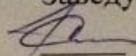


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.В. Сакаш

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20 17 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

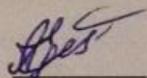
08.03.01.00.05 Теплогазоснабжение и вентиляция

код и наименование специализации

Теплоснабжение жилого микрорайона г. Красноярск

тема

Руководитель



подпись, дата

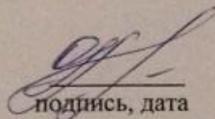
доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

А.С.Ереско

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

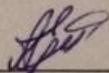
О.Н. Пермякова

инициалы, фамилия

Консультанты:

ТВИС

наименование раздела

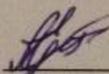


подпись, дата

А.С.Ереско

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

А.С.Ереско

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Тепловые сети микрорайона г. Красноярска» содержит 72 страниц текстового документа, 1 приложение, 18 иллюстраций, 9 таблиц, 25 формул, 8 использованных источников, 5 листов графического материала.

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

Цель ВКР – вследствие актуальности проблемы старения изношенных теплосетей, при проектировании элементов тепловой сети сделан обзор БТП и подобраны блочные тепловые пункты для зданий микрорайона.

Задачи ВКР:

- рассмотреть способы регулирования;
- выполнить трассировку теплосети при заданном расположении зданий микрорайона;
- определить расходы сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- рассчитать и графически изобразить расчетный зимний гидравлический режим теплосети на пьезометрическом графике;
- подобрать оборудование и выполнить спецификацию для тепловой сети и выбрать типы блочных тепловых пунктов для потребителей.

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

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБК – административно-бытовой корпус;
АВР – автоматическое включение резервного насоса;
БГВ – блок горячего водоснабжения;
БЖД – безопасность жизнедеятельности;
ВКР – выпускная квалификационная работа;
БТП – блочный тепловой пункт;
ГВС – горячее водоснабжение;
ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;
ИТП – индивидуальный тепловой пункт;
КИП – контрольно-измерительные приборы;
ЛСД – линия статического давления на пьезометрическом графике;
МТП – местный тепловой пункт;
ППУ – пенополиуретан;
СГВ – система горячего водоснабжения;
ТЭС – тепловая станция;
УТ – тепловая камера (узел трубопроводов);
ЦКР – центральное качественное регулирование;
ЦТП – центральный тепловой пункт;

2 Технология возведения инженерных сетей

2.1 Подготовительные работы

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

2.2 Последовательность СМР

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

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

2.2.1 Земляные работы

После геодезической разбивки трассы теплопроводов, установки ограждений места разбивки, сигнального освещения и подготовки проездов, для землеройных машин, готовят траншеи экскаватором марки Э-3026. Разработка грунта для прокладки сетей представлена на рисунке 15.

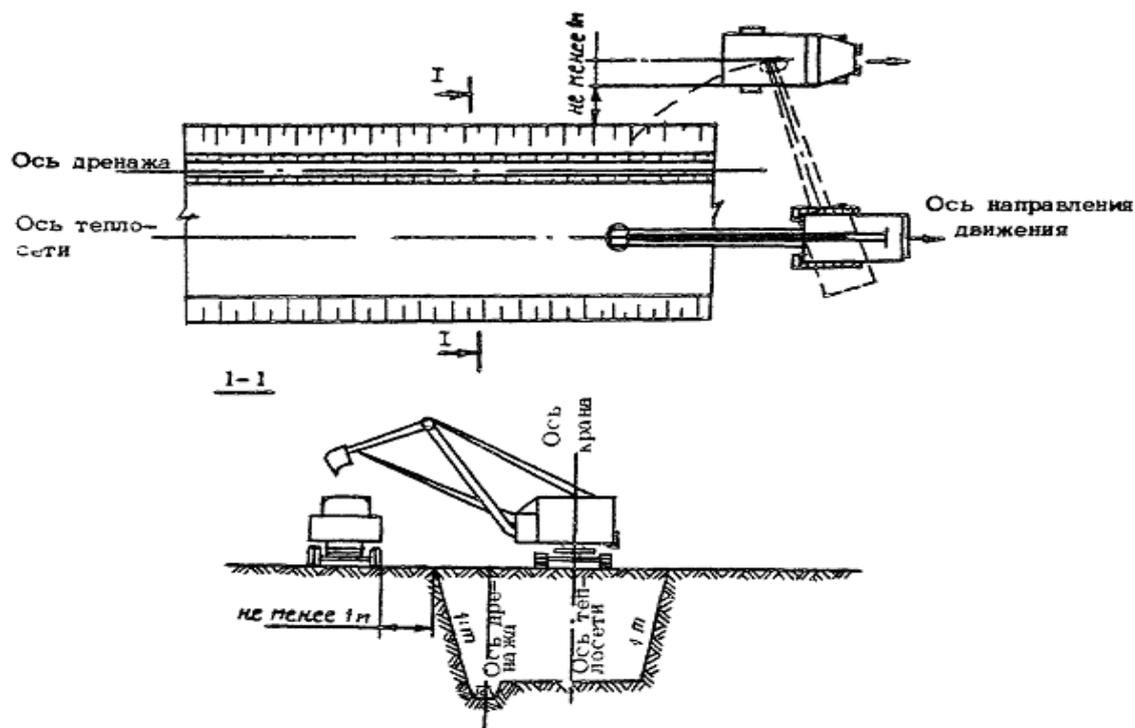


Рисунок 15 - Разработка грунта экскаватором с погрузкой в автомобили при прокладке тепловых сетей

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

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

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

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

Крутизна откосов траншей под трубопровод принимается по СНиП .

