводов» [8].

В ВКР применяется теплоизоляция из пенополиуритана (ППУ 331/3). ППУ – эффективный материал для теплоизоляции, имеет наименьшую теплопроводность $\lambda = 0,02 \div 0,03 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}$ (λ минеральной ваты равна $0,05 \div 0,07 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}$ в сухом состоянии и $0,18 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}$ во влажном состоянии). ППУ имеет достаточную эксплуатационную и монтажную прочность ($0,3 - 0,4 \text{ МПа}$), большой интервал рабочих температур (-180°C до 150°C)

Основные плюсы покрытия скорлупами ППУ по сравнению с традиционными способами (минеральной ватой): высокоэффективная теплоизоляция, стойкость к воздействию химических сред и атмосферных осадков, теплостойкость, достаточная монтажная и эксплуатационная прочность, низкая трудоемкость и высокая производительность монтажа (экономия трудозатрат до 60%), быстрый доступ к поврежденным участкам труб, можно неоднократно применять и после демонтажа, а так же возможность проведения круглосуточного монтажа в любое время года. Скорлупы из ППУ гарантируют надежность теплоизоляции в течение 40 лет (мин. вата – до 5 лет), повышают технический уровень прокладки теплотрасс. ППУ легко поддается механической обработке – пилится, режется, сверлится. ППУ является экологически чистым материалом, не аллерген, разрешен к применению в жилых помещениях.

Чтобы сохранить свойства ППУ на долгий срок теплоизоляционные скорлупы покрыты с внешней стороны защитным материалом – стеклоизолом, стеклотканью, фольгой и т.д. (В ВКР – рулонным стеклопластиком РСТ).

Толщина изоляции из ППУ в 2.5 раза меньше чем из стекловаты, благодаря чему покровной материал экономится на 40%. Применяемые толщины скорлуп из ППУ $35 \div 70 \text{ мм}$. Фактические потери тепла снижаются до $2 \div 3\%$, что в 1,7 раз меньше нормативных потерь тепла. У минеральной ваты потери до 25%.

Скорлупы закрепляются на трубе бандажами из стальной оцинкованной ленты $0,7 \times 20 \text{ мм}$ через 500 мм . После закрепления скорлуп, поперечные и продольные швы заливают монтажной пеной.

Толщина теплоизоляционного слоя рассчитывается двумя способами:

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

б) по заданной величине температуры на поверхности теплоизоляционного слоя;

В ВКР толщина теплоизоляции не определялась, были использованы практические рекомендации проектировщиков.

Применение покровных слоев из металлических покрытий (оцинкованная сталь, алюминий) запрещено для подземных прокладок тепловых сетей.

Другие допустимые материалы покровного слоя подземной канальной прокладки сетей - рубероид, пух, шнур (до 50 мм). ППУ горючий материал в отличие от минеральной ваты.

1.15 Профили сетей

На продольном профиле теплосетей в определенном масштабе, по ГОСТ [9] в виде разверток по оси трассы наносят на участке сети:

- а) уровень грунтовых вод - тонкой штрихпунктирной линией;
- б) пересекаемые подземные и надземные конструкции; коммуникации с нанесением размеров и высотных отметок;
- в) поверхность земли проектную - сплошной тонкой линией;
- г) длину и уклон трубопроводов.
- д) номера сечений и размеры каналов;
- е) элементы тепловых сетей: неподвижные опоры, каналы, ниши П-образных компенсаторов, камеры;
- ж) строительные отметки потолка и пола каналов;

Уклоны трубопроводов водяных теплосетей применяются не менее 0,002. Уклоны можно изменять в камерах (УТ). Уклон на участках, которые примыкают к зданиям, делают всегда в сторону тепловой камеры.

Заглубление от поверхности земли не менее:

До верха перекрытия камер – 0,3м (в ВКР 0,4м);

До верха перекрытий каналов – 0,5 м (в ВКР 0,9м).

В ВКР уклоны участков соответствуют естественным уклонам земли вдоль оси теплотрассы.

Продольный профиль тепловой сети нужен для:

а) определения строительных отметок котлованов под камеры и проемов в стенах камеры для примыкания лотков к тепловым камерам.

б) определения места установки дренажных узлов и воздушников в камерах;

в) безопасного выполнения земляных работ и определения объемов выбираемого грунта;

1.16 Виды коррозии на сетях

Коррозия уменьшает срок службы теплосетей до 10-15 лет (на 69%). Согласно теории, скорость коррозии достигает максимума при температуре 70-80°С. Именно такая средняя температура теплоносителя за год.

Виды коррозии: наружная, внутренняя. Наружная коррозия - следствие химических или электрохимических реакций, которые происходят под влиянием окружающей среды. При электрохимическом процессе коррозии разрушение металла наблюдается при соприкосновении с электролитами при котором вместе с химическим воздействием появляется движение электрического тока.

При химической коррозии металл вступает в химические соединения с активными газами и жидкостями окружающей среды. Почвенной коррозии особенно подвержены бесканальные прокладки теплосетей.

Меры борьбы с наружной коррозией:

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

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

в) осушение трассы, гидроизоляция каналов и тепловых камер.

г) поддержание непрерывного режима эксплуатации теплосети;

д) правильный выбор способа прокладки теплосети;

В ВКР для защиты от наружной коррозии поверхность трубопроводов и арматуры покрывается на два раза краской БТ№ 177 по грунтовке ГФ 21. Для защиты от внутренней коррозии в трубопроводах ГВС применяются оцинкованные трубы, в МТП применяется магнитная обработка водопроводной воды.

Внутренняя коррозия вызвана кислородом, содержащимся в сетевой воде. В водяные теплосети кислород попадает в основном с подпиточной водой, через подсосы воздуха в оборудование.

Различают язвенную коррозию – в застойных нижних участках трубопроводов, где накапливается грязь. На поверхности металла образуются участки глубоких поражений, которые со временем приводят к сквозному протравливанию металла труб.

Распределенная коррозия охватывает большие по длине участки труб, хотя скорость распространения ее не так велика.

Следствия внутренней коррозии:

а) засорение запорной арматуры, отопительных приборов, снижение их теплопроизводительности.

б) увеличение шероховатости внутренней поверхности труб, из-за чего увеличивается гидравлическое сопротивление и расход электроэнергии на перекачку теплоносителя;

в) безвозвратно портится металл;

г) при окислении образуется налет на внутренних стенках труб, снижается сечение труб;

Меры борьбы с внутренней коррозией:

а) применение труб из металлопластика.

б) организация качественной подпитки (ХВО, деаэрация);

в) поддержание во всех точках водяных теплосетей избыточного давления не менее 0,05 МПа для избегания подсоса воздуха;

- г) периодический спуск воздуха в верхних точках тепловой сети;
- д) во всех отключаемых трубопроводах и аппаратах необходимо полностью удалять влагу;
- е) применение ингибиторов (замедлителей коррозии): силикат натрия, т.е. жидкое стекло, создающие внутри труб защитные пленки.

1.17 Строительные конструкции тепловой сети

1.17.1 Каналы

При подземной прокладке теплосетей широкое применение получили непроходные каналы, в которых уложены теплопроводы. Главным конструктивным элементом, который используется при сооружении каналов, является сборный железобетон, обладающий надежностью и долговечностью при эксплуатации в условиях высокой температуры и влажности среды.

Согласно серии 3.006. 1-8 «Каналы и тоннели сборные железобетонные из лотковых элементов» каналы типа КЛ (рисунок 4) состоят из лотков марки ЛК и плит перекрытия марки ПТ. Основные лотки и плиты имеют по этой серии длину 3000 мм, доборные – 750 мм. Ширина каналов меняется от 140 до 3500 мм, высота каналов варьируется от 210 до 1300 мм.

Стыки каналов заделываются цементным раствором, каналы гидроизолируют битумом. В местах примыкания каналов к зданиям и тепловым камерам делают деформационные швы.

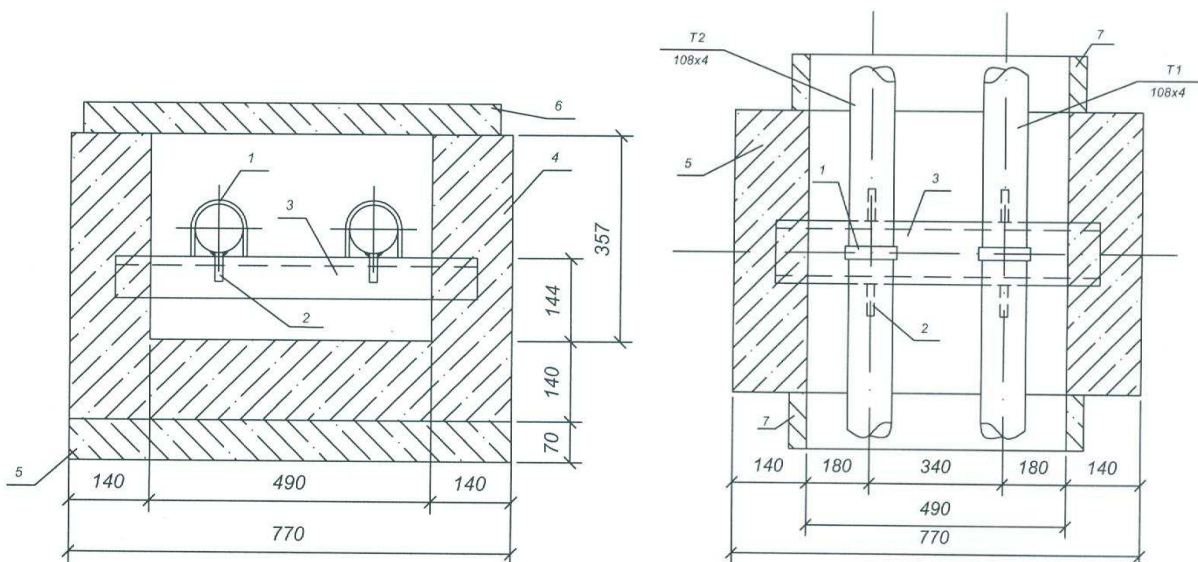
Трубопроводы теплосетей и горячего водоснабжения при четырехтрубной прокладке необходимо размещать в изолированных друг от друга каналах.

Важной конструкцией теплосетей служат неподвижные опоры, необходимые для разделения теплопроводов на участки, которые не зависят друг от друга в восприятии усилий от температурной деформации.

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

Принятые в проекте хомутовые неподвижные опоры монтируются при помощи монолитной вставки из бетона. Упорная балка неподвижной опоры в виде швеллера определенной длины заделывается в монолитную вставку опоры, которая выполнена из бетона марки В15. Сама монолитная вставка неподвижной опоры опирается на бетонную заготовку марки В 7,5, сверху накрывается доборной плитой перекрытия лотков и торцами упирается в лотки теплотрассы.

Длина монолитной вставки (рисунок 14) под неподвижную опору составляет 750 мм для каждого типа непроходного канала. Внутренние размеры вставки соответствуют габаритам лотка данного расчетного участка теплотрассы, где установлена опора.



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 14 – Монолитная вставка неподвижной опоры

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

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

1.17.2 Углы поворота каналов

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

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

Перекрытие угла поворота состоит из плит перекрытия лотков типа ПТ, обычно доборных.

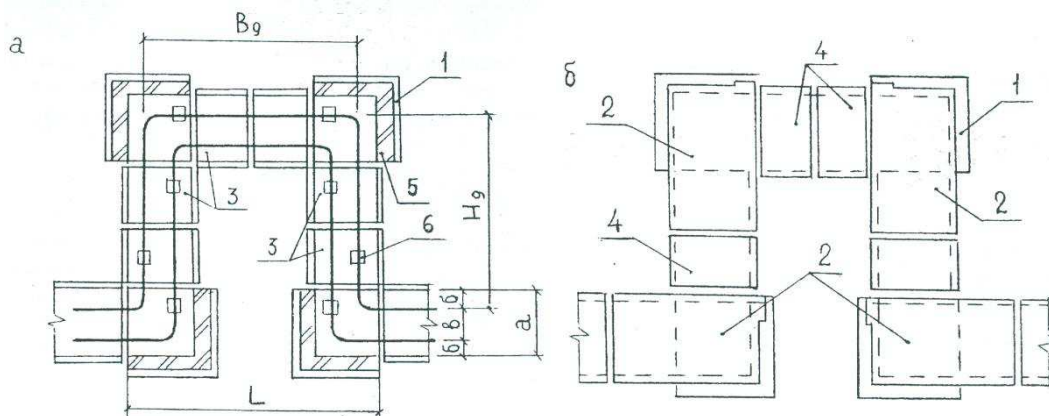
1.17.3 Ниши П-образных компенсаторов

П-образные компенсаторы располагают в нишах. Каждая ниша П-образного компенсатора (рисунок 15) состоит из четырех углов поворота

непроходного канала и трех комплектов лотковых элементов с плитами перекрытия, которые размещены между углами поворота.

Тип и число лотков между углами ниши выбирают исходя из расчета размеров вылета и спины П-образного компенсатора.

Ниша компенсатора всегда располагается своей выгнутой частью в сторону подающего трубопровода, размещенного в лотке справа по ходу теплоносителя от ЦТП.



- 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 15 – Ниша П-образного компенсатора

1.17.4 Тепловые камеры

При подземной прокладке теплосетей для размещения узлов трубопроводов (УТ), запорной арматуры, воздушных клапанов и спускников, сальниковых компенсаторов и неподвижных опор для сальниковых компенсаторов и для контрольно-измерительных приборов, сооружают камеры.

Размеры камер определяются исходя из условий нормального обслуживания размещенного в камере оборудования и арматуры. Наименьшая высота камер 2 м. Минимальное заглубление перекрытия камер от поверхности земли 0.3 м, а от верха дорожного покрытия 0.5 м.

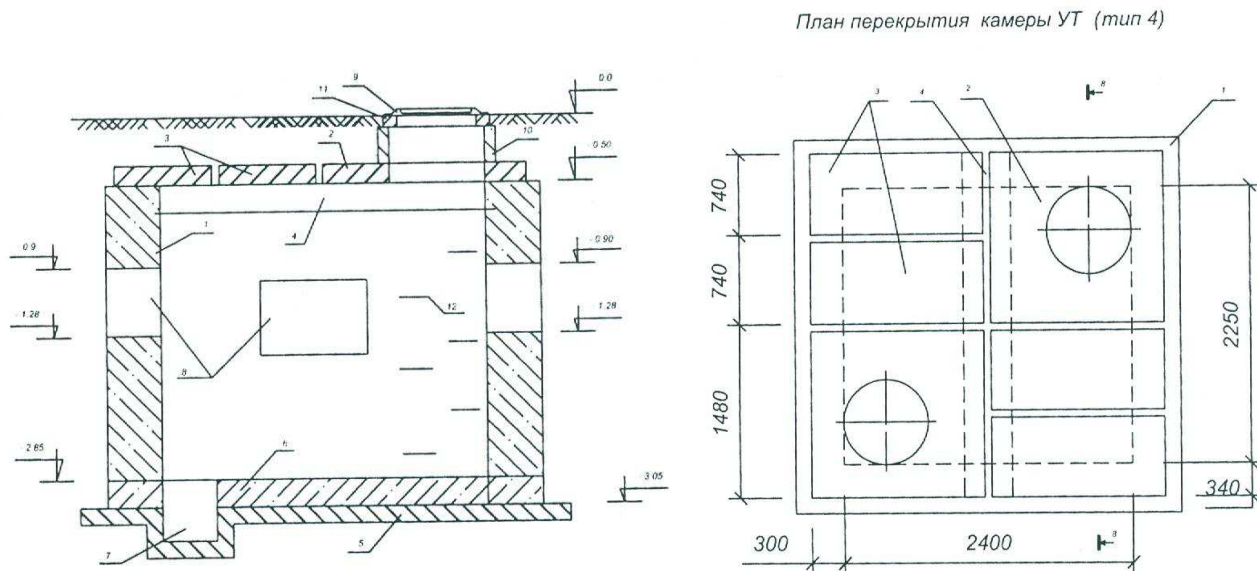
Строительную часть камер (рисунок 16) изготавливают из сборного железобетона. Стены камер выкладываются из строительных фундаментных блоков типа ФБС. Пол камеры делают в виде монолитной плиты основания из бетона В15 с уклоном в сторону приямка. Строительные отметки низа и верха проемов в стенах камеры для примыкания каналов в магистральном направлении принимаются по продольному профилю сетей.

При проектировании камер необходимо соблюдать следующие условия:

а) каждый люк обязан быть оборудован металлической лестницей или ходовыми скобами. 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 устанавливается не менее 1000 мм;

б) в перекрытиях камеры при внутренней площади от 2.5 до 6 м² должно быть не менее двух люков диаметром 630 мм, которые размещаются по диагоналям.



- 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 16 – Тепловая камера

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;

в) камеры теплосетей обязаны быть защищены надежной гидроизоляцией от грунтовых вод;

г) сальниковые компенсаторы и задвижки необходимо устанавливать в разбежку со смещением на 100 мм;

д) пол камеры должен иметь уклон $I = 0,02$ в сторону приямка в углу камеры для сбора дренажной воды. Размеры приямка 400 x 400 мм, глубина 300 мм.

1.17.5 Сливные колодцы

Из приямков камер, которые располагаются в нижних точках трассы, должны быть предусмотрен самотечный отвод воды в дренажные колодцы

(рисунок 7), а также устройство отключающих клапанов на входе самотечного трубопровода в колодец.

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

Отметка дна дренажного колодца обязана быть ниже отметки дренажной трубы на величину, которая определяется из условия заполнения данного колодца при полном опорожнении трубопроводов расчетных участков.

Дренажные колодцы для теплосетей выполняются из сборного ж/б по серии 3.900.1-14 «изделия ж/б для круглых колодцев водопроводов и канализации».

В дипломном проекте строительные конструкции теплосети микрорайона принимались по методическим указаниям [7].

