

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.05 Теплогазоснабжение и вентиляция
код и наименование специализации

Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске
тема

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

Выпускник _____ Ю.В. Савченко
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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске» содержит 74 страницы текстового документа, 28 иллюстрации, 8 таблиц, 67 формул, 12 использованных источников и 4 листа 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 нашей стране очень актуальна.

Задачи ВКР:

- анализ способов регулирования отпуска теплоты;
- разработать трассу теплосети жилого микрорайона г. Красноярска;
- рассчитать расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и ГВС;
- 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.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 Технологический раздел | 6 |
| 1.1 Исходные данные для проектирования | 6 |
| 1.2 Параметры системы теплоснабжения | 7 |
| 1.3 Ведомость тепловых нагрузок..... | 8 |
| 1.4 Способы регулирования отпуска теплоты..... | 10 |
| 1.5 Расчетная схема тепловой сети | 11 |
| 1.6 Определение расходов теплоносителя..... | 13 |
| 1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети | 16 |
| 1.7.1 Гидравлический расчет трубопроводов водяной теплосети в расчетном (зимнем) режиме | 17 |
| 1.7.2 Гидравлический расчет трубопроводов водяной теплосети для неотапительного периода (летний режим) | 20 |
| 1.8 Расчет гидравлических режимов теплосети | 24 |
| 1.8.1 Расчет пьезометрического графика зимнего расчетного режима | 26 |
| 1.8.2 Расчет пьезометрического графика неотапительного периода (летнего режима)..... | 27 |
| 1.9 Подбор насосов | 27 |
| 1.9.1 Подбор сетевого насоса в отопительный период | 28 |
| 1.9.2 Подбор сетевого насоса в неотапительный период | 28 |
| 1.9.3 Подбор подпиточного насоса | 29 |
| 1.10 Подбор оборудования тепловых сетей | 30 |
| 1.11 Определение числа П - образных компенсаторов на расчетном участке и расстановка неподвижных опор..... | 34 |
| 1.12 Определение размеров П-образного компенсатора и длины компенсаторной ниши | 35 |
| 1.13 Определение размеров тепловой камеры | 39 |
| 1.14 Определение размеров тепловой камеры | 40 |
| 1.15 Теплоизоляция трубопроводов теплосети | 44 |
| 1.16 Профили сетей..... | 45 |
| 1.17 Виды коррозии на сетях..... | 46 |
| 1.18 Строительные конструкции тепловой сети | 47 |
| 1.18.1 Каналы | 47 |
| 1.18.2 Углы поворота каналов | 49 |
| 1.18.3 Ниши П-образных компенсаторов | 49 |
| 1.18.4 Тепловые камеры..... | 50 |
| 1.18.5 Сливные колодцы | 51 |
| 1.19 Мероприятия по энергосбережению в ВКР..... | 51 |
| 2 Технология возведения инженерных сетей | 53 |
| 2.1 Земляные работы..... | 53 |
| 2.1.1 Объем грунта под канал..... | 53 |
| 2.1.2 Объем грунта под ниши компенсаторов | 54 |

| | |
|---|----|
| 2.1.3 Объем грунта под камеры..... | 55 |
| 2.1.4 Объем грунта под колодцы..... | 57 |
| 2.2 Конструкция наружных сетей теплоснабжения..... | 59 |
| 2.3 Подготовительные работы..... | 59 |
| 2.4 Методы монтажа и последовательность производства строительно-монтажных работ (СМР)..... | 60 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ..... | 68 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 69 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 70 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... | 71 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В..... | 73 |

ВВЕДЕНИЕ

Представленная к защите выпускная квалификационная работа на тему «Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске» выполнена согласно заданию на дипломное проектирование. Работа выполнена с соблюдением правил и норм проектирования с применением серийных конструкций тепловых сетей. Выпускная квалификационная работа является учебной.

Результаты гидравлического расчета используется для построения пьезометрического графика, выбора схем абонентских видов, подбора насосов, определения стоимости тепловых сетей.

Цель выпускной квалификационной работы – дать необходимые сведения и методику по выбору основного оборудования наружных сетей централизованного теплоснабжения при подземной прокладке трубопроводов водяных тепловых сетей в непроходных каналах с компенсацией температурных удлинений трубопроводов за счет П-образных компенсаторов (трубопроводов, запорной и дренажной арматуры, антикоррозийного и теплоизоляционного покрытий, опор трубопроводов, контрольно-измерительных приборов), а также строительных конструкций (лотковых элементов, углов поворота трасс, компенсаторных ниш, неподвижных опор и конструкций тепловых камер).

При написании выпускной квалификационной работы использовались общие принципы оформления проекта, организации защиты и примерном составе, которые изложены в [1,2].

1 Технологический раздел

1.1 Исходные данные для проектирования

Выпускная квалификационная работа выполнена, основываясь на начальных проектных данных, представленных ниже:

Место проведения строительства – г. Красноярск.

Расчетная температура воздуха для проектирования отопления минус 37°С.

Средняя температура воздуха в отопительный период минус 7,2° С.

Продолжительность отопительного сезона = 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.

Форма рельефа в зоне проведения строительства тепловых сетей микрорайона спокойная с максимальным 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.

Потребителем тепла является котельная, которая снабжает теплом весь микрорайон.

Виды потребления тепла микрорайона: отопление, вентиляция, ГВС.

Потребление тепла на вентиляцию и отопление стабильно в течение суток, но обуславливается температурой наружного воздуха. ГВС по дням потребляется неравномерно, при независимости от факторов климата.

Высотность застроек варьируется от 3 до 12 этажей.

Топографические условия местного ландшафта показаны на плане микрорайона. Тепловые нагрузки (МВт, тепловые потоки) на ГВС, отопление, и вентиляцию представлены в ведомость тепловых нагрузок.

Источник тепла - теплосеть от районной отопительной котельной. Параметры теплоносителя (130° С / 70° С).

Потери напора системы отопления зданий с элеватором принимаем равным 20 м ($\Delta N_{аб}$). Статический напор магистральной теплосети до центрального теплового пункта (ЦТП) равен 30 м.

Располагаемый напор (ΔH) магистральной теплосети в месте расположения ЦТП равен 15 м.

Гарантированный напор холодной воды в МТП равен 10 м.

Расположение существующих в настоящее время подземных инженерных сооружений в учебной ВКР не учитываем.

Объект проектирования снабжен энергоресурсами (канализацией, водо- и теплоснабжением, электроснабжением). Существуют современные, развитые транспортные пути и своя материально-техническая база.

1.2 Параметры системы теплоснабжения

Источником тепла для микрорайона служит магистральная теплосеть с параметрами теплоносителя $130^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ берущая начало от районной отопительной котельной, расположенной на значительном расстоянии от микрорайона. Распределительные теплосети микрорайона проходят через общий водяной подогреватель отопления к магистральным сетям через ЦТП.

Обоснованием выбранной схемы подключения является:

- а) удаленность котельной;
- б) низкий располагаемый напор в сети магистрали на вводе в микрорайон;
- в) имеется соответствие гидравлического режима существующей теплосети и проектируемой теплосети микрорайона;
- г) невозможность обеспечения требуемого качества воды.
- д) требования надежности, гидравлической устойчивости, эффективности и экономичности проектируемой системы теплоснабжения;

Система теплоснабжения данного микрорайона централизованная. Элементы централизованной системы (рисунок 1): магистральные тепловые сети, распределительные тепловые сети, источник тепла (котельная), ЦТП, системы теплоснабжения зданий (отопления, вентиляция и ГВС), местные тепловые пункты абонентов (МТП).

Количество трубопроводов в проектируемой сети – два (T_1 и T_2). Параметры теплоносителя (перегретая вода) в проектируемой сети микрорайона: расчетная температура в подающем трубопроводе $\tau_1' = 130^{\circ}\text{C}$; температура в обратном трубопроводе $\tau_2' = 70^{\circ}\text{C}$.

Система теплоснабжения микрорайона (рисунок 2) по способу подачи воды на ГВС – закрытая.

В подогревателях холодная водопроводная вода нагревается от воды теплосети в диапазоне от 5 до 60°C .

Присоединение систем отопления в МТП (местных тепловых пунктах) всех зданий микрорайона необходимо осуществлять при учете гидравлического режима работы тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика изменения температуры теплоносителя в зависимости от изменений температуры наружного воздуха.

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

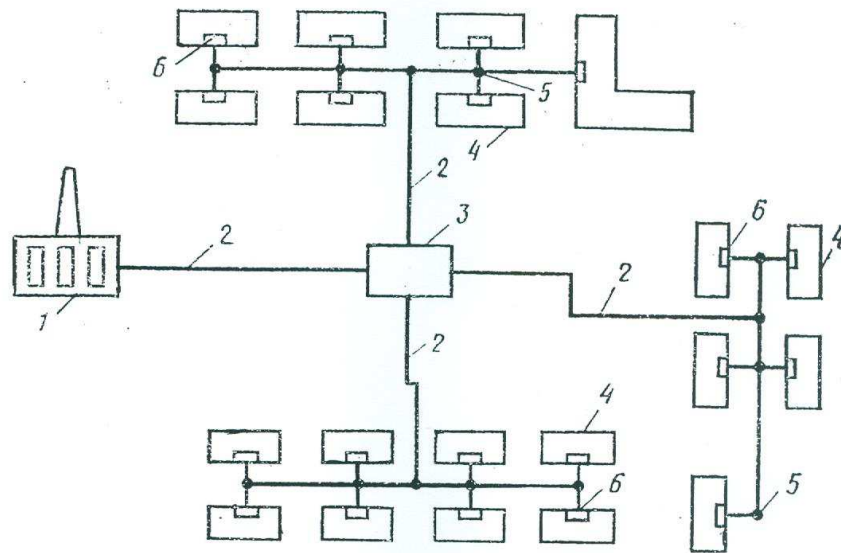
В ВКР предусматривается подпитка и наполнение тепловых сетей микрорайона водой с теплотрассы через обратную магистраль в ЦТП т.к. давление в обратном трубопроводе магистрали является достаточным для того, чтобы заполнить местные системы отопления зданий. Напор, имеющийся в точке врезки проектируемой тепловой сети в магистраль обязан создавать в системе теплоснабжения циркуляцию теплоносителя без оснащения сетей циркуляционным насосом.

Помимо закрытой схемы снабжения горячей водой потребителей ГВС принятой в ВКР, имеется и открытая система с забором воды для ГВС из трубопроводов теплосети непосредственно через регулятор смещения сетевой воды (в МТП зданий из обратного или подающего трубопроводов).

1.3 Ведомость тепловых нагрузок

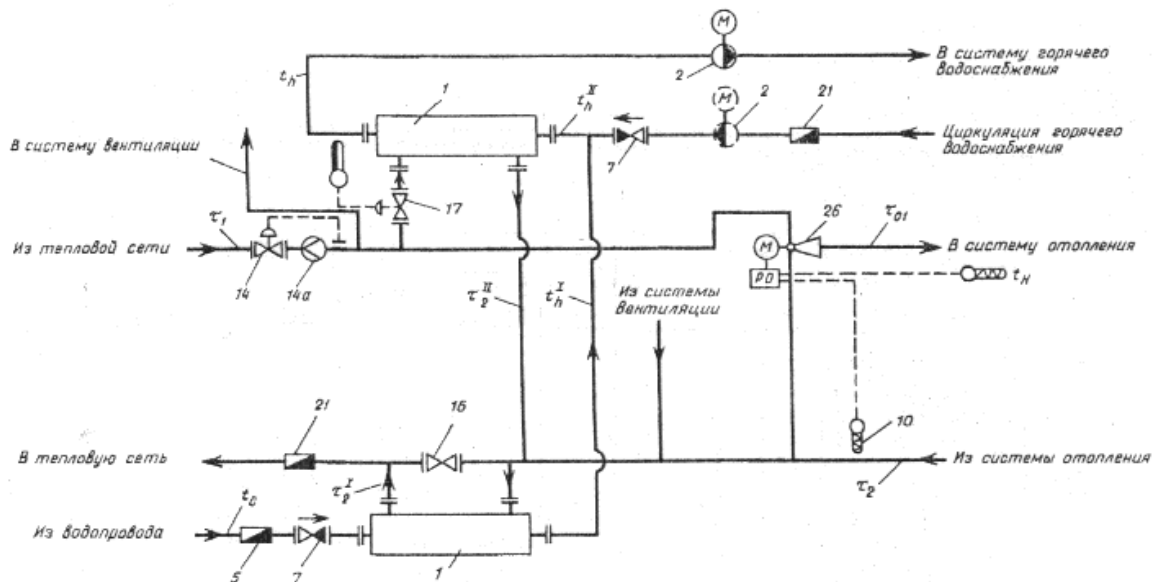
Тепловая нагрузка – это расчетный тепловой поток, МВт. В жилом микрорайоне имеются данные виды потребления тепла: вентиляция, отопление, и ГВС.

Тепловые нагрузки можно рассчитать по укрупненным показателям, принять по типовым проектам, или выполнить проект здания.



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

Рисунок 1 – Элементы централизованной системы теплоснабжения



1) водонагреватель ГВС, 2) повысительный циркуляционный насос ГВС (пунктиром - циркуляционный насос), 3) регулирующий клапан с электроприводом, 4) регулятор перепада давлений (прямого действия), 5) водомер холодной воды, 6) регулятор подачи теплоты на отопление, ГВС и ограничения максимального расхода сетевой воды на ввод 7) обратный клапан, 8) корректирующий подмешивающий насос, 9) теплосчетчик, 10) датчик температуры, 11) датчик расхода воды, 12) сигнал ограничения максимально допустимого расхода воды из тепловой сети на ввод, 13) датчик давления воды в трубопроводе, 14) регулятор ограничения максимально допустимого расхода воды на ввод (прямого действия), 14а) датчик расхода воды (камерная диафрагма), 15) регулятор подачи теплоты на отопление, 16) задвижка 17) регулятор подачи теплоты на ГВС (прямого действия), 18) сигнал включения насоса при закрытии клапана К-2; 18) регулятор перепада давлений (электронный), 20) водонагреватель отопления, 21) водомер горячей воды, 22) насос подпитки отопления, 23) регулятор подпитки, 24) предохранительный клапан, 25) циркуляционный насос отопления, 26) водоструйный элеватор.

Рисунок 2 – Схема МТП

В ВКР тепловые нагрузки взяты на основе типовых проектов зданий. Нагрузки включены в состав задания на проектирование теплосетей и сведены в таблицу 1.

Таблица 1-Ведомость тепловых нагрузок микрорайона

| Поз. | Наименование потребителя | Расчетный тепловой поток, МВт | | | |
|------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| | | отопление $Q_{отmax}$ | вентиляция $Q_{вmax}$ | ГВС Q_{hmax} | всего Q_{Σ} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Жилой дом на 90 кв-р. | 0,618 | 0 | 0,484 | 1,102 |
| 2 | Жилой дом на 90 кв-р. | 0,618 | 0 | 0,484 | 1,102 |
| 3 | Жилой дом на 250 кв-р. | 1,5 | 0 | 1,44 | 2,94 |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|-------|------|-------|-------|
| 4 | Магазин | 0,22 | 0,18 | 0,1 | 0,5 |
| 5 | Жилой дом на 90 кв. | 0,618 | 0 | 0,484 | 1,102 |
| 6 | Жилой дом на 90 кв-р. | 0,618 | 0 | 0,484 | 1,102 |
| 7 | Жилой дом на 115 кв-р, с предприятием бытового обслуживания | 0,786 | 0,4 | 0,632 | 1,818 |
| 8 | Жилой дом на 250 кв-р | 1,5 | 0 | 1,44 | 2,94 |
| | ИТОГО: | 6,478 | 0,58 | 5,548 | 12,61 |

1.4 Способы регулирования отпуска теплоты

Режимы потребления тепла варьируются разными абонентами. Тепловая нагрузка на отопление меняется исходя из температуры наружного воздуха, и почти не изменяется в течение суток.

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

Требуется искусственное регулирование параметров или расхода теплоносителя в зависимости от фактической потребности абонентов.

Такие корректировки повышают экономичность и качество теплоснабжения.

Исходя из места, где происходит регулировка, различают: групповое, местное, центральное и индивидуальное регулирование.

Центральное регулирование осуществляют на ТЭЦ или в котельной по величине нагрузки (отопление) или по суммарной нагрузке (отопление плюс ГВС).

Групповое - в ЦТП для группы однородных потребителей.

Местное - имеется на МТП для дополнительных изменений параметров теплоносителя, учитывая местные факторы.

Индивидуальное - применяется на теплоиспользующем оборудовании, дополняет другие виды регулирования.

По способу регулирования – автоматическое и ручное.

Методы регулирования:

а) качественное (изменяется температура теплоносителя при постоянном расходе);

б) количественное (изменяется расход 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

До того, как будет выполнен гидравлический расчет трубопроводов необходимо выполнить расчетную схему теплосетей без масштаба с указанием исходной точки (ЦТП), расчетных участков трубопроводов и схему сетей здания (абоненты). У последней должен быть номер и величины весовых расчетных расходов теплоносителя с учетом ведомости весовых расходов.

Нумерация расчетных участков, начинается с ЦТП, указывается расположение запорной арматуры, компенсаторов, неподвижных опор и длина участка. При гидравлическом расчете трубопроводов уточняется количество неподвижных опор и П-образных компенсаторов. Затем элементы теплосети нумеруют на монтажной схеме. Данный расчет происходит в процессе определения эквивалентных длин местных сопротивлений на расчетных участках.

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

- а) на трубопроводах выводов тепловых сетей от источников теплоты;
- б) в узлах ответвления от магистрали на трубопроводах с $D_y > 100\text{мм}$;
- в) в узлах ответвлений к отдельным зданиям, независимо от диаметра.

Расчетную схему разрабатывают, основываясь на проекте трассы тепловой сети, которую в первую очередь следует разместить на плане жилого микрорайона, имеющегося в составе исходных данных.

Выбор трассы совмещают с выбором способа прокладки теплопроводов.

Теплосети в независимости от системы теплоснабжения и способа прокладки, не проходят по территории свалок, кладбищ, скотомогильников, мест захоронения радиоактивных отходов, земледельческих орошаемых полей и др. опасных участков, которые могут представлять опасность радиоактивного, биологического и химического загрязнения.

Для теплосетей в населенных пунктах должна быть предусмотрена, подземная прокладка: бесканальная, в каналах или в городских тоннелях совмещенно с несколькими инженерными сетями. Также при обосновании возможна надземная прокладка за исключением территорий детских и лечебных учреждений.

Допускается сооружать подземную прокладку теплосетей совместно с другими инженерными сетями:

- а) в городских тоннелях с трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 Мпа, в тоннелях, где проходят кабели связи, водопроводы \varnothing до 500мм, силовые кабели напряжением до 10 КВ, и совместно с напорной канализацией;
- б) в каналах с трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1,6 Мпа, водопроводами, контрольными кабелями, предназначенными для обслуживания теплосетей, мазутопроводами.

Прокладка теплосетей по территории вне населенных пунктов, должна проектироваться как надземная на низких опорах.

На территории заводов все наружные инженерные сети, за исключением водопровода и канализации, прокладываются на высоких опорах или эстакадах (надземный способ).

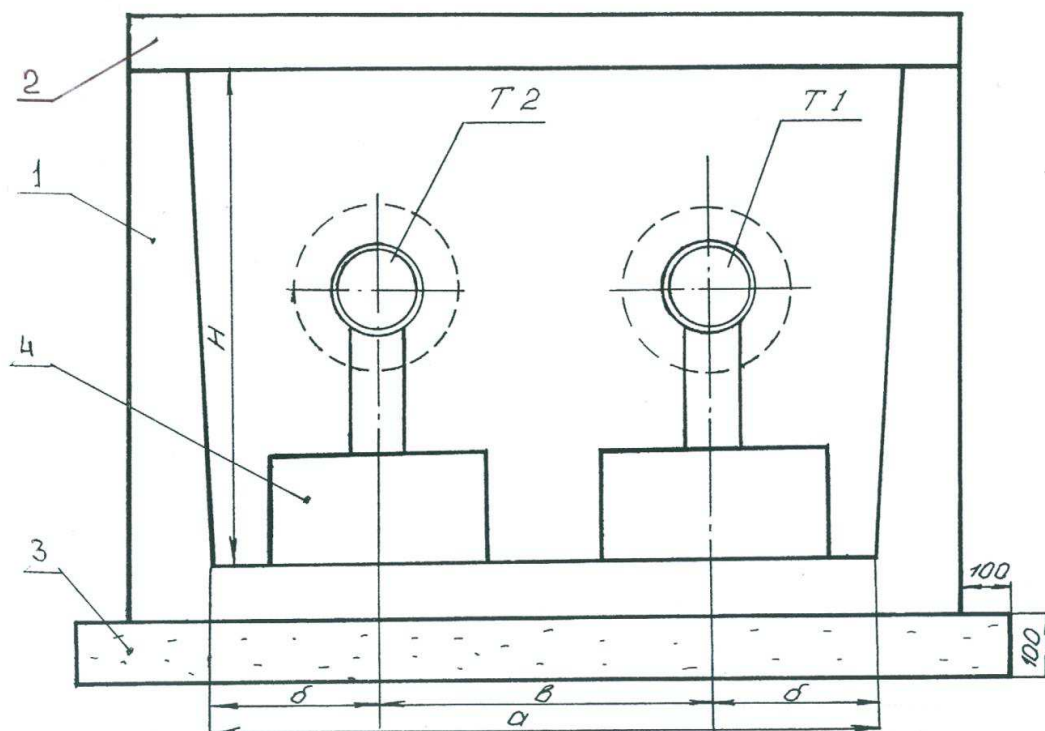
В ВКР теплосети микрорайона располагаются в подземных непроходных каналах из сборных лотковых элементов (рисунок 4).

При проектировании трассы или схемы теплосетей нужно достигать надежности, экономичности, простоте теплоснабжения и минимальной длины трубопроводов.

Для надежности систем теплоснабжения проектируют ЦТП и резервирование сетей для таких важных объектов как больницы, роддома и т.д., что дает возможность обеспечить их теплом при аварии на одном из участков тепловых сетей.

Конфигурацией распределительной теплосети микрорайона является тупиковая радиальная схема теплопроводов.

Преимущество радиальной схемы заключается в простоте и экономичности. Недостатком такой схемы является нарушение теплоснабжения всех абонентов при аварии на одном из участков теплосети.



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

Рисунок 4 – Непроходной канал теплосети

Авария должна быть ликвидирована в течение не более 24 часов, иначе может перемерзнуть местная система отопления зданий.

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

В пределах города и на территории промышленных участков трассу проектируют параллельно проездам или линиям застроек. При недостатке места возможен вариант прокладки сетей в полосе зеленых насаждений (под газонами) или под тротуарами.

Трасса, если возможно, должна быть прямолинейной и проходить в одной стороне застройки или проезда. Пересечения с линиями городского транспорта с инженерными коммуникациями, с оврагами и реками удорожают сети. Пересечение по возможности делают под углом 90° , в редких случаях – не менее 46° . В новых районах массовой застройки и на недостроенных инфраструктурах ось трассы должна пролегать параллельно дорогам или ранее сооруженным подземным инженерным сетям.

Расчетная схема теплосети микрорайона изображена на рисунке 5.

1.6 Определение расходов теплоносителя

Расчетные расходы сетевой воды, необходимо определять для каждого МТП здания. Расход зависит от схем присоединения сетей теплопотребления в тепловом пункте абонента.

Если отсутствует нагрузка на ГВС и при зависимом присоединении систем отопления и вентиляции расчетный расход сетевой воды G_d , кг/ч определяется по формуле:

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

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

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

C – удельная теплоемкость воды, равная $4,19$ КДж/(кг \cdot °С)

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

Если имеется нагрузка горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения, тогда рассчитываем по одноступенчатой схеме с корректировкой расхода теплоты на отопление, но не менее расхода воды, определенного по (1.1) [4].