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

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

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

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

$$V = 1/2(B_1 + B_2)LH , \quad (25)$$

где B_1 – ширина траншеи по верху;

B_2 – ширина траншеи по низу;

L – длина траншеи;

H – высота траншеи.

Разработка траншей в задел допускается только в устойчивых грунтах в летнее время. Во избежание обвала вынутаго грунта, а также обрушения стенок траншеи ближняя кромка основания отвала вынутаго грунта должна располагаться не ближе 0,5 м от края траншеи.

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

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

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

Минеральный грунт, который остался после укладки трубопровода в траншею, может быть равномерно распределён и спланирован на полосе в зоне

со снятым плодородным слоем почвы (перед нанесением последнего), либо вывезен в места, указанные в проекте и согласованные с органами, предоставляющими земельные участки в пользование.

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

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

2.2.2 Устройство железобетонных конструкций, каналов, камер

Монтаж осуществляется в соответствии с рабочими чертежами конструкций, проектом производства работ и правилами техники безопасности. Монтаж лотков канала типа КЛ, элементов камер из железобетона (рисунок 16), производят автокраном. Плавно без рывков, раскачиваний на высоту 0,5 – 0,3 м от поверхности земли поднимают изделие и опускают в проектное положение и устанавливают их плавно, без толчков и ударов. Стропы снимают после окончания выверки правильности установки. Вертикальные и горизонтальные швы между конструкциями заделывают цементным раствором. Неподвижные опоры выполняют из монолитного железобетона, устанавливают крепёж на предварительно установленные основания.

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

2.2.3 Монтаж трубопроводов и арматуры

Трубы опускают в траншею звеньями с помощью двух однотипных автокранов. Строповку (рисунок 17) производят в двух точках, после чего, звено поднимают кранами (рисунок 18) на 0,7 м от поверхности земли.

Убедившись в надёжности строповки и устойчивости механизмов, звено перемещают в проектное положение, изменяя вылет стропы. Звено опускают плавно без рывков. После выверки положения звена на дне канала снимают стропы, передвигают краны и цикл повторяют. Окончив строповку звеньев и сварку труб, производят их рихтовку, а также установку и приварку к трубопроводам скользящих опор. При рихтовке следует соблюдать, чтобы от поверхности изоляции труб до стенки канала между поверхностями - 70 мм, уложенных рядом труб расстояние между их изоляцией было не менее - 110 мм. При прокладке трубопроводов подающую трубу укладывают справа по ходу движения теплоносителя. Перед монтажом арматуры производят ее ревизию.

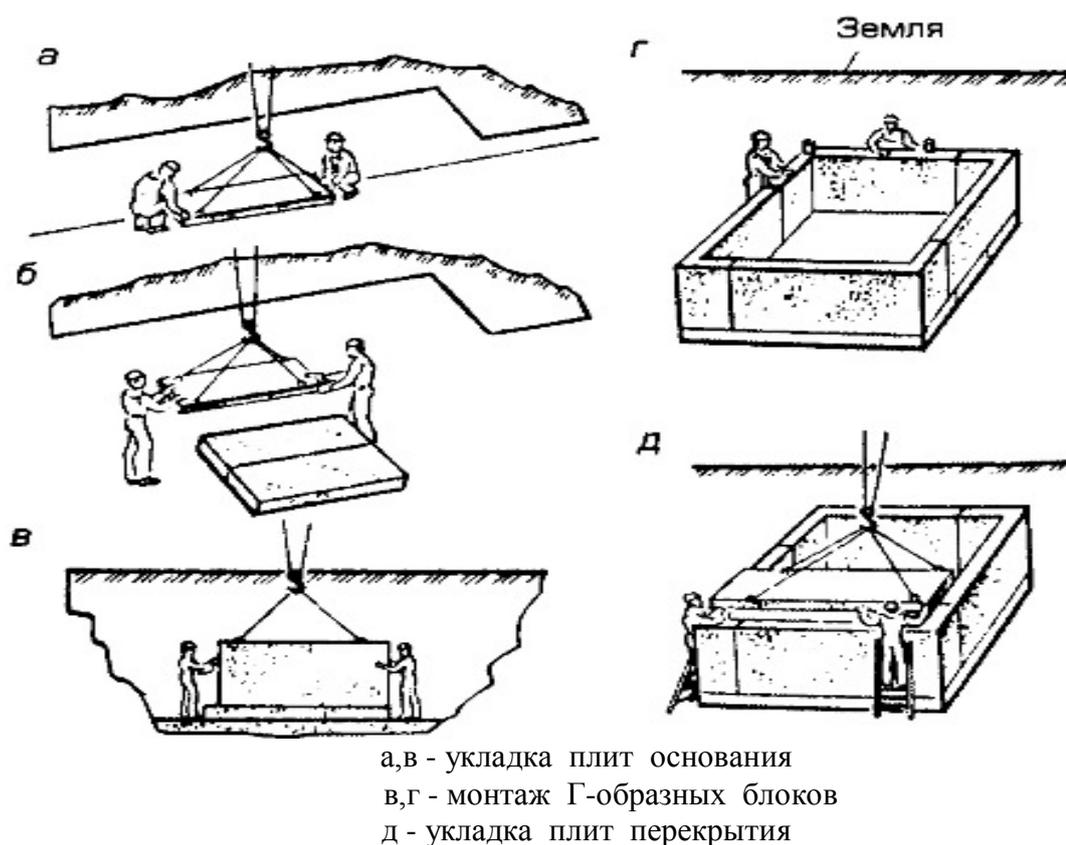
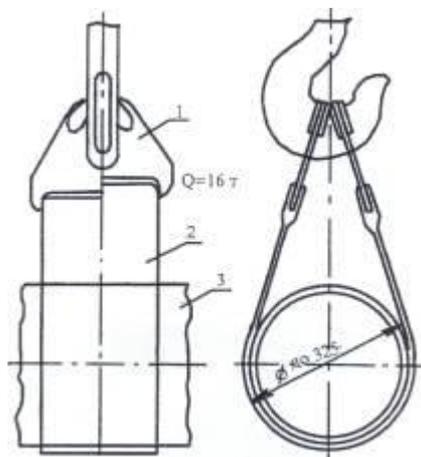