1.18 Мероприятия по энергосбережению в ВКР

Мероприятия для энергосбережения, применяемые в ВКР по теплоснабжению:

а) соблюдение требований нормативной документации при проектировании и монтаже систем теплоснабжения;

б) применение термостатических клапанов на отопительных приборах для индивидуального регулирования потребления тепла;

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

г) автоматизация тепловых пунктов;

д) применена система ГВС с циркулирующей водой;

е) применение регуляторов температуры в системах горячего водоснабжения для предотвращения перегрева воды после подогревателя ГВС;

ж) использование современных пластинчатых подогревателей воды с повышенной эффективностью теплопередачи и низкими гидравлическими потерями давления в подогревателях (снижение расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя);

з) использование частотно-регулируемых приводов силового оборудования (насосов);

и) водогазонепроницаемые перегородки (рисунок 18) на вводах теплосетей в зданиях обеспечивают защиту теплоизоляции теплопроводов от разрушения и намокания, снижения ее теплозащитных функций; подвалы зданий защищены от аварийного затопления из сетей.

к) применение в качестве запорной арматуры шаровых кранов, которые имеют минимальные гидравлические сопротивления и не допускают утечек через сальники;

л) дренажные устройства на ответвлениях от камер к зданиям экономят сливаемую при авариях воду;

м) применение инновационных теплоизоляционных покрытий из пенополиуретана.

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

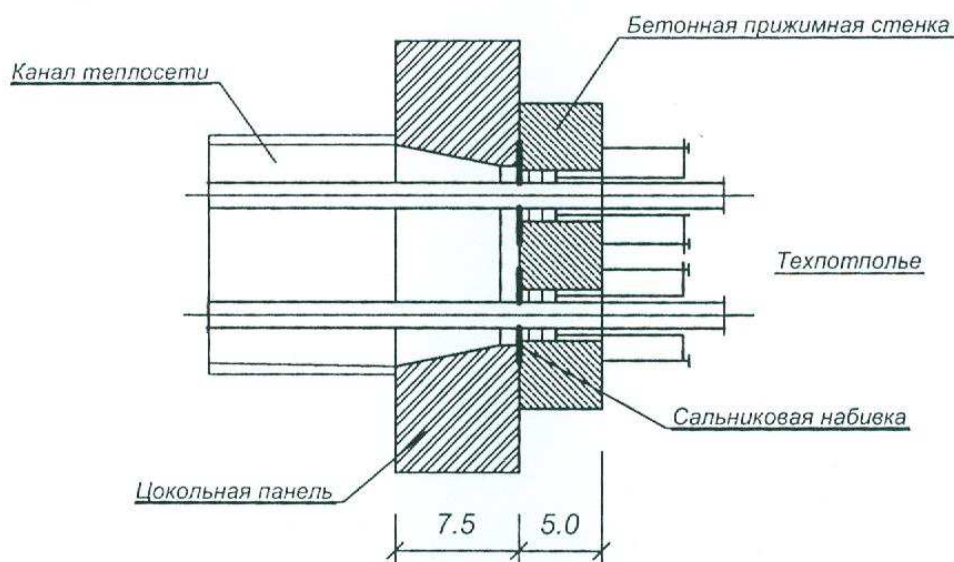


Рисунок 19 – Водогазонепроницаемая перегородка

2. Технология возведения инженерных сетей

2.1 Земляные работы

Строительство тепловых сетей сопровождается производством земляных работ, достигающих больших объемов. На строительстве теплопроводов приходится выполнять следующие виды земляных работ: рытье траншей и котлованов с укладкой грунта в отвал или в транспортные средства, вывоз грунта, засыпка траншей и котлованов с проложенными сетями, каналами и камерами. Земляные работы по сравнению с другими являются наиболее трудоемкими и поэтому их выполняют механизированным способом и только в отдельных случаях, когда не представляется возможным использовать механизм, применяют ручной труд в небольших объемах.

2.1.1 Объем грунта под канал

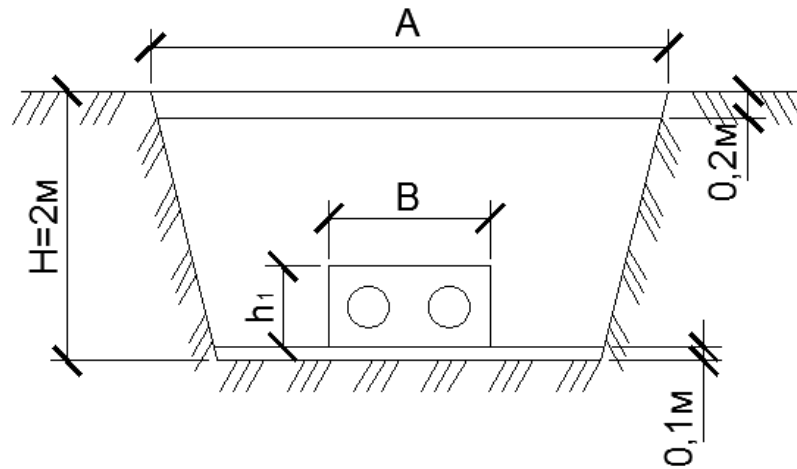


Рисунок 20 – Канал теплосети

Таблица 7 - Исходные данные

Марка канала	Размер канала, $B \times h_1$, м	Ширина траншеи E , м
КЛ 96-80	1,2 x 0,9	3,85

Срезка растительного слоя определяется по формуле

$$V_{p.c.} = l_{уч} \cdot A \cdot h, \text{ м}^3 \quad (45)$$

где $l_{уч}$ - длина расчетного участка, равная 136 м;
 A – ширина траншеи по верху, равная 3,85 м;
 h - толщина растительного слоя, равна 0,2 м.

$$V_{p.c.} = 136 \cdot 3,85 \cdot 0,2 = 104,72 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

$$V_{погр.} = l_{уч} \cdot h_1 \cdot B, \text{ м}^3 \quad (46)$$

где $l_{уч}$ – то же что и в формуле (45);
 h_1 – высота канала, равна 0,9 м;
 B – ширина канала, 1,2 м.

$$V_{погр.} = 136 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 146,88 \text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

$$V = l_{\text{уч}} \cdot (H - 0,3) \cdot \frac{A + E}{2}, \text{ м}^3 \quad (47)$$

$$V = 136 \cdot (2 - 0,3) \cdot \frac{3,85 + 2,85}{2} = 774,52 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

$$V_{\text{отв}} = V - V_{\text{погр}}, \text{ м}^3 \quad (48)$$

$$V_{\text{отв}} = 774,52 - 146,88 = 627,64 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

$$V_{\text{руч.}} = l_{\text{уч}} \cdot h \cdot E, \text{ м}^3 \quad (49)$$

$$V_{\text{руч.}} = 136 \cdot 0,1 \cdot 2,85 = 36,78 \text{ м}^3$$

2.1.2 Объем грунта под ниши компенсаторов

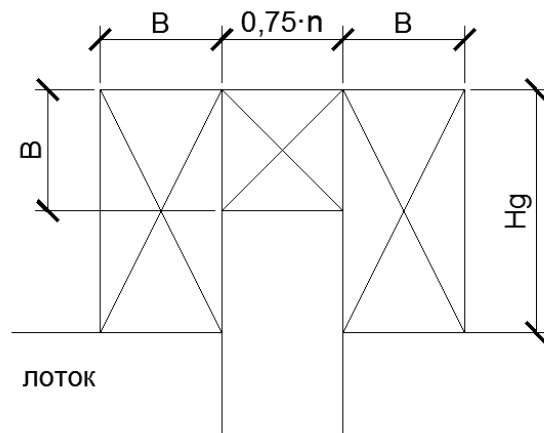


Рисунок 21 – Схема ниши компенсатора
Срезка растительного слоя определяется по формуле

$$V_{\text{р.с.}} = (2 \cdot H_g + n \cdot 0,75) \cdot A \cdot h, \text{ м}^3 \quad (50)$$

$$V_{\text{р.с.}} = (2 \cdot 3,21 + 3 \cdot 0,75) \cdot 3,85 \cdot 0,9 = 5,44 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

$$V_{\text{погр.}} = (2 \cdot H_g + n \cdot 0,75) \cdot B \cdot h, \text{ м}^3 \quad (51)$$

$$V_{ногр}=(2\cdot 3,21+3\cdot 0,75)\cdot 1,2\cdot 0,9=7,63\text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

$$V=(2\cdot H_g+n\cdot 0,75)\cdot (H-0,2)\cdot \frac{A+E}{2}, \text{ м}^3 \quad (52)$$

$$V=(2\cdot 3,21+3\cdot 0,75)\cdot (2-0,2)\cdot \frac{3,85+2,85}{2}=52,28 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

$$V_{отв}=V-V_{ногр}, \text{ м}^3 \quad (53)$$

$$V_{отв}=52,28-7,63=44,65 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

$$V_{руч.}=0,1\cdot E\cdot (2\cdot H_g+n\cdot 0,75), \text{ м}^3 \quad (54)$$

$$V_{руч.}=0,1\cdot 2,85\cdot (2\cdot 3,21+3\cdot 0,75)=2,1 \text{ м}^3$$

2.1.3 Объем грунта под камеры

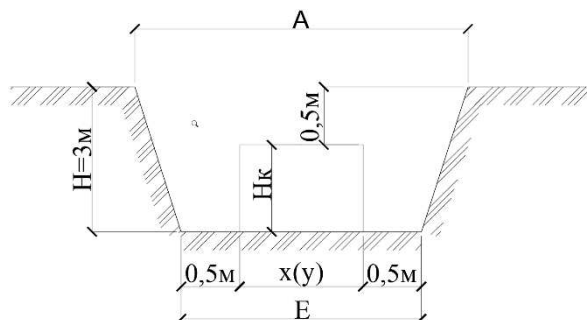


Рисунок 22 – Объем грунта под камеры

Минимальную высоту тепловой камеры H_k по наружному обмеру следует принять для всех 2,5 м. Расстояние от поверхности земли до верха перекрытия камеры принимаем 0,5 м. Следовательно, глубина котлована под камеру составит $H = 3$ м.

Наружный размер камеры (y), м, поперек оси теплотрассы совпадает с величиной Ш_k , определенной по (32).

Наружный размер камеры (x), м, вдоль оси теплотрассы определяется по формуле

$$x = B + 0,8, \quad (55)$$

где B – внутренний размер тепловой камеры вдоль оси трассы, принятый ранее для камеры (тип 4) равным 1,8 м.

$$x = 1,8 + 0,8 = 2,6 \text{ м.}$$

Ширина (E), м, низа котлована под тепловую камеру определяется по формуле

$$E = x + 1, \quad (56)$$

где x- величина, определенная по (55), м.

$$E = 2,6 + 1 = 3,6 \text{ м.}$$

Ширина (A), м, верха котлована под тепловую камеру (рисунок 8) определяется по формуле

$$A = E + 2 \cdot \alpha_{\text{откоса}} \cdot H, \quad (57)$$

где E – величина, определенная по (56), равная 3,6 м;

$\alpha_{\text{откоса}}$ - коэффициент откоса котлована, принятый в исходных данных для всех 0,25;

H – глубина котлована под камеру, принятая 3 м.

$$A = 3,6 + 2 \cdot 0,25 \cdot 3 = 5,1 \text{ м.}$$

Срезка растительного слоя определяется по формуле

$$V_{p.c} = y \cdot 0,2 \cdot A, \quad (58)$$

$$V_{p.c} = 3,4 \cdot 0,2 \cdot 5,1 = 3,47 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

$$V_{\text{ног}} = y \cdot x \cdot H_k, \quad (59)$$

$$V_{\text{ног}} = 3,4 \cdot 2,6 \cdot 2,5 = 22,1 \text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

$$V = y \cdot (H - 0,3) \cdot \frac{A + E}{2}, \quad (60)$$

$$V=3,4 \cdot (3-0,3) \cdot \frac{5,1+3,6}{2}=39,93 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

$$V_{отв} = V - V_{погр} , \quad (61)$$

$$V_{отв}=39,93-22,1=17,83 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

$$V_{руч} = y \cdot 0,1 \cdot E , \quad (62)$$

$$V_{руч}=3,4 \cdot 0,1 \cdot 3,6=1,22 \text{ м}^3$$

2.1.4 Объем грунта под колодцы

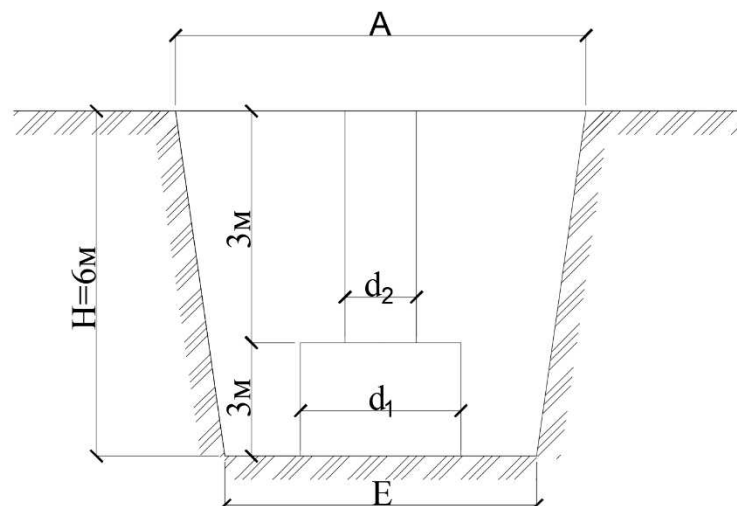


Рисунок 23 – Объем грунта под колодцы

Диаметр стеновых колец для хранения дренажной воды d_1 принимаем равным 2,2 м, диаметр стеновых колец для спуска в колодец d_2 равным 0,85 м. Глубина котлована для колодца H составляет 6 м. Условно можно принять для этого котлована $E = 4,2$ м, $A = 7,2$ м.

Срезка растительного слоя определяется по формуле

$$V_{p.c} = 0,2 \cdot A^2 , \quad (63)$$

$$V_{p.c}=0,2 \cdot 7,2^2=10,4 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

$$V_{noz} = \frac{3 \cdot \pi}{4} \cdot (d_1^2 + d_2^2) , \quad (64)$$

$$V_{noz} = \frac{3 \cdot 3,14}{4} \cdot (2,2^2 + 0,85^2) = 13,1 \text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

$$V = \frac{6 \cdot \pi}{4} \cdot \left(\frac{A + E}{2} \right)^2 , \quad (65)$$

$$V = \frac{6 \cdot 3,14}{4} \cdot \left(\frac{7,2 + 4,2}{2} \right)^2 = 153,1 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

$$V_{отв} = V - V_{noz} , \quad (66)$$

$$V_{отв} = 153,1 - 13,1 = 140 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

$$V_{руч} = 0,1 \cdot \frac{\pi \cdot E^2}{4} , \quad (67)$$

$$V_{руч} = 0,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 4,2^2}{4} = 1,4 \text{ м}^3.$$

Результаты расчета представлены в форме ведомости (Приложение В)

При заполнении позиций 5 и 7 в приложении В необходимо сложить позиции 1 и 2.

2.2 Конструкция наружных сетей теплоснабжения

Тепловые сети предназначены для транспортировки теплоносителя от места выработки к месту потребления. Трассу тепловой сети прокладывают в отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно улицам, дорогам и проездам.

В ВКР предусмотрена подземная прокладка непроходных каналов типа КЛ, выполненных из железобетона.

По схеме подачи тепла тепловая сеть является тупиковой в двухтрубном исполнении, одна из которых является подающей, т.е. доставляющей теплоноситель к потребителю, а вторая – обратной, по которой охлажденная вода возвращается от потребителя к источнику теплоснабжения для повторного подогрева.

К тепловой сети микрорайона относят следующие конструкции:

- трубопровод;
- подвижные и неподвижные опоры;
- запорно-регулирующая аппаратура;
- П – образные компенсаторы.

Для обслуживания запорно-регулирующей аппаратуры на трассе устанавливают тепловые камеры. Камеры устанавливают из сборных железобетонных элементов. Вход в камеру для обслуживания запорной арматуры предусматривают через два люка. Для спуска в камеру под люком в стену заделаны скобы. Для предотвращения коррозии трубопроводов устроена нормальная гидроизоляция камер и каналов. По предотвращению потерь тепла теплоносителя, транспортирующего по трубопроводу, предусмотрена теплоизоляция из пенополиуритана (полуцилиндры).

2.3 Подготовительные работы

До начала прокладки трассы трубопроводов нужно получить разрешение на выполнение работ в соответствующих организациях. Разрешение на разработку грунта выдаёт административная инспекция соответствующего района по землепользованию, указывая срок и условия производства работ. Затем, нивелируют, производят разбивку на местности трассы теплосети в соответствии с координатами, нанесёнными на генплане привязкой их к ближайшим зданиям, соответствующими люками подземных колодцев или к другим сооружениям. Через каждые 200-250м. На поворотах или на пересечениях с поперечными осями ниш и камер, трассу фиксируют деревянными кольшками, на которые нанося координаты и строительные отметки для каналов, камер и ниш. Границы рытья траншей, ниш, камер различают забивкой временных кольшков по их наружным габаритам через каждые 20-25 м; по трассе тепловых сетей через каждые 50 м устанавливают постоянные визирки. По окончании геодезической разбивки трассы устанавливают ограждение, производят очистку территории, строительство временных сооружений, проводку временного ограждения и освещения трассы, проводку воды и электроэнергии. Параллельно трассе устанавливают временные дороги для проезда автотранспорта и подъезда к месту работы строительных механизмов, располагаемых вне призмы обращений грунта. На трассу завозят инвентарные временные здания для производителей работ и мастеров, для кладовой, для приёма пищи, для хранения инвентаря, материалов и инструментов, для склада инвентарные щиты ограждений и креплений, переходные мостики и лестницы. До начала строительного монтажа на трассу завозят материалы, необходимые для монтажа, готовят инструменты.

2.4 Методы монтажа и последовательность производства строительного-монтажных работ (СМР)

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

- Земляные работы.

После геодезической разбивки трассы теплопроводов, установки ограждений места разбивки, сигнального освещения и подготовки проездов, для землеройных машин, готовят траншеи экскаватором марки Э-3026. Разработка грунта для прокладки сетей представлена на рисунке 24.