Расчетный расход сетевой воды G_{ds} , 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_{hmax} – средний поток на горячее водоснабжение, МВт;

Q'_{Vmax} - тепловой поток на вентиляцию в точке излома графика температуры воды при температуре наружного воздуха t'_n , МВт;

Q'_{0max} – тепловой поток на отопление в точке излома графика температуры воды при температуре наружного воздуха t'_n , 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, принимают равной 30°С;

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

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

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

где Q_{0max} – смотрите в формуле (1);

t_g – температура внутреннего воздуха, °С;

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

t_0 – расчетная температура наружного воздуха, °С.

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

где – t_g, t'_n, t_0 – смотрите в формуле (1);

Q_{Vmax} – смотрите в формуле (1).

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

где t_g, t_0 – смотрите в формуле (1).

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

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

где $Q_{0max}, Q_{Vmax}, Q_{hmax}$ – максимальные тепловые потоки (нагрузки) на отопление, вентиляцию и ГВС, Вт;

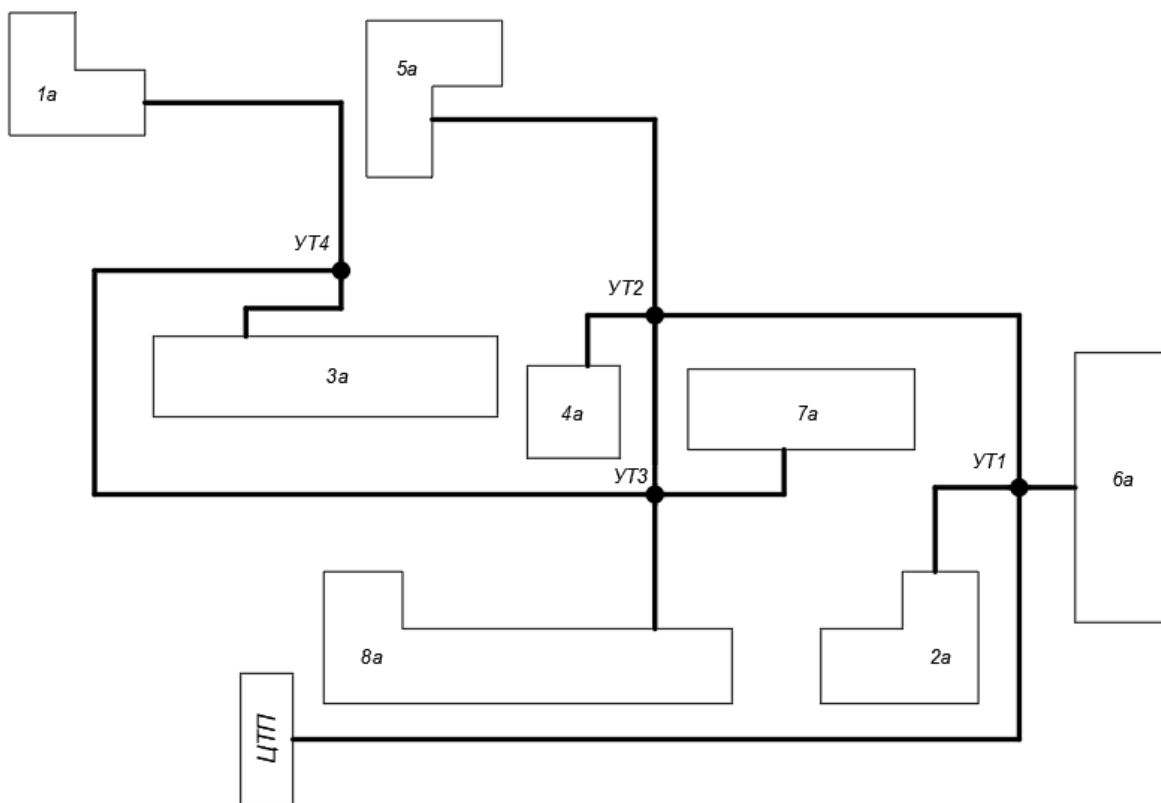


Рисунок 5 – Расчетная схема тепловой сети микрорайона

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

τ_3' - температура сетевой воды после параллельно включенного подогревателя ГВС в точке излома графика температур воды, принимают равной 30°C ;

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

τ_2 - расчетная температура сетевой воды в обратном трубопроводе, равная 70°C ;

C - теплоемкость воды, равная $4,19 \text{ КДж/кг.гр.}$

Совокупные расчетные расходы сетевой воды, кг/ч, в двухтрубных теплосетях 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 гаража приведены в таблице 3.

В ВКР представлен гидравлический расчет трубопроводов в расчетном зимнем режиме (таблица 4) и летнем режиме (таблица 6).

Совокупность расчетных расходов теплоносителя в зимнем режиме рассчитываем по (6). Летом определяем только расход на ГВС.

Таблица 3 - Ведомость весовых нагрузок теплоносителя микрорайона

| № Поз. | Наименование потребителя | $G_{\text{нм}}$, кг/с | $G_{\text{нmax}}$, кг/с | $G_{\text{дс}}$, кг/с |
|--------|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | Жилой дом 9 этажей, 90 кв-р. | 2,53 | 0,98 | 0,78 |
| 2 | Жилой дом 12 этажей, 90 кв-р. | 2,53 | 0,98 | 0,78 |
| 3 | Жилой дом 9 этажей, 250 кв-р. | 7,53 | 2,91 | 2,33 |
| 4 | Магазин 3 этажа. | 0,52 | 0,20 | 0,16 |
| 5 | Жилой дом 9 этажей, 90 кв-р. | 2,53 | 0,98 | 0,78 |
| 6 | Жилой дом 12 этажей, 90 кв-р. | 2,53 | 0,98 | 0,78 |
| 7 | Жилой дом - 9 этажей, 115 кв-р. с предприятием бытового обслуживания | 3,31 | 1,28 | 1,28 |
| 8 | Жилой дом - 12 этажей, 250 кв-р. | 7,53 | 2,91 | 2,33 |
| | ИТОГО: | 29,01 | 11,22 | 9,22 |

1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети

Гидравлический расчет является основополагающим при проектировании теплосети. На основе данного расчета:

- а) рассчитывается стоимость проекта. Определяется объем строительно-монтажных работ и расход металла;
- б) выбираются подходящие по параметрам насосы;
- в) Проектируются гидравлические режимы эксплуатации теплосетей и разрабатываются пьезометрические графики.

При эксплуатации и проектировании теплосетей важными задачами гидравлического расчета считается: определение необходимых диаметров труб исходя из заданных расходов и перепадов давления, а также определение расхода теплоносителя и давления в отдельных точках при известных диаметрах.

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 теплосетей необходимо принимать, основываясь на технико-экономических расчетах.

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_y) в независимости от расчетного расхода теплоносителя принимается в теплосетях не менее 32 мм, для циркуляционных трубопроводов горячего водоснабжения – не менее 25 мм.

Гидравлический расчет трубопроводов теплосети микрорайона закрытой системы теплоснабжения состоит из:

- а) расчета трубопроводов неотапительного периода (в летнем режиме);
- б) расчета трубопроводов отопления и вентиляции (в зимнем режиме);
- в) расчета трубопроводов при максимальном водозаборе из подающего и обратного трубопроводов теплосети.

1.7.1 Гидравлический расчет трубопроводов водяной теплосети в расчетном (зимнем) режиме

Совокупные расчетные расходы теплоносителя в данном режиме на вводах теплосети в МТП равны

$$G_{\Sigma} = G_{0max} + G_{Vmax} + G_{hmax} , \quad (6)$$

где G_{0max} , G_{Vmax} , G_{hmax} – максимальные секундные расходы теплоносителя на ГВС, вентиляцию и отопление, взятые из ведомости таблицы 3, л/с.

Потери давления в трубопроводах теплосети рассчитываем методом приведенных длин. Различают потери давления на трение (по длине), Па, которые определяются по формуле:

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

где l - длина расчетного участка трубопровода, м.

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

Для того чтобы вычислить потери давления в местных сопротивлениях (регулирующая и запорная арматура, переходы, повороты трасс, компенсаторы, тройники и др.) существует понятие эквивалентной длины $l_{\text{э}}$, м, (длина прямого трубопровода, где потери на трение такие же, как потери в рассматриваемом местном сопротивлении).

Приведенная длина участка тепловой сети $l_{\text{пр}}$, м

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

где l - длина расчетного участка трубопроводов теплосети, м;

$l_{\text{э}}$ – суммарное число эквивалентных длин местных сопротивлений на выбранном участке, определяемые по таблице 5, м.

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

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

Удельные потери давления вдоль основной магистрали проектируемой сети, на первичном этапе гидравлического расчета ($R_0^{maz} = 10 \text{ Па / м}$).

Для ответвлений от главной магистрали удельные потери давления на трение рассчитываем следующим образом:

$$R_0^{омв} = R_0^{maz} \cdot \frac{l_{маз}}{l_{омв}}, \quad (10)$$

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

$l_{омв}$ - длина расчетного ответвления, м.

Рассчитываем R_0 по формуле (10) для разных ответвлений:

$$R_0(1 - 6a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(1 - 1a)}{l(1 - 6a)} = 10 \frac{377}{10} = 377 \text{ Па / м};$$

$$R_0(1 - 2a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(1 - 1a)}{l(1 - 2a)} = 10 \frac{377}{28} = 134,6 \text{ Па / м};$$

$$R_0(2 - 4a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(2 - 1a)}{l(2 - 4a)} = 10 \frac{281}{21} = 133,8 \text{ Па / м};$$

$$R_0(2 - 5a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(2 - 1a)}{l(2 - 5a)} = 10 \frac{281}{37} = 75,9 \text{ Па / м};$$

$$R_0(3 - 8a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(3 - 1a)}{l(3 - 8a)} = 10 \frac{249}{24} = 103,8 \text{ Па / м};$$

$$R_0(3 - 7a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(3 - 1a)}{l(3 - 7a)} = 10 \frac{249}{31} = 80,3 \text{ Па / м};$$

$$R_0(4 - 3a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(4 - 1a)}{l(4 - 3a)} = 10 \frac{65}{27} = 24,1 \text{ Па / м};$$

Теоретический диаметр (d_0) расчетного участка находим по номограмме [4] исходя из удельных потерь давления R_0 и суммы расходов теплоносителя G_Σ .

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

$$M_0 = 2 \cdot (159,9 + 19,1) = 358 \text{ м}^2$$

Удельные оптимальные линейные потери давления, Па/м, на основной магистрали проектируемой сети находятся, основываясь на технико-экономических расчетах по следующей формуле:

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

где M_0 – материальная характеристика теплосети, м²;

R_0 - удельные потери давления вдоль главной магистрали на первичном этапе гидравлического расчета, приняты равными 10 Па/м;

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

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

φ - стоимостный коэффициент, кВт/м².

$$(R_{\lambda}^{opt})^{mag} = 26600 \left(\frac{0,17 \cdot 358 \cdot 1,55}{59,6 \cdot 1104} \right)^{0,84} = 108,7 \text{ Па/м}.$$

Удельные линейные экономические потери давления для ответвлений находятся по следующей формуле:

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

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

$(R_{\lambda}^{opt})^{mag}$ - величина, рассчитанная по формуле (11), Па/м;

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

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

Расчет эквивалентных длин l_{Σ} местных сопротивлений заносим в таблицу 5. Так же определяем место и число установок элементов теплосети: Запорная арматура, П-образные компенсаторы, неподвижные опоры. Находим расстояния между элементами тепловой сети и наносим их на план сетей, а также нумеруем их, считая от ЦТП.

При расчете эквивалентных длин местных сопротивлений l_{Σ} . Важным считается правильный расчет количества компенсаторов (m) размещенных на расчетных участках тепловой сети.

Ответвления от основной магистрали теплосетей определяют исходя из условия, что в сумме потери напора ΣH от источника тепла до абонента были

не больше суммарных потерь напора $\sum H$ вдоль главной магистрали проектируемой сети.

1.7.2 Гидравлический расчет трубопроводов водяной теплосети для неотапительного периода (летний режим)

Удельные потери давления R в ответвлениях и на магистрали находим по номограмме, зная значения диаметра трубопровода d и расчетного расхода G_d^s .

Потери давления на выбранном участке

$$H = R \cdot l_{np} \cdot 10^{-4}, \quad (13)$$

где l_{np} - приведенная длина участка, м.

R - фактические удельные потери давления, Па;

Общие потери напора от источника до конца выбранного участка

$$\sum H_i = \sum H_{i-1} + H, \quad (14)$$

где H - потери давления на рассматриваемом участке, м.

H_{i-1} - суммарные потери давления на участке, м;

Диаметры и приведенные длины при расчете трубопроводов, берем те же что и в зимнем режиме. Расчет заносим в таблицу 6.

Таблица 4 - Гидравлический расчет трубопроводов водяной тепловой сети 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}^{om} , Па/м | $d_{ст}$, м | R, Па/м | l, м | $l_{пр}$, м | ΔH , м | $\Sigma \Delta H$, м |
|--------------------|-----------------------------|---------|-----------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|---------|-----------------|-------------------|--------------------------|
| магистраль | | | | | | | | | | | | |
| ЦТП-УТ1 | 59,6 | 175 | 10 | 0,359 | 62,825 | 108,7 | 0,259 | 70 | 66,18 | 241,18 | 1,69 | 1,69 |
| УТ1-УТ2 | 44,0 | 96 | 10 | 0,31 | 29,76 | | 0,207 | 120 | 29,4 | 125,4 | 1,50 | 3,19 |
| УТ2-УТ3 | 36,6 | 32 | 10 | 0,31 | 9,92 | | 0,207 | 70 | 49,44 | 81,44 | 0,57 | 3,76 |
| УТ3-УТ4 | 19,3 | 184 | 10 | 0,259 | 47,656 | | 0,15 | 140 | 31,36 | 215,36 | 3,02 | 6,78 |
| УТ4-1а | 5,2 | 65 | 10 | 0,15 | 9,75 | | 0,1 | 80 | 3,3 | 68,3 | 0,55 | 7,32 |
| | | | | | $\Sigma=159,9$ | | | | | | | |
| ответвления | | | | | | | | | | | | |
| УТ1-6а | 5,2 | 10 | 377 | 0,07 | 0,7 | 4097,7 | 0,051 | 3000 | 3,6 | 13,6 | 4,08 | 5,77 |
| УТ1-2а | 5,2 | 28 | 134,6 | 0,082 | 2,296 | 1463,5 | 0,051 | 2500 | 3,6 | 31,6 | 7,90 | 9,59 |
| УТ2-4а | 2,2 | 21 | 133,8 | 0,07 | 1,47 | 1454,4 | 0,04 | 1600 | 10,46 | 31,46 | 5,03 | 8,23 |
| УТ2-5а | 5,2 | 37 | 75,9 | 0,1 | 3,7 | 825,5 | 0,07 | 700 | 6,5 | 43,5 | 3,05 | 6,24 |
| УТ3-8а | 14,1 | 24 | 103,8 | 0,125 | 3 | 1127,7 | 0,082 | 1600 | 14,6 | 38,6 | 6,18 | 9,94 |
| УТ3-7а | 8,3 | 31 | 80,3 | 0,125 | 3,875 | 873,1 | 0,082 | 500 | 6,7 | 37,7 | 1,89 | 5,65 |
| УТ4-3а | 14,1 | 27 | 24,1 | 0,15 | 4,05 | 261,7 | 0,1 | 500 | 9,07 | 36,07 | 1,80 | 8,58 |
| | | | | | $\Sigma=19,1$ | | | | | | | |

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-УТ1 | 0,259 | 175 | 120 | 1×28 | 1×3,73 | 1×5,55 | 2×13,9 | — | 1,1 | 66,18 |
| УТ1-УТ2 | 0,207 | 96 | 120 | — | — | 2×4,2 | 2×10,5 | — | — | 29,4 |
| УТ2-УТ3 | 0,207 | 32 | 120 | 1×23,4 | — | 1×4,2 | 2×10,5 | — | 0,84 | 49,44 |
| УТ3-УТ4 | 0,15 | 184 | 100 | 1×15,4 | — | 3×2,8 | 1×7 | — | 0,56 | 31,36 |
| УТ4-1а | 0,1 | 65 | 80 | — | 1×0,65 | 1×1,65 | — | — | — | 3,3 |
| ответвления | | | | | | | | | | |
| УТ1-6а | 0,051 | 10 | 60 | — | 1×0,65 | 1×0,65 | — | 1×2,3 | — | 3,6 |
| УТ1-2а | 0,051 | 28 | 60 | — | 1×0,65 | 2×0,65 | — | 1×2,3 | — | 3,6 |
| УТ2-4а | 0,04 | 21 | 60 | — | 1×7,8 | 2×0,48 | — | 1×1,7 | — | 10,46 |
| УТ2-5а | 0,07 | 37 | 70 | — | 1×1 | 2×1 | — | 1×3,5 | — | 6,5 |
| УТ3-8а | 0,082 | 24 | 80 | 1×7,9 | 1×1,28 | 1×1,28 | — | 1×4,14 | — | 14,6 |
| УТ3-7а | 0,082 | 31 | 80 | — | 1×1,28 | 2×1,28 | — | 1×4,14 | — | 6,7 |
| УТ4-3а | 0,1 | 27 | 80 | — | 1×1,65 | 3×1,65 | — | 1×5,77 | — | 9,07 |

Таблица 6 - Гидравлический расчет трубопроводов водяной теплосети при летнем режиме

| № 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 | | | | | | |
| ЦТП-УТ1 | 0,259 | 9,0 | 5 | 241,18 | 0,12 | 0,12 |
| УТ1-УТ2 | 0,207 | 7,4 | 3 | 125,4 | 0,04 | 0,16 |
| УТ2-УТ3 | 0,207 | 6,5 | 4 | 81,44 | 0,03 | 0,19 |
| УТ3-УТ4 | 0,15 | 3,1 | 5 | 215,36 | 0,11 | 0,30 |
| УТ4-1а | 0,1 | 0,8 | 10 | 68,3 | 0,07 | 0,37 |
| ответвления | | | | | | |
| УТ1-6а | 0,051 | 0,78 | 70 | 13,6 | 0,10 | 0,22 |
| УТ1-2а | 0,051 | 0,78 | 70 | 31,6 | 0,22 | 0,34 |
| УТ2-4а | 0,04 | 0,16 | 12 | 31,46 | 0,04 | 0,20 |
| УТ2-5а | 0,07 | 0,78 | 20 | 43,5 | 0,09 | 0,25 |
| УТ3-8а | 0,082 | 2,33 | 45 | 38,6 | 0,17 | 0,36 |
| УТ3-7а | 0,082 | 1,02 | 8 | 37,7 | 0,03 | 0,22 |
| УТ4-3а | 0,1 | 2,33 | 10 | 36,07 | 0,04 | 0,33 |

1.8 Расчет гидравлических режимов теплосети

Пьезометрический график – это графическое изображение гидравлического режима тепловой сети.

С помощью пьезометрического графика проверяется соответствие гидравлического режима теплосети и предъявляемым к нему требованиям:

- а) предотвращение вскипания высокотемпературного (более 100°С) теплоносителя (перегретой воды);
- б) соответствие критериям теплоиспользующих устройств абонентов и механической прочности элементов сети;
- в) необходимость избыточных напоров во всех точках системы теплоснабжения во избежание завоздушивания систем и кавитации насосов.

На пьезометрический график (рисунок 5) теплосети в масштабе наносят:

- а) допустимые границы (коридоры) напоров в подающем и обратном трубопроводах теплосети, т.е. требования к гидравлическим режимам.
- б) высота зданий, подключенных к тепловой сети;
- в) ландшафт местности вдоль теплосети;
- г) напоры в сети;

У всех узловых точек пьезометрического графика есть отметки полных напоров.

Полный напор — это совокупность пьезометрического напора (создан избыточным давлением теплоносителя в трубе) в данной точке сети и геометрического напора (геодезическая отметка земли).

$$H = H^* + Z, \quad (15)$$

где H^* - пьезометрический напор, м;

Z - геометрический напор или геодезическая отметка, м.

Пьезометрический напор зависит от избыточного давления воды в трубопроводе по формуле:

$$H^* = \frac{P}{\rho \cdot g}, \quad (16)$$

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 с помощью величины подпора определенного сетевого насоса.

Уклоны пьезометров определяют в зависимости от потерь напоров ΔH на расчетных участках теплосети.

Потери напора ΔH находим в таблице гидравлического расчета. Местные потери напора в теплообменнике отопления отсутствуют за неимением последнего. Потери напора у абонентов даны в техническом задании на ВКР.

Располагаемый напор - разность напоров в подающем и обратном трубопроводе.

При работе сетевого насоса котельной имеется динамический гидравлический режим. В данном случае на пьезометрическом графике присутствуют две наклонные линии напоров (подающего и обратного) и располагаемые напоры во всех точках теплосети.

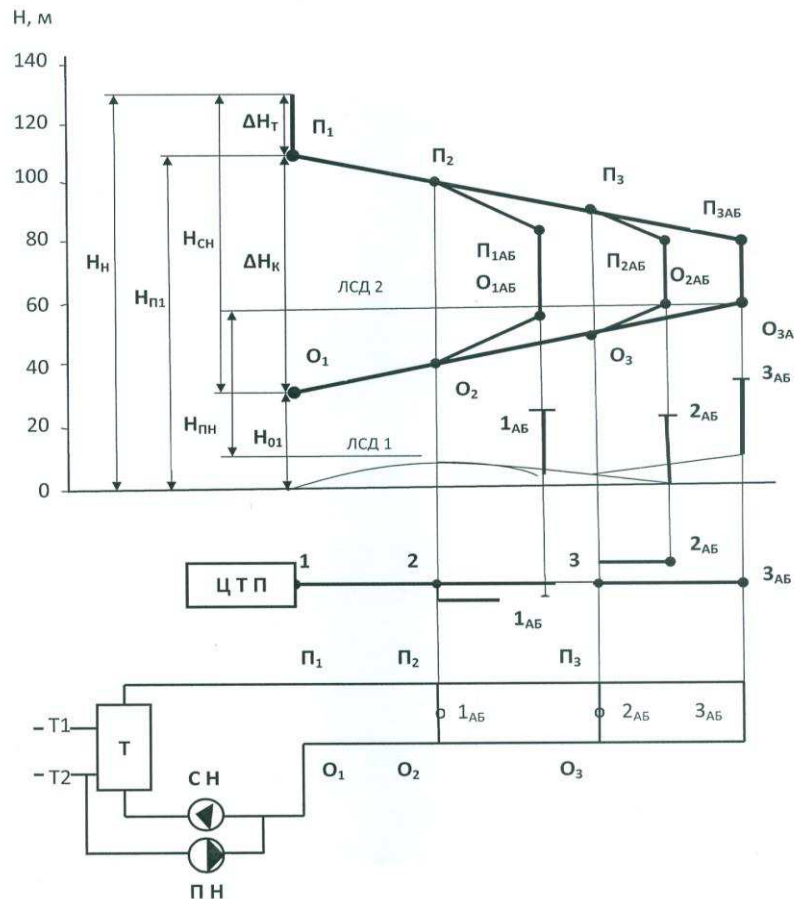


Рисунок 6 – Пьезометрический график тепловой сети

При остановке сетевого насоса в системе образуется статический напор, который создается подпиточным насосом в котельной, а на графике напора будет одна линия статического давления (ЛСД). В статическом режиме отсутствует движение (циркуляция) теплоносителя в трубопроводах.

На пьезометрическом графике обозначают 4 предельных уровня для пьезометров:

а) Чтобы не допустить вскипания теплоносителя 130°C во всех точках подающего трубопровода давление воды должно быть больше давления насыщения водяного пара при 130°C т.е. напор в подающем трубопроводе обязан быть $H(n\text{min}) = 29 \text{ м}$;

б) в зависимости от условий прочности теплообменников, арматуры, магистральных трубопроводов и другого оборудования котельной. Максимальный пьезометрический напор в подающем трубопроводе теплосети не должен быть выше, чем $H(n_{\max}) = 160$ м;

в) при условии отсутствия завоздушивания и нормального заполнения систем отопления зданий при запуске, напор в обратном трубопроводе должен быть больше высоты абонентов с запасом 5 м, т.е. $H(o_{\min}) = H_{\text{зд}} + 5$ м.