Рисунок 16 - Монтаж тепловой камеры

Арматуру устанавливают таким образом, чтобы к ней был облегчен свободный доступ во время эксплуатации и ремонта. Места установки арматуры на трассе должны полностью предохраняться от восприятия каких-либо изгибающих усилий. После установки на место задвижек, их

центровки к трубопроводам и точной инструментальной проверки правильности их установки и совпадение осей производят сборку патрубников и окончательное закрепление фланцевых соединений с установкой прокладок. Подтяжкой труб и стыковкой их с патрубниками производят с двух сторон задвижек, после чего сваривают стыки. При монтаже задвижек фланцы на трубопроводе устанавливают без перекосов и при полном совпадении болтовых отверстий с отверстиями во фланцах задвижек. Болты заворачиваются параллельными гаечными ключами, не допуская сильной затяжки.

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



1 - пластина; 2 - лента; 3 – трубопровод

Рисунок 17 - Строповка трубопровода теплосети

Растяжку производят следующим образом после установки автокраном на место строповки и прихватки компенсатора к трубопроводу с выверкой осей совпадения производят сварку стыков с обеих сторон компенсатора. Растяжку компенсатора при его установке перед сваркой не производят. Сопряжение компенсатора с трубопроводом должно быть прямолинейным, без перекосов. Компенсатор устанавливают так чтобы его симметрия была сдвинута от рабочей положения на одну четверть компенсирующей способности в сторону той неподвижной опоры, между которой и компенсатором все стыки уже сварены. Для растяжки компенсатора у другой точки оставляют не сваренный стык, причем, расстояние между кромками стыка берется равным проектной величине растяжки компенсатора. Все остальные стыки на трубопроводе между неподвижными опорами должны быть сварены. По оба конца, не сваренного стыка приваривают фланцы с

Просушку производят если антикоррозийное покрытие наносят в ненастную погоду. Очистку наружной поверхности выполняют вручную металлическими щетками, обезжиривание бензином. Затем начинают грунтовку и обклеивают прадом-бумагой. После нанесения антикоррозийного покрытия трубопроводы теплоизолируют пенополиуританом с покровным слоем из рулонного стеклопластика.

2.2.5 Монтаж перекрытий каналов камер

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

2.2.6 Благоустройство

Засыпку траншеи начинают вручную, при этом между стенками траншеи и канала (трубы) тщательно засыпают пазухи с постоянным уплотнением электротрамбовкой. После засыпки пазух остальной грунт засыпают бульдозером. Уплотнение производят пневмокатками.