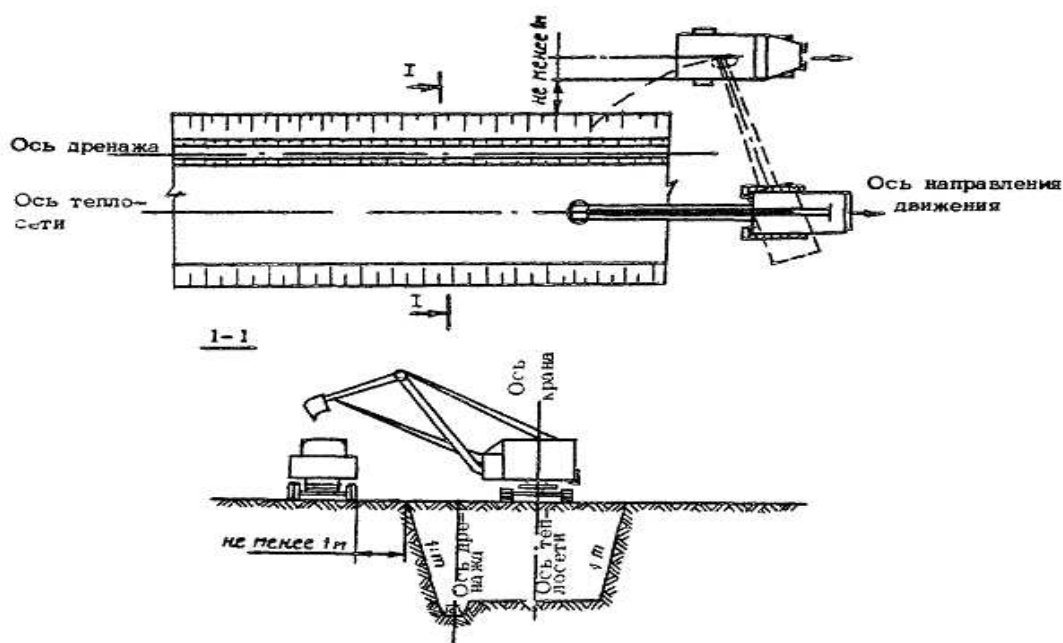


Рисунок 24 - Разработка грунта для прокладки тепловых сетей

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

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

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

- ширина траншеи по дну на кривых участках под гнутые или сварные отводы должна быть равна двукратной величине по отношению к ширине на прямолинейных участках для обеспечения укладки трубопровода в кривую траншею.

Глубину траншеи устанавливают из условий предохранения трубопровода от механических повреждений при переезде через него

автотранспорта и назначают равной: для трубопроводов диаметром D до 1000 мм – $D + 0,8$ м; для трубопроводов диаметром 1000 мм и более $D + 1$ м; для болотистых грунтов, подлежащих осушению, $D + 1,1$ м; для песчано-барханных грунтов $D + 1$ м от нижних межбарханных оснований; для скальных и болотистых грунтов при отсутствии проезда автотранспорта $D + (0,6 - 0,8)$ м.

Крутизна откосов траншей под трубопровод принимается по СНиП и сведена в таблицу 8.

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

При разработке и засыпке траншей для пересчета объемов работ разрыхленного грунта на объем в плотном состоянии при невозможности замера последнего, грунт замеряется и оплата производится как за его разработку в плотном теле.

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

Таблица 8 – Наибольшая допустимая крутизна откосов траншей и котлованов в грунтах естественной влажности

Грунты	Отношение высоты откосов к его заложению при глубине выемки, м.		
	1,5	3	5
1	2	3	4
Насыпные	1 : 0,67	1 : 1	1 : 0,25
Песчаные и гравелистые влажные (ненасыщенные)	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1
Глинистые:			
супесь	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
суглинок	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75
глина	1 : 0	1 : 0,25	1 : 0,5
лёссовый сухой	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,5

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
Моренные:			
песчаные и супесчаные	1 : 0,25	1 : 0,57	1 : 0,75
суглинистые	1 : 0,2	1 : 0,5	1 : 0,65
Скальные:			
на равнине	0,2	0,2	0,2

Разработка траншей в задел допускается только в устойчивых грунтах в летнее время. Во избежание обвала вынутого грунта, а также обрушения стенок

траншеи ближняя кромка основания отвала вынутаго грунта должна располагаться не ближе 0,5 м от края траншеи.

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

Засыпку траншей на строительстве магистральных трубопроводов осуществляют следующими способами (проходами бульдозеров): прямолинейными поперечными; косопоперечными параллельными; косопоперечными; комбинированными.

На участках рекультивации в теплое время года проводят уплотнение минерального грунта (после первой засыпки) пневмокатками или многократными (3-5 раз) проходами гусеничных тракторов. При толщине плодородного слоя до 10 – 15 см рекомендуется применять автогрейдеры.

Минеральный грунт, который остался после укладки трубопровода в траншею, может быть равномерно распределён и спланирован на полосе в зоне со снятым плодородным слоем почвы (перед нанесением последнего), либо вывезен в места, указанные в проекте и согласованные с органами, предоставляющими земельные участки в пользование.

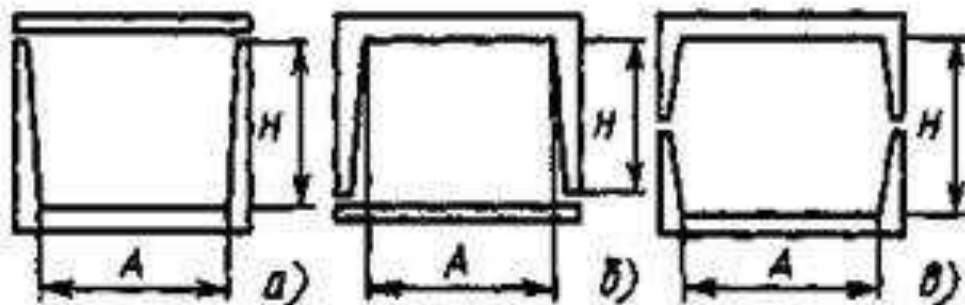
В зимних условиях искусственное уплотнение минерального грунта засыпки не производят. Грунт отсыпают в траншею валиком, где он приобретает необходимую плотность после оттаивания в течение 2 – 3 мес. (естественное уплотнение).

Ёмкость ковша – 0,4 м³, проход для экскаватора начинают по оси траншеи. Траншею роют экскаватором на глубину меньше проектной отметки на 0-1 м. Остаточный грунт вывозят автосамосвалом КамАЗ-5511 на свалку на расстояние 5 км. Траншею до проектной отметки углубляют вручную лопатами, а грунт при этом удаляют при помощи ковша экскаватора. Дно траншеи разравнивают, стенки делают без креплений в местах установки каждой с откосом 1: 0,2. В местах установки камер – при глубине до 3 м – 1: 0,5.

- Устройство железобетонных конструкций, каналов, камер.

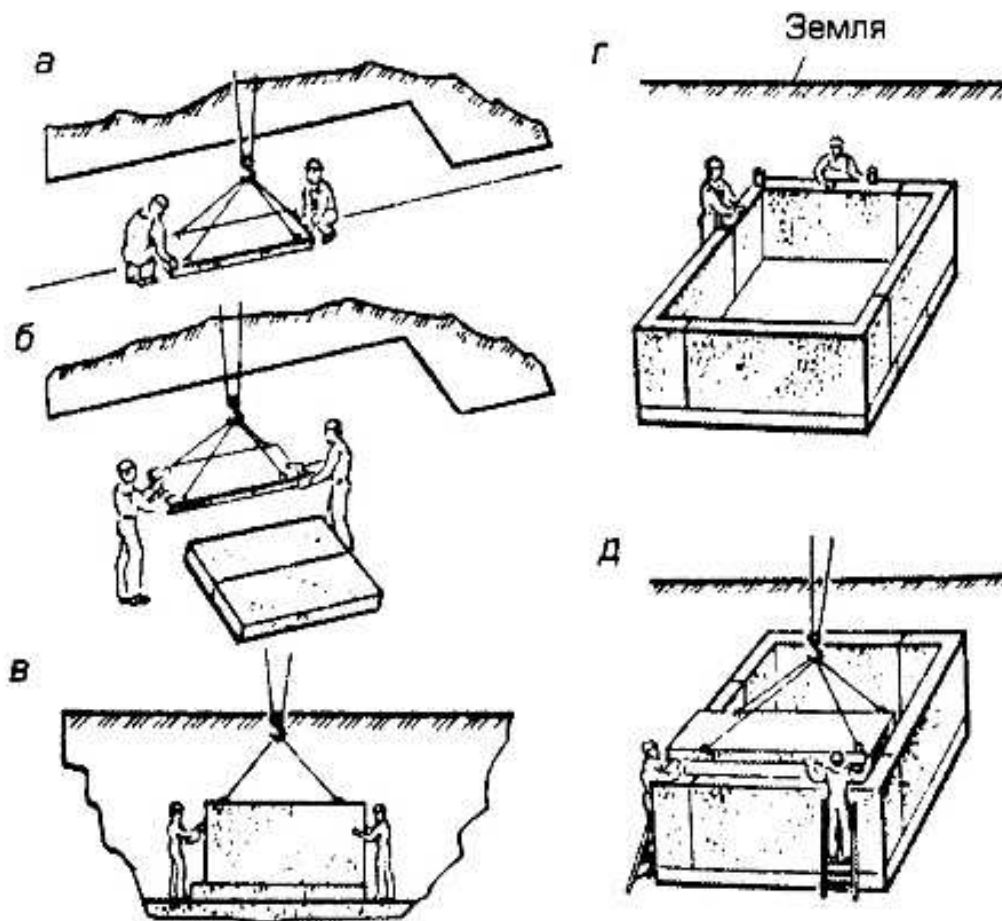
Монтаж осуществляется в соответствии с рабочими чертежами конструкций, проектом производства работ и правилами техники безопасности. Монтаж лотков (рисунок 25) канала типа КЛ, элементов камер из железобетона (рисунок 26), производят автокраном. Плавно без рывков, раскачиваний на высоту 0,5 – 0,3 м от поверхности земли поднимают изделие и опускают в проектное положение и устанавливают их плавно, без толчков и ударов. Стропы снимают после окончания выверки правильности установки. Вертикальные и горизонтальные швы между конструкциями заделывают цементным раствором.

Неподвижные опоры выполняют из монолитного железобетона, устанавливают крепёж на предварительно установленные основания.



а — марка КЛ; б — марка КЛп; в — марка КЛс

Рисунок 25 - Непроходные каналы



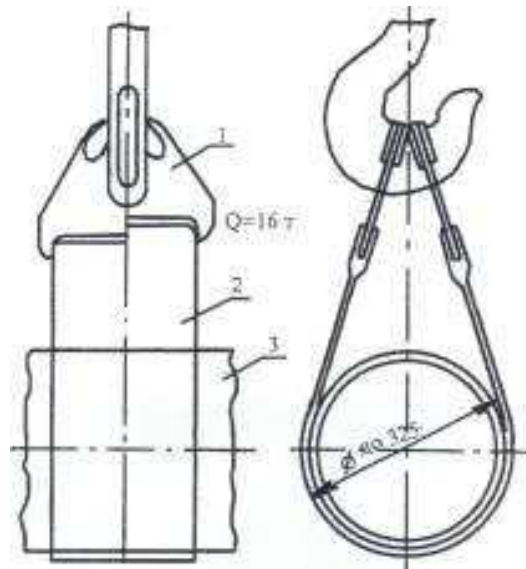
а,в - укладка плит основания
 в,г - монтаж Г-образных блоков
 д - укладка плит перекрытия

Рисунок 26 - Монтаж тепловой камеры

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

- Монтаж трубопроводов и арматуры.

Трубы опускают в траншею звеньями с помощью двух однотипных автокранов. Строповку (рисунок 27) производят в двух точках, после чего, звено поднимают кранами (рисунок 28) на 0,7 м от поверхности земли. Убедившись в надёжности строповки и устойчивости механизмов, звено перемещают в проектное положение, изменяя вылет стропы. Звено опускают плавно без рывков. После выверки положения звена на дне канала снимают стропы, передвигают краны и цикл повторяют. Окончив строповку звеньев и сварку труб, производят их рихтовку, а также установку и приварку к трубопроводам скользящих опор. При рихтовке следует соблюдать, чтобы от поверхности изоляции труб до стенки канала между поверхностями - 70 мм, уложенных рядом труб расстояние между их изоляцией было не менее - 110 мм. При прокладке трубопроводов подающую трубу укладывают справа по ходу движения теплоносителя. Перед монтажом арматуры производят ее ревизию. Арматуру устанавливают таким образом, чтобы к ней был облегчен свободный доступ во время эксплуатации и ремонта. Места установки арматуры на трассе должны полностью предохраняться от восприятия каких-либо изгибающих усилий. После установки на место задвижек, их центровки к трубопроводам и точной инструментальной проверки правильности их установки и совпадение осей производят сборку патрубников и окончательное закрепление фланцевых соединений с установкой прокладок. Подтяжкой труб и стыковкой их с патрубниками производят с двух сторон задвижек, после чего сваривают стыки. При монтаже задвижек фланцы на трубопроводе устанавливают без перекосов и при полном совпадении болтовых отверстий с отверстиями во фланцах задвижек. Болты заворачиваются параллельными гаечными ключами, не допуская сильной затяжки.



1 - пластина; 2 - лента; 3 – трубопровод

Рисунок 27 - Строповка трубопровода

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.

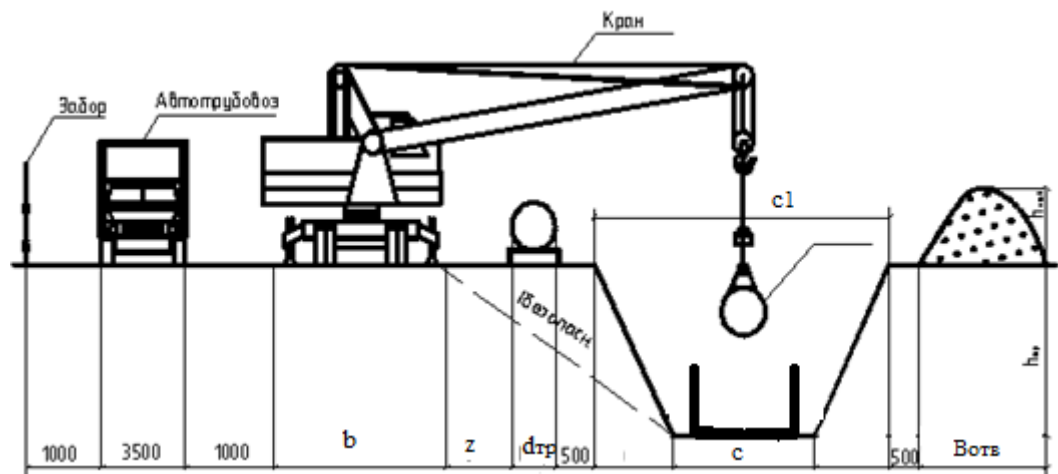


Рисунок 28 - Основные компоненты для выбора крана

Растяжку производят следующим образом после установки автокраном на место строповки и прихватки компенсатора к трубопроводу с выверкой осей совпадения производят сварку стыков с обеих сторон компенсатора. Растяжку компенсатора при его установке перед сваркой не производят. Сопряжение компенсатора с трубопроводом должно быть прямолинейным, без перекосов. Компенсатор устанавливают так чтобы его симметрия была сдвинута из рабочего положения на одну четверть компенсирующей способности

в сторону той неподвижной опоры, между которой и компенсатором все стыки уже сварены. Для растяжки компенсатора у другой точки оставляют не сваренный стык, причем, расстояние между кромками стыка берется равным проектной величине растяжки компенсатора. Все остальные стыки на трубопроводе между неподвижными опорами должны быть сварены. По обе стороны не сваренного стыка приваривают фланцы с отверстиями для пропуска стяжных болтов сближают кромки труб не сваренного стыка до пределов необходимых для сварки, после чего этот стык сваривают.

Построенные трубопроводы тепловых сетей перед сдачей их в эксплуатацию испытывают на прочность и плотность давления 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 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. Масса молотка не должна превышать 1,5 кг. удары наносят не по шву, а по трубе (не ближе 100 мм от шва). Результаты испытания считают удовлетворительными, если нет падения давления по манометру и не обнаружено течи или потения стыков.

- Анतिकоррозийная и тепловая изоляция стыков трубопроводов.

Изоляционные работы выполняют после сварки стыков и предварительного гидравлического испытания. По антикоррозийной защите осуществляют следующие операции:

- просушка;
- очистка;
- обезжиривание;
- грунтовка.

Если антикоррозийное покрытие наносят в ненастную погоду, производят просушку. Очистку наружной поверхности выполняют вручную металлическими щетками, обезжиривание бензином. Затем начинают грунтовку. После нанесения антикоррозийной изоляции трубопроводы покрывают теплоизоляцией (ППУ) с покровным слоем из рулонного стеклопластика.

- Монтаж перекрытий каналов камер.

Перекрытия устанавливают из плит, для камер плиты выполнены с отверстиями под люки. Плиты устанавливают автокраном (рисунок 25). Технология аналогична технологии укладки лотков. Швы между плитками заделываются цементным раствором. Перекрытия каналов и тепловых камер покрывают битумной мастикой в два слоя.

- Благоустройство.

Засыпку траншеи начинают вручную, при этом между стенками траншеи и канала (трубы) тщательно засыпают пазухи с постоянной

утрамбовкой. После засыпки пазух остальной грунт засыпают бульдозером. Уплотнение производят катками.

- Окончательное гидравлическое испытание.

При окончательном гидравлическом испытании пробное давление выдерживают в течение 15 мин. Затем, осматривают сварные и фланцевые соединения, арматуру и далее давление снижают до рабочего. Если при этом давления в течении двух часов не превышает 10%, то теплопровод считается выдержавшим испытание. По окончании монтажных работ гидравлического испытания производят промывку труб. Сначала трубопровод промывают водопроводной водой под давлением равным избыточному давлению в водопроводной сети (0,3 - 0.4 мПа). Затем, воду сливают в теплопровод, вновь заполняют водопроводной водой, создавая при этом повышенное давление от насоса. Подпитку теплопровода производят из водопроводной сети. Трубопроводы промывают до полного осветления воды. Наполнение промывку обычно производит персонал строительно-монтажной организации под наблюдением представителей персонала эксплуатации.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АБК – административно-бытовой корпус;
- ВКР – выпускная квалификационная работа;
- ГВС – горячее водоснабжение;
- ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;
- ЗАО – закрытое акционерное общество;
- ИТП – индивидуальный тепловой пункт;
- КИП – контрольно-измерительные приборы;
- ЛСД – линия статического давления на пьезометрическом графике;
- МТП – местный тепловой пункт;
- ППУ – пенополиуретан;
- ПВ – подогреватель водяной;
- СГВ – система горячего водоснабжения;
- СМР – строительно-монтажные работы;
- ТЭС – тепловая станция;
- УТ – тепловая камера (узел трубопровода);
- ЦКР – центральное качественное регулирование;
- ЦТП – центральный тепловой пункт;
- РМЦ – ремонтно-механический цех.