г) зависимое элеваторное присоединение системы отопления с чугунными радиаторами является наиболее уязвимым элементом системы теплоснабжения, поэтому максимально допустимый напор в обратном трубопроводе теплосети должен быть не больше $H(o_{\max}) = 60$ м;

Напор при статическом режиме определяют исходя из того, что теплоноситель имеет температуру 100°C . ЛСД располагается при зависимом присоединении чугунных радиаторов ниже 60 м и выше высоты самого высокого здания с запасом в 5 м.

Для закрытых систем теплоснабжения разрабатывается два режима: летний и зимний. Теплосеть работает при гидравлическом режиме существующей тепловой сети от котельной.

По пьезометрическому графику определяют схемы абонентских вводов потребителей (МТП). В ВКР у зданий микрорайона, не выше 10 этажей, имеется элеваторное присоединение систем отопления, здания высотой более 30 метров имеют независимую схему присоединения отопления к сетям через подогреватель отопления.

1.8.1 Расчет пьезометрического графика зимнего расчетного режима

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

$$H_{O'} = \Delta H_{\Pi} + \Delta H_0 + \Delta H_{AB}, \quad (17)$$

где ΔH_{Π} - потери напора в подающей линии ΔH_{Π} , равные 7,32 м;

ΔH_0 - потери напора в обратной линии сети, равные 7,32 м;

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

$$H_{O'} = 7,32 + 7,32 + 15 = 29,6 \text{ м.}$$

Располагаемые напоры в точках теплосети для магистрали

$$H_{УТ1} = H_0 - 2\Delta H_{ЦТП-УТ1} = 29,6 - 2 \cdot 1,69 = 26,27 \text{ м}$$

$$H_{УТ2} = H_{УТ1} - 2\Delta H_{УТ1-УТ2} = 26,27 - 2 \cdot 1,5 = 23,26 \text{ м}$$

$$H_{УТ3} = H_{УТ2} - 2\Delta H_{УТ2-УТ3} = 23,26 - 2 \cdot 0,57 = 22,12 \text{ м}$$

$$H_{УТ4} = H_{УТ3} - 2\Delta H_{УТ3-УТ4} = 22,12 - 2 \cdot 3,02 = 16,1 \text{ м}$$

$$H_{аб1} = H_{УТ4} - 2\Delta H_{УТ4-аб1} = 16,1 - 2 \cdot 0,55 = 15 \text{ м}$$

Располагаемые напоры для абонентов

$$H'_{a65} = H'_{УТ2} - 2\Delta H_{УТ2-a65} = 23,26 - 2 \cdot 3,05 = 17,17 \text{ м}$$

$$H'_{a66} = H'_{УТ1} - 2\Delta H_{УТ1-a66} = 26,27 - 2 \cdot 4,08 = 18,11 \text{ м}$$

Примечание: все системы отопления абонентов микрорайона присоединены к теплосети через элеватор (т.к. располагаемый напор более 15 м).

1.8.2 Расчет пьезометрического графика неотапительного периода (летнего режима)

Аналогично, по формуле 17, рассчитаем потери напора в подогревателях станции для летнего режима, где потери напора в подающей линии ($\Delta H_{П}$) и обратной (ΔH_0) определены по таблице 6 и равны 0,37 м, а потери напора в конечном абоненте и СГВ ($\Delta H_{АБ}$) приняты 3 м.

$$H_{O'} = 0,37 + 0,37 + 3 = 3,74 \text{ м}$$

Располагаемые напоры в точках теплосети для магистрали

$$H_{УТ1} = H_0 - 2\Delta H_{ЦТП-УТ1} = 3,74 - 2 \cdot 0,12 = 3,49 \text{ м}$$

$$H_{УТ2} = H_{УТ1} - 2\Delta H_{УТ1-УТ2} = 3,49 - 2 \cdot 0,04 = 3,42 \text{ м}$$

$$H_{УТ3} = H_{УТ2} - 2\Delta H_{УТ2-УТ3} = 3,42 - 2 \cdot 0,03 = 3,35 \text{ м}$$

$$H_{УТ4} = H_{УТ3} - 2\Delta H_{УТ3-УТ4} = 3,35 - 2 \cdot 0,11 = 3,14 \text{ м}$$

$$H_{a61} = H_{УТ4} - 2\Delta H_{УТ4-a61} = 3,14 - 2 \cdot 0,07 = 3 \text{ м}$$

Располагаемые напоры для абонентов

$$H'_{a65} = H'_{УТ2} - 2\Delta H_{УТ2-a65} = 3,42 - 2 \cdot 0,09 = 3,24 \text{ м}$$

$$H'_{a66} = H'_{УТ1} - 2\Delta H_{УТ1-a66} = 3,49 - 2 \cdot 0,1 = 3,3 \text{ м}$$

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 неотапительного 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.

$$G_{CH} = G_{ЦТП} = 59,6 \cdot 3,6 = 214,45 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор сетевого насоса, определяется по следующей формуле:

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

где $H_{O'}$ - располагаемый напор, равный 29,6 м, из предыдущих расчетов;
 ΔH_m - потери напора в подогревателях ЦТП, равные 10 м.

$$H_{CH} = 29,6 + 10 = 39,6 \text{ м.}$$

По каталогу оборудования [4]:

- в качестве сетевых насосов в отопительный период выбираем насосы марки Grandfos типа NB 65/200/219 с подачей 360 м³/ч; максимальным напором 100 м; $n=1460$ об/мин; $N=118$ кВт и массой насоса 850 кг.

В количестве двух (1 рабочий, 1 резервный).

1.9.2 Подбор сетевого насоса в неотопительный период

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

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

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

$$\Delta H_m^S = \Delta H_m \cdot \left(\frac{G_{с.н.}^S}{G_{с.н.}}\right)^2 \quad (19)$$

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 ; максимальным напором 7,7 м; n=1450 об/мин; N=1,5 кВт и массой насоса 64 кг.

В количестве двух (1 рабочий, 1 резервный).

1.9.3 Подбор подпиточного насоса

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

$$V = 0,056 \cdot Q \cdot v, \quad (20)$$

где Q - общая мощность системы теплоснабжения, равная 12,61 МВт;

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

$$V = 0,056 \cdot 12,61 \cdot 65 = 45,9 \text{ м}^3.$$

Производительность подпиточного насоса в отопительный период

$$G_{пн} = 0,2 \cdot V, \quad (21)$$

где V - объем воды в системе теплоснабжения микрорайона, рассчитанная по (20), м³.

$$G_{пн} = 0,2 \cdot 45,9 = 9,18 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

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.

$$H_{пн} = 30 - 10 = 20 \text{ м.}$$

В качестве подпиточного насоса по каталогу выбираем насос К50-32-125(8/18) типа 5А80МА с подачей 12,5 м³/ч; напором 20 м; n=2900 об/мин; N=1,5 кВт и массой насоса 32 кг.

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 $d_n = 32 \div 426$ мм; оцинкованные стальные трубы по ГОСТ 3262 -75* с диаметром 15 ÷ 250мм; электросварные со спиральным швом по ГОСТ 8696 -74 и наружным диаметром более 426 мм.

Соединение трубопроводов теплосетей осуществляется электросваркой.

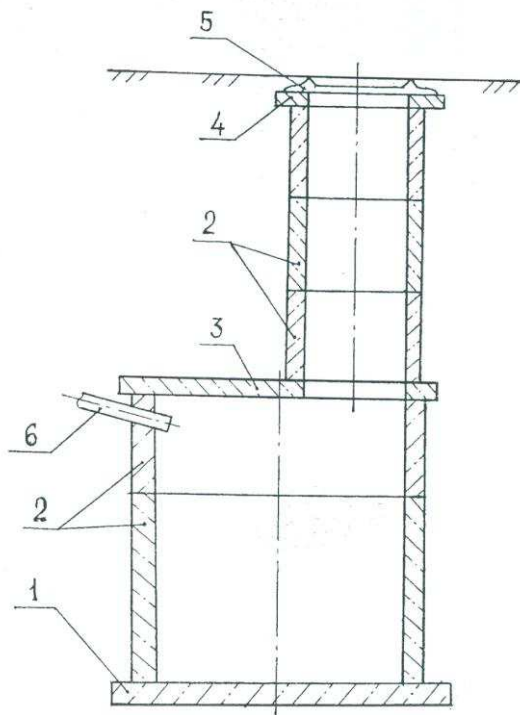
Запорная арматура на теплосетях применяется двух видов: клапаны запорные 15с 27_{нк1} (с наружным диаметром d_n до 50мм), задвижки типа ЗКЛ 2-16 ($d_n \geq 50$ мм). Для выпуска теплоносителя существуют специальные спускники в виде клапанов ($d_n 25 \div 100$ мм). Для выпуска воздуха из трубопроводов применяются воздушники в виде клапанов диаметром от 15 до 32 мм.

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

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

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

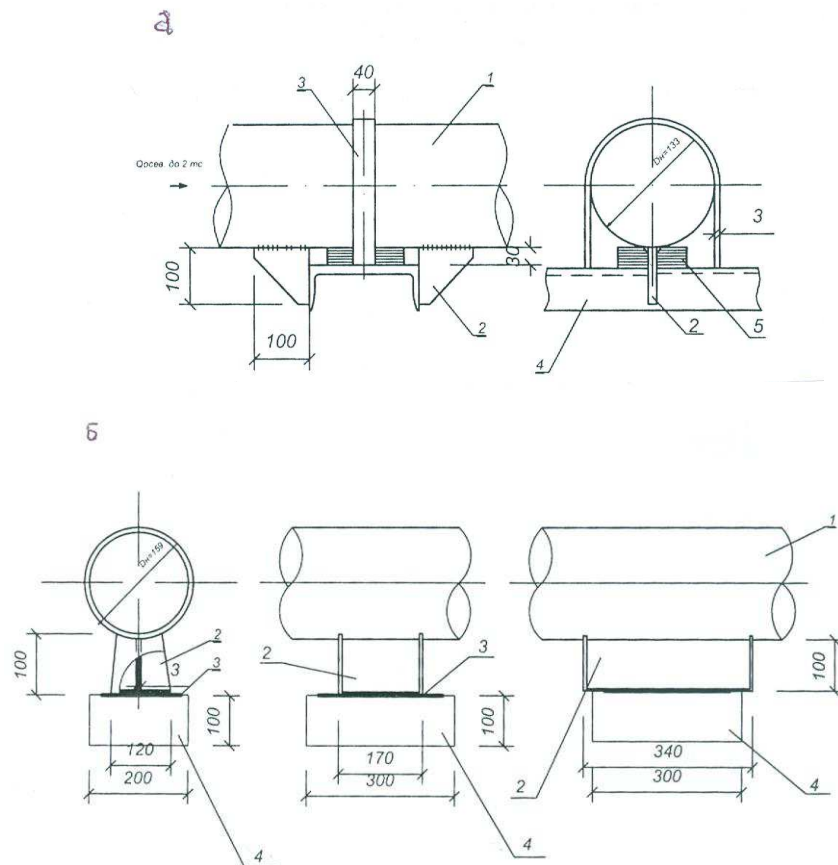
Подвижные опоры (подвесные, скользящие, шаровые, катковые) обеспечивают трубопроводу свободное перемещение по строительной конструкции. В проекте диплома применяются скользящие опоры (серия 4.903.10 в. 5). Скользящие опоры находятся между неподвижными опорами на расстоянии, которое обеспечивает минимально 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 4) 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.



- а – хомутовая неподвижная опора 250 Т4.06; 1 – трубопровод теплосети;
 2 – ребро (косынка); 3 – хомут; 4 – швеллер (балка); 5 – подкладки (сталь 3 – 10 мм);
 б – скользящие опоры 250 Т13(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 (штулка 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.

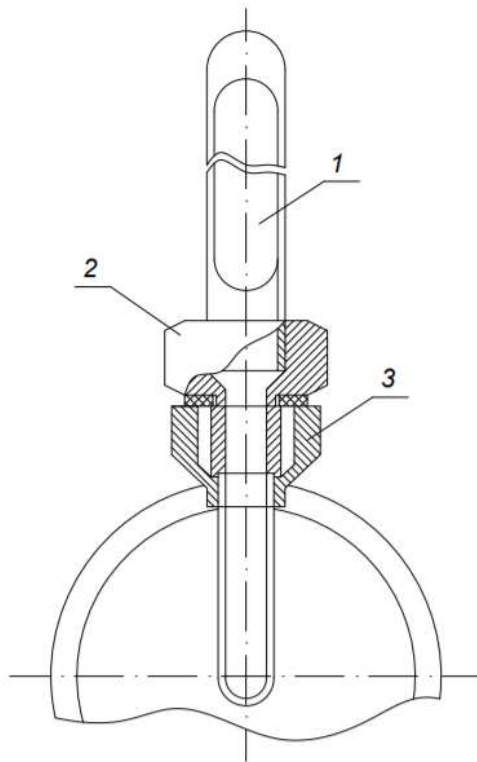
В ЦТП происходит следующее: контроль параметров; преобразование параметров теплоносителя (Т или Р); подпитка и заполнение теплосетей; учет тепловых потоков и расходов теплоносителя; создание насосом давления для циркуляции.

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

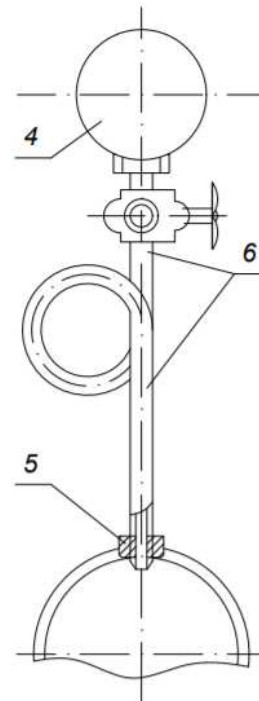
В ВКР приняты краны шаровые стальные с рукояткой, фланцевые типа D Z T на условное давление 16 Бар (1,6 МПа) по каталогу ЗАО «Данфос». $D_y = 15 \div 150\text{мм}$. Кран шаровый состоит из: корпус (сталь); запорного шара со штоком (нержавеющая сталь); уплотнение шара и сальника (фторопласт PTFE); ручка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

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

Установка термометра



Установка манометра



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

Рисунок 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.

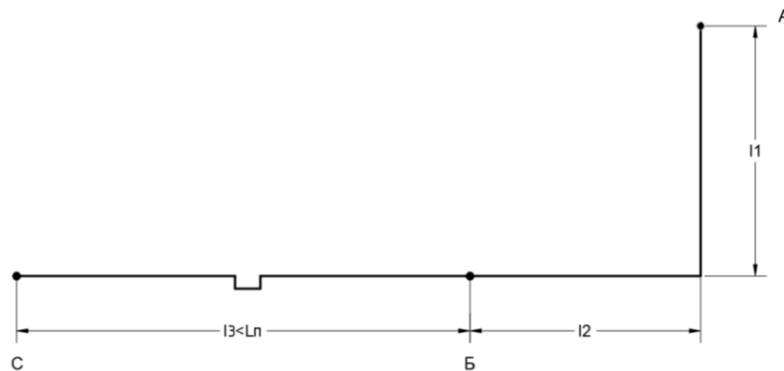


Рисунок 10 – Схема размещения компенсаторов на участке теплосети ЦТП-УТ1

Расчетный участок АД имеет общую длину ($L_{АД} = l_1 + l_2 + 2 \cdot l_3$). Общая длина Г-образного компенсатора АВ 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 ($l = l_{АД} - l_{АВ}$) 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 $d=150$ 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

$$l = 175 - 96 = 79 \text{ м.}$$

Число П – образных компенсаторов по формуле (22) составит

$$m = \frac{79}{120} = 0,66 = 1.$$

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

$$l_l = \frac{79}{1} = 79 \text{ м.}$$

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.

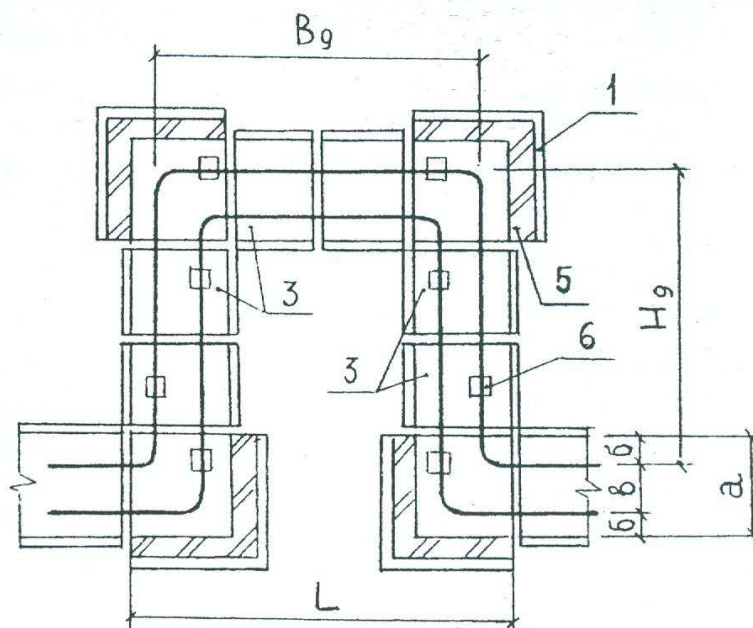
На теплосетях кроме вышеперечисленных могут быть установлены следующие виды компенсаторов: сальниковые, линзовые, сильфонные, манжетные, лирообразные, и др.

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 $d_n = 0,108\text{ м}$; длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами НЗ и Н2 где установлен компенсатор К1) $l = 60\text{ м}$; коэффициент температурного удлинения $= 1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{С}$; температура сетевой воды в подающем трубопроводе $\tau_1 = 130^\circ\text{С}$; температура окружающей трубопровод среды в канале $t_n = 5^\circ\text{С}$; модуль упругости стали $E = 2 \cdot 10^5\text{ МПа}$; длина доборных лотков между углами поворота ниши $l_1 = 0,75\text{ м}$; 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 $1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{С}$;

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°С ;

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

$$\Delta = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 79 \cdot (130 - 5) = 0,118\text{ м}.$$

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 $0,259\text{ м}$.

$$H = 19,4 \sqrt{0,118 \cdot 0,25} = 3,4\text{ м}$$

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 $0,75\text{ м}$.

$$H_g = 0,7 + 4 \cdot 0,75 = 3,96\text{ м}.$$

$H \leq H_g$ – условие выполняется.

Фактическое значение ширины компенсатора рассчитывается по следующей формуле

$$B_g = 2(a - \bar{b}) + n \cdot l_1, \quad (27)$$

где a – ширина лотка, равная 0,96 м;

\bar{b} – расстояние между осями труб в канале, равное 0,26 м;

$n; l_1$ – тоже что в (26).

$$B_g = 2(0,96 - 0,27) + 4 \cdot 0,75 = 4,38 \text{ м.}$$

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 0,25 м.

$$\sigma = \frac{3 \cdot 0,118 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,25}{10 \cdot 3,96^2} = 117,43 \text{ МПа};$$

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).

$$L = 2 \cdot 0,96 + 4 \cdot 0,75 = 4,92 \text{ м.}$$

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.

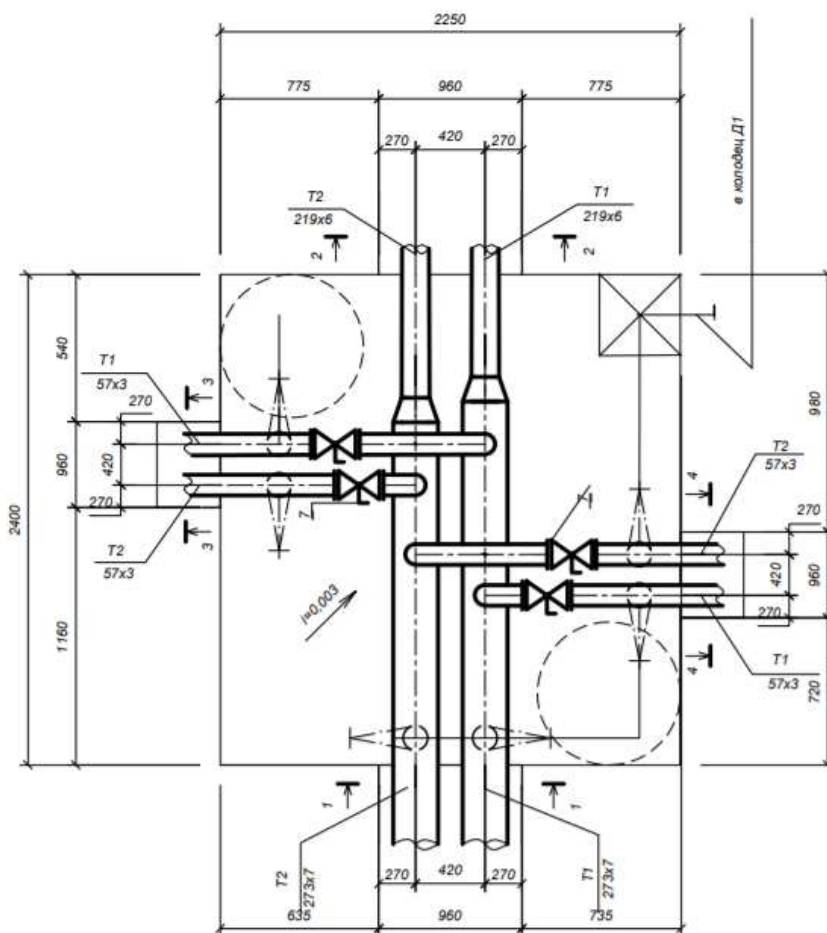


Рисунок 12 – План тепловой камеры УТ1

Минимальная внутренняя ширина тепловой камеры составит

$$Ш = 700 + \delta_{oms1} + \delta_{oms2} + 300 + 700, \quad (30)$$

где δ_{oms1} – расстояние между осями труб теплосети на ответвлениях, для диаметра ответвления 51 мм составляет 280мм;

δ_{oms2} – 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

$$D = 700 + b + 700, \quad (31)$$

где b - расстояние между осями труб теплосети, для диаметра магистрали $d = 259$ мм составляет 460 мм.

$$D = 700 + 460 + 700 = 1820 \text{ мм.}$$

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

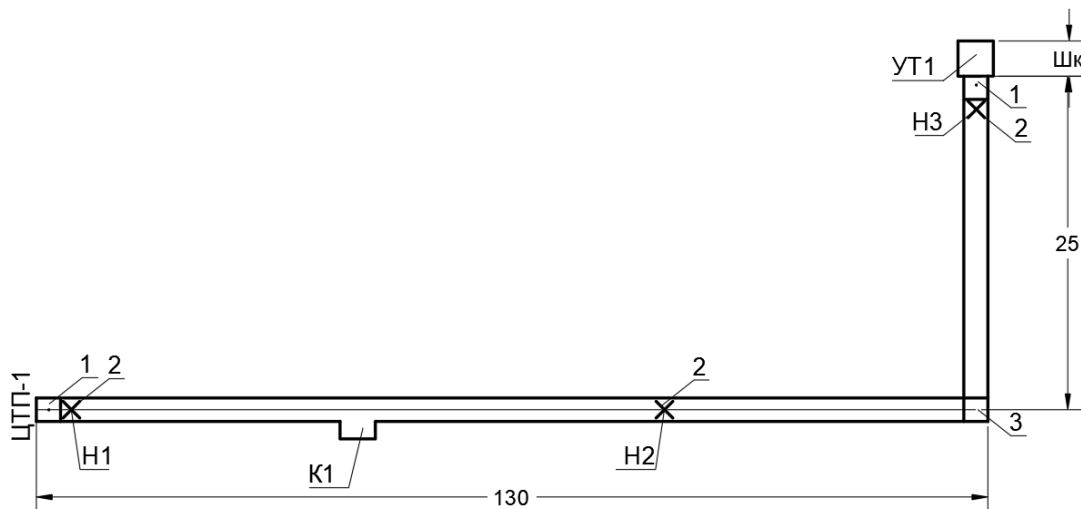
Действительная (типовая) ширина камеры по наружному обмеру составит

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

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

$$l_{л} = l_{уч} - \frac{Ш_{к}}{2} - a - 2 \cdot l_{дл} - 1 \cdot L_{Н} - 3 \cdot l_{он}, \quad (33)$$

где $l_{уч}$ – длина расчетного участка, равная 175 м;

$Ш_{к}$ – ширина тепловой камеры, определенная по (32), равная 3,2 м;

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

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

$L_{Н}$ – длина конструкции компенсаторной ниши, определенная по формуле (29), равная 4,92 м.

$$l_{л} = 175 - \frac{3,2}{2} - 0,96 - 2 \cdot 0,75 - 1 \cdot 4,92 - 3 \cdot 0,75 = 163,77 \text{ м.}$$

Определяем число основных лотков длиной 3 м (ЛК 300.120.90)

$$n_3 = \frac{l_{л}}{3}, \quad (34)$$

где $l_{л}$ – длина участка, занимаемая основными и доборными лотками за вычетом строительных конструкций, определенная по (33), м.

$$n_3 = \frac{163,77}{3} = 54,59 = 54 \text{ шт.}$$

Определяем число доборных лотков, (ЛК 75.150.90)

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

где n_3 – точное число доборных лотков, равное 54,59 шт;

$n_{3д}$ – число доборных лотков после округления, равное 54 шт;

$l_{дл}$ – то же, что в (33).

$$n_{д} = \frac{3 \cdot (54,59 - 54)}{0,75} = 2,36 = 2 \text{ шт.}$$

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

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

где l_d – то же что и в формуле (33);

l_{CO} – расстояние между скользящими опорами, принятое по варианту 3 м.

$$n_{CO} = \frac{2 \cdot 163,77}{3} = 109 \text{ шт.}$$

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.

$$\Sigma n_{CO} = 109 + 1 \cdot 8 + 4 = 121 \text{ шт.}$$

Для диаметра $d = 259$ мм принимаем по таблице 3 приложение 1[2] опорную подушку ОП 3.