2.2.7 Окончательное гидравлическое испытание

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

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	4
1 Технологический раздел.....	5
1.1 Исходные данные для ВКР.....	5
1.2 Система теплоснабжения.....	6
1.3 Тепловые нагрузки микрорайона.....	8
1.4 Виды регулирования отпуска теплоты.....	9
1.5 Схема тепловой сети.....	10
1.6 Определение расчетных расходов сетевой воды.....	12
1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети.....	15
1.7.1 Гидравлический расчет трубопроводов в расчетном (зимнем) режиме.....	15
1.7.2 Гидравлический расчет трубопроводов тепловой сети в летнем режиме.....	18
1.8 Блочные тепловые пункты (БТП).....	18
1.8.1 Пластинчатые теплообменники.....	23
1.8.2 Расчет пластинчатых теплообменников.....	26
1.8.3 Насосы для БТП.....	28
1.8.4 Автоматика.....	28
1.8.5 Фильтры сетчатые.....	30
1.9 Пьезометрический график	30
1.10 Оборудование для тепловых сетей.....	34
1.11 Расчет П-образных компенсаторов.....	38
1.12 Тепловая изоляция.....	42
1.13 Профили сетей.....	44
1.14 Анतिकоррозионная обработка трубопроводов.....	44
1.15 Строительные детали тепловых сетей.....	46
1.15.1 Каналы КЛ.....	46
1.15.2 Повороты каналов.....	47
1.15.3 Ниши компенсаторов	50
1.15.4 Тепловые камеры.....	50
1.15.5 Колодцы дренажные.....	52
1.16 Спецификация оборудования.....	52
1.17 Мероприятия по энергосбережению.....	52
2 Технология возведения инженерных сетей.....	54
2.1 Подготовительные работы	54
2.2 Последовательность производства СМР.....	54
2.2.1 Земляные работы.....	55
2.2.2 Устройство ж/б конструкций, каналов, камер.....	57
2.2.3 Монтаж трубопроводов и арматуры.....	58
2.2.4 Анतिकоррозионная и тепловая изоляция трубопроводов.....	60
2.2.5 Монтаж перекрытий и каналов камер.....	61
2.2.6 Благоустройство.....	61

2.2.7 Окончательное гидравлическое испытание.....	61
Список сокращений.....	62
Список использованных источников.....	63
Приложение Спецификация оборудования	64

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Тепловые сети микрорайона г. Красноярска» содержит 68 страниц текстового документа, 1 приложение, 18 иллюстраций, 9 таблиц, 25 формул, 8 использованных источников, 5 листов графического материала.

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

Цель ВКР – вследствие актуальности проблемы старения изношенных теплосетей, при проектировании элементов тепловой сети сделан обзор БТП и подобраны блочные тепловые пункты для зданий микрорайона.

Задачи ВКР:

- рассмотреть способы регулирования;
- выполнить трассировку теплосети при заданном расположении зданий микрорайона;
- определить расходы сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- рассчитать и графически изобразить расчетный зимний гидравлический режим теплосети на пьезометрическом графике;
- подобрать оборудование и выполнить спецификацию для тепловой сети и выбрать типы блочных тепловых пунктов для потребителей.

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

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

1 Технологический раздел

1.1 Исходные данные для ВКР

Учебный проект наружной теплосети микрорайона разработан на основании нижеуказанных исходных данных:

Район строительства – г. Красноярск, климатическая зона № IV с нормальными грунтовыми условиями. Расчетная температура воздуха для проектирования отопления минус 37°C . Средняя температура воздуха отопительного периода минус $7,2^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность отопительного периода составляет 235 суток.

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

Скорость ветра по г. Красноярску 1,3 м/с.

Глубина промерзания грунта – до 1,5 м.

Рельеф местности в районе строительства тепловых сетей спокойный с предельным перепадом высот не более 2 м. Грунт – суглинки. Глубина залегания грунтовых вод – ниже 8,3 м.

Коэффициент теплопроводности грунта $\lambda_{гр} = 8,37 \text{ КДж/г} \cdot \text{м.гр}$. Степень влажности грунты - маловлажные.

Потребителями тепла микрорайона являются жилые и общественные здания.

Виды тепловых нагрузок: отопление, вентиляция и горячее водоснабжение (ГВС). Потребление тепла на отопление и вентиляцию характеризуется суточным постоянством, но зависящее от температуры наружного воздуха. ГВС потребляется неравномерно по часам суток и дням недели при независимости от климатических условий местности.

Этажность застроек колеблется от 2 до 10 этажей.

Условия топографии местности изображены на плане микрорайона. Величины тепловых нагрузок (тепловые потоки, МВт) на отопление, вентиляцию и ГВС сведены в ведомость тепловых нагрузок.

Источником тепла является существующая тепловая сеть от районной отопительной котельной.

Параметры перегретой воды теплоносителя $150 / 70^{\circ}\text{C}$.

Потери напора в системе отопления конечного абонента (№12) составляют 15 м ($\Delta\text{Наб}$).

Располагаемый напор в существующем узле трубопроводов (УТ*) тепловой сети в точке подключения проектируемой сети $\Delta\text{Н}' = 69 \text{ м}$ (напор в подающем трубопроводе здесь составляет 99 м, в обратном – 30 м).

Гарантированный напор холодной воды в местном тепловом пункте (МТП) составляет 70 м. ($P = 0,7 \text{ МПа}$) Размещение существующих подземных сооружений в учебном проекте не учитываем.

Объект проектирования обеспечен всеми энергоресурсами (тепло- и водоснабжением, канализацией, электроснабжением). Имеются развитые

транспортные пути и материально-техническая база.