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 Целищев, А. В. Теплоснабжение: методические указания к дипломному проектированию для студентов специальности 290700-«ТГВ» / А.В. Целищев, В.И. Панфилов - Красноярск: ИПЦ КрасГАСА, 2001. - 26с.
- 3 Припусков, Н. А. Теплоснабжение: методические указания и примеры выполнения дипломного проекта / Н.А. Припусков, Ю.Л. Липовка - Красноярск: ИПЦ КИСИ, 1983-71с.
- 4 Липовка, Ю.Л. Теплоснабжение района города: методические указания по разработке гидравлических режимов и подборку насосов к курсовому проекту для студентов специальности 290700-«ТГВ» / Ю.Л. Липовка, А.В. Целищев - Красноярск: ИПК СФУ, 2009 - 34с.
- 5 СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. В дополнение к СНиП 2.04.07 – 86*. Введ. 14.01.1997.-М.: ГУП ЦПП, 1997. - 79с.
- 6 Каталог оборудования 1999-2000г. Красноярск: ВПО «Промоборудование», 2001. - 40с.
- 7 Целищев, А.В. Строительные конструкции тепловых сетей: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 290700 / А.В. Целищев - Красноярск: ИПЦ КрасГАСА, 2000. - 35с.
- 8 СНиП 41.03.2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Введ. 01.01.03. - М.:ФГУП ЦПП, 2003. - 32с.
- 9 ГОСТ 21.605-82 Сети тепловые. Рабочие чертежи. – М.: Издательство стандартов, 1983. - 10с.
- 10 Липовка, Ю.Л. Горячее водоснабжение: методические указания к курсовой работе / А.В. Целищев, И.В. Мисютина - Красноярск: БИК СФУ, 2011. - 36с
- 11 СНиП 41-02-2003 Тепловые сети. Введ. Взамен СНиП 2.04.07-86*. Введ. 01.09.03. –М.: Госстрой России, 2004. - 48с.
- 12 ООО «Красноярский ЖКХ комплекс» [Электронный ресурс]: - Режим доступа: www.kraskom.com/abonent/tarifs/.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация оборудования и материалов на расчетном участке ЦТП-1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Мас.ед., кг	Прим.
<u>Тепловые сети</u>					
1	ГОСТ 10704-91	Труба стальная электросварная Ø207x5,5, м	344	17,15	
2	ГОСТ 10740-91	Компенсаторы из электросварных труб Ø207x5,5, шт.	2		
3	4.903-10 вып.4	Опора неподвижная 200.Т3.09, шт.	6	1,3	
4	4.903-10 вып.5	Опора скользящая 200 Т13.10, шт.	53	40	
5	ГОСТ 8240-72	Балка неподвижной опоры швеллера№18; l=1200, шт.	3	19,56	
6	ЗКЧ-1-87 уст 1	Бобышка, шт.	2	—	КиП, t°
7	ГОСТ 3029-75*	Оправа защитная под термометр, шт.	2	—	КиП, t°
8	ГОСТ 2832-73*	Технический стеклянный термометр 0°-150°С, шт.	2	—	КиП, t°
9	ЗКЧ-46-76	Закладная.	2	—	КиП, P
10	16-225П	Отборное устройство, шт.	2	—	КиП, P
11	МП4-У	Манометр 170-16, шт.	2	—	КиП, P
12	ГОСТ 5631-79	Антикоррозийное покрытие БТ№177 за 2 раза по грунтовке ГФ-21, м ²	172	—	—
13	ГОСТ 10499-78	Теплоизоляция, маты из стеклянного штапельного волокна, δ=40 мм, м ³	8,6	—	
14	ТУ 6-11-145-80	Покрывной слой-стеклопластик рулонный РСТ, м ²	251,12	—	
15	15с22нж	Клапан запорный (дренаж) P _y 1,6 D _y 50, шт.	2	18,6	
16	15с27нж1	Клапан запорный (воздушник) P _y 1,6 D _y 20, шт	2	10	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Спецификация материалов на расчетном участке ЦТП-1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Прим.
1	2	3	4	5	6
<u>Строительные материалы</u>					
	Серия 4.904-66				
1	ЛК 75.120.90	Основной лоток, шт	41	81180	
2	ЛК 75.120.90	Доборный лоток, шт	4	1200	
3	ПТ 75.120.12	Плита перекрытия, шт	41	1050	
4	ПТ 75.120.12	Плита перекрытия доборная, шт	4	330	
5	ОП 3	Опорная подушка, шт	41	1066	
<u>Компенсаторная ниша (1 шт)</u>					
1	ЛК 75.120.90	Лоток доборный, шт	9	630	
2	ПДУ140.150.12	Плита днища, шт	4	500	
3	ПТ75.120.12	Плита перекрытия, шт	9	330	
4	ПТУ210.120.12	Плита перекрытия угловая, шт	4	130	
5		Кирпичная кладка из кирпича М 100 на растворе М 50, м ³	0,316		
6	ОП 3	Опорная подушка, шт	8	130	
<u>Угол поворота 90 (1 шт)</u>					
1	ПДУ140.150.12	Плита днища, шт	1	500	
2	ПТУ210.120.12	Плита перекрытия угловая, шт	1	130	
3		Кирпичная кладка из кирпича М 100 на растворе М 50, м ³	0,079		
4	ОП 3	Опорная подушка, шт	4	130	
<u>Неподвижная опора (3 шт)</u>					
1	Бетон В15	Монолитная вставка, м ³	0,69		
2	Бетон В7,5	Подготовка, м ³	0,31		
3	Серия 3.006.1- 8 ПТ75.120.12	Плита перекрытия доборная, шт	3	330	
<u>Тепловая камера (тип 4)</u>					
	ГОСТ 13579- 78				
1	ФБС 24.4.6-Т	Блок, м ³ , стены кам.	10,75	1300	
2	Бетон В15	Местные заделки, м ³	-		
3	Бетон В15	Днища камеры, м ³	1,08		
	Серия 3.006.1- 8				

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6
4	ПТО150.150.12	Плиты перекрытия, шт	2	520	
5	ПТ75.120.12	Плита перекрытия доборная, шт	4	330	
	Балка Б4		1	500	
6	Бетон В7,5	Подготовка под камеру, м ³	0,976		
	Серия 3.900.1- 14				
7	КС 7.3	Кольцо стеновое, шт	2	130	
8	КО 6	Кольцо опорное, шт	2	50	
9	Битум на 2 раза	Гидроизоляция камеры и каналов, м ²	2425		
10	Бетон В15	Отмоска люков, м ³	5,2		
11	Ст 16 А1	Скобы ходовые, шт	64	2,1	
12	ГОСТ 3634-89	Люк типа Л, шт	2	152	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Ведомость объемов работ

Поз.	Наименование	Ед. изм.	Кол.
1	2	3	4
<u>Раздел 1. Земляные работы</u>			
1	Разработка гр. 1 бульдозером 80 л.с. (срезка)	1000 м ³	0,1047
2	Разработка гр. 1 экскаватором 0,4 м ³ в отвал	1000 м ³	0,6276
3	Разработка гр. 1 экскаватором 0,25 м ³ с погрузкой на автомобили-самосвалы	1000 м ³	0,1469
4	Разработка гр. 1 вручную в траншее глуб до 2 м	100 м ³	0,368
5	Обратная засыпка гр. 1 бульдозером 80 л.с.	1000 м ³	0,7712
6	Обратная засыпка гр. 1 вручную в траншее глубиной до 2 м	100 м ³	0,368
7	Уплотнение гр. 1 одним проходом пневмокатка	1000 м ³	0,7712
<u>Раздел 2. Устройство каналов</u>			
8	Устройство непроходных каналов, перекрываемых плитами	1000 м ³	0,06
9	Лотки	м ³	0,054
10	Плиты перекрытия железобетонные	м ³	0,068
11	Плиты днища угловые	м ³	0,001
12	Кладка кирпичная	м ³	0,395
<u>Раздел 3. Опоры трубопроводов</u>			
13	Устройство неподвижных опор из монолитного ж/б	100 м ³	0,251
14	Бетон В 15 учесть подушки ОП	м ³	1,77
15	Бетон В 7,5	м ³	1,294
16	Плиты перекрытия ж/б	м ³	23,712
17	Швеллер № 18	т	0,0196
<u>Раздел 4. Трубопроводы, арматура, КИП (Приложение А)</u>			
18	Прокладка трубопроводов в непроходных каналах ф259	1000 м	0,344
19	Устройство П-образных компенсаторов ф259	шт	2
20	Устройство задвижек, клапанов до ф 50	шт	4
21	Устройство манометра с трехходовых краном	шт	2
22	Манометр с трехходовых краном	шт	2
23	Устройство термометра в оправе	шт	2
24	Термометр стеклянный	шт	2
<u>Раздел 5. Водогазонепроницаемые перегородки</u>			
25	Устройство сальниковых компенсаторов ф вводов	шт	-

Продолжение приложения В

1	2	3	4
26	Заделка сальниковых компенсаторов ϕ вводов	шт	-
<u>Раздел 6. Теплоизоляционные работы</u>			
27	Противокоррозионная окраска каналов и камер 1 слой	100 м ²	24,25
28	Противокоррозионная окраска каналов и камер 2 слой	100 м ²	24,25
29	Противокоррозионная окраска труб ГФ 21 (1слой)	100 м ²	1,72
30	Противокоррозионная окраска труб БТ №177 (2 слой)	100 м ²	1,72
31	Тепловая изоляция труб штучными изделиями из ППУ	м ³	8,6
32	Покровный слой - РСТ	100 м ²	2,51
<u>Раздел 7. Тепловые камеры</u>			
33	Устройство камер из ФБС	100 м ³	0,445
34	ФБС, стены камер	м ³	10,75
35	Балки ж/б	м ³	0,2
36	Плиты перекрытия ж/б	м ³	23,712
37	Конструкция колодцев сборная ж/б	т	0,36
38	Люки чугунные	шт	4
39	Бетон В 15	м ³	6,04
40	Бетон В 7,5	м ³	0,81
<u>Раздел 8. Дренажные колодцы</u>			
41	Устройство круглых колодцев из сборного ж/б	10 м ³	0,3
42	Конструкция колодцев сборная ж/б	т	8,5
43	Люки чугунные	шт	1
<u>Раздел 9. Гидравлические испытания трубопроводов</u>			
44	До ϕ 200	100 м	3,44
34	ФБС, стены камер	м ³	10,5

ОТЗЫВ

руководителя на ВКР в форме бакалаврской работы студентки 4 курса, очной формы обучения, по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», специализации 08.03.01.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция» ИСИ, СФУ Люблинской Полины Артемовны на тему «Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярске».

Студентка подготовлена к профессиональной деятельности в соответствии с государственным образовательным стандартом по специализации ТГВ.

Во время выполнения ВКР Люблинская П.А. зарекомендовала себя хорошо подготовленным, активным и целеустремленным специалистом, владеющим методами расчета всех элементов тепловых сетей и тепловых пунктов. В работе Люблинской П.А. принятые технологические решения по внедрению двухконтурных сетей теплопроводов через ЦТП соответствуют современному уровню развития централизованных систем теплоснабжения жилых зданий и политике энергосбережения.

График выполнения разделов ВКР выполнялся. Особо хочу отметить детальную проработку всех разделов технологического раздела пояснительной записки ВКР и насыщенность листов графической части.

Работа имеет современную направленность, практическую значимость и представляет собой законченное исследование.

Отмечаю умение своевременно в сжатые сроки организовать работу по выполнению ВКР. В процессе работы автор проявил самостоятельность, усидчивость, добросовестность.

Считаю, что ВКР Люблинской Полины Артемовны на тему «Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярске» удовлетворяет всем требованиям и может быть допущена к защите с оценкой «отлично».

Руководитель ВКР
Доцент, к.т.н.
кафедры ИСЗиС

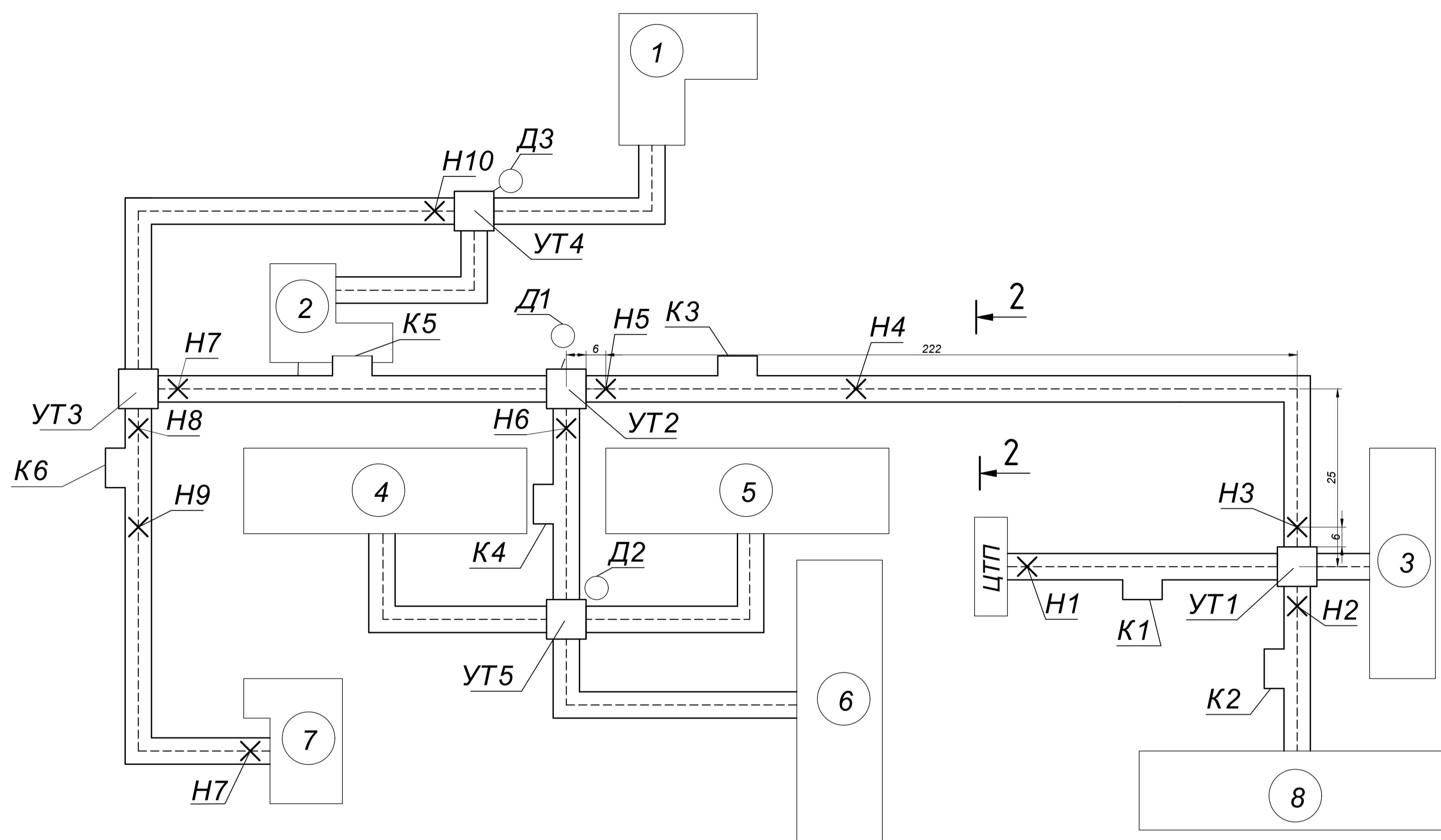
(И.Б. Оленев)

Ст. преподаватель
кафедры ИСЗиС

(А.В. Целищев)