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

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

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 $d = 250$ мм 0,51 м;

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

$$V_{\text{в.м.о}} = 0,75 \cdot [(0,96 + 0,4) \cdot (0,51 + 0,2) - 0,96 \cdot 0,51] \cdot 3 = 1,33 \text{ м}^3.$$

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} , α , n – то же что и в формуле (33).

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

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

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

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.

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

Объем бетона В 15 для днища камеры определяется по формуле

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

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

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

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

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

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

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

Объем кирпичной кладки для ниш компенсаторов определяется по формуле

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

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

$\delta_{кл}$ – толщина кладки, принятая 0,25 м;

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

$$V = 4 \cdot (2 \cdot 0,96 \cdot 0,25) \cdot 0,25 \cdot 0,51 \cdot 1 = 0,25 \text{ м}^3.$$

Объем кирпичной кладки для углов поворота теплотрассы

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

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

$\delta_{кл}$ – толщина кладки, определяем по таблице 5 приложения 3 [2] принятая 0,25 м;

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

$$V = (2 \cdot 0,96 \cdot 0,25) \cdot 0,25 \cdot 0,51 \cdot 1 = 0,06 \text{ м}^3.$$

Результаты расчета представлены в форме спецификации (Приложение Б)

1.15 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 кровного 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 ÷ 70 мм. Фактические потери тепла снижаются до 2÷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 x 20 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.

1.16 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;

1.17 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.

Рассредоточенная 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.

1.18 Строительные конструкции тепловой сети

1.18.1 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.

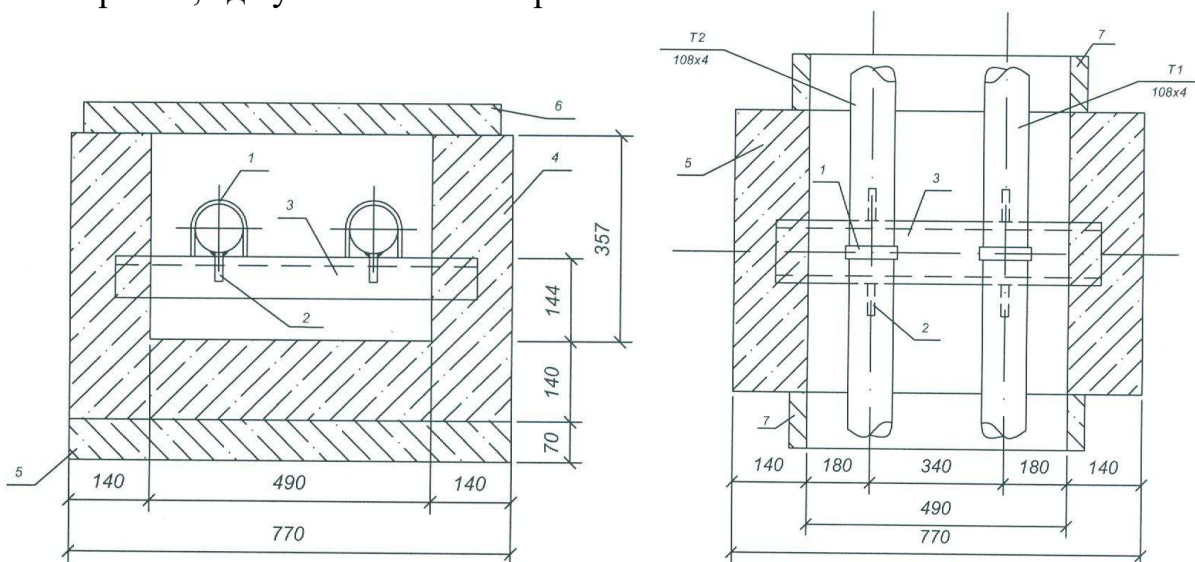
Трубопроводы теплосетей и горячего водоснабжения при четырехтрубной прокладке необходимо размещать в изолированных друг от друга каналах.

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.

1.18.2 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. Штыки плит заделываются цементным раствором и гидроизолируются, как каналы.

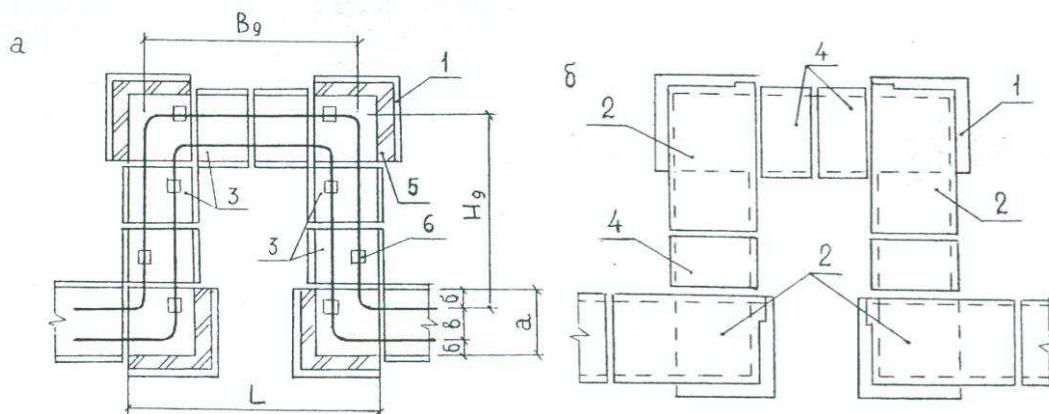
Перекрытие угла поворота состоит из плит перекрытия лотков типа ПТ, обычно доборных.

1.18.3 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_д – фактический вылет компенсатора; B_д – фактическая спина компенсатора

Рисунок 15 – Ниша П-образного компенсатора

1.18.4 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.

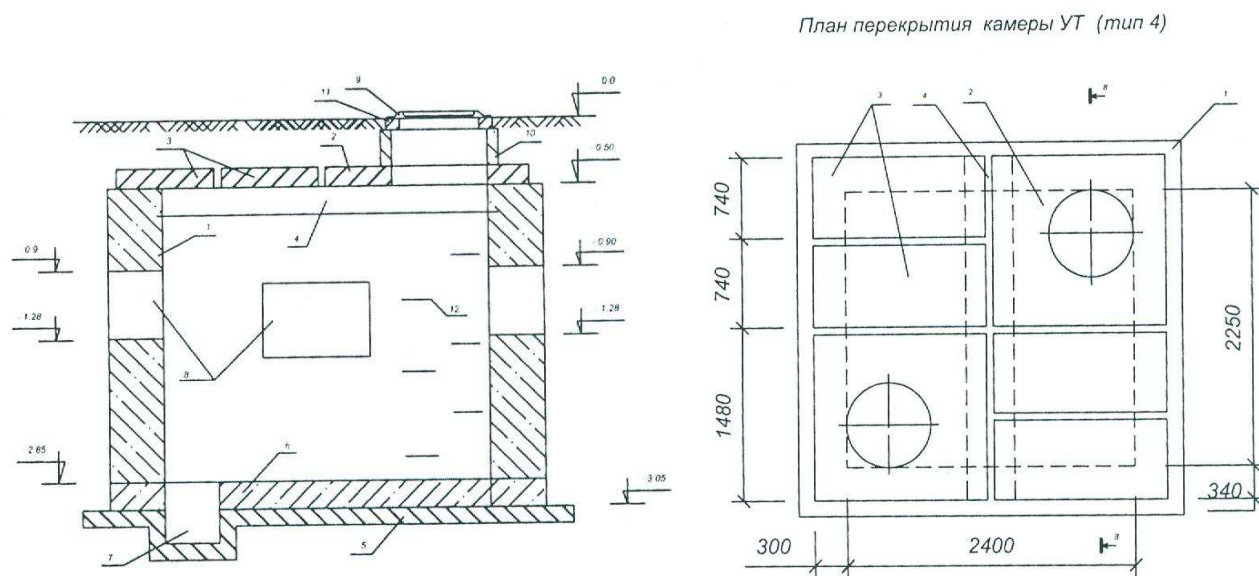
Размеры камер определяются исходя из условий нормального обслуживания размещенного в камере оборудования и арматуры. Наименьшая высота камер 2 м. Минимальное заглубление перекрытия камер от поверхности земли 0.3 м, а от верха дорожного покрытия 0.5 м.

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 наличия 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 приемка в углу камеры для сбора дренажной воды. Размеры приемка 400 x 400 мм, глубина 300 мм.

1.18.5 Сливные колодцы

Из приемков 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 приемков 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 автосервиса принимались по методическим указаниям [7].

1.19 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)

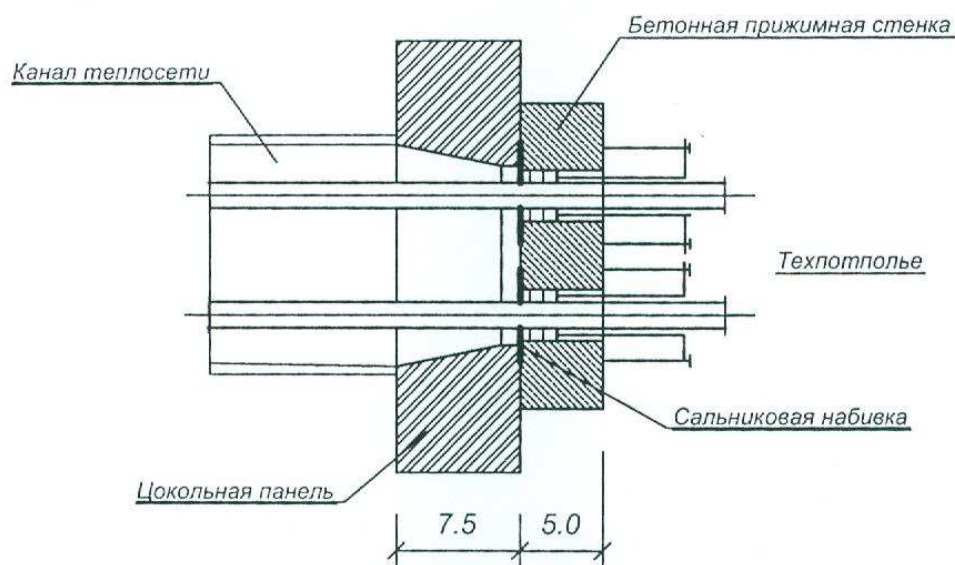


Рисунок 19 – Водогазонепроницаемая перегородка

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

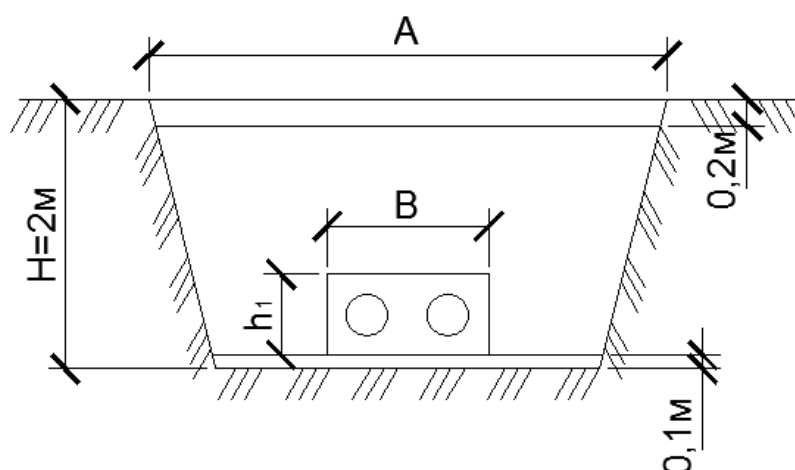


Рисунок 20 – Канал теплосети

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 175 м;
 A – ширина траншеи по верху, равная 3,85 м;
 h - толщина растительного слоя, равна 0,2 м.

$$V_{p.c.} = 175 \cdot 3,85 \cdot 0,2 = 134,75 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

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

где $l_{\text{уч.}}$ – то же что и в формуле (45);

h_1 – высота канала, равна 0,9 м;

B – ширина канала, 1,2 м.

$$V_{\text{погр.}} = 175 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 189 \text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

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

$$V = 175 \cdot (2 - 0,3) \cdot \frac{3,85 + 2,85}{2} = 996,63 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

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

$$V_{\text{отв.}} = 996,63 - 189 = 807,63 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

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

$$V_{\text{руч.}} = 175 \cdot 0,2 \cdot 2,85 = 99,75 \text{ м}^3$$

2.1.2 Объем грунта под ниши компенсаторов

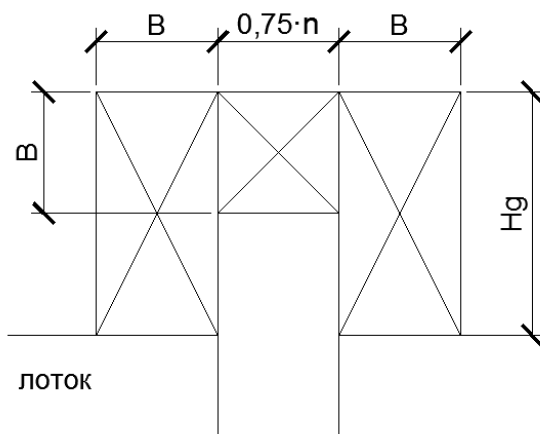


Рисунок 21 – Схема ниши компенсатора

Срезка растительного слоя определяется по формуле

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

$$V_{p.c.} = (2 \cdot 3,96 + 4 \cdot 0,75) \cdot 3,85 \cdot 0,2 = 8,4 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

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

$$V_{нозр.} = (2 \cdot 3,96 + 3 \cdot 0,75) \cdot 1,2 \cdot 0,2 = 2,62 \text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

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

$$V = (2 \cdot 3,96 + 4 \cdot 0,75) \cdot (2 - 0,2) \cdot \frac{3,85 + 2,85}{2} = 65,85 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

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

$$V_{отв} = 65,85 - 2,62 = 63,23 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

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

$$V_{руч.} = 0,1 \cdot 2,85 \cdot (2 \cdot 3,96 + 4 \cdot 0,75) = 3,1 \text{ м}^3$$

2.1.3 Объем грунта под камеры

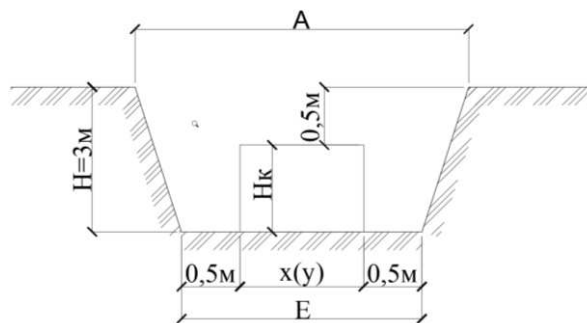


Рисунок 22 – Объем грунта под камеры

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 Π_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 3 м.

$$x = 3 + 0,8 = 3,8 \text{ м.}$$

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

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

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

$$E = 3,8 + 1 = 4,8 \text{ м.}$$

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 4,8 м;

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

H – глубина котлована под камеру, принятая 3 м.

$$A = 4,8 + 2 \cdot 0,25 \cdot 3 = 6,3 \text{ м.}$$

Срезка растительного слоя определяется по формуле

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

$$V_{p.c.} = 3,2 \cdot 0,2 \cdot 6,3 = 4,03 \text{ м}^3$$

Грунт с погрузкой на автомобиль и выгрузкой определяется по формуле

$$V_{noz} = y \cdot x \cdot H_{\kappa} , \quad (59)$$

$$V_{noz} = 3,2 \cdot 3,8 \cdot 2,5 = 30,4 \text{ м}^3$$

Общая выемка экскаватором определяется по формуле

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

$$V = 3,2 \cdot (3 - 0,3) \cdot \frac{6,3 + 4,8}{2} = 47,95 \text{ м}^3$$

Объем грунта в отвал определяется по формуле

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

$$V_{отв} = 47,95 - 30,4 = 17,55 \text{ м}^3$$

Выемка грунта вручную определяется по формуле

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

$$V_{руч} = 3,2 \cdot 0,1 \cdot 4,8 = 1,5 \text{ м}^3$$

2.1.4 Объем грунта под колодцы

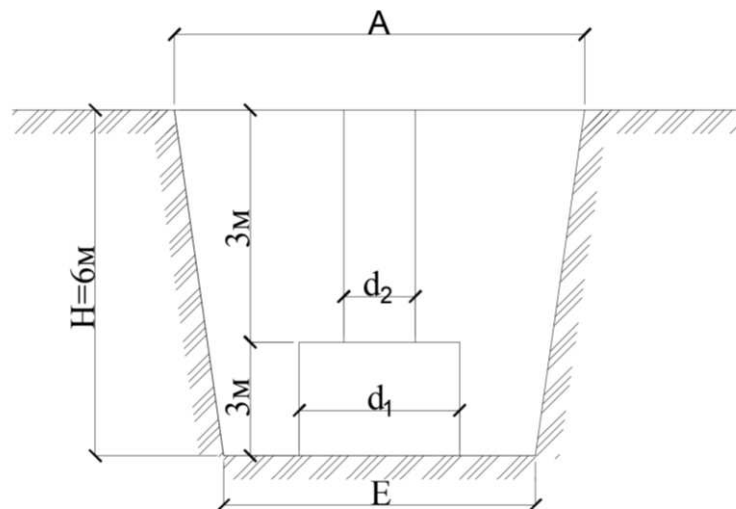


Рисунок 23 – Объем грунта под колодцы

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 Н 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

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

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

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

Основной задачей теплосетей является перемещение теплоносителя от места выработки к месту потребления. Трассу теплосети проводят в специально отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно дорогам, проездам и улицам.

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

По схеме подачи тепла теплосеть - тупиковая в двухтрубном исполнении, одна из труб подающая, т.е. доставляет теплоноситель к потребителю, а вторая – обратная, по ней охлажденная вода перемещается от потребителя к источнику теплоснабжения для повторного подогрева.

К теплосети микрорайона относят следующие конструкции:

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

Для обслуживания запорно-регулирующей аппаратуры на трассе устанавливают тепловые камеры. Камеры монтируют из сборных железобетонных элементов. Вход в камеру для обслуживания запорной арматуры осуществляется через два люка. Для спуска в камеру под люком смонтированы скобы. Чтобы избежать коррозии трубопроводов реализована нормальная гидроизоляция каналов и камер. Для предотвращения потерь тепла теплоносителя, идущего по трубопроводу, сделана теплоизоляция из пенополиуритана (полуцилиндры).

2.3 Подготовительные работы

Для того чтобы начать прокладывать трассы трубопроводов необходимо получить разрешение на выполнение данных работ в соответствующих организациях. Разрешение на разработку грунта выдает административная инспекция соответствующего района по землепользованию, указывая срок и условия производства работ. Далее, нивелируют, производят разбивку на местности трассы тепловой сети через каждые 200-250м исходя из координат, которые обозначены на генплане их привязкой к ближайшим зданиям, люкам подземных колодцев или к другим сооружениям. На поворотах или на пересечениях с поперечными осями ниш и камер, трассу фиксируют деревянными колышками, на которых обозначают координаты и строительные отметки для каналов, камер и ниш. Границы рытья траншей, ниш, камер обозначают временными колышками через каждые 20-25 м, колышки отличаются наружными габаритами; по трассе теплосетей через каждые 50 м устанавливают постоянные визирки. По завершению геодезической разбивки, на трассу устанавливают ограждения, осуществляют уборку территории, возводят временные сооружения, осуществляют проводку временного ограждения, проводку воды и электроэнергии. Параллельно трассе проводку

прокладывают временные дороги для обеспечения проезда автотранспорта и подъезда к месту работы строительных механизмов, расположенных вне призмы обращений грунта. На трассе размещают инвентарные временные здания для мастеров и прорабов, для приёма пищи, для кладовой, для хранения инвентаря, материалов и инструментов, для приёма пищи, для склада, размещают инвентарные щиты ограждений и креплений, переходные мостики и лестницы. До начала строительства и монтажа на трассу доставляют необходимые материалы, готовят инструменты.

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

Теплосеть сооружают поточным методом с помощью комплексной механизации погрузочных, монтажных, и транспортных работ. Трассу разделяют на захватки, работы проводят на шести комплексах, у каждого комплекса собственная бригада. Алгоритм и технология строительного-монтажных работ включают следующие виды работ:

- Земляные работы.

После геодезической разбивки трассы теплопроводов, монтажа ограждений места разбивки, подключения сигнального освещения и подготовки проездов для землеройных машин, экскаватором марки Э-3026 начинают рыть траншеи. Разработка грунта для прокладки сетей изображена на рисунке 24.