Система горячего водоснабжения (СГВ) расчетного здания имеет следующие характеристики:

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

- высота расположения верхнего водоразборного прибора от уровня ввода трубопроводов сети – от 15 до 30 м.

1.2 Система теплоснабжения

Источником тепла для жилого микрорайона является существующая тепловая сеть с параметрами теплоносителя 150–70 °С от районной отопительной котельной. Проектируемая квартальная (распределительная) тепловая сеть подключена к существующей теплотрассе непосредственно по зависимой схеме.

Обоснование схемы подключения:

- близость источника теплоты;
- располагаемый напор $\Delta H'$ в месте подключения проектируемой сети в действующую теплосеть составляет 69 м;

- имеем соответствие гидравлического режима существующей теплосети и проектируемой;

- заданные требования гидравлической устойчивости, экономичности, надежности, и эффективности системы теплоснабжения;

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

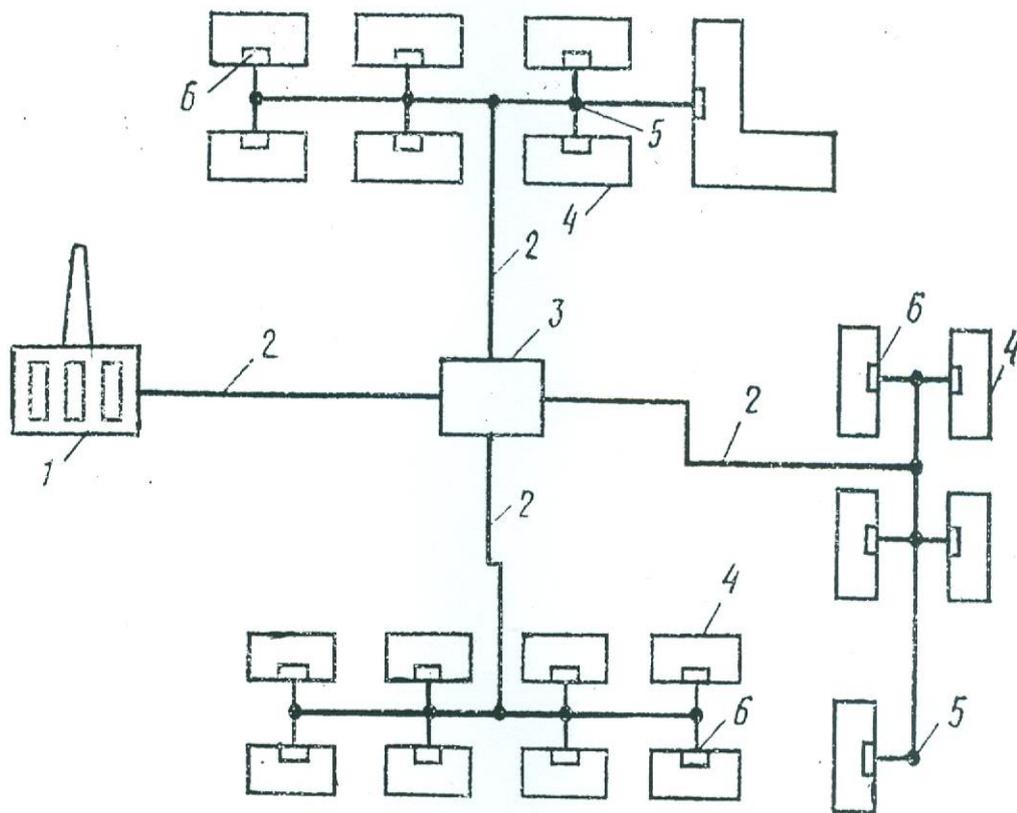
- санитарные требования качества воды на ГВС.

Задачей реконструкции существующей схемы теплоснабжения микрорайона по открытой схеме является перевод ее на снабжение горячей водой на закрытую схему путем установки в МТП каждого здания эффективных блочных тепловых пунктов (БТП). При этом надо пересмотреть расходы теплоносителя, оптимизировать конфигурацию теплотрассы, применить инновационные технологии в целях энергосбережения (тепловая изоляция из пенополиуритана и БТП), разработать меры по энергосбережению.

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

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

Параметры теплоносителя (перегретая вода) в проектируемой сети объекта: расчетная температура в подающем трубопроводе $\tau_1' = 150^\circ \text{C}$;



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

Рисунок 1- Элементы системы теплоснабжения микрорайона

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

Реконструированная система теплоснабжения микрорайона по способу подачи воды на горячее водоснабжение – закрытая с установкой компактных пластинчатых водяных подогревателей (в составе БТП) в каждом МТП зданий. В подогревателях БТП холодная вода нагревается от 5 до 60° С за счет тепла сетевой воды.

Схемы подключения подогревателей СГВ в БТП абонентов к тепловой сети принимаются по соотношению ρ^M .

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

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

$Q_{\text{отmax}}$ - тоже на отопление, МВт;

$Q_{\text{умax}}$ - тоже на вентиляцию, МВт.