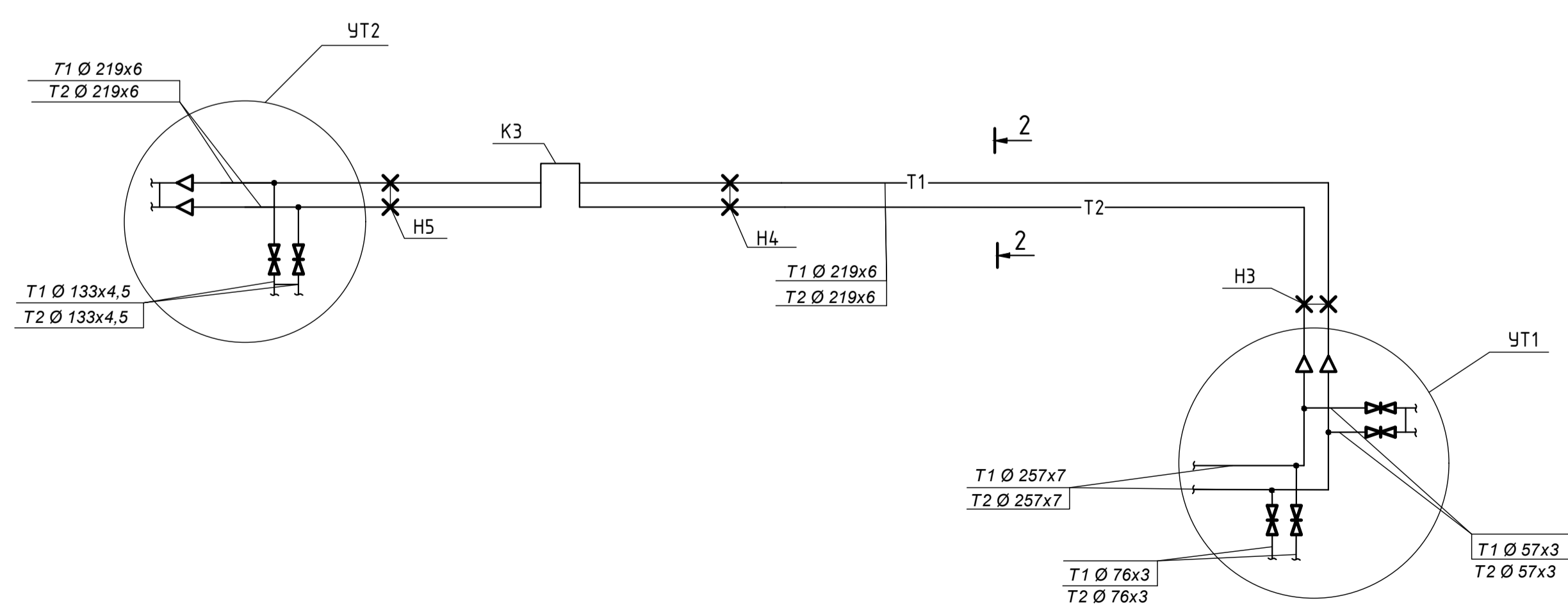
План сетей
М 1 : 500

Общие указания

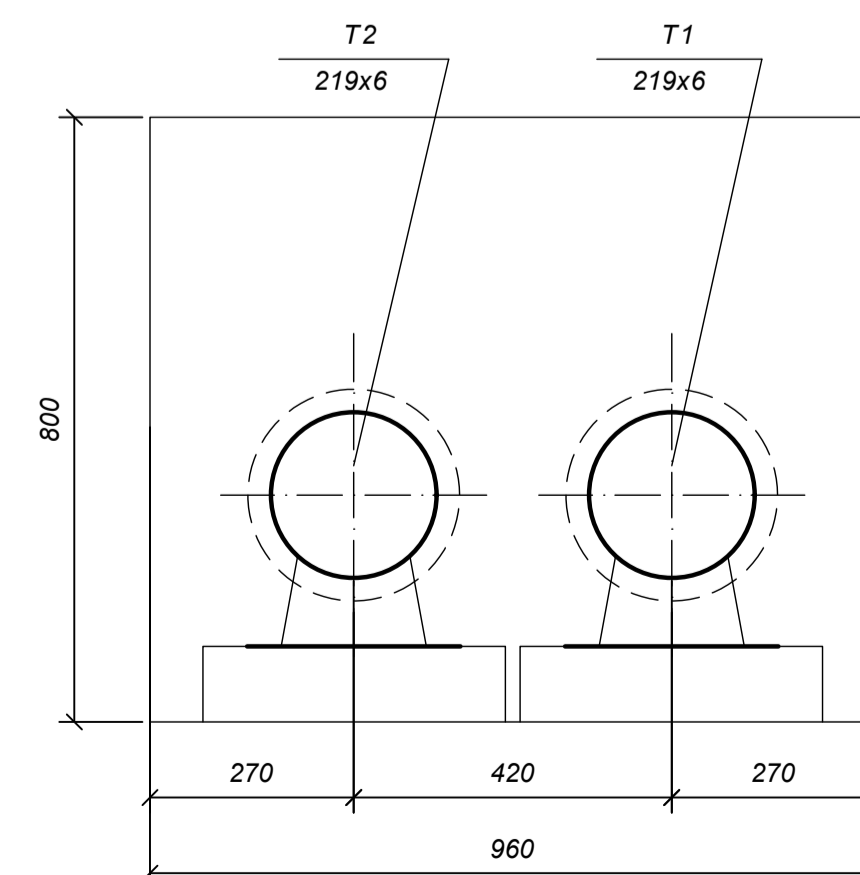


1. Проект тепловых сетей выполнен в соответствии с заданием на дипломное проектирование.
2. Теплоноситель- перегретая вода с параметрами 130-70°C. Тип прокладки сетей- подземная, в непроходных каналах, двухтрубная.
3. Система теплоснабжения закрытая с установкой подогревателя горячего водоснабжения в МТП. Источник тепла - существующая теплосеть.
4. Монтаж трубопроводов производить в соответствии со СНиП 2.03.05-85. Монтаж конструкций каналов выполнить в соответствии с требованием серии 3.006.1-В.87 в 0 5.
5. Сети выполнить из электросварных труб ГОСТ 10704-91, сети ГВС- из оцинкованных по ГОСТ 3262-75**.
6. Компенсация температурных удлинений осуществляется за счет углов поворота и П- образных компенсаторов.
7. В УТ1; 3 установить воздушники; в УТ2; 4 установить спускники для слива воды из теплоотрассы в дренажные колодцы. Из дренажных колодцев вода удаляется передвижными насосами в ближайшую канализацию или ливневок.
8. Для защиты наружной поверхности труб от коррозии, трубопроводы и арматуру покрыть антикоррозионным составом: БТ № 177 за два раза по грунтовке ГФ 21.
9. Теплоизоляцию трубопроводов выполнить из пенополиуретана. Покрывной слой- рулонный стеклопластик РСТ.
10. В местах примыкания каналов к тепловым камерам и на углах трассы устроить деформационные швы.
11. Вводы теплопроводов в здание выполнить с водонепроницаемыми перегородками.
12. Для гидроизоляции наружные поверхности каналов и камер покрыть за два раза битумом.
13. После монтажа трубопроводы подвергнуть гидравлическому испытанию давлением 1,25 рабочего, подающий трубопровод- давлением 1,6 МПа.
14. Системы отопления зданий подключены к тепловой сети по зависимым схемам : при располагаемом напоре в МТП более 15 м - через элеватор; менее 15 м - через корректирующие подмешивающие насосы с целью автоматического регулирования расхода теплоты на отопление в переходный период (местное регулирование, дополняющее ЦКР).

Монтажная схема участка УТ1-УТ2



Сечение 2-2



Тепловые нагрузки

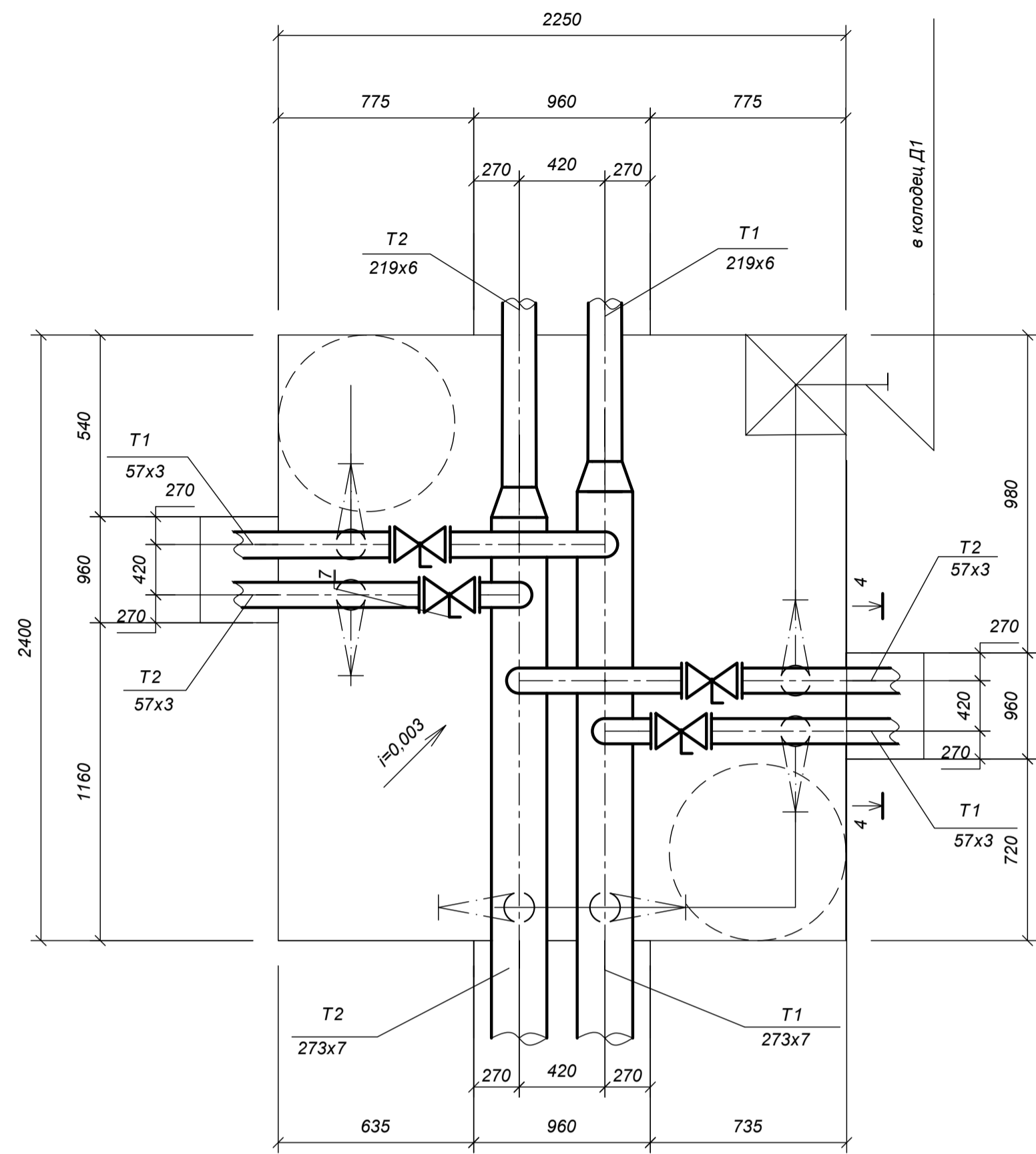
Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		Q _{от}	Q _в	Q _г	Q _х
1	Спортзал	0,4	0,6	0,2	1,2
2	Двухзальный к/т	0,556	0,502	0,078	1,136
3	80 кв. жилой дом	0,516	-	0,4	0,916
4	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
5	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
6	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
7	Д/с-ясли	0,2	0,2	0,1	0,5
8	115 кв. жилой дом	0,7	-	0,56	1,26
Итого:		4,472	1,302	3,018	8,792

БР - 08.03.01.00.05 2020 - ТС					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Разраб.	Люблинская	Стадия	Лист	Листов	
Консул.	Целищев	Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярск	У	1	4
Руков.	Оленев	План сетей. Сечение 2-2. Общие данные		Каф. ИСЗиС	
Н. контр.	Целищев				
Зав. каф.	Матюшенко				

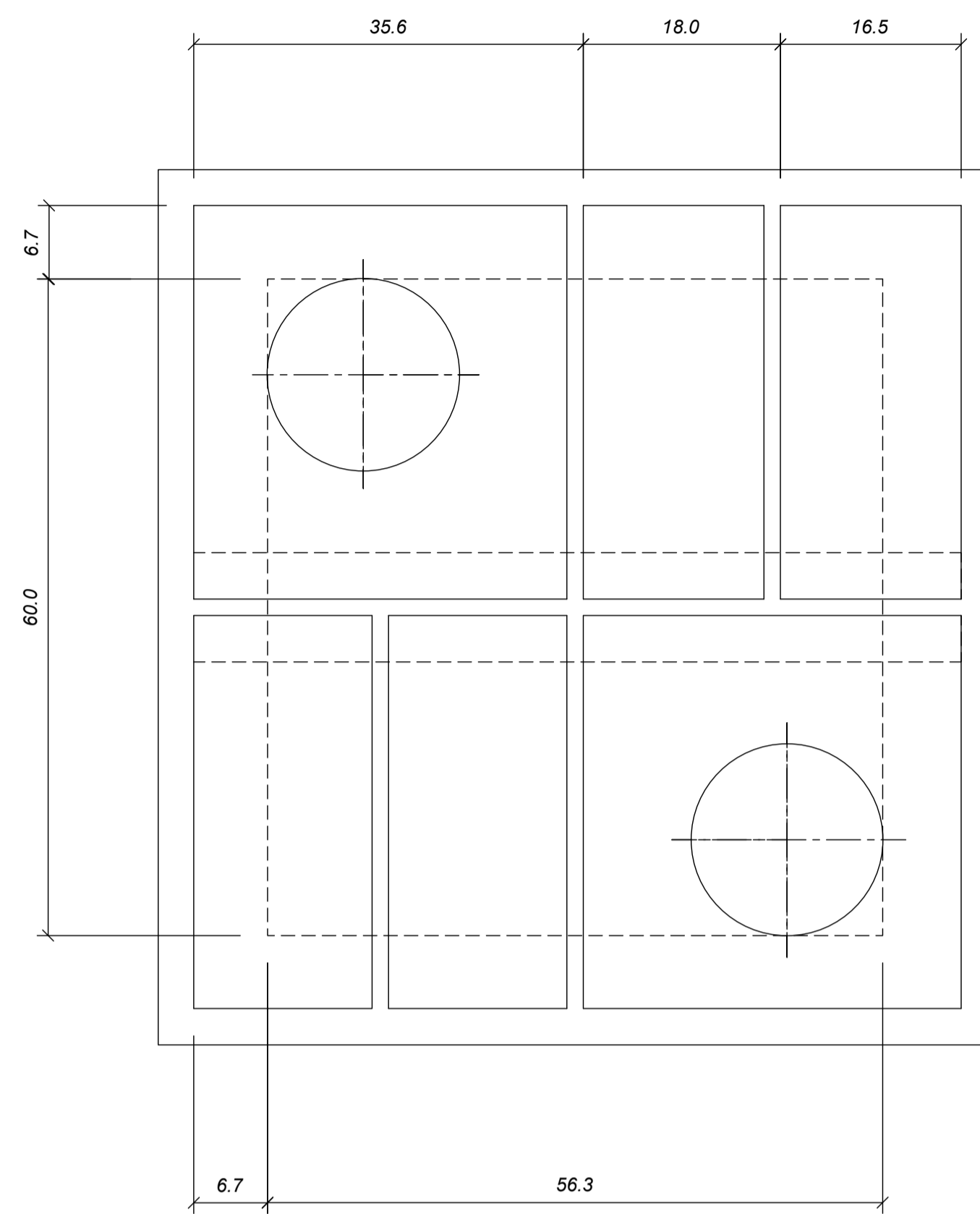
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

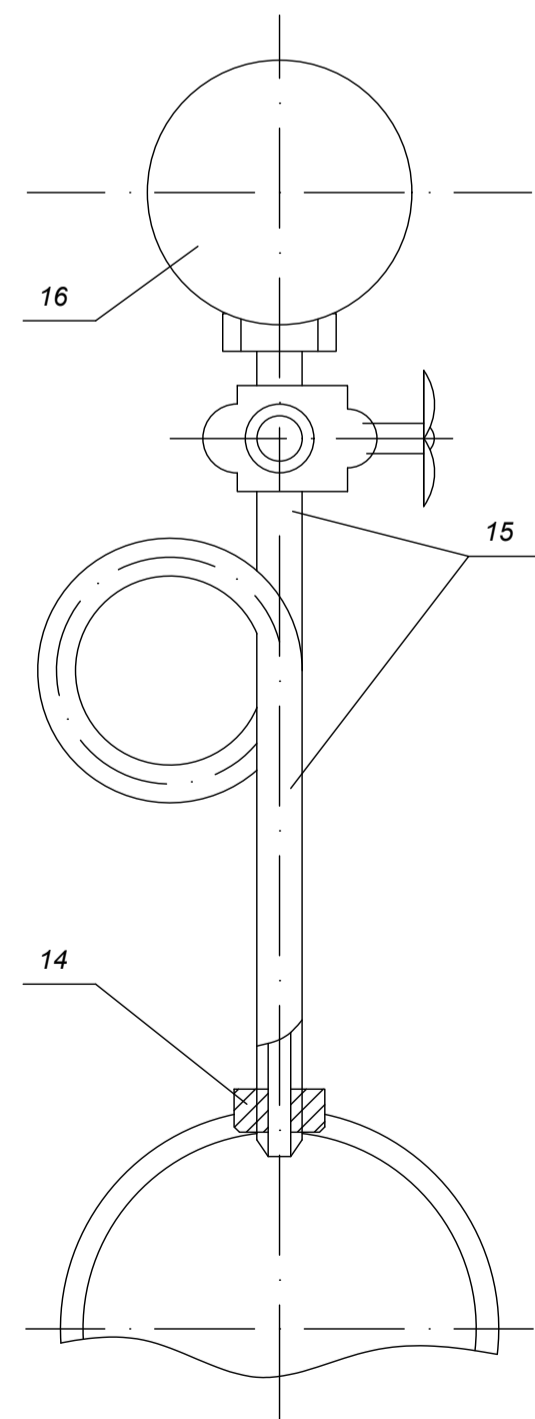
УТ1 (тип 4)



План перекрытия камеры УТ1 (тип 4)