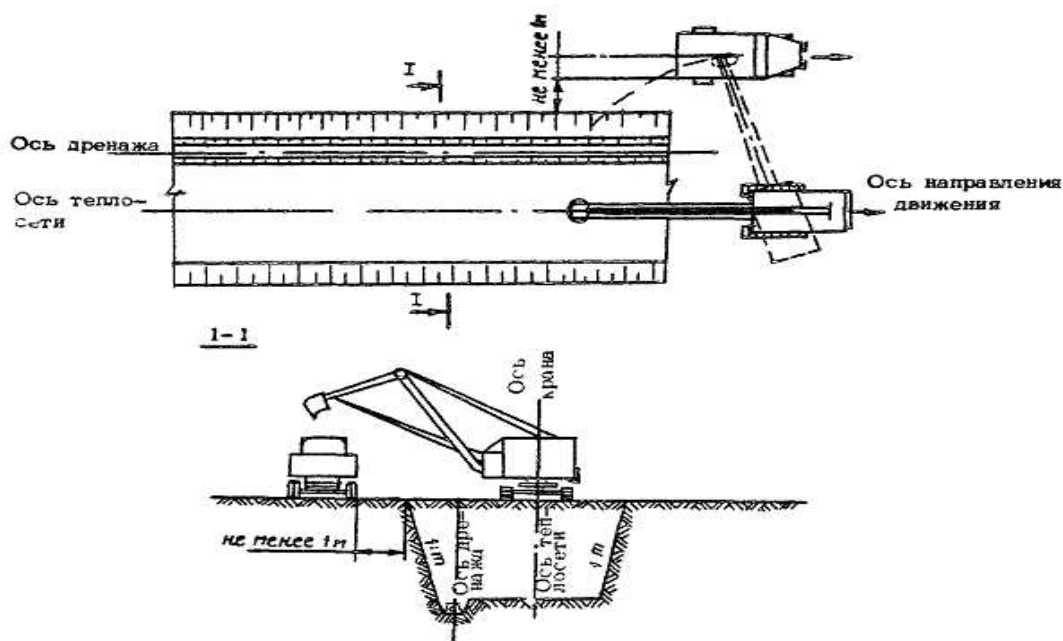


Рисунок 24 - Разработка грунта для прокладки теплосетей

Минимальная ширина траншеи по дну берется согласно СНиП и принимается равной $D + 300$ мм для трубопроводов диаметром до 700 мм (где

D – условный диаметр трубопровода) и $1.5 \cdot D$ для трубопроводов диаметром 700 мм и более, учитывая определенные требования:

- ширина траншеи по дну на кривых участках под гнутые или сварные отводы следует принять равной двукратной величине по отношению к ширине на прямолинейных участках для того чтобы произвести укладку трубопровода в кривую траншею;

- ширина траншеи допускается быть равной ширине рабочего инструмента землеройной машины, но не менее указанной;

- 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.

Глубину траншеи определяют исходя из условий предохранения трубопровода от возможных 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 скальных и болотистых грунтов при отсутствии проезда автотранспорта ($D + 0.6 - 0.8$ м); для песчано-барханных грунтов ($D + 1$ м) от нижних межбарханных оснований; для болотистых грунтов, подлежащих осушению - ($D + 1.1$ м).

Крутизна откосов траншей под трубопровод принимается согласно СНиП и приведена в таблице 8.

Метод разработки грунта выбирают исходя из параметров земляного сооружения и объемов работ, классификации грунта по трудности разработки, геотехнических характеристик грунта, наличия землеройных машин в строительных организациях и местных условий строительства.

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

Различают два вида разрыхления: первоначальное и остаточное. Первоначальное разрыхление появляется в момент разработки грунтов, а остаточное образуется в земляном сооружении после его уплотнения 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. | | |
|---|---|-------|----------|
| | | 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 |

Окончание таблицы 8

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| 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 |
| 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 возможна при условии устойчивости грунта в летнее время. Чтобы предотвратить обвал вынутаго грунта, и не допустить обрушение стенок траншеи ближняя кромка основания отвала вынутаго грунта должна располагаться не ближе 0.5 м от края траншеи.

Засыпка траншей - крайняя операция в строительном процессе прокладки теплотрассы. Для этого используют бульдозеры, роторные траншейные экскаваторы, роторные траншеезасыпатели, а также одноковшовые экскаваторы с оборудованием, обратную лопату или драглайн. Засыпку траншей одноковшовыми экскаваторами производят со стороны, противоположной отвалу, при больших же объёмах грунта экскаватор с обратной лопатой перемещается вдоль траншей, по полосе размещения отвала грунта.

Засыпку траншей при строительстве магистральных трубопроводов производят данными 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 следует применять автогрейдеры.

Минеральный грунт, остающийся после укладки трубопровода в траншею, равномерно распределяется на полосе в зоне со снятым плодородным слоем почвы (перед нанесением последнего), либо вывозится в места, которые обозначены в проекте и согласованы с органами, контролирующими данные земельные участки.

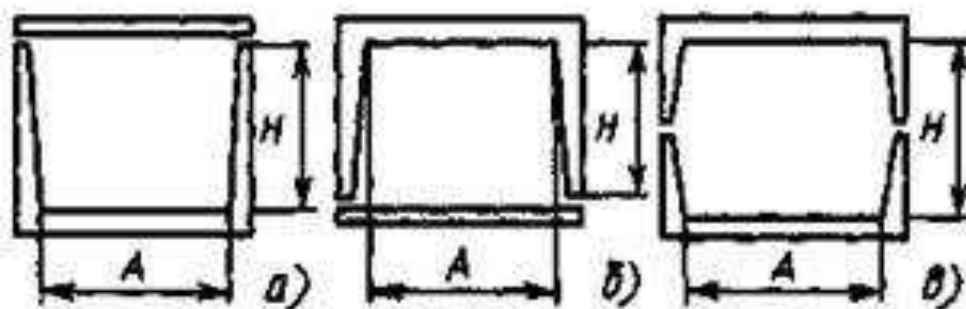
В зимних условиях искусственное уплотнение минерального грунта засыпки не осуществляется. Грунт отсыпают в траншею валиком, где он достигает необходимой плотности после оттаивания в течение 2 - 3 месяцев. (естественное уплотнение).

Ёмкость ковша экскаватора равна 0.4 м³, проход для экскаватора начинают по оси траншеи. Траншею роют на глубину меньше проектной отметки на 0 - 1 м. Остаточный грунт вывозят автосамосвалом КамАЗ-5511 на свалку на расстояние в пределах 5 км. Траншею до проектной отметки

углубляют вручную лопатами, но грунт удаляют с помощью 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.

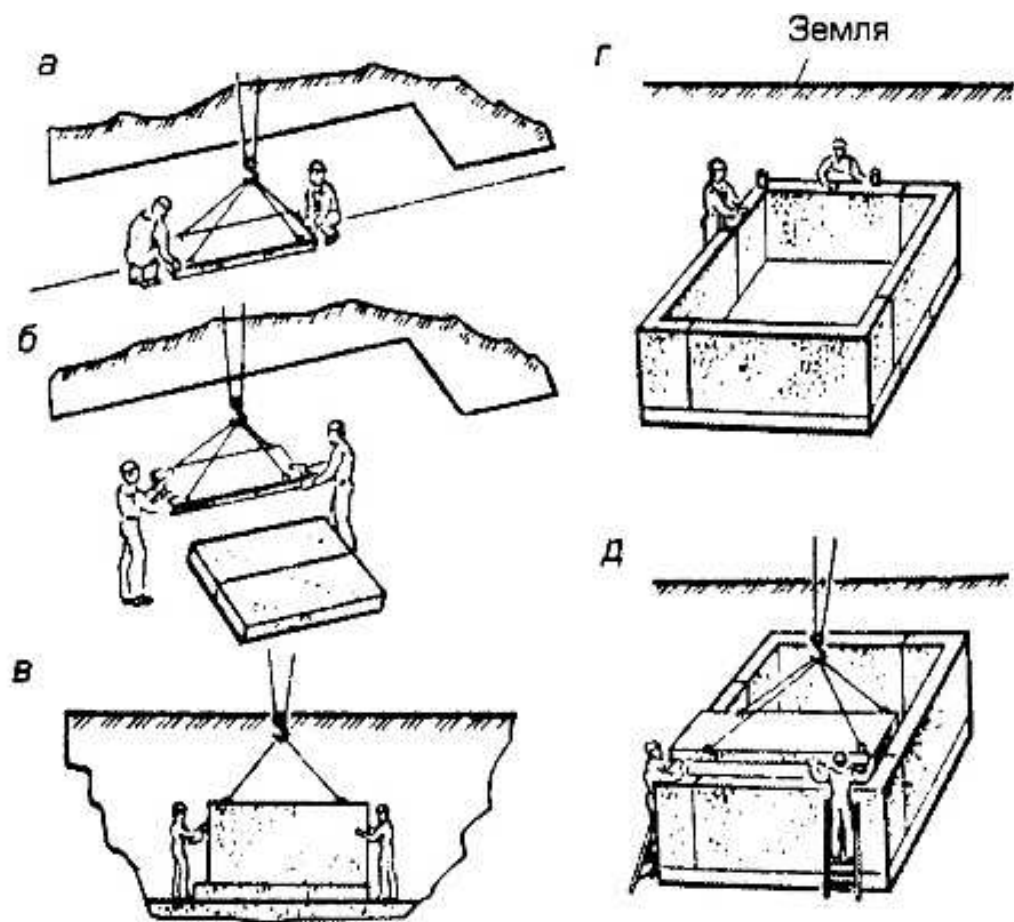
- Устройство железобетонных конструкций, каналов, камер.

Монтажные работы проводят 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), осуществляют с помощью автокрана. Плавно без рывков и раскачиваний на высоту 0,5 – 0,3 м от поверхности земли поднимают изделие и опускают в проектное положение, устанавливая плавно, без толчков и ударов. Стропы убирают после окончания выверки правильности установки. Вертикальные и горизонтальные швы между конструкциями заделывают цементным раствором. Неподвижные опоры делают из монолитного железобетона, обеспечивают крепёж на предварительно установленные основания.



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

Рисунок 25 - Непроходные каналы



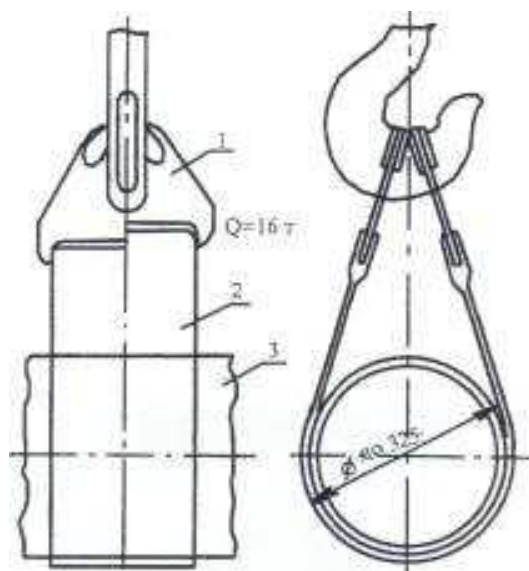
а,в - укладка плит основания
 в,г - монтаж Г-образных блоков
 д - укладка плит перекрытия

Рисунок 26 - Монтаж тепловой камеры

Для теплосети используются электросварные трубы (ГОСТ 10704-91) длиной $l = 10$ м. Перед началом монтажа трубы складывают в звенья по четыре штуки на бровке траншеи. Далее сверяют соответствие проектным размерам диаметра, толщины стенок труб и их соответствие сертификату качества, при необходимости выправляют деформационные концы. Перед монтажом стальные трубы необходимо очистить от грунта и грязи. При дуговой сварке кромка трубы и прилегающие к ней внутреннюю и внешнюю поверхность на 10см шлифуют до металлического блеска. Центровку и подгон труб производят с помощью центраторов. Состыкованные трубы скрепляют временными прихватками. При ручной дуговой сварке отдельные слои швов накладывают так, чтобы замыкающие участки швов не совпадали друг с другом. Первый слой обеспечивает полный провар корки шва, второй дает полный провар кромок. Участки слоёв шва с порами, раковинами и трещинами шлифуют до чистого металла, а каверы шва тщательно заваривают. Сварные стыки являются поворотными вертикальными.

- Монтаж трубопроводов и арматуры.

Перемещение труб звеньями в траншею осуществляется с помощью двух однотипных автокранов. Строповку (рисунок 27) обеспечивают в двух точках, затем звено поднимают кранами (рисунок 28) на 0.7 м от поверхности земли. Необходимо убедиться в надёжности строповки и устойчивости механизмов, далее переместить звено в проектное положение, изменяя вылет стропы. Звено опускают плавно без рывков. После выверки положения звена на дне канала снимают стропы, передвигают краны и повторяют цикл. При окончании строповки звеньев и сварки труб, осуществляют их рихтовку, и монтируют к трубопроводам скользящие опоры. При рихтовке необходимо обеспечить, чтобы расстояние от поверхности изоляции труб до стенки канала между поверхностями было 70 мм. При уложенных рядом трубах расстояние между их изоляцией должно быть не менее 110 мм. При прокладке трубопроводов подающую трубу размещают справа по ходу движения теплоносителя. Перед монтажом арматуры проводят её ревизию. Арматуру монтируют таким образом, чтобы обеспечить к ней свободный доступ во время эксплуатации и ремонта. Места монтажа арматуры на трассе необходимо обезопасить от восприятия любых изгибающих усилий. После установки на место задвижек, их центровки к трубопроводам и точной проверки с помощью специальных инструментов правильности их установки и совпадения осей осуществляют сборку патрубников и монтируют фланцевые соединения с прокладками. Подтяжку труб и их стыковку с патрубниками осуществляют по обе стороны от задвижек, после чего заваривают стыки. При установке задвижек фланцы на трубопроводе монтируют без перекосов при полном совпадении болтовых отверстий с отверстиями во фланцах задвижек. Болты затягиваются параллельными гаечными ключами, не допуская сильной затяжки.



1 - пластина; 2 - лента; 3 – трубопровод

Рисунок 27 - Строповка трубопровода

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 манометр не показывает падение давления и не обнаружено течи или потения стыков.

- Анतिकоррозийная и тепловая изоляция стыков трубопроводов.

Изоляционные работы производят после сварки стыков и предварительного гидравлического испытания. Процесс антикоррозийной защиты состоит из следующих операций:

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

Если антикоррозийное покрытие наносят в дождливую погоду, то необходима просушка. Очистку наружной поверхности осуществляют вручную металлическими щетками, обезжиривают бензином. Далее грунтуют. После нанесения антикоррозийной изоляции трубопроводы покрывают теплоизоляцией (ППУ) с покровным слоем из рулонного стеклопластика.

- Монтаж перекрытий каналов камер.

Перекрытия монтируют 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. На перекрытия каналов и тепловых камер наносят два слоя битумной мастики.

- Благоустройство.

Засыпку траншеи начинают вручную, при этом между стенками траншеи и канала (трубы) тщательно засыпают пазухи с постоянной утрамбовкой. Затем остальной грунт засыпают бульдозером. Уплотнение производят катками.

- Окончательное гидравлическое испытание.

При данном гидравлическом испытании трубы находятся под давлением в течение 15 мин. Далее происходит осмотр сварных и фланцевых соединений арматуры, затем давление снижают до рабочего. Если при этом значение давления в течении двух часов не увеличится на 10%, то считается что теплопровод выдержал испытание. После гидравлического испытания осуществляют промывку труб. Сначала трубопровод промывают водопроводной водой под давлением равным избыточному давлению в водопроводной сети (0.3 - 0.4 мПа). Далее воду сливают в теплопровод, снова наполняют водопроводной водой, при этом создается повышенное давление от насоса. Подпитку теплопровода производят из водопроводной сети. Трубопроводы прокачивают водой до ее полного осветления. Наполнение и промывку труб обычно исполняет 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 – строительные-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 Ø273x7, м | 175 | 45,92 | |
| 2 | ГОСТ 1074-91 | Компенсаторы из электросварных труб Ø273x7, шт. | 1 | | |
| 3 | 4.903-10 вып.4 | Опора неподвижная 250.Т4.06, шт. | 3 | 1,3 | |
| 4 | 4.903-10 вып.5 | Опора скользящая 250 Т13.19, шт. | 121 | 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 | ЛК300.120.90 | Основной лоток, шт | 54 | 1980 | |
| 2 | ЛК 75.120.90 | Доборный лоток, шт | 4 | 630 | |
| 3 | ПТ300.120.12 | Плита перекрытия, шт | 54 | 1050 | |
| 4 | ПТ75.120.12 | Плита перекрытия доборная, шт | 4 | 330 | |
| 5 | ОП 3 | Опорная подушка, шт | 109 | 40 | |
| <u>Компенсаторная ниша (1 шт)</u> | | | | | |
| 1 | ЛК 75.150.90 | Лоток доборный, шт | 12 | 630 | |
| 2 | ПДУ140.150.12 | Плита днища, шт | 4 | 500 | |
| 3 | ПТ75.150.12 | Плита перекрытия, шт | 12 | 330 | |
| 4 | ПТУ210.120.12 | Плита перекрытия угловая, шт | 4 | 130 | |
| 5 | | Кирпичная кладка из кирпича М 100 на растворе М 50, м ³ | 0,25 | | |
| 6 | ОП 3 | Опорная подушка, шт | 8 | 40 | |
| <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 | 0,06 | | |
| 4 | ОП 3 | Опорная подушка, шт | 4 | 40 | |
| <u>Неподвижная опора (3 шт)</u> | | | | | |
| 1 | Бетон В15 | Монолитная вставка, м ³ | 1,33 | | |
| 2 | Бетон В7,5 | Подготовка, м ³ | 0,31 | | |
| 3 | Серия 3.006.1- 8 ПТ75.150.12 | 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. | 10,5 | 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 | ПТ75.150.12 | Плита перекрытия доборная, шт | 4 | 330 | |
| | Балка Б4 | | 1 | 500 | |
| 6 | Бетон В7,5 | Подготовка под камеру, м ³ | 0,98 | | |
| | 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 | |

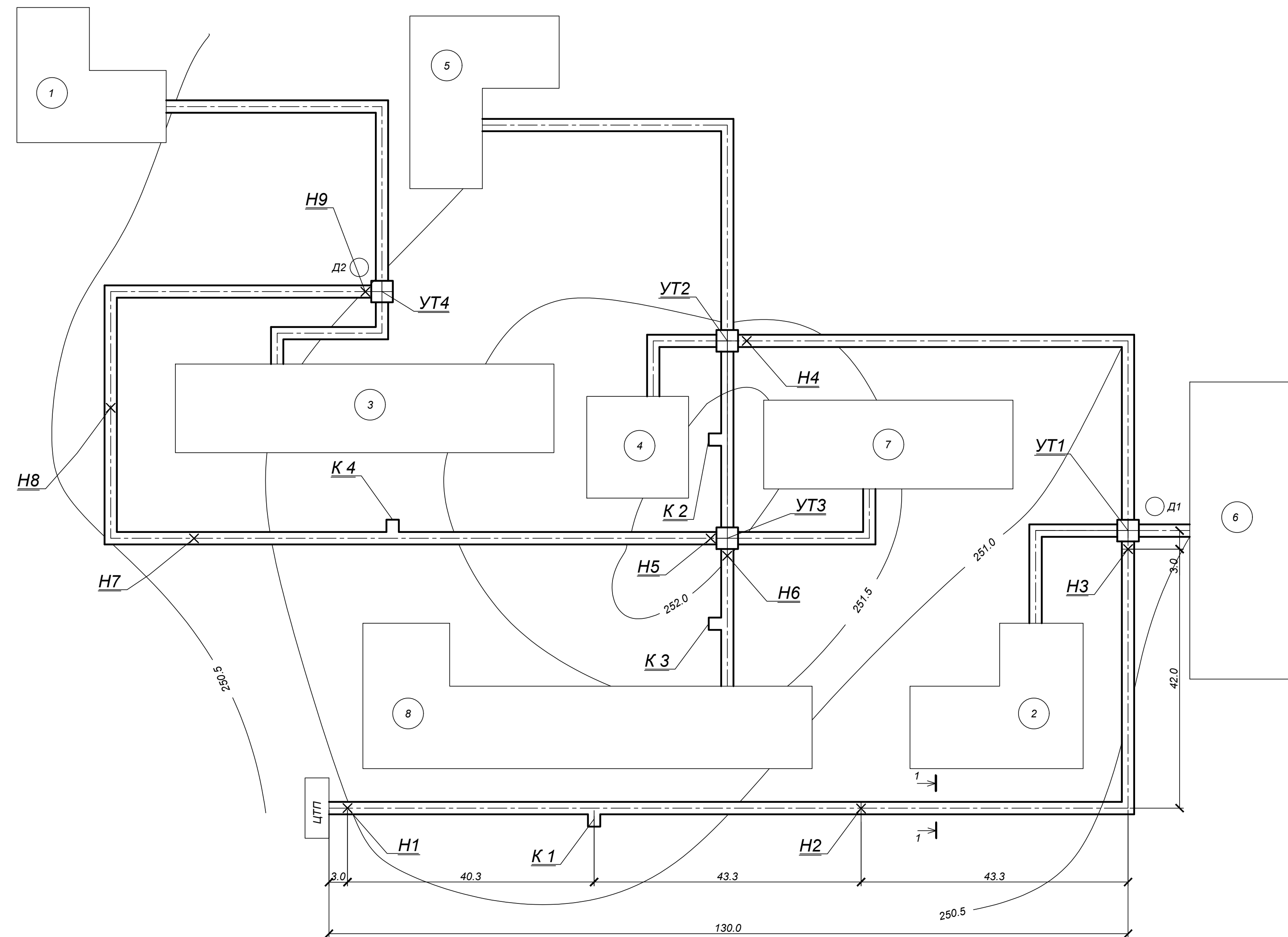
ПРИЛОЖЕНИЕ В
Ведомость объемов работ

| 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 | 0,135 |
| 2 | Разработка гр. 1 экскаватором 0,4 м ³ в отвал | 1000 м ³ | 0,808 |
| 3 | Разработка гр. 1 экскаватором 0,25 м ³ с погрузкой на автомобили-самосвалы | 1000 м ³ | 0,189 |
| 4 | Разработка гр. 1 вручную в траншее глуб до 2 м | 100 м ³ | 0,998 |
| 5 | Обратная засыпка гр. 1 бульдозером 80 л.с. | 1000 м ³ | 0,943 |
| 6 | Обратная засыпка гр. 1 вручную в траншее глубиной до 2 м | 100 м ³ | 0,998 |
| 7 | Уплотнение гр. 1 одним проходом пневмокатка | 1000 м ³ | 0,943 |
| <u>Раздел 2. Устройство каналов</u> | | | |
| 8 | Устройство непроходных каналов, перекрываемых плитами | 1000 м ³ | 0,075 |
| 9 | Лотки | м ³ | 46,8 |
| 10 | Плиты перекрытия железобетонные | м ³ | 26,39 |
| 11 | Плиты днища угловые | м ³ | 1 |
| 12 | Кладка кирпичная | м ³ | 0,31 |
| <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 | 9,54 |
| 15 | Бетон В 7,5 | м ³ | 1,29 |
| 16 | Плиты перекрытия ж/б | м ³ | 26,39 |
| 17 | Швеллер № 18 | т | 0,0196 |
| <u>Раздел 4. Трубопроводы, арматура, КИП (Приложение А)</u> | | | |
| 18 | Прокладка трубопроводов в непроходных каналах ф259 | 1000 м | 0,175 |
| 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 | - |