При значении ρ^M от 0,2 до 1,0 принимают двухступенчатую схему подключения подогревателей ГВС. При $\rho^M < 0,2$ или $\rho^M > 1$ - одноступенчатую схему. При анализе таблицы 1 принимаем следующие схемы у абонентов: жилые здания – двухступенчатая смешанная (абоненты 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), остальные абоненты – одноступенчатая параллельная схема.

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

Присоединение систем отопления в МТП всех зданий (тепловых узлах) жилого района следует выполнять с учетом гидравлического режима тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика изменения температуры теплоносителя.

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

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

До реконструкции, система теплоснабжения микрорайона была открытая, т.е. с непосредственным разбором воды на нужды ГВС из трубопроводов тепловой сети через регулятор смещения сетевой воды (из подающего или обратного трубопроводов).

1.3 Тепловые нагрузки микрорайона

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

Тепловые нагрузки можно принимать по типовым проектам, рассчитывать по укрупненным показателям и выполнив полные расчеты.

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

Таблица 1- Ведомость тепловых нагрузок

Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		отопл. Q_{omax}	вентил. Q_{vmax}	ГВС Q_{hmax}	всего Q_{Σ}
1	4 эт. лицей №9	0,62	0,15	0,22	0,99
2	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,42	0,99
3	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,42	0,99
4	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,42	0,99
5	9 эт. 110 кв. жилой дом	0,8	-	0,85	1,65
6	3 эт. школа на 950 мест	0,51	0,35	0,25	1,11
7	2 эт. пансионат на 600 мест	0,88	0,31	0,65	1,84
8	3 эт. школа на 1000 мест	0,51	0,35	0,25	1,11
9	5 эт. 100 кв. жилой дом	0,7	-	0,51	1,21
10	10 эт. 180 кв. жилой дом	1,02	-	1,15	2,17
11	10 эт. 160 кв. жилой дом	0,9	-	1,0	1,9
12	10 эт. 200 кв. жилой дом	1,15	-	1,25	2,4
13	10 эт. 180 кв. жилой дом	1,15	0,1	1,25	2,5
	ИТОГО:	9,95	1,26	8,64	19,85

1.4 Виды регулирования отпуска теплоты

Потребление теплоты абонентами микрорайона различно. Тепловая нагрузка на отопление изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха, оставаясь практически неизменной в течении суток.

Тепловая нагрузка на ГВС не зависит от температуры наружного воздуха, но значительно меняется посуточно.

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

Регулирование повышает качество теплоснабжения.

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

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

Групповое – в ЦТП для группы однородных потребителей района.

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

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

По способу регулирования – автоматическое и ручное.

Методы регулирования:

- качественное регулирование - изменение температуры теплоносителя при постоянном его расходе;

- количественное регулирование - изменение расхода теплоносителя при

постоянной температуре τ_1 ;

- прерывистое регулирование пропусками - периодическое отключение систем теплоснабжения;

- изменение поверхности нагрева теплообменников.

В ВКР центральных тепловых пунктов (ЦТП) нет и проводить групповое регулирование невозможно.

Предусматривается здесь центральное качественное регулирование на котельной, которое дополняется местным регулированием на МТП зданий.

Тепловая сеть, к которой подключена проектируемая, регулируется по суммарной нагрузке и по бытовому графику.

При качественном регулировании задача расчета температурного графика сетевой воды состоит в определении температуры сетевой воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

1.5 Схема тепловой сети

Перед выполнением гидравлического расчета трубопроводов разрабатывают расчетную схему тепловых сетей без масштаба с указанием источника тепла (УТ*), расчетных участков трубопроводов и абонентов. На расчетной схеме сетей здания (абоненты) должны иметь номер и величины расходов теплоносителя.

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

Согласно [8] запорная арматура в тепловых сетях устанавливается:

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

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

Выбор трассы совмещают с выбором способа прокладки теплопроводов.

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

В населенных пунктах для тепловых сетей предусматривается подземная прокладка (бесканальная, в каналах или в городских или внутриквартальных тоннелях совместно с другими инженерными сетями). При обосновании

допускается надземная прокладка тепловых сетей кроме территорий детских, лечебных и других особых учреждений.

Подземную прокладку тепловых сетей допускается принимать совместно с инженерными сетями:

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

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

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

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

В данном проекте тепловой сети микрорайона проложены в подземных непроходных каналах из лотковых элементов (рисунок 2).

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

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

Конфигурацией распределительной тепловой сети является тупиковая радиальная схема трубопроводов с перемычкой в концевой камере.

Преимуществом радиальной схемы является простота и экономичность. Недостатком – нарушение теплоснабжения всех абонентов при аварии на одном из участков теплотрассы. А для ликвидации аварии дается не более 24 часов, чтобы не перемерзли местные системы.