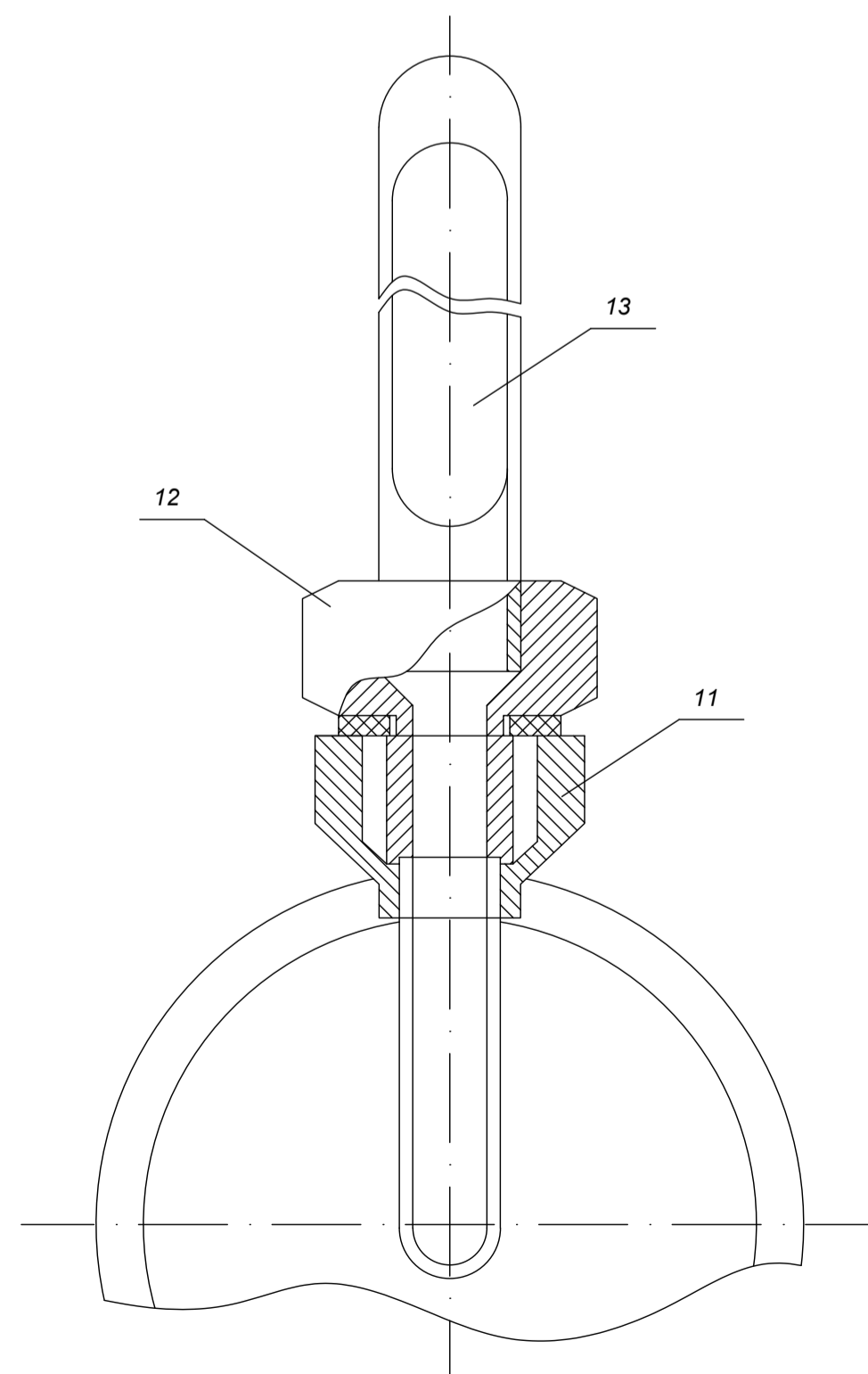


Установка манометра

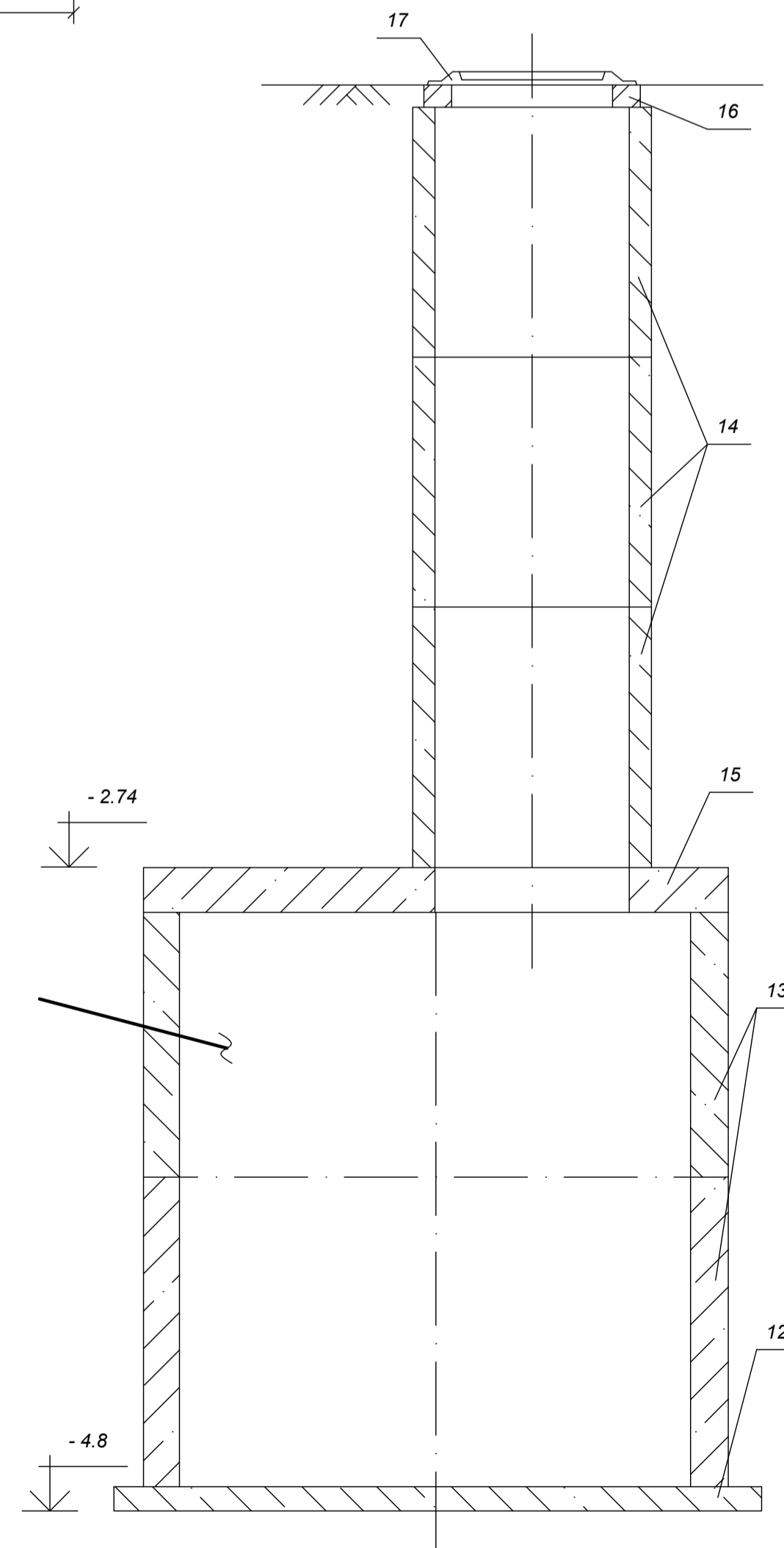


Отборное устройство: успокоительная трубка Перкинса; трехходовой манометрический кран.

Установка термометра



Колодец Д1



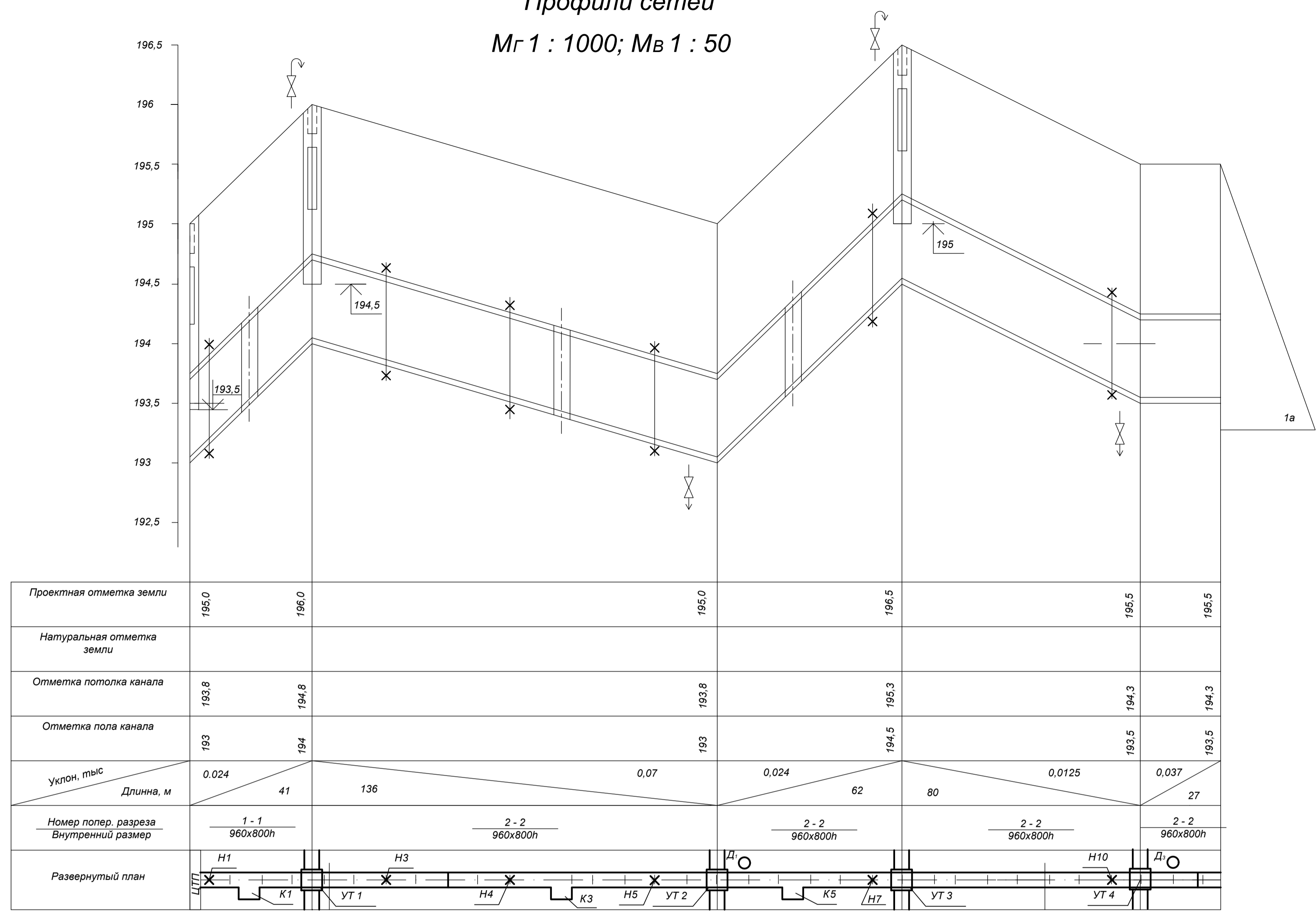
Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
Спецификация оборудования и материалов на расчетном участке ЦТП				
259x5.5 ГОСТ 10704-91	1. Труба стальная электросварная d, 207, м	344	17,15	
45x2.5	2. То же d, 40, м	2	7,4	
38x2.5	3. То же d, 33, м	-	4	
		7	2,2	
57x3 ГОСТ 3262-75*	5. Труба стальная оцинкованная d, 50, м	-	4	
38x2.5	6. То же d, 32, м	-	2,2	
DZT	7. Кран стальной шаровой Р,16, d,80, шт	-	15	
	8. То же d, 50, шт	-	8,95	
	9. То же d, 40, шт	4	5,2	
ГОСТ 17378-77	10. Переход стальной сварной 125x100, шт	2	1	
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
ЗКЧ-46-76	14. Закладная, шт	2		КИП
16-225 П	15. Отборное устройство, шт	2		КИП
ТУ 36.1258-76	16. Манометр 170-16, шт	2		КИП
МПЧ-У				
Установка дренажа в узле УТ 1:				
76x3 ГОСТ 10704-76	17. Дренажная труба, м	9	5,4	
15с 22нж 1	18. Вентиль стальной запорный фланцевый Ру 16, d, 40, шт	2	15	
	19. То же d, 25, шт	4	13	
	20. Бачек для разрыва струи	6		
Строительные конструкции:				
ГОСТ 13579-78	1. Блок фундаментный для стен камеры, шт	38	640	
ФБС 12.4.6-Т				
с.3.006.1-8 В.02 ПТО 150.150.14	2. Плита перекрытия, шт	2	520	
ПТ 75.150.14	3. Плита перекрытия добротная, шт	4	330	
Б4	4. Балка, шт	1	500	
с.3.900.1-14 КО 6	5. Кольцо опорное, шт	2	50	
КС 7.3	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 колодез Д1:				
с.3.900.1-14 ПН 20	12. Плита днища, шт	1	1480	
КС 20.9	13. Кольцо стеновое, шт	2	1480	
КС 7.9	14. То же, шт	3	380	
1 ПП 20-1	15. Плита перекрытия, шт	1	1380	
КО 6	16. Кольцо опорное, шт	1	50	
ГОСТ 3634-89	17. Люк типа Л, шт	1	152	
Бетон В15	18. Отмостка люков, м3	1		

БР - 08.03.01.05 2020 -ТС				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Разраб.	Люблинская	Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярск	Стадия	Лист
Консул.	Целищев		У	2
Руков.	Оленев			4
Н. контр.	Целищев	Узел трубопровода УТ 1. КИП. Спецификация	Каф. ИС3иС	
Зав. каф.	Матюшенко			

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

Профили сетей
Мг 1 : 1000; Мв 1 : 50



Пьезометрический график для отопительного режима
Мг 1 : 1000; Мв 1 : 500

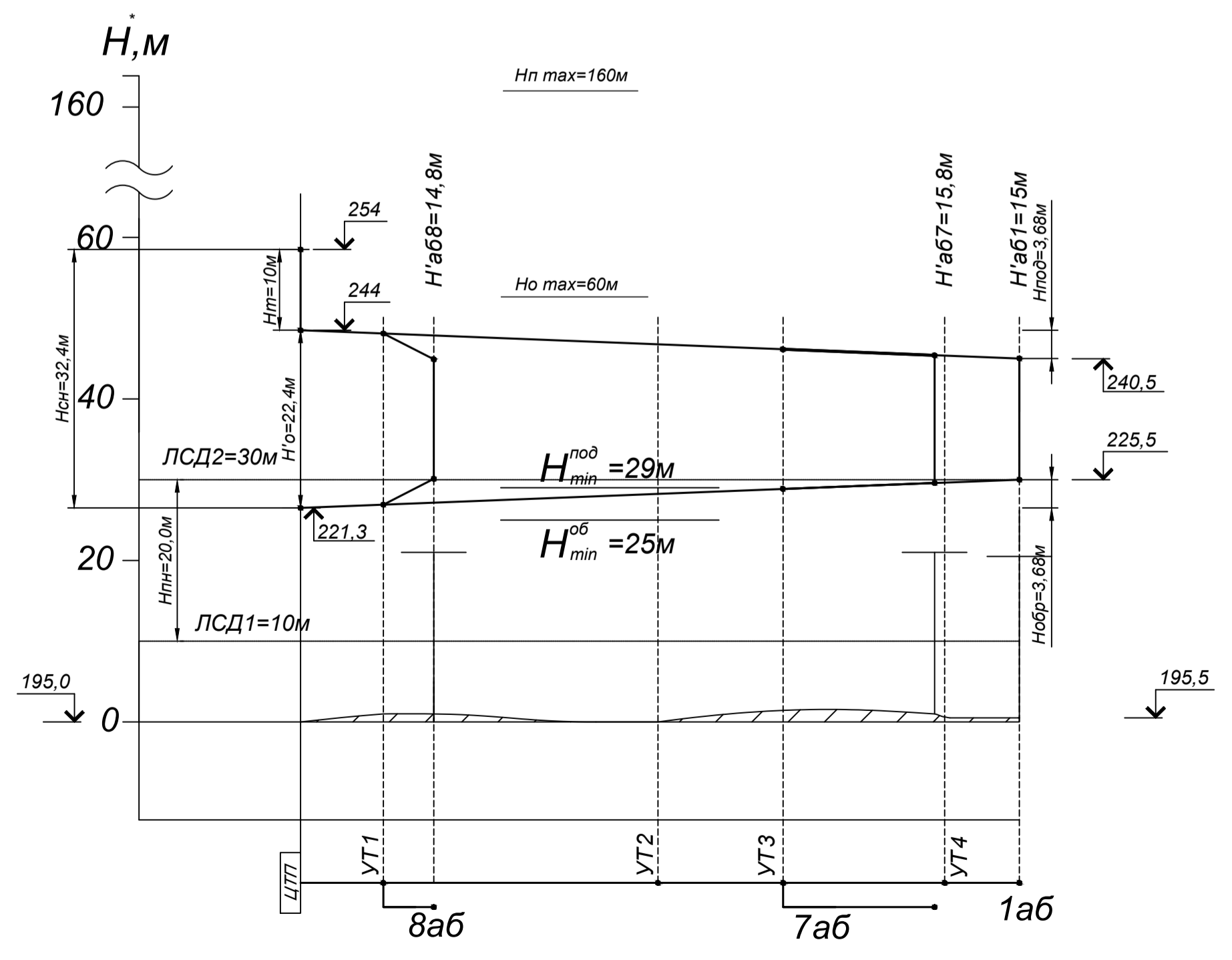


Схема МТП (закрытая)