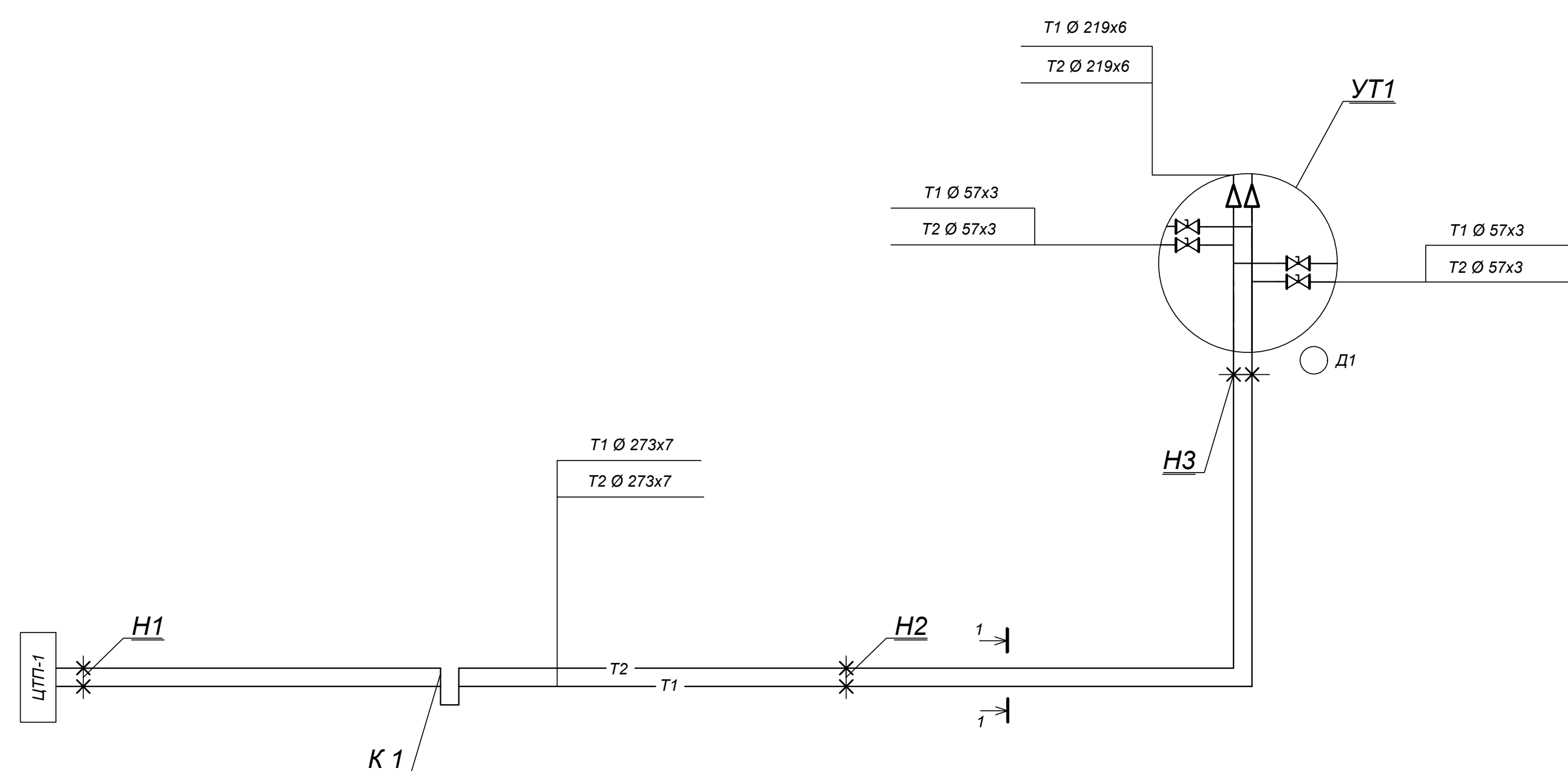
Продолжение приложения В

| 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 | 0,055 |
| 34 | ФБС, стены камер | м ³ | 10,5 |
| 35 | Балки ж/б | м ³ | 0,2 |
| 36 | Плиты перекрытия ж/б | м ³ | 0,94 |
| 37 | Конструкция колодцев сборная ж/б | т | 0,36 |
| 38 | Люки чугунные | шт | 2 |
| 39 | Бетон В 15 | м ³ | 6,28 |
| 40 | Бетон В 7,5 | м ³ | 0,98 |
| <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 |

План сетей
М 1 : 500



Монтажная схема участка ЦТП-УТ1



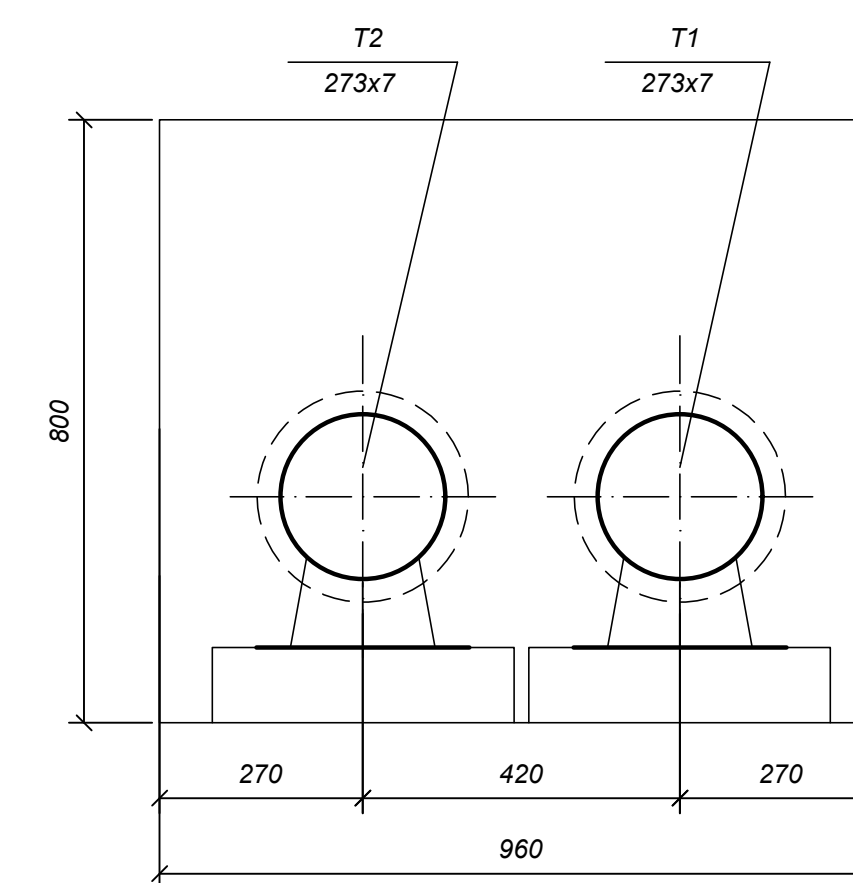
Общие указания

1. Проект тепловых сетей выполнен в соответствии с заданием на дипломное проектирование.
2. Схема теплоснабжения двухтрубная, закрытая, независимая.
3. Параметры теплоносителя в сетях микрорайона после ЦТП $T_1/T_2 = 130/70$.
4. Монтаж теплопроводов производить в соответствии со СНиП 3.03.03-87 "Несущие и ограждающие конструкции" и СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве".
5. Компенсация температурных удлинений осуществляется за счёт углов поворотов и П-образных компенсаторов.
6. Камеры УТ выполнены из бетонных блоков с перекрытием из бетонных плит.
7. В УТ1 на подающем и обратном трубопроводах произвести врезку гильз под термометры и штуцеров под манометры.
8. Из дренажных колодцев вода удаляется передвижными насосами в ближайшую канализацию или ливнесток.
9. Для защиты наружных поверхностей от коррозии трубопроводы и арматуру покрыть антикоррозийным покрытием БТ177 за 2 раза по грунтовке ГФ-21.
10. Теплоизоляция - маты из стеклянного штапельного волокна $\alpha = 40\text{мм}$, покровный слой - стеклопластик рулонный РСТ.
11. В местах примыкания каналов к теплосетям и к зданиям установить деформационные швы.
12. Швы между сборными железобетонными элементами заполняются цементным раствором марки 50, в местах деформационных швов стыки заполняются битумом.
13. В узлах УТ2, УТ3 трубопровода установить воздушники. В узлах УТ1, УТ4 установить дренажные колодцы.

Тепловые нагрузки

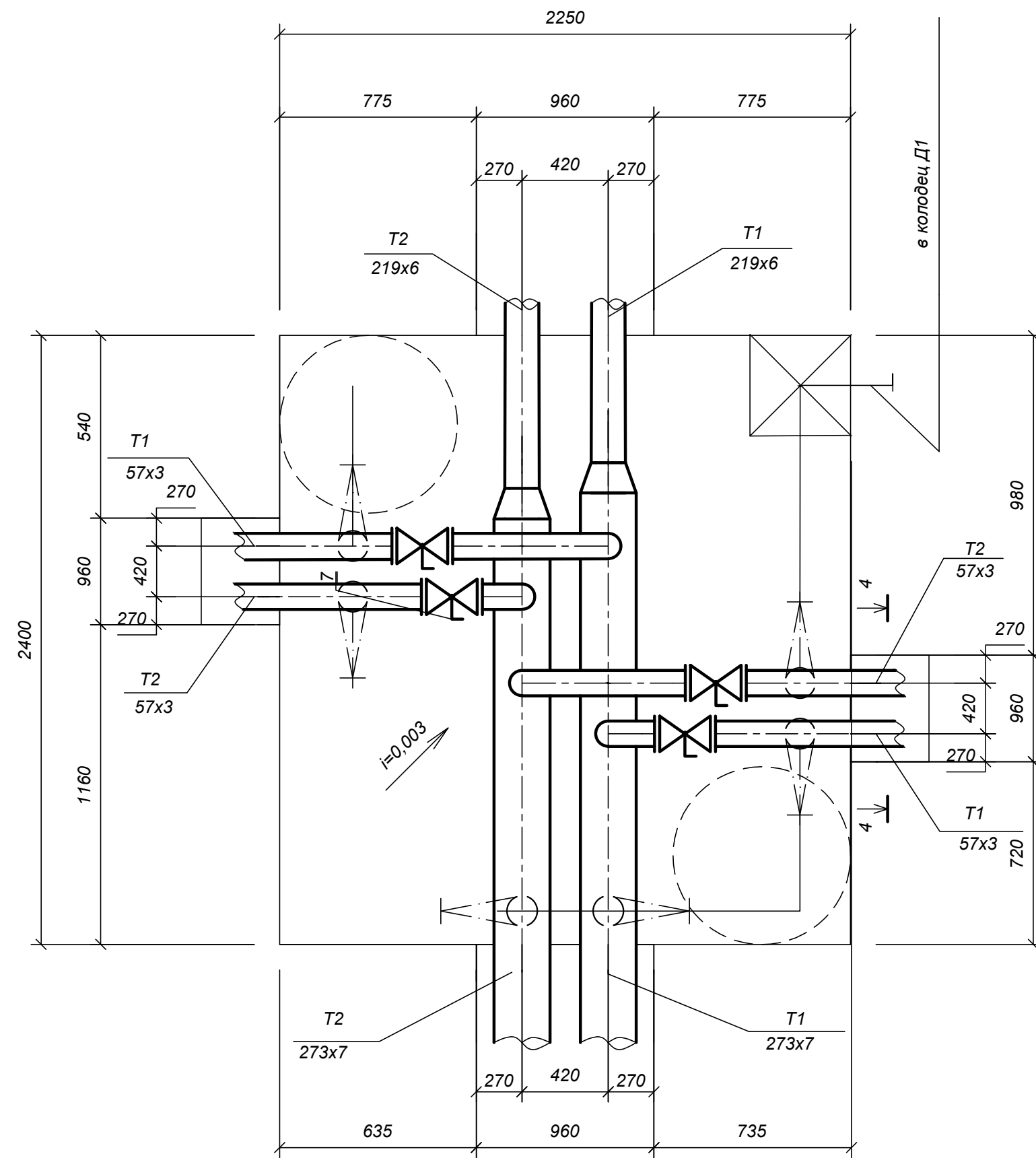
| Поз. | Наименование потребителя | Расчетный тепловой поток, МВт | | | |
|--------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Q _{от} | Q _в | Q _н | Q _г |
| 1 | 90 кв. жилой дом | 0,618 | - | 0,484 | 1,102 |
| 2 | 90 кв. жилой дом | 0,618 | - | 0,484 | 1,102 |
| 3 | 250 кв. жилой дом | 0,5 | 0,18 | 1,44 | 2,12 |
| 4 | Магазин | 0,22 | - | 0,1 | 0,32 |
| 5 | 90 кв. жилой дом | 0,618 | - | 0,484 | 1,102 |
| 6 | 90 кв. жилой дом | 0,618 | - | 0,484 | 1,102 |
| 7 | 115 кв. жилой дом с предпр. быт. обл. | 0,786 | 0,4 | 0,632 | 1,818 |
| 8 | 250 кв. жилой дом | 1,5 | - | 1,44 | 2,94 |
| Итого: | | 5,48 | 0,58 | 5,55 | 11,61 |

Сечение 1-1

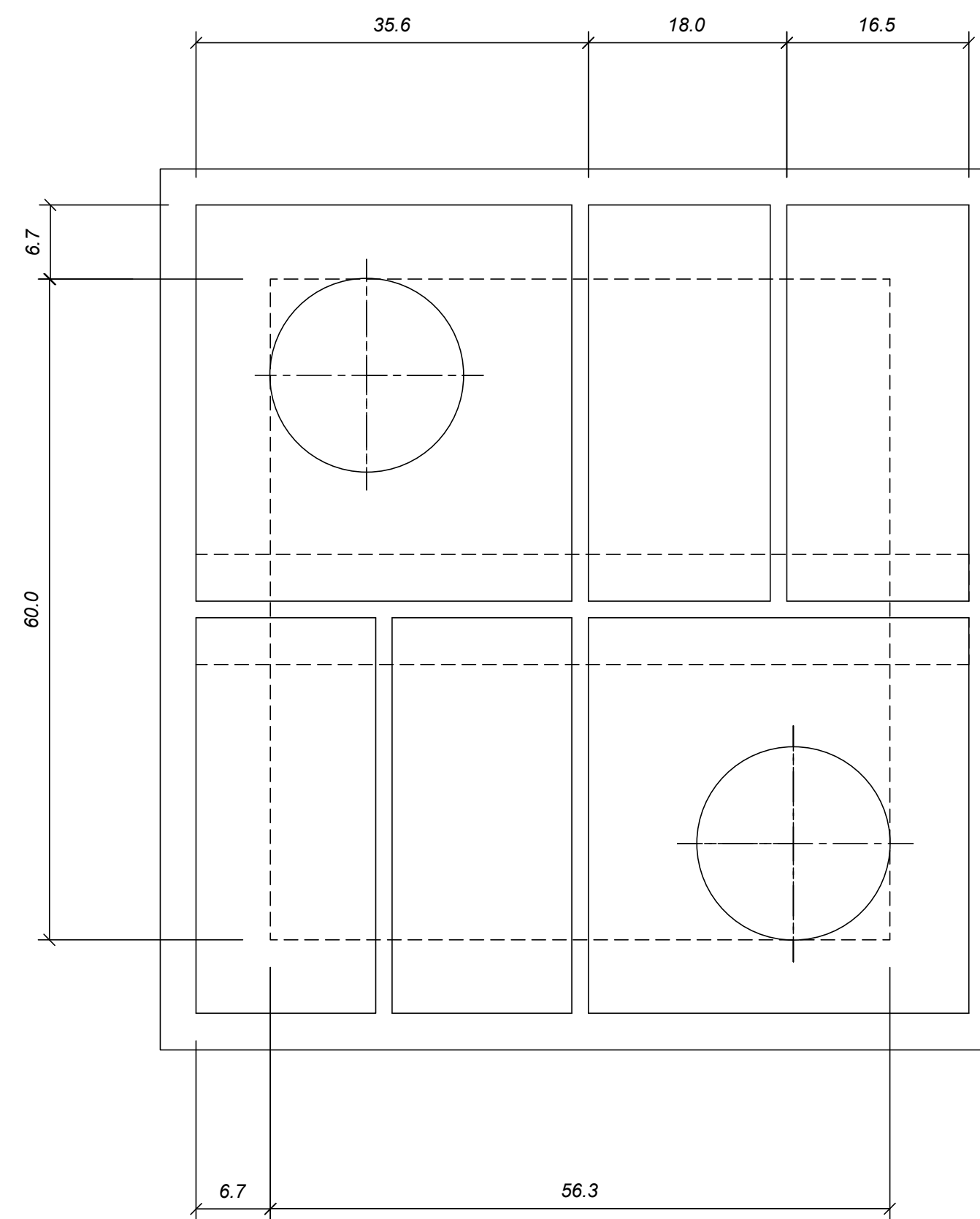


| | | | |
|--|-----------|---|-----------------------------|
| БР - 08.03.01.05 2020 -ТС | | | |
| Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт | | | |
| Разраб. | Савченко | Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске | Стадия Лист Листов у 1 4 |
| Консул. | Целищев | План сетей. Общие данные. Монтажная схема ЦТП-УТ1. Сечение 1-1. Тепловые нагрузки | Каф. ИСЗиС |
| Рукоп. | Олнев | | |
| Н. контр. | Целищев | | |
| Зав. каф. | Матюшенко | | |

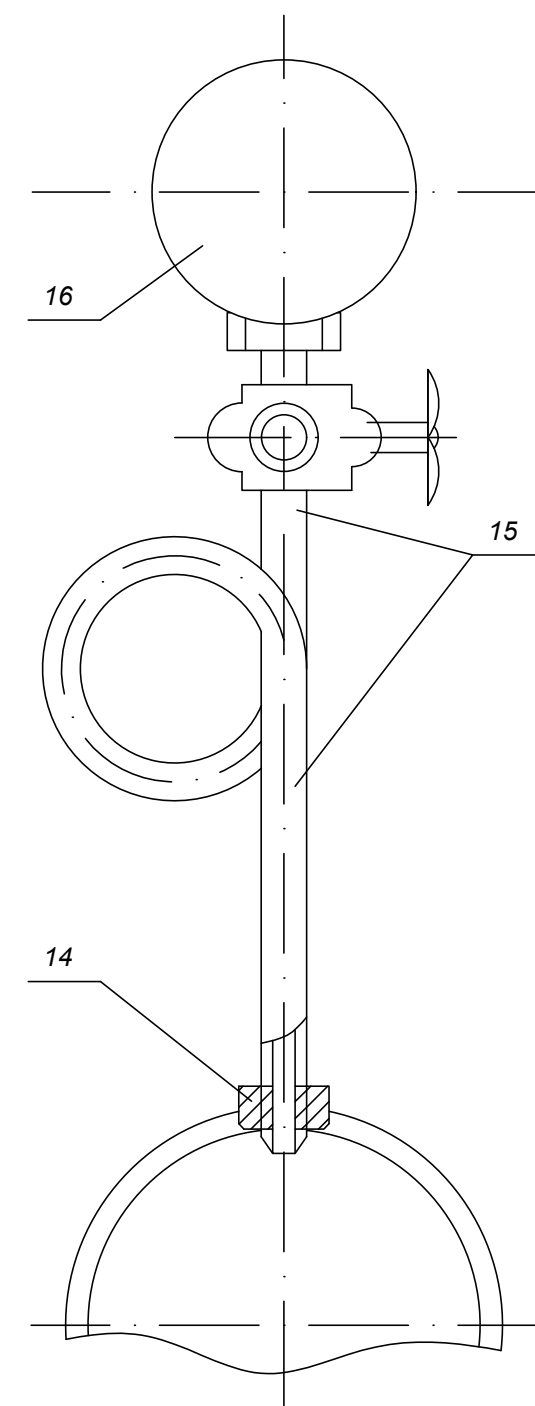
УТ1 (тип 4)



План перекрытия камеры УТ1 (тип 4)

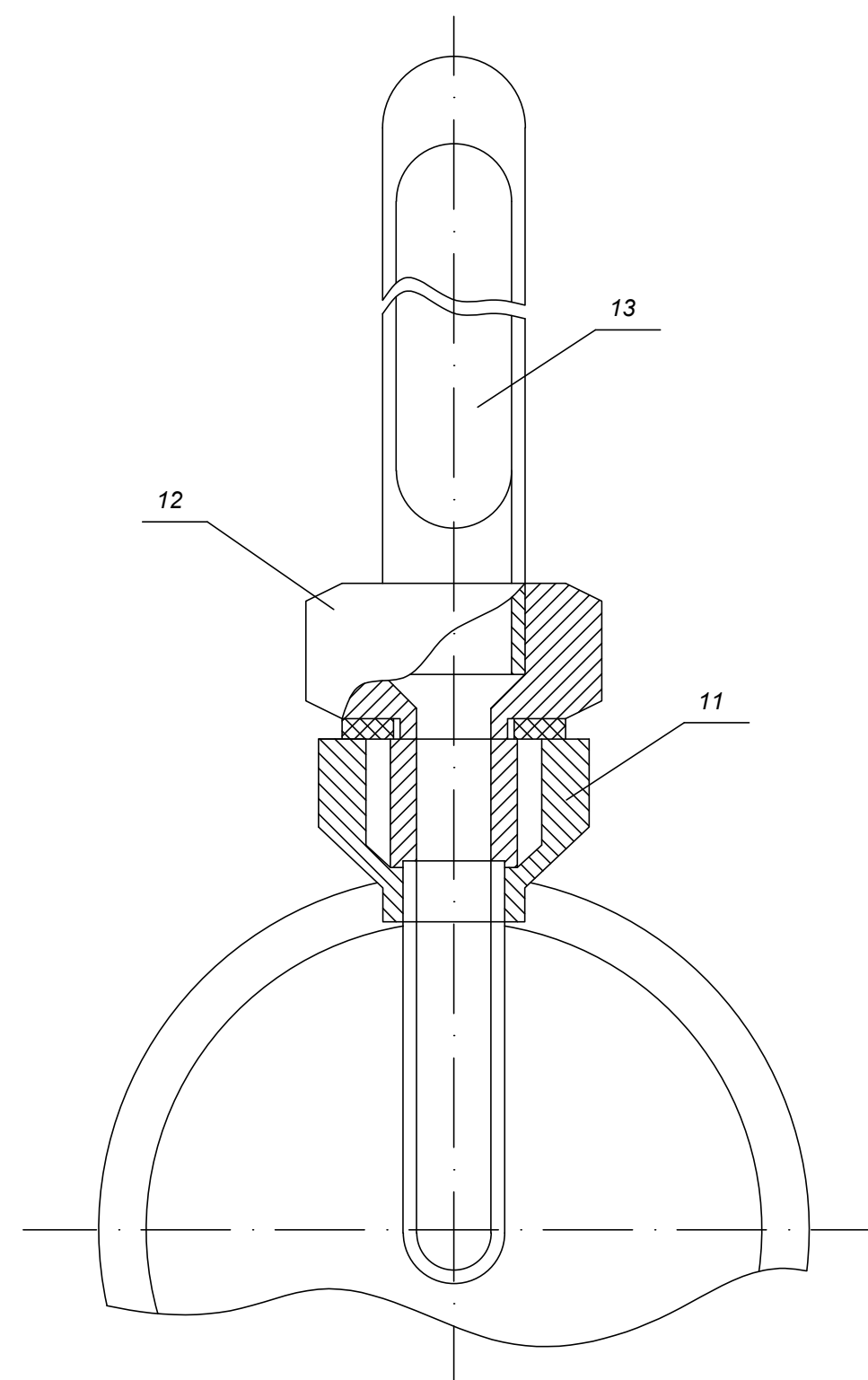


Установка манометра

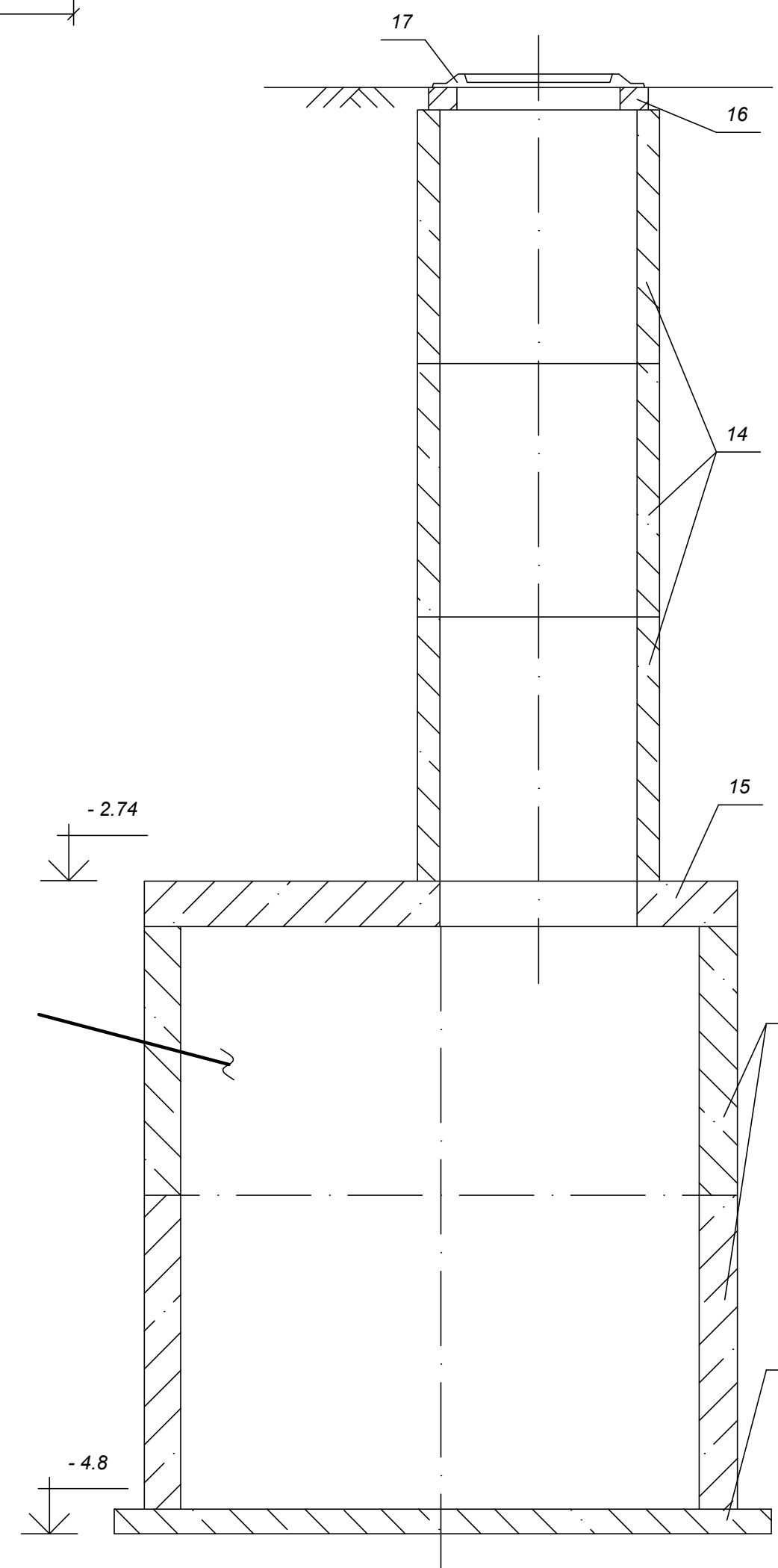


Отборное устройство: успокоительная трубка Перкинса; трехходовой манометрический кран.