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

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

Трасса должна быть по возможности прямолинейной и пролегать в одной стороне проезда или застройки. Частые пересечения с инженерными коммуникациями и линиями городского транспорта, с реками и оврагами удорожают сети. Пересечение выполняют, как правило под углом 90° , в исключительных случаях – не менее 45° . В новых районах массовой застройки и на недостроенных, ось трассы проектирует параллельно дорогам или ранее

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

То же при двухступенчатых схемах ГВС, кг/ч

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

где $Q_{o \max}$, $Q_{v \max}$, $Q_{h \max}$ – максимальные тепловые потоки (нагрузки) на отопление, вентиляцию и ГВС, Вт;

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

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

τ_1^3 – температура сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети в «точке излома» отопительного графика температур, равная 70°C;

τ_3^3 – температура сетевой воды после параллельно включенного подогревателя ГВС в точке излома графика температур воды, которую рекомендуется принимать 30°C;

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

Суммарные расчетные расходы сетевой воды, кг/ч, в двухтрубных тепловых сетях закрытой и открытой систем теплоснабжения при центральном качественном регулировании, а также для потребителей при $Q_{h \max}$ больше $Q_{o \max}$, при отсутствии баков-аккумуляторов и с тепловым потоком менее 10 МВт определяется по формуле (6).

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

Таблица 2-Ведомость весовых расходов теплоносителя

Поз	Наименование потребителя	Расчетный расход воды, кг/с			
		отопл. $G_{o \max}$	вент. $G_{v \max}$	ГВС $G_{h \max}$	всего G_{Σ}
1	4 эт. лицей №9	1,86	0,45	1,02	3,33
2	5 эт. 80 кв. жилой дом	1,71	-	1,95	3,66
3	5 эт. 80 кв. жилой дом	1,71	-	1,95	3,66
4	5 эт. 80 кв. жилой дом	1,71	-	1,95	3,66
5	9 эт. 110 кв. жилой дом	2,4	-	3,94	6,34
6	3 эт. школа на 950 мест	1,53	1,05	1,16	3,74
7	2 эт. пансионат на 600 мест	2,64	0,93	3,02	6,59
8	3 эт. школа на 1000 мест	1,53	1,05	1,16	3,74
9	5 эт. 100 кв. жилой дом	2,1	-	2,37	4,47
10	10 эт. 180 кв. жилой дом	3,06	-	6,9	9,96
11	10 эт. 160 кв. жилой дом	2,7	-	6,0	8,7
12	10 эт. 200 кв. жилой дом	3,45	-	7,5	10,95
13	10 эт. 180 кв. жилой дом	3,45	0,3	5,8	9,55
	ИТОГО:	29,85	3,78	44,72	78,35