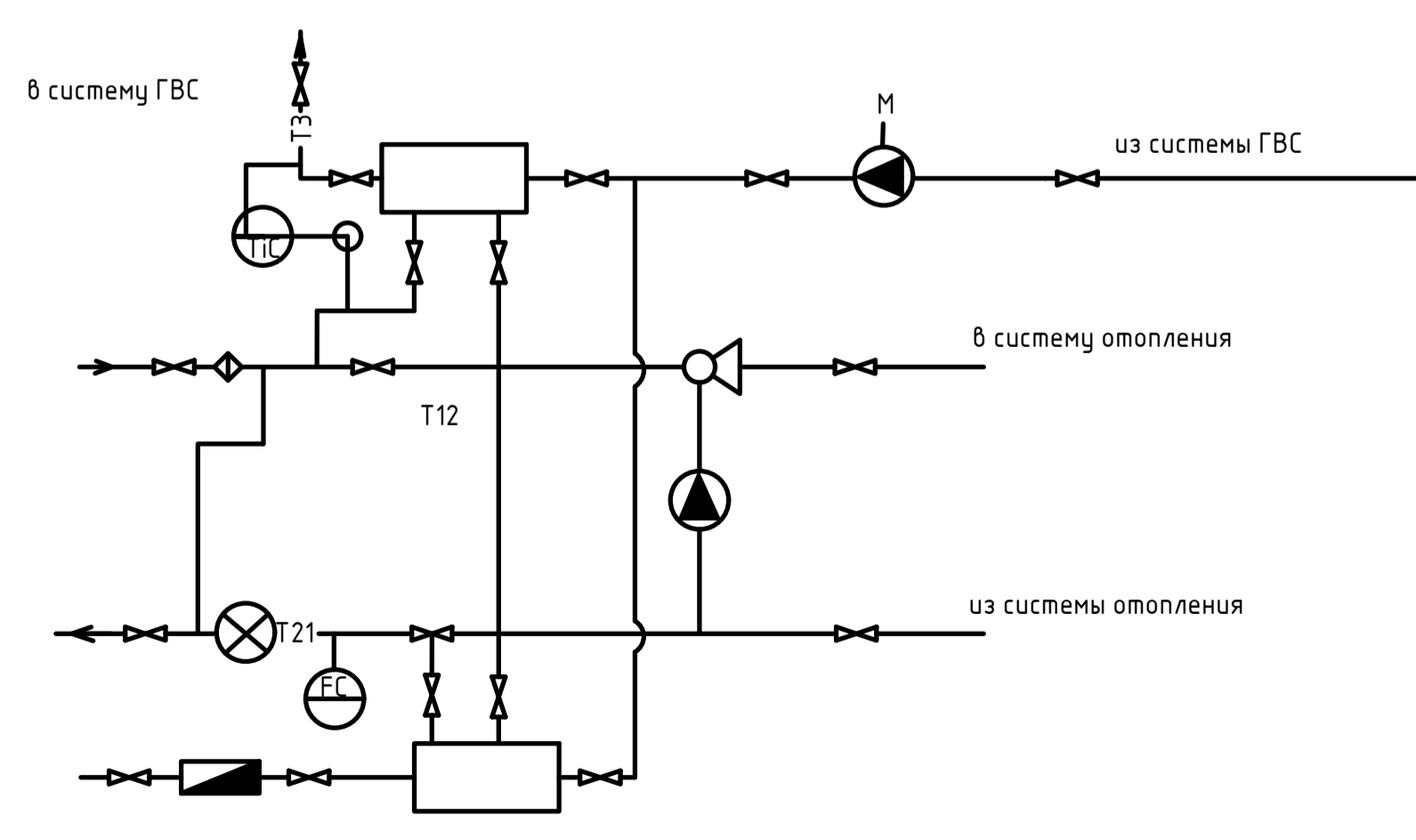
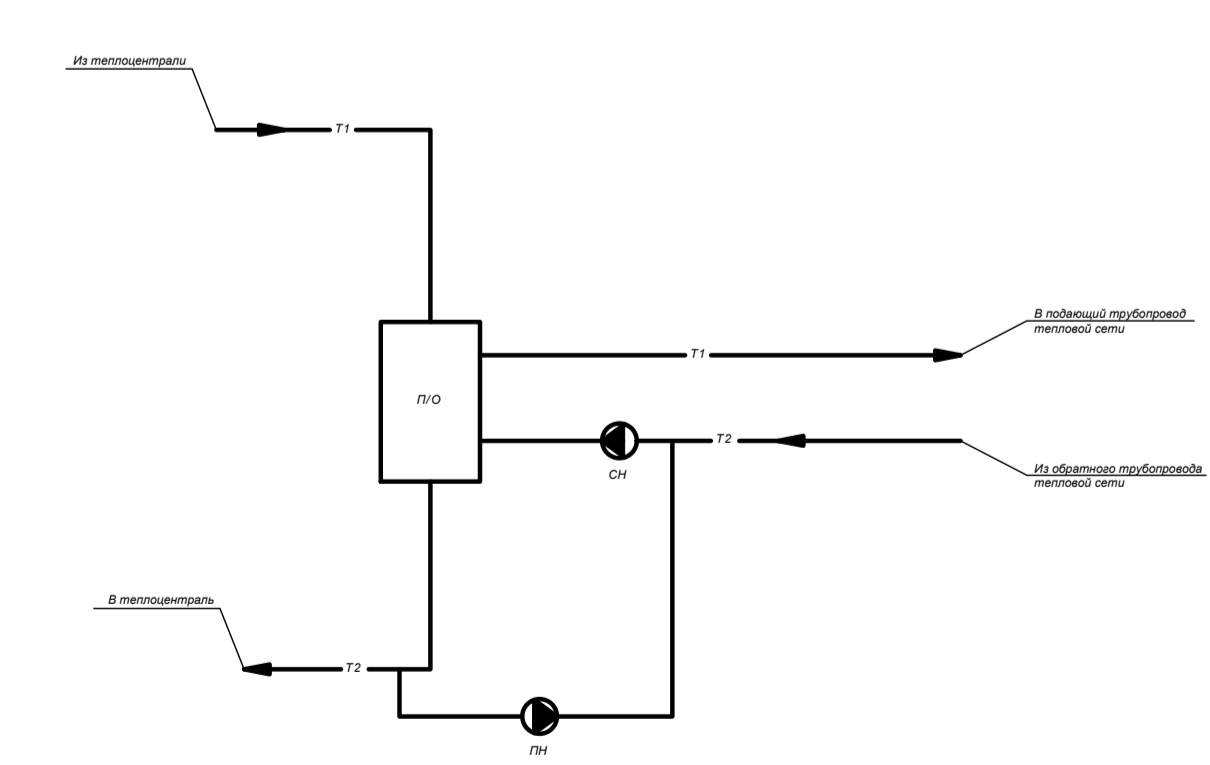
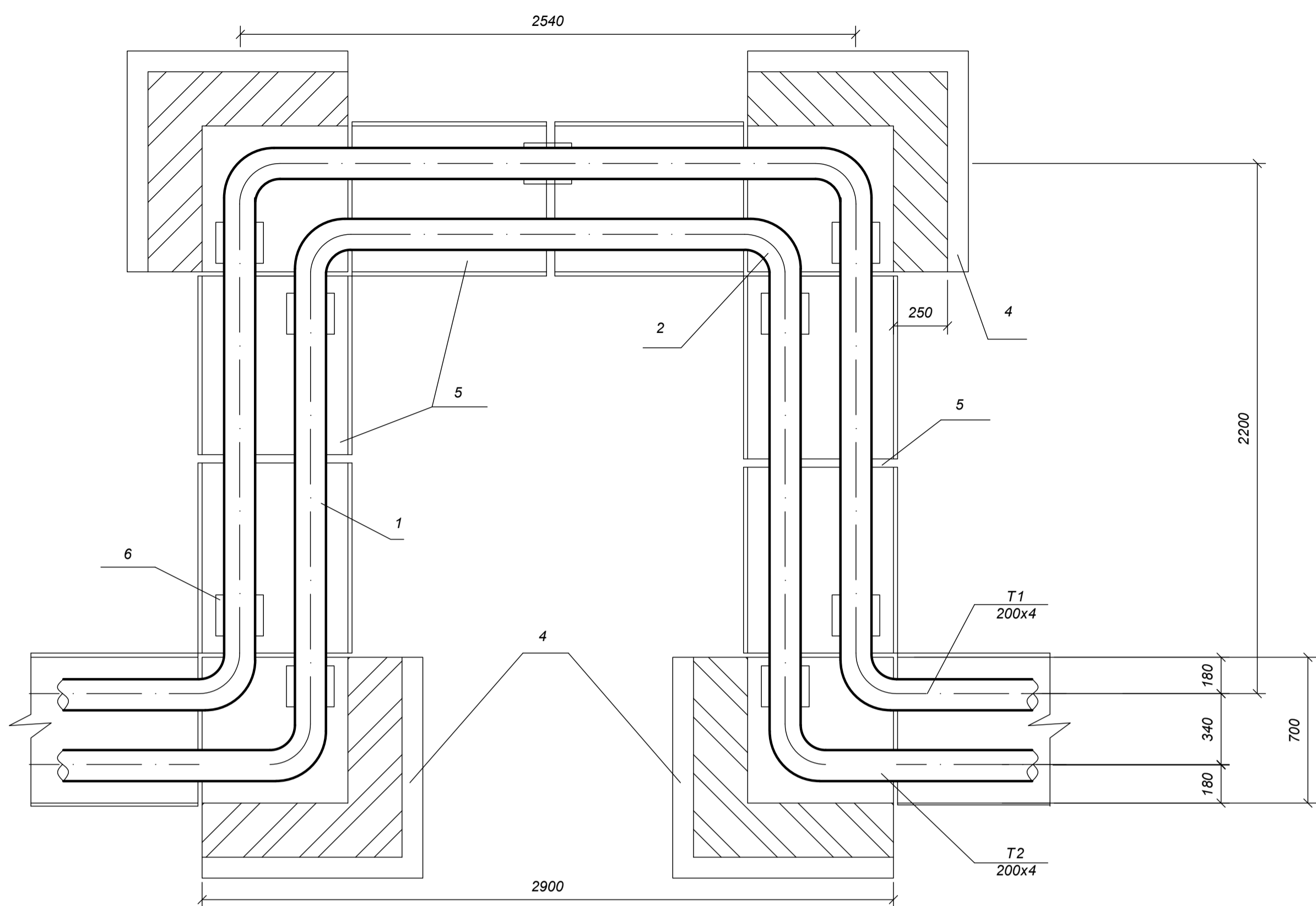


Схема ЦТП



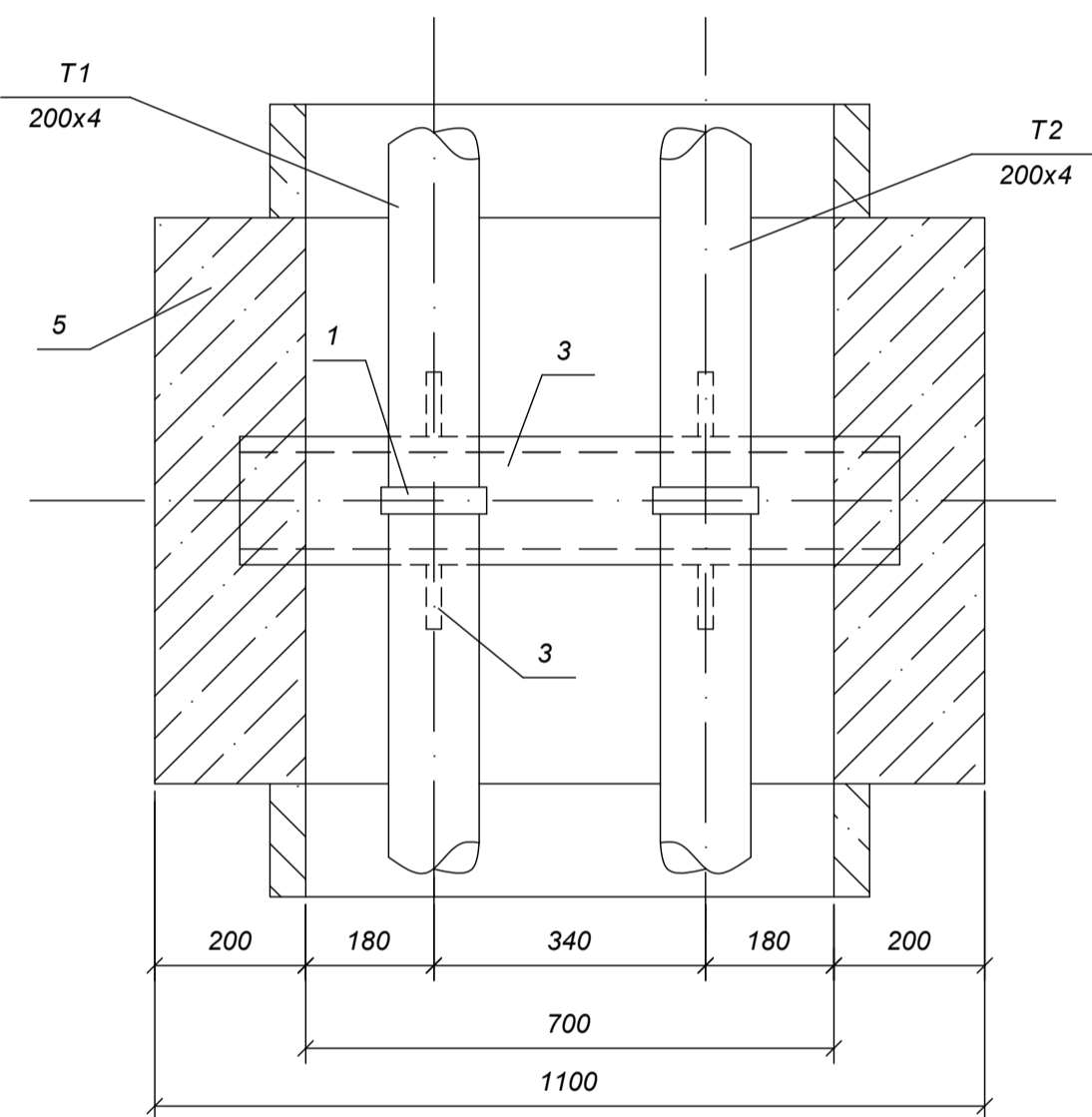
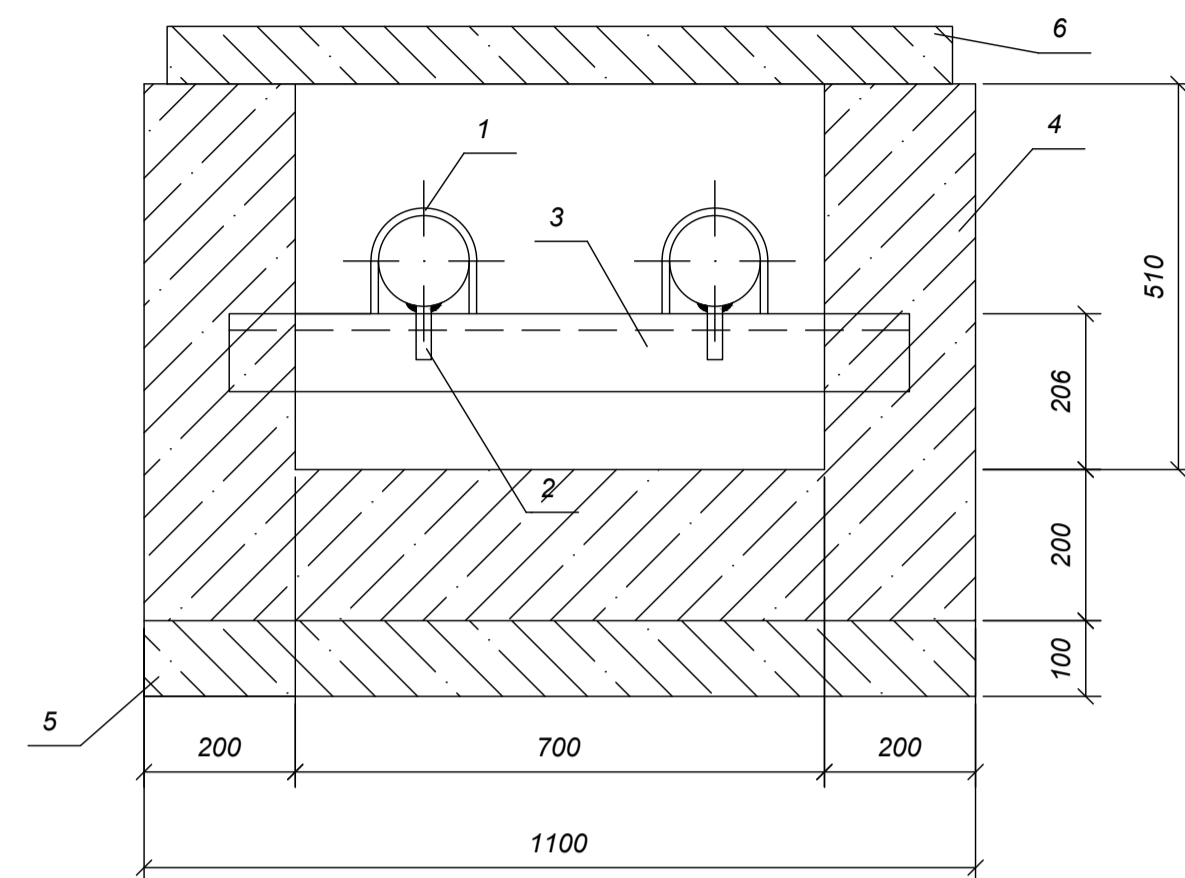
БР - 08.03.01.05 2020 -ТС					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Разраб.	Люблинская	Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярск	Стадия	Лист	Листов
Консул.	Целищев		У	3	4
Руков.	Оленев	Профиль сетей. Пьезометрический график. Схема МТП. Схема ЦТП.	Каф. ИСЗиС		
Н. контр.	Целищев				
Зав. каф.	Матюшенко				