Установка термометра



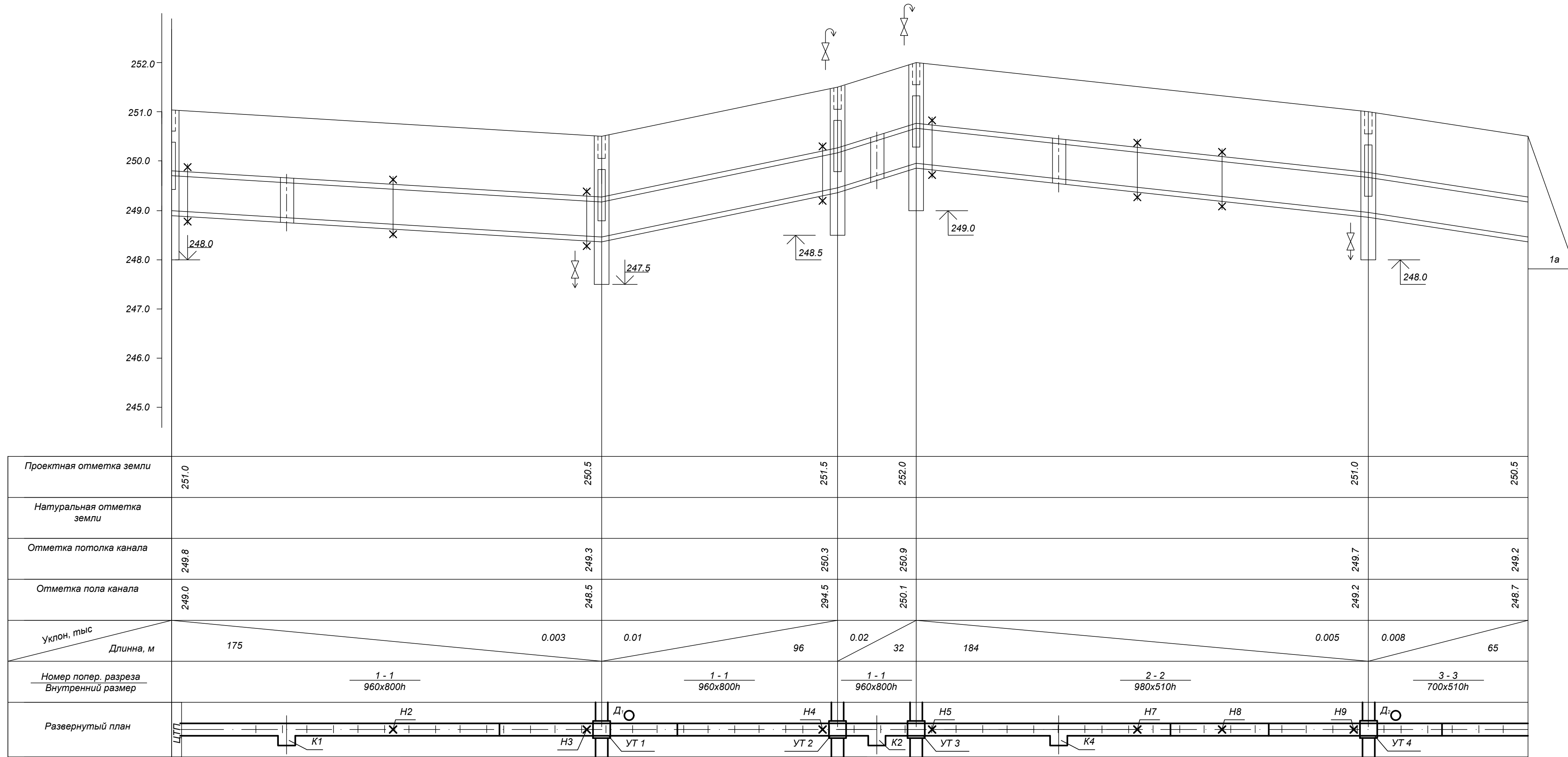
Колодец Д1



| Обозначение | Наименование | Кол. | Масса ед.ка | Примечание |
|---|---|--------|-------------|------------|
| Спецификация оборудования и материалов на расчетном участке ЦТП | | | | |
| 273x7 ГОСТ 10704-91 | 1. Труба стальная электросварная d, 250, м | 175 | 45,92 | |
| 219x6 | 2. То же d, 200, м | 96 | 31,52 | |
| 57x3 | 3. // d, 50, м | - | 4 | |
| 273x7 ГОСТ 10704-91 | 4. Компенсаторы из электросварных труб, шт | 1 | | |
| ГОСТ 5631-79 | 5. Антикоррозийное покрытие БТ№177 за 2 раза по грунтовке ГФ-21, м2 | 172 | | |
| ГОСТ 5631-79 | 6. Теплоизоляция, маты из стеклянношпательного волокна 40 мм, м3 | 8,6 | | |
| ТУ 6-11-145-80 | 7. Покрывной слой-стеклопластик рулонный РСТ, м2 | 251,12 | | |
| ЗКЧ-1-87 УСТ. 1 | 8. Бобышка, шт | 2 | | КИП |
| ГОСТ 3029-75* | 9. Оправа защитная под термометр, шт | 2 | | КИП |
| ГОСТ 2823-73* | 10. Технический стеклянный термометр, 0-150, шт | 2 | | КИП |
| ЗКЧ-46-76 | 11. Закладная, шт | 2 | | КИП |
| 16-225 П | 12. Отборное устройство, шт | 2 | | КИП |
| ТУ 36.1258-76 | 13. Манометр 170-16, шт | 2 | | КИП |
| МПЧ-У | 13. Манометр 170-16, шт | 2 | | КИП |
| Установка дренажа в узле УТ 1: | | | | |
| 76x3 ГОСТ 10704-76 | 14. Дренажная труба, м | 9 | 5,4 | |
| 15с 22нж 1 | 15. Вентиль стальной запорный фланцевый (дренаж) Ру 16, d, 50, шт | 2 | 18,6 | |
| 15с 27нж 1 | 16. То же (воздушник) d, 20, шт | 2 | 10 | |
| | 17. Бачек для разрыва струи | 6 | | |
| Строительные конструкции: | | | | |
| ГОСТ 13579-78 | 1. Блок фундаментный для стен камеры, шт | 10,5 | 1300 | |
| с.3.006.1-8 В.02 ПТО 150.150.12 | 2. Плита перекрытия, шт | 2 | 520 | |
| // ПТ 75.150.12 | 3. Плита перекрытия обратная, шт | 4 | 330 | |
| Б4 | 4. Балка, шт | 1 | 500 | |
| с.3.900.1-14 КС 6 | 5. Кольцо опорное, шт | 2 | 50 | |
| // КС 7.3 | 6. Кольцо стеновое, шт | 2 | 130 | |
| 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 | 0,98 | | |
| Ст. Ø16 А1 | 10. Скобы ходовые, шт | 64 | 2,1 | |
| Бетон В15 | 11. Отмостка люков, м3 | 5,2 | | |
| Дренажный колодец 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. | Савченко | Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске | Стадия | Лист | Листов |
| Консул. | Целищев | | у | 2 | 4 |
| Руков. | Оленев | | Узел трубопровода УТ1. Колодец Д1. Спецификация. КИП | | |
| Н. контр. | Целищев | | Каф. ИСЗиС | | |
| Зав. каф. | Матюшенко | | | | |

Профили сетей
Мг 1 : 1000; Мв 1 : 50



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

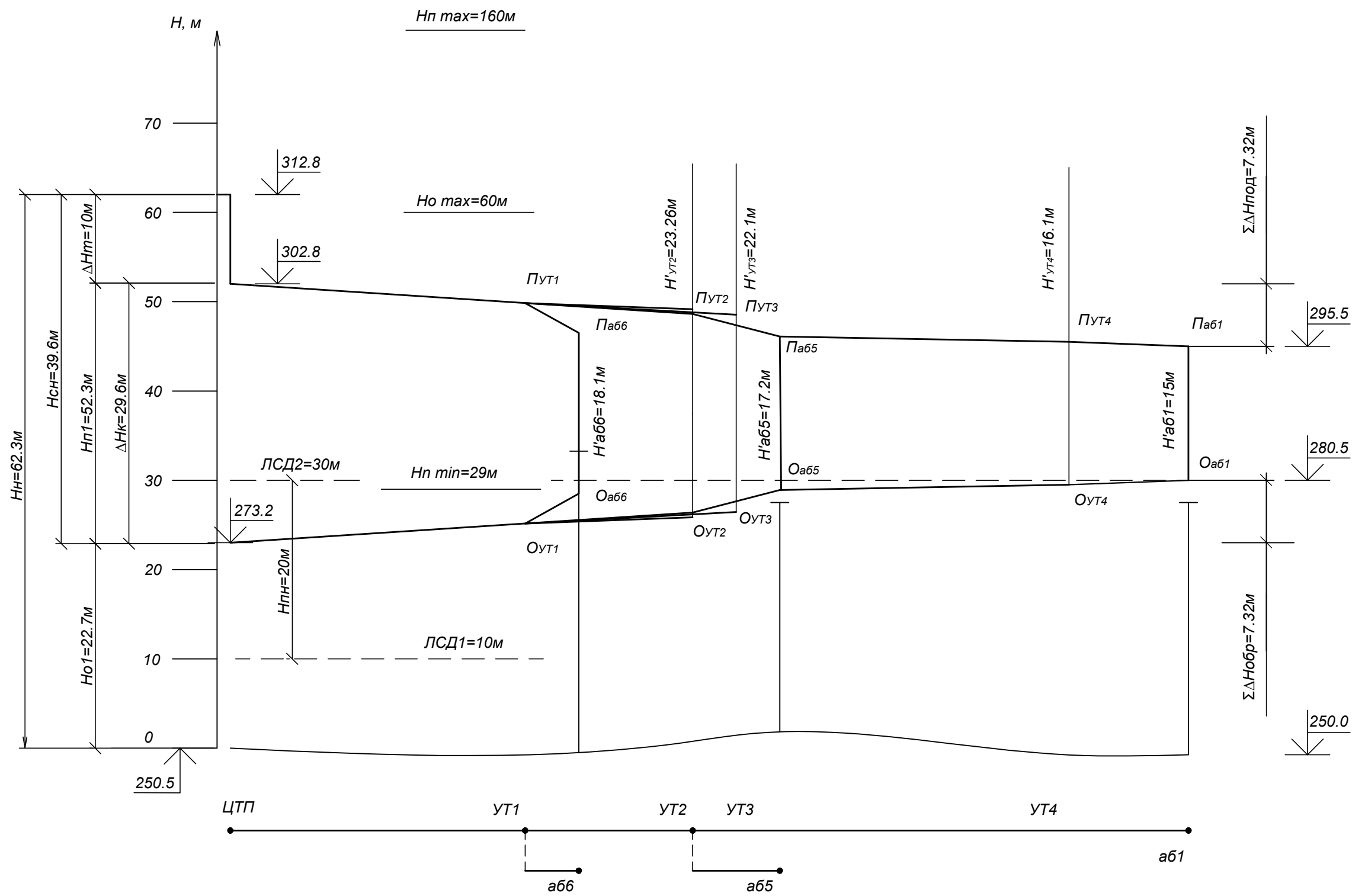
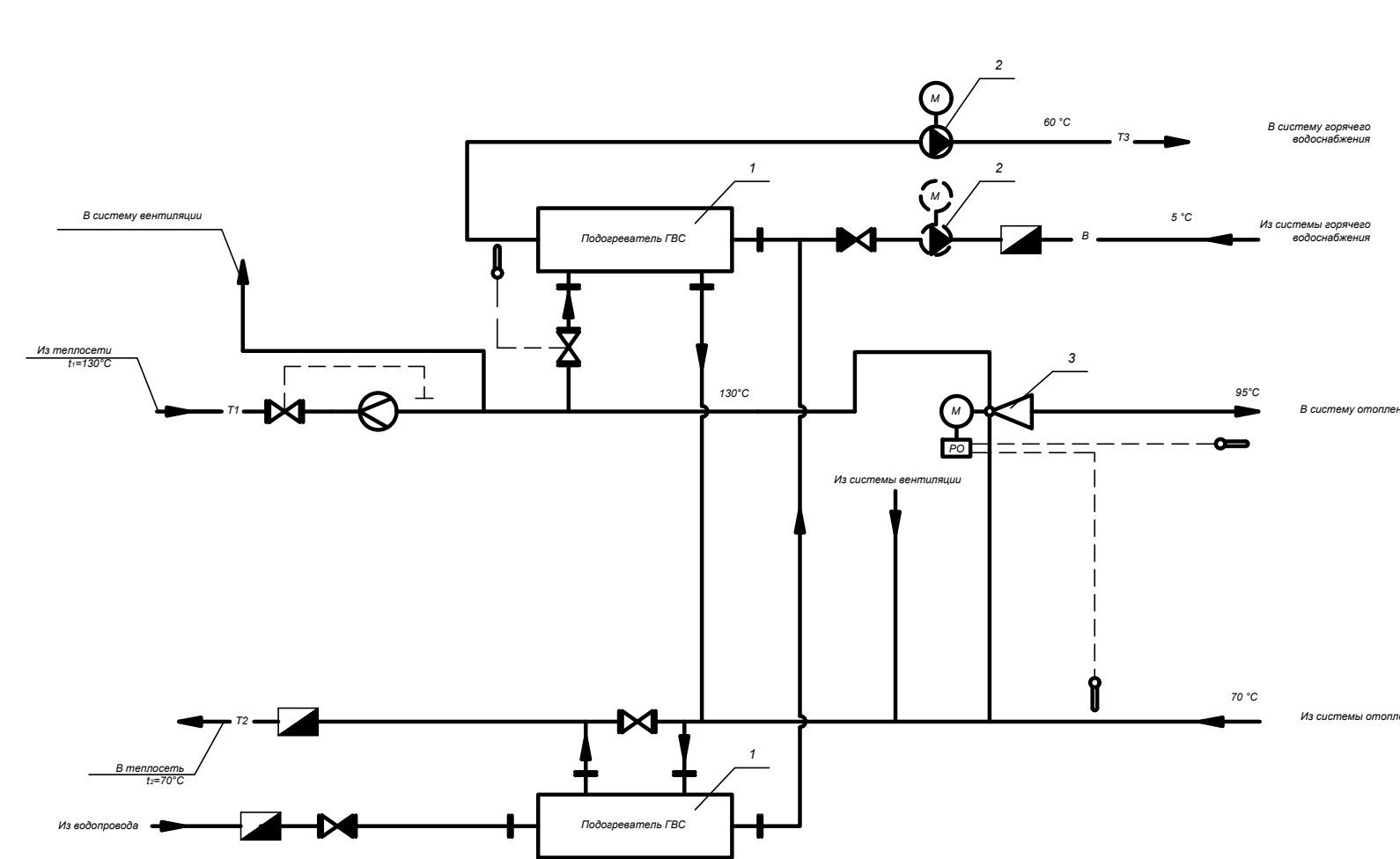
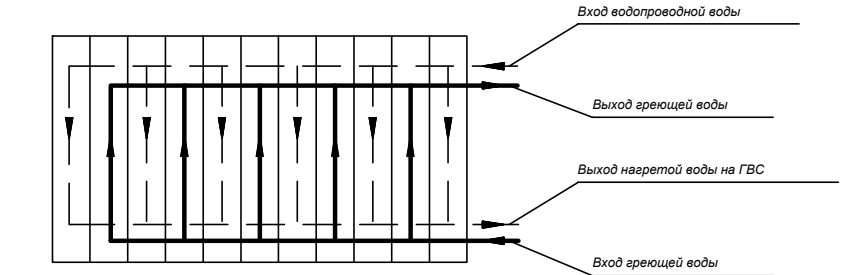


Схема МТП (закрытая)



Симметричная компоновка пластин в пакете



Теплообменник (исполнение 2)
P 0,3p-0,8-14,7-2к-01-10

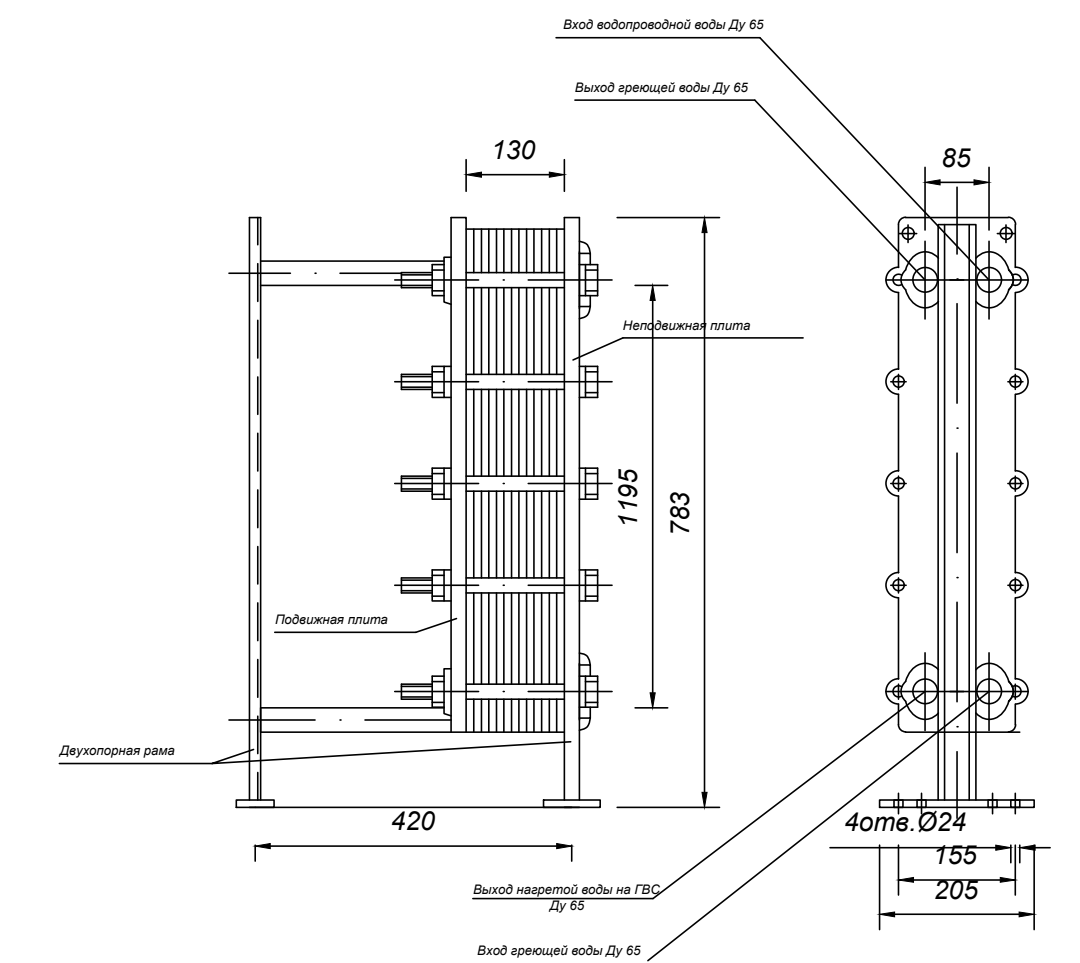
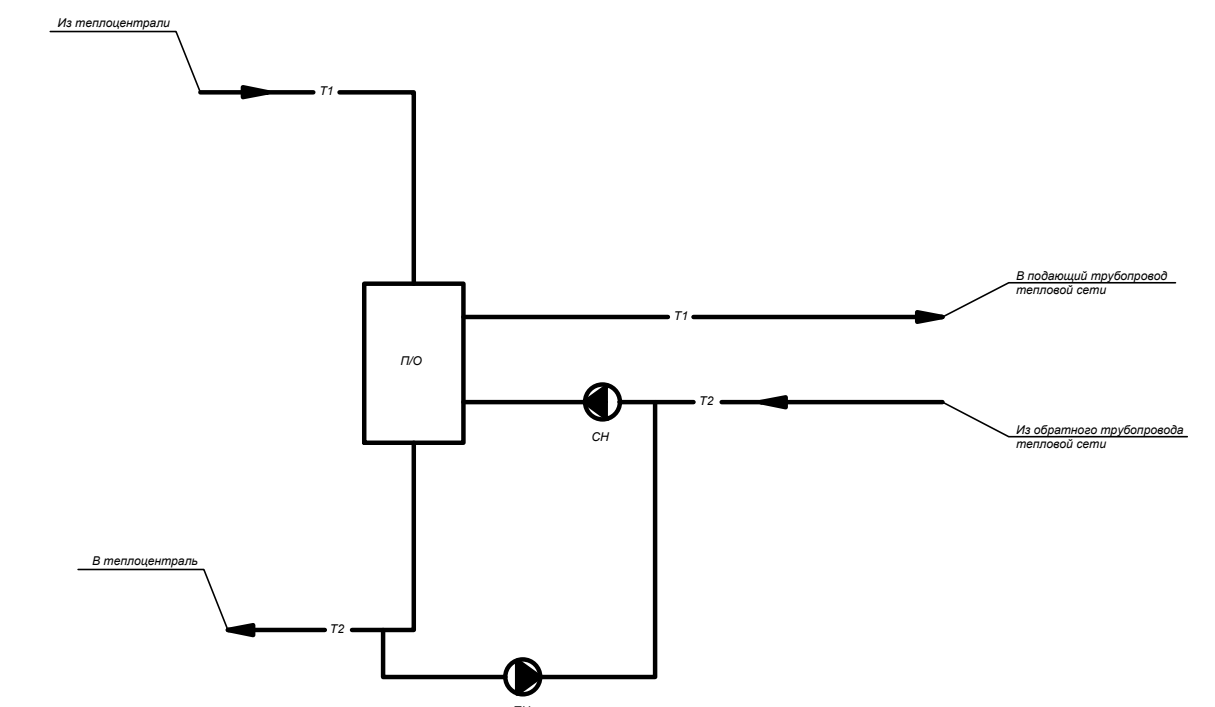