K1; K2; K3



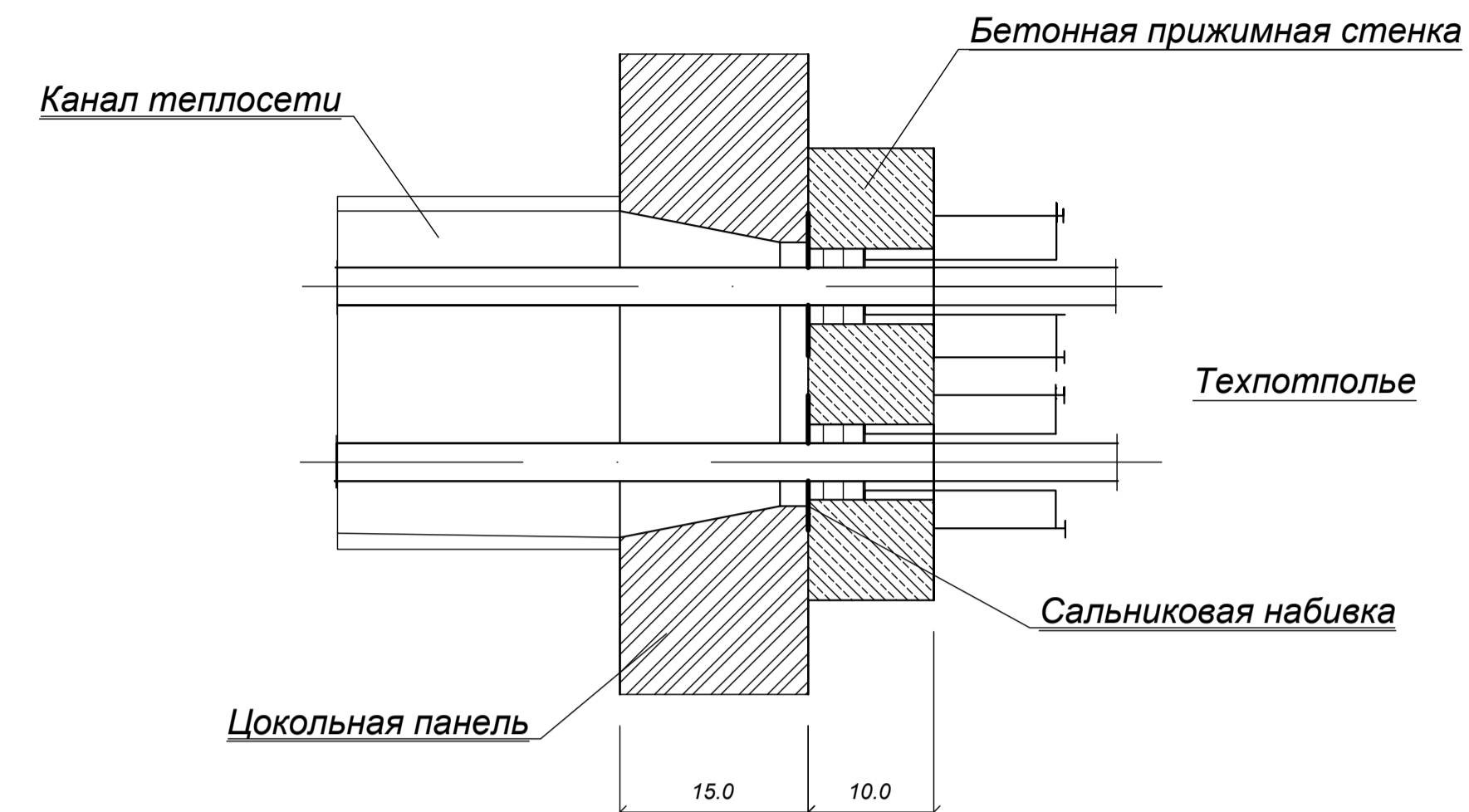
Узел примыкания канала к тепловой сети

Монолитная вставка неподвижной опоры НЗ-Н8



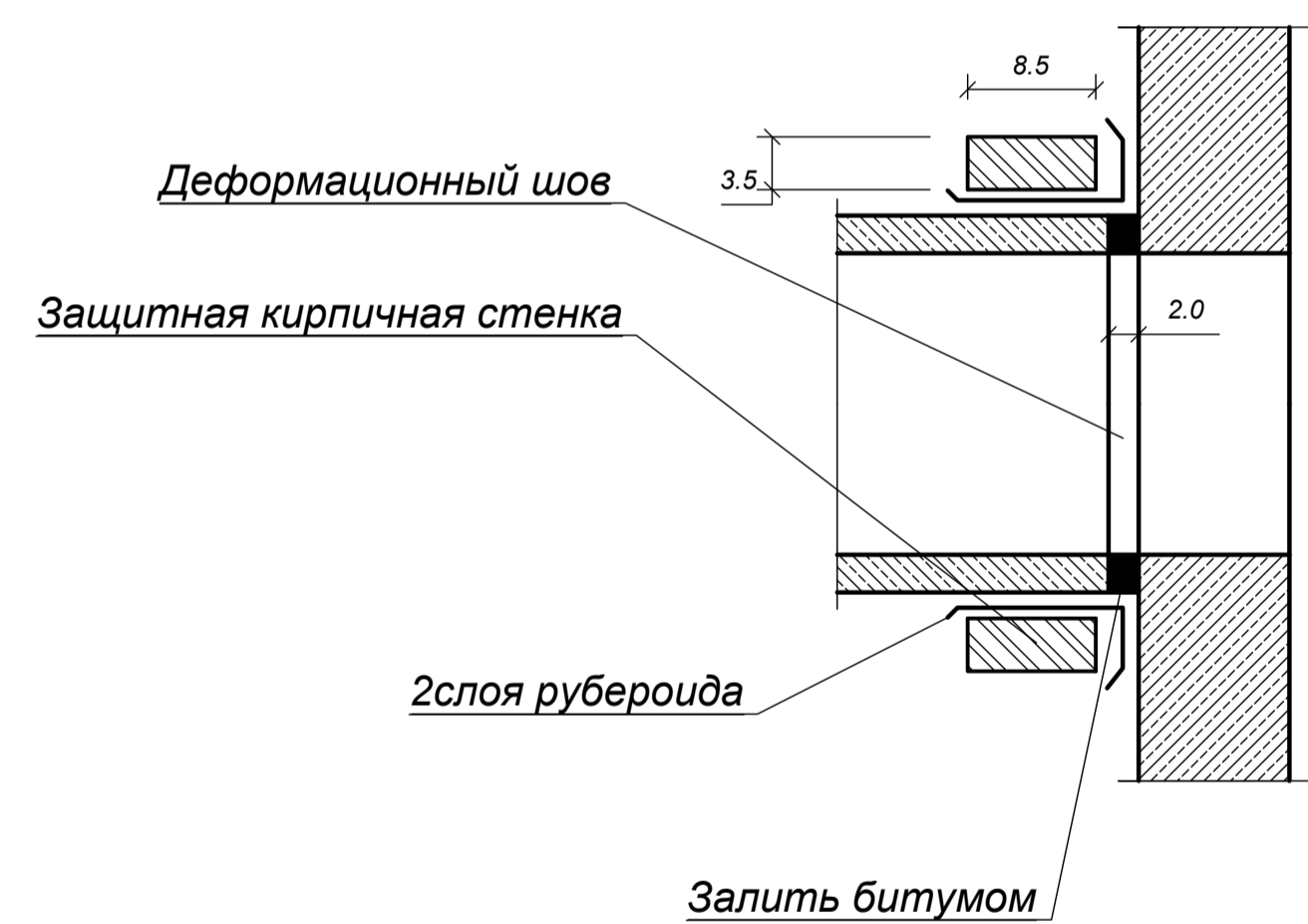
Скользящие опоры 200Т13 (10)

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

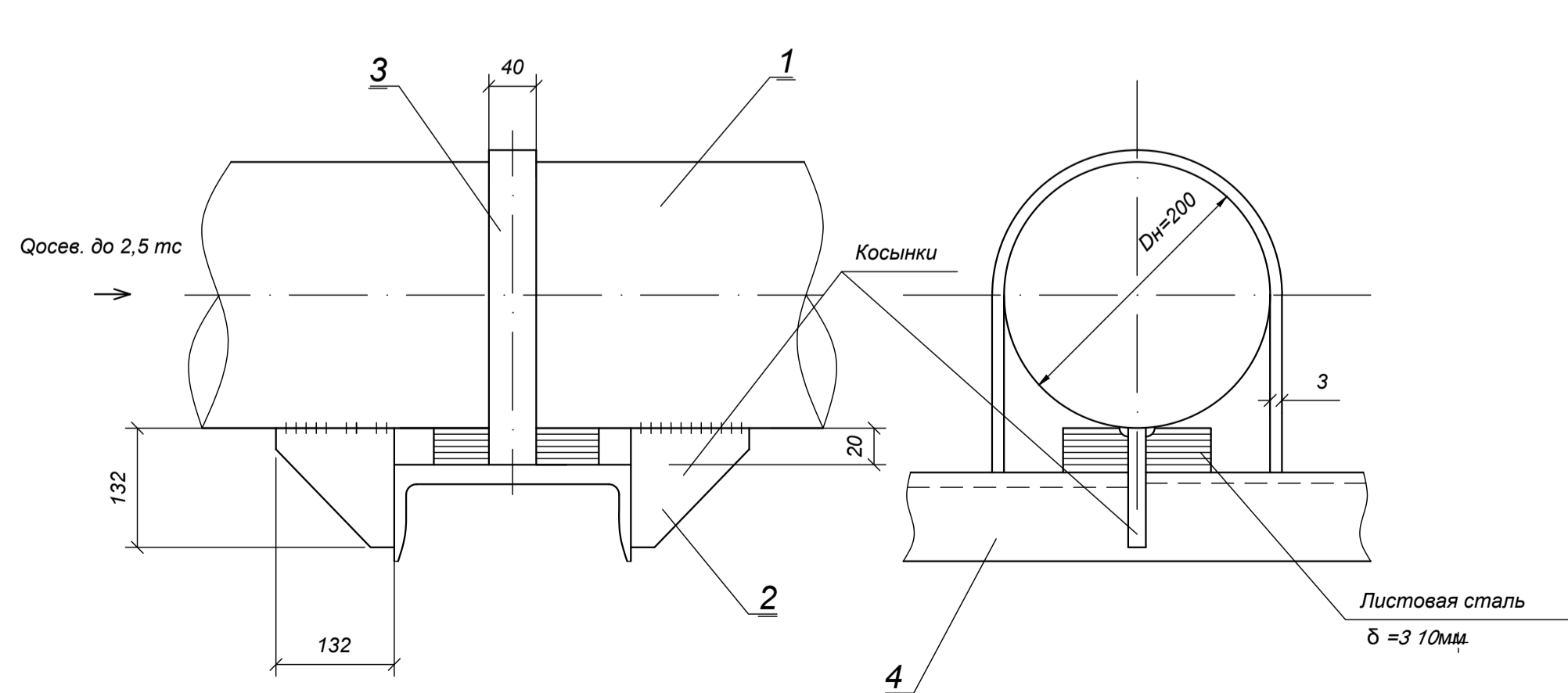


Спецификация

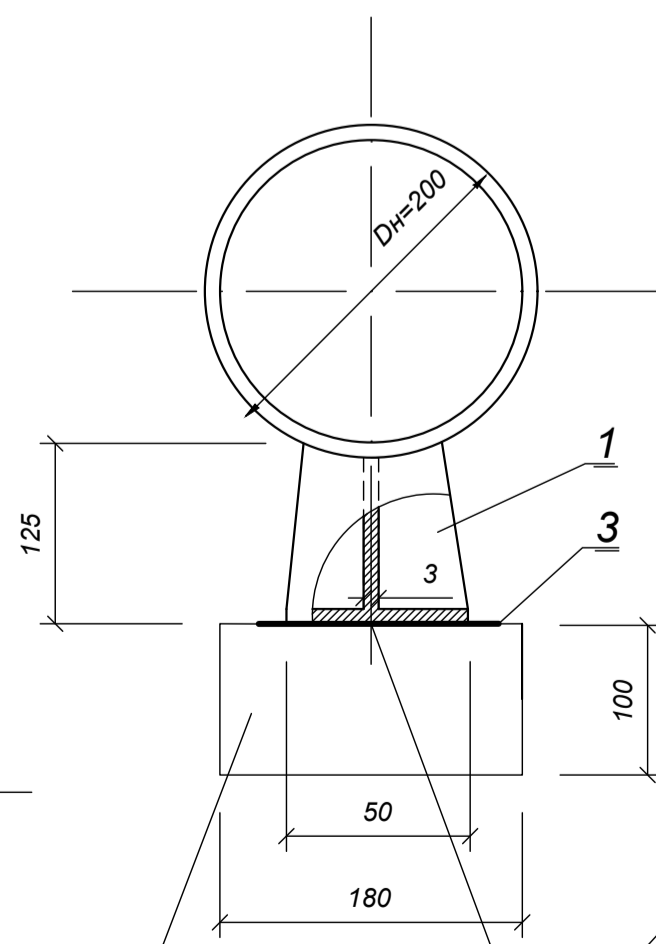
Марка	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
Компенсаторная ниша К1					
	200x4 ГОСТ 10704-91	1. Труба d, 200, м	18	17,15	
	90°200x4 ГОСТ 17375-77	2. Отвод d, 200, шт	8	17,0	
	200Т13.07	3. Скользящая опора, шт	8	2,25	
	Серия 3.006.1-8				
	ПДУ 110.120.12	4. Плита днища, шт	4	390	
	ЛК 75.120.90	5. Лоток доборный, шт	6	280	
	ОП 2	6. Опорная подушка, шт	8	13	
Опора неподвижная хомутовая 200 Т13.07					
	200x4 ГОСТ 10704-91	1. Труба d, 200, м	1	17,15	
	Ст 2 ГОСТ14637-69	2. Упор, шт	2	0,45	
	Ст 2 ГОСТ14637-69	3. Хомут 3x40 мм, м	1		
	ГОСТ 8240-72	4. Балка неподвижной опоры - швеллер №18, шт	1	19,56	
Опора скользящая					
	200 Т13.09	1. Скользящая опора, шт	1	2,25	
	200x4 ГОСТ 10704-91	2. Труба d, 200, м	1	14,26	
	СТ 2 ГОСТ 14637-69	3. Закладная, шт	1		
	Серия 3.006.1-8				
	ОП 2	4. Опорная подушка, шт	2	13	
Газонепроницаемый сальник					
	7219-88/95.1 ИМ	1. Газонепроницаемый сальник			
	Гс 25.....80, шт		2		
	ГОСТ 5152-84Е	2. Сальниковая набивка- кольца			
	АПП	асбеста			
Монолитная вставка неподвижной опоры					
	200 x 4 ГОСТ 10704-96	1. Труба Ду 200, м	1,5	10,26	
	Серия 4.903.10 вып. 4				
	200 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. Подготовка, м³			
	Серия 3.006.1-8	6. Плита перекрытия лотка доборная, шт	0,09		
	ПТ 75.90.10		1	120	



Хомутовая неподвижная опора 200 Т3.09

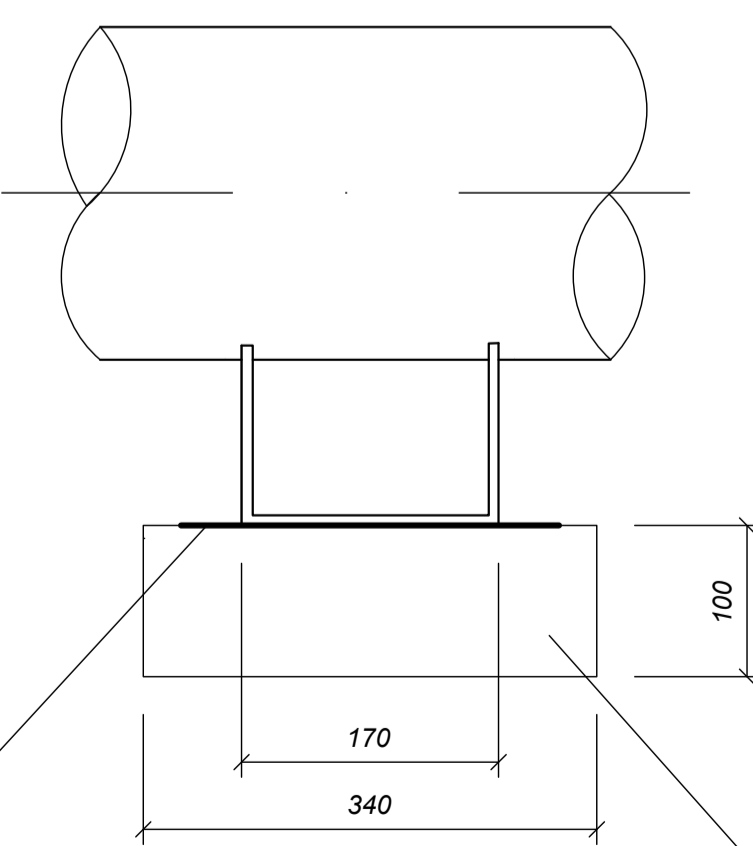


Опорная подушка ОП 2



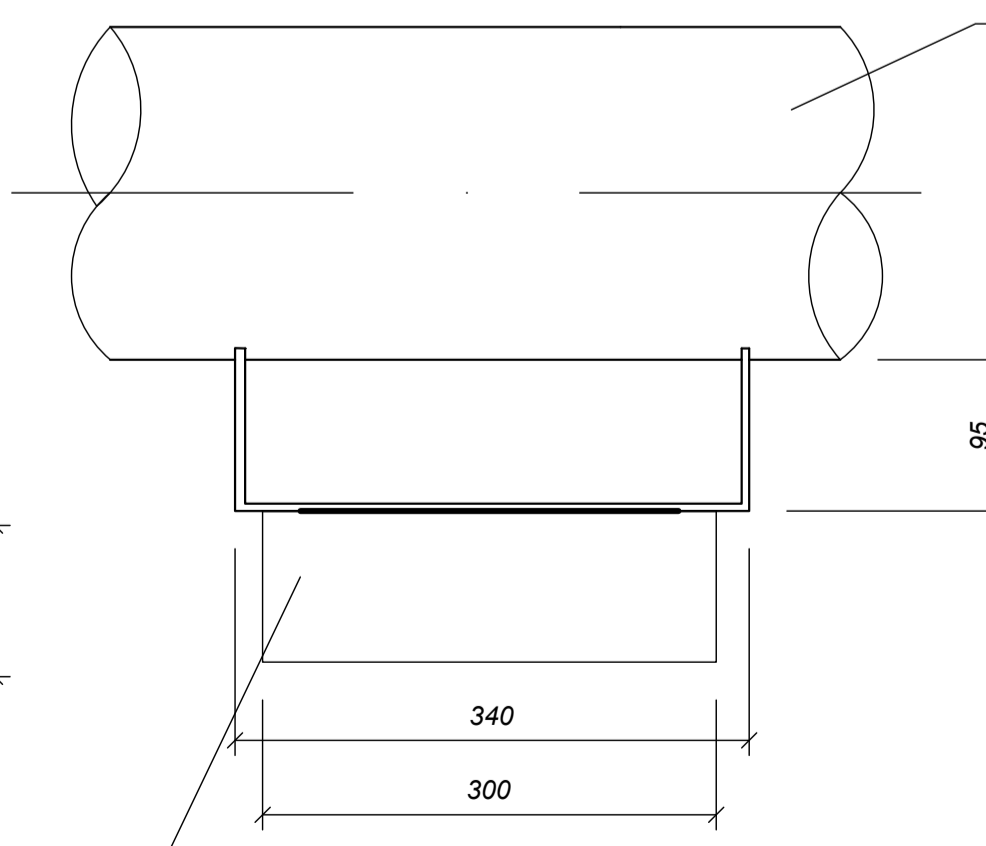
Закладная

200 Т 13. 09 (удл. до 90 мм)



Опорная подушка ОП 2

200Т 14. 09 (удл. до 260 мм)



БР - 08.03.01.05 2020 -ТС					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Разраб.	Люблинская			Стадия	Лист
Консул.	Целищев			У	4
Руков.	Оленев				
Н. контр.	Целищев				
Зав. каф.	Матюшенко				
Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярск				Каф. ИС3иС	
Компенсаторная ниша К1. Вставка опоры Н1. Опоры. Сальник. Спецификация					

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

« 23 » 06 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

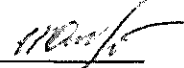
08.03.01.05 Теплогазоснабжение и вентиляция

код и наименование специализации

Сети теплоснабжения микрорайона в г. Красноярске

тема

Руководитель


подпись, дата

к.т.н. доцент
должность, ученая степень

И.Б. Оленев
инициалы, фамилия


Выпускник

18.06.2020
подпись, дата

П.А.Люблинская
инициалы, фамилия

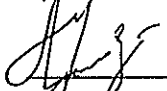
Консультанты:

ТВИС
наименование раздела


подпись, дата

А.В. Целищев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

А.В. Целищев
инициалы, фамилия

Красноярск 2020