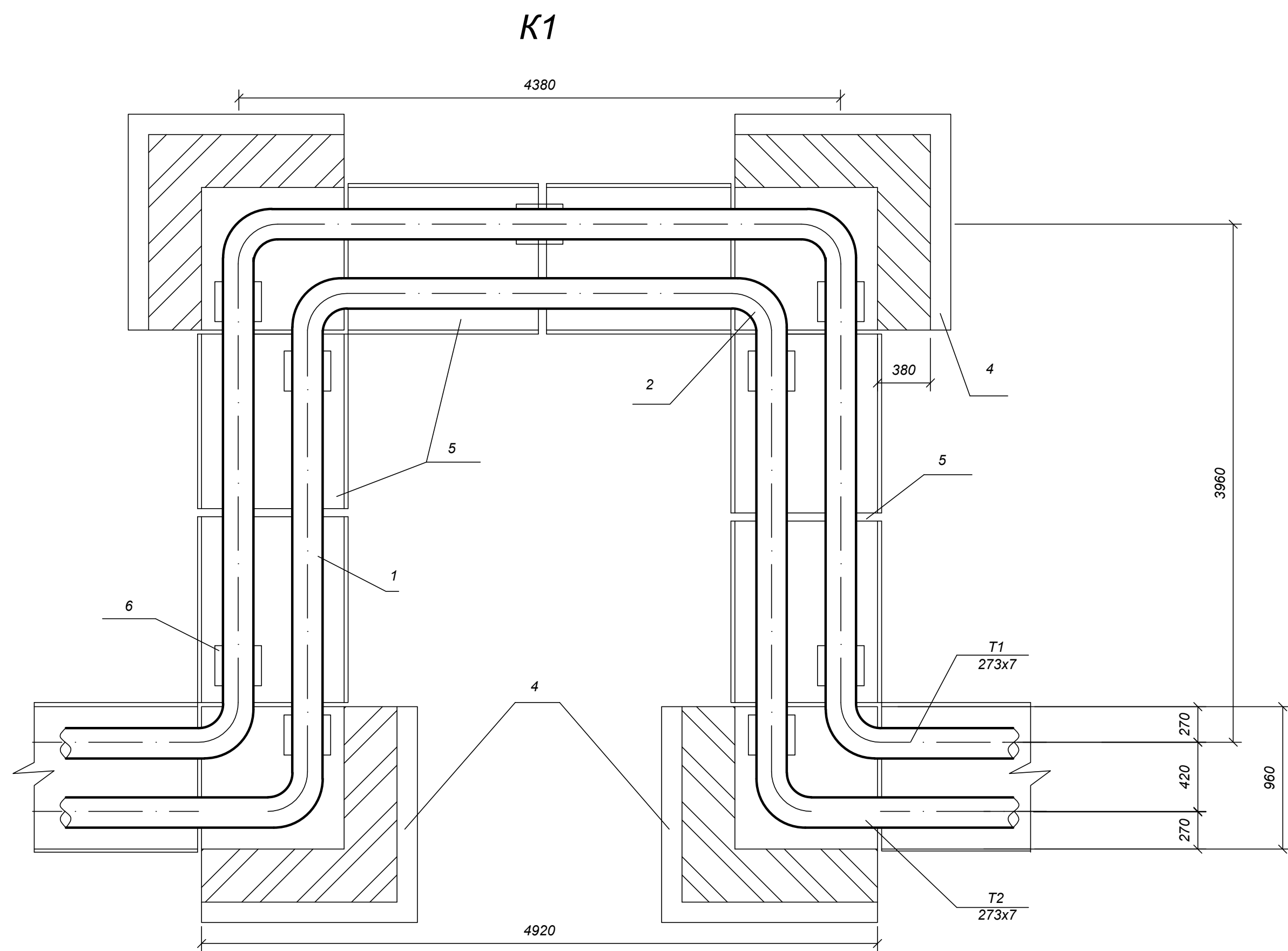
Схема ЦТП



Экспликация оборудования (насосы)

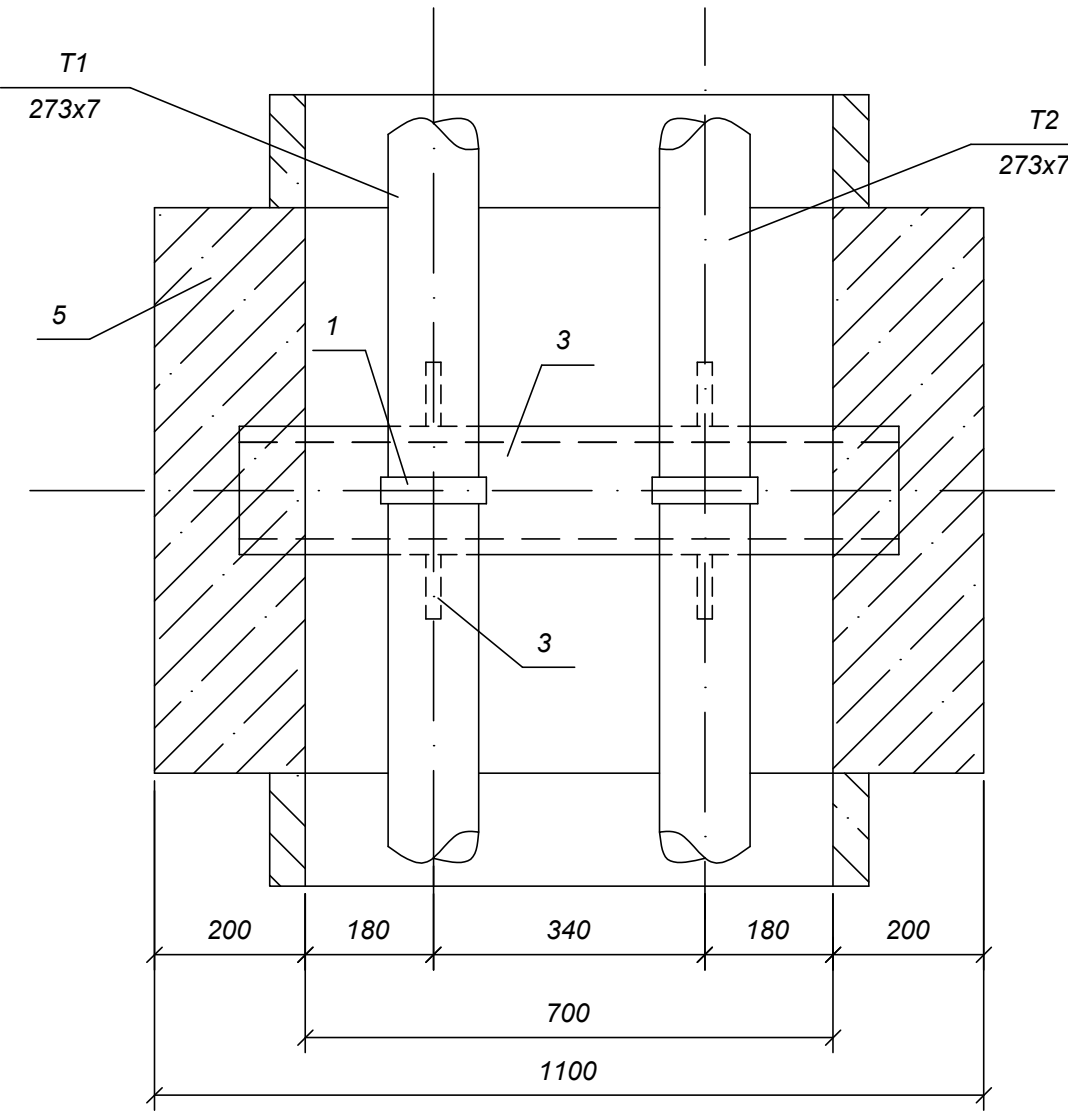
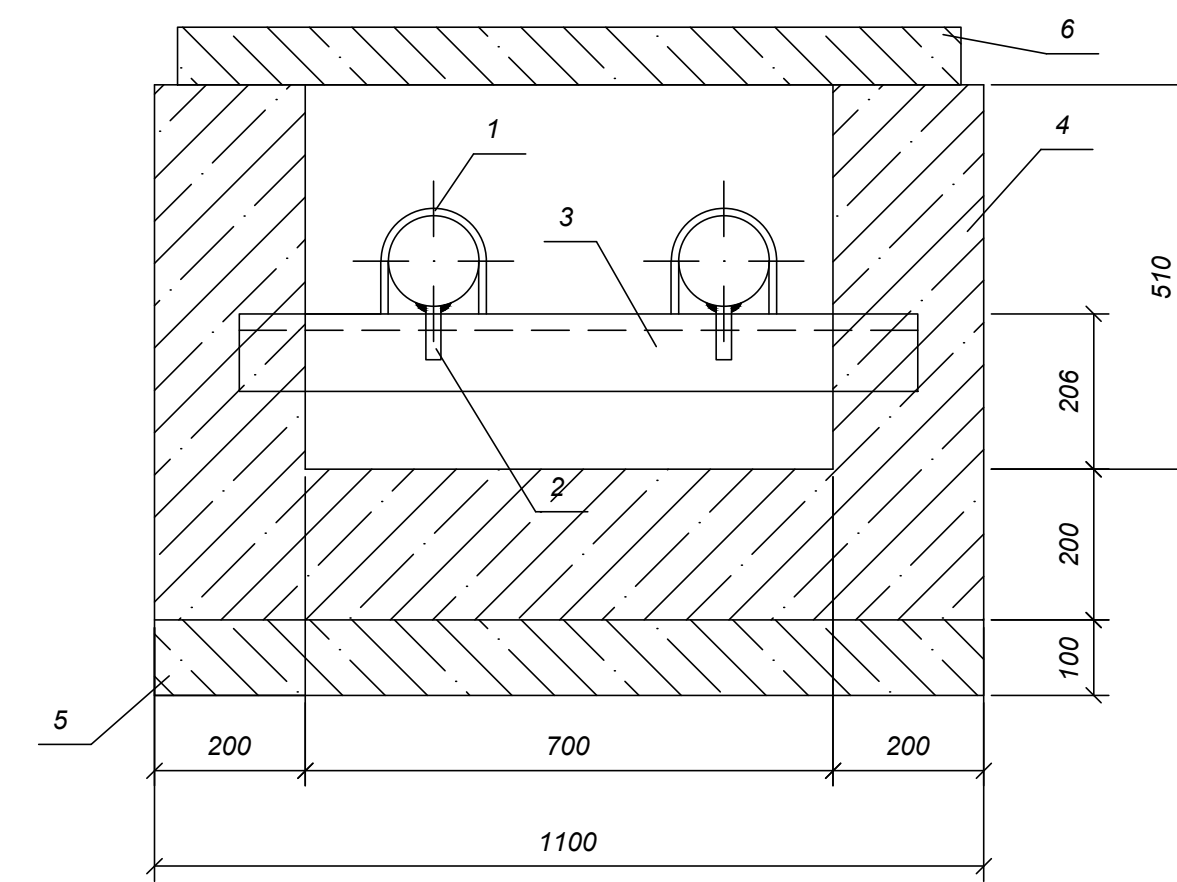
| Обозначение сист | Кол. систем | Наименование технологического оборудования | Тип | G, м³/ч | H, м | N, кВт | п, об/м | т, кг | Примечание |
|------------------|-------------|--|-----------------|---------|------|--------|---------|-------|---------------|
| СН | 2 | Grundfos | NB 65/200/219 | 360 | 100 | 118 | 1460 | 850 | зимний период |
| СН | 2 | WILLO - BL | BL 65/160-1,5/4 | 80 | 7,7 | 1,5 | 1450 | 64 | летний период |
| ПН | 2 | K50-32-125(В/18) | 5A80MA | 12,5 | 20 | 1,5 | 2900 | 32 | |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--|--|--|--|--|--|------------|------|--------|
| БР - 08.03.01.05 2020 -ТС | | | | | | | | | | |
| Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Савченко | Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске | | | | | | Стадия | Лист | Листов |
| Консул. | Целищев | | | | | | | у | 3 | 4 |
| Руков. | Оленев | Профиль сетей. Пьезометрический график. Схема МТП. Схема ЦТП. Теплообменник. Экспликация | | | | | | Каф. ИСЗиС | | |
| Н. контр. | Целищев | | | | | | | | | |
| Зав. каф. | Матюшенко | | | | | | | | | |

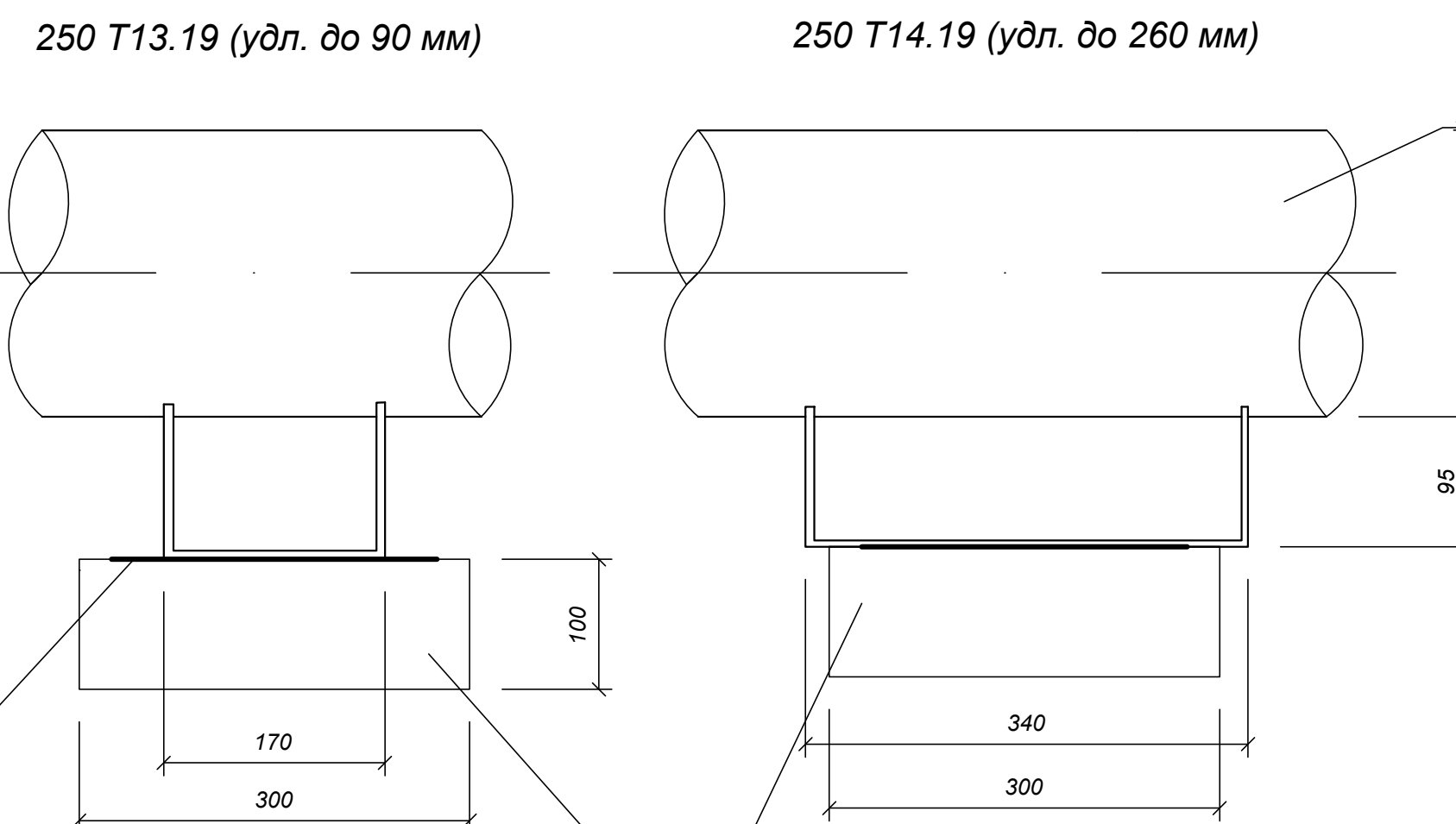


Узел примыкания канала к тепловой сети

Монолитная вставка неподвижной опоры Н1-Н3



Скользящие опоры 250 Т13 (14)

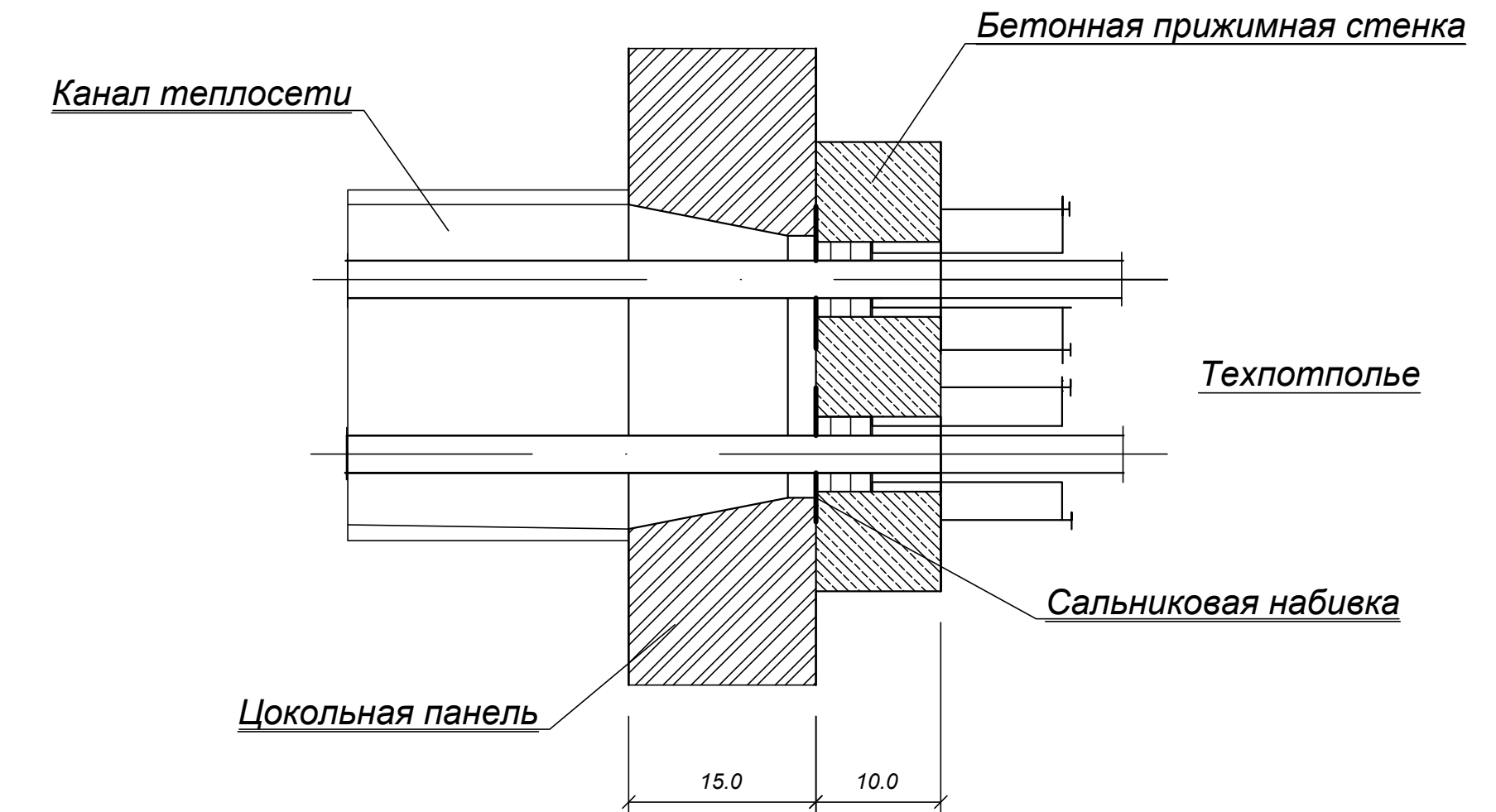


Опорная подушка ОП 2

Закладная

Опорная подушка ОП 2

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



Спецификация

| Марка | Обозначение | Наименование | Кол. | Масса ед. ед. | Примечание |
|---------------------------------------|------------------------|--|------|---------------|------------|
| Компенсаторная ниша К1 | | | | | |
| | 273x7 ГОСТ 10704-91 | 1. Труба d, 250, м | 10 | 45,92 | |
| | 90°273x7 ГОСТ 17375-77 | 2. Отвод d, 250, шт | 4 | 30,8 | |
| | ПТ 75.150.12 | 3. Плита перекрытия, шт | 12 | 330 | |
| | ПДУ 140.150.12 | 4. Плита днища, шт | 4 | 500 | |
| | ЛК 75.150.90 | 5. Лоток доборный, шт | 12 | 630 | |
| | ОП 3 | 6. Опорная подушка, шт | 8 | 40 | |
| Опора неподвижная хомутовая 250 Т4.06 | | | | | |
| | 273x7 ГОСТ 10704-91 | 1. Труба d, 250, м | 1 | 45,92 | |
| | 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 | | | | | |
| | 250 Т13.19 | 1. Скользящая опора, шт | 1 | 2,25 | |
| | 273x7 ГОСТ 10704-91 | 2. Труба d, 250, м | 1 | 14,26 | |
| | СТ 2 ГОСТ 14637-69 | 3. Закладная, шт | 1 | | |
| | Серия 4.903-10 вып. 5 | | | | |
| | ОП 3 | 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 | | | | | |
| | 273x7 ГОСТ 10704-76 | 1. Труба d, 250, м | 1,5 | 45,92 | |
| | Серия 4.903.10 вып. 4 | | | | |
| | 250 Т4.06 | 2. Неподвижная опора, шт | 3 | 1,3 | |
| | ГОСТ 8240-72 | 3. Балка неподвижной опоры - швеллер № 18, l=1200 мм, шт | 3 | 19,56 | |
| | В 15 | 4. Бетон. Монолитная вставка, м³ | | 1,33 | |
| | В 7,5 | 5. Бетон. Подготовка, м³ | | 0,31 | |
| | Серия 3.006.1-8 | | | | |
| | ПТ 75.150.12 | 6. Плита перекрытия лотка доборная, шт | 3 | 330 | |

БР - 08.03.01.05 2020 -ТС

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

| Разраб. | Савченко | Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске | Стадия | Лист | Листов |
|-----------|-----------|--|--------|------|--------|
| Консул. | Целищев | | у | 4 | 4 |
| Руков. | Ольнев | | | | |
| Н. контр. | Целищев | | | | |
| Зав. каф. | Матюшенко | | | | |

Каф. ИСЗиС

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


А.Г. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

« 25 » 06 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

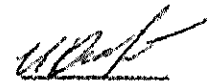
08.03.01.05 Теплогазоснабжение и вентиляция

код и наименование специализации

Наружные сети теплоснабжения жилого микрорайона в г. Красноярске

тема

Руководитель



подпись, дата

к.т.н, доцент

должность, ученая степень

И.Б. Оленев

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

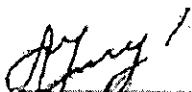
Ю.В. Савченко

инициалы, фамилия

Консультанты:

ТВИС

наименование раздела

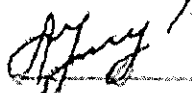


подпись, дата

А.В. Целищев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

А.В. Целищев

инициалы, фамилия

Красноярск 2020