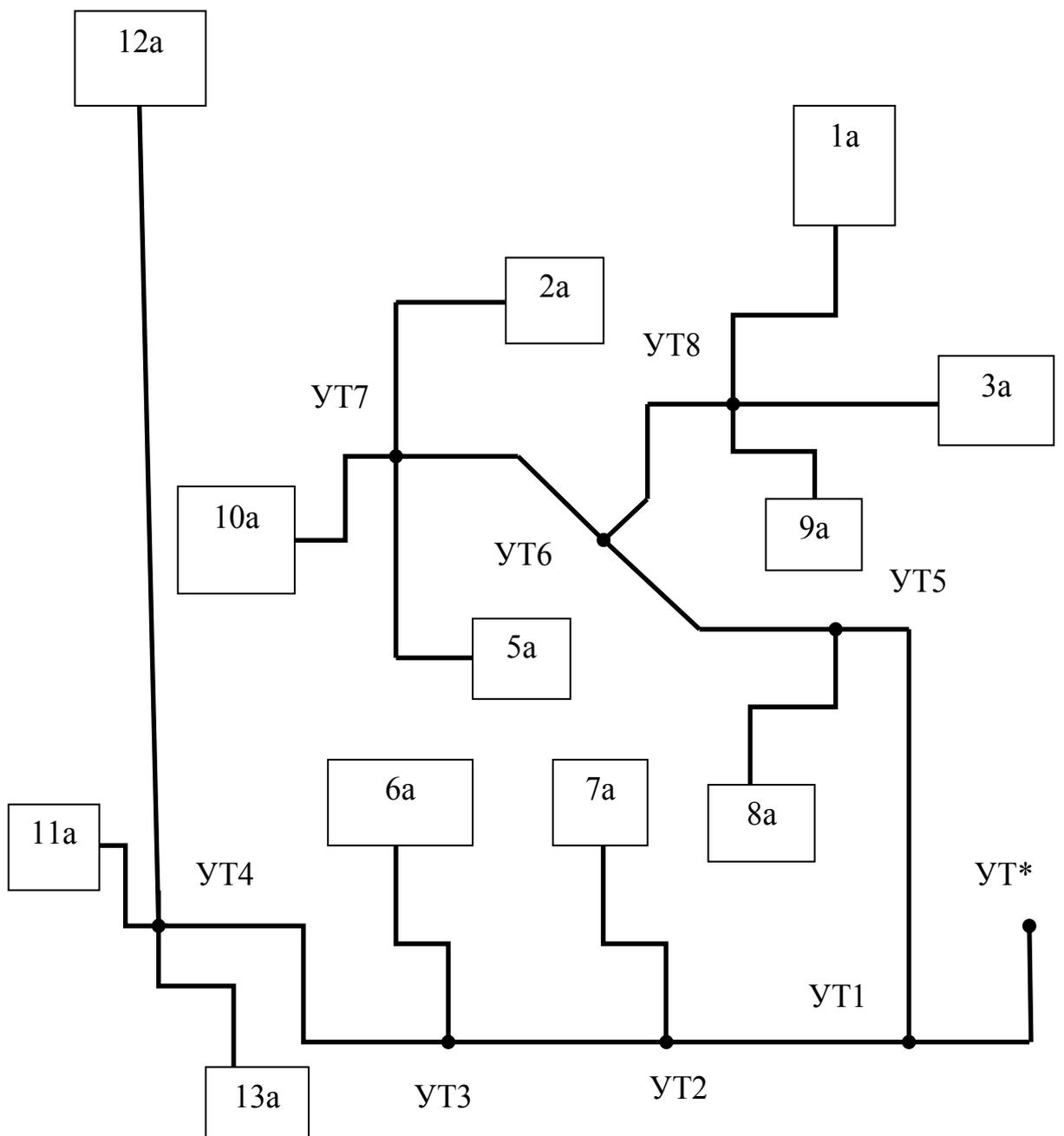


Рисунок 2- Расчетная схема тепловых сетей

1.7 Гидравлический расчет трубопроводов теплосети

Гидравлика является определяющим при проектировании тепловой сети. На ее основе:

- определяется расход металла и объем, стоимость строительно-монтажных работ;
- подбираются любые насосы;
- разрабатываются гидравлические режимы тепловых сетей и строятся пьезометрические графики.

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

Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности спальных труб следует принимать для сетей горячего водоснабжения $K_e = 0,001\text{м}$, для водяных тепловых сетей $K_e = 0,0005\text{м}$, Удельные потери давления на трение при гидравлических расчетах водяных тепловых сетей всегда следует принимать на основе технико-экономических расчетов.

Диаметры подающего и обратного трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при совместной подаче теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС должны приниматься одинаковыми.

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

Гидравлический расчет трубопроводов тепловой сети закрытой системы теплоснабжения включает:

- расчет трубопроводов отопления и вентиляции (Т12; Т2) в зимнем расчетом и летнем режимом;

1.7.1 Гидравлический расчет трубопроводов в расчетном (зимнем) режиме

Суммарные расчетные расходы теплоносителя в этом режиме на участках тепловой сети равны

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

где $G_{\text{оmax}}$, G_{vmax} , G_{hmax} – максимальные секундные расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и ГВС, л/с, взятые из таблицы 2.

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

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

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

l – длина расчетного участка трубопровода, м.

Для определения потерь давления в местных сопротивлениях (повороты трасс, запорная и регулирующая арматура, компенсаторы, тройники, переходы) вводится понятие эквивалентной длины l_3 , м. (это длина прямого сопротивления, у которого потери на трение равны потерям в рассматриваемом местном сопротивлении).

Приведенная длина участка теплосети

$$l_{пр} = l + l_3, \quad (8)$$

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

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

Полные потери давления или потери ΔH напора, м, определяются

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

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

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

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

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

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

Определяем по (10) R_0 для различных ответвлений:

$$R_0^{n\backslash m} (1-10a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(1-12a)}{l(1-10a)} = 10 \frac{845}{705} = 12,0 \text{ Па/м}.$$

$$R_0 (4-11a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(4-12a)}{l(4-11a)} = 10 \frac{180}{60} = 30 \text{ Па/м}.$$

$$R_0 (4-13a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(4-12a)}{l(4-13a)} = 10 \frac{180}{70} = 25,7 \text{ Па/м}.$$

$$R_0 (3-6a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(3-12a)}{l(3-6a)} = 10 \frac{450}{70} = 64,3 \text{ Па/м}.$$

$$R_0 (2-7a) = R_0^{maz} \cdot \frac{l(2-12a)}{l(2-7a)} = 10 \frac{595}{60} = 99,2 \text{ Па/м}.$$

$$R_0(7-5a) = R_0^{n/m} \cdot \frac{l(7-10a)}{l(7-5a)} = 12 \frac{105}{105} = 12 \text{Па/м}.$$

$$R_0(7-2a) = R_0^{n/m} \cdot \frac{l(7-10a)}{l(7-2a)} = 12 \frac{150}{70} = 18 \text{Па/м}.$$

$$R_0(5-4a) = R_0^{n/m} \cdot \frac{l(5-10a)}{l(5-4a)} = 12 \frac{535}{45} = 143 \text{Па/м}$$

$$R_0(5-8a) = R_0^{n/m} \cdot \frac{l(5-10a)}{l(5-8a)} = 12 \frac{535}{120} = 53,5 \text{Па/м}$$

$$R_0(6-3a) = R_0^{n/m} \cdot \frac{l(6-10a)}{l(6-3a)} = 12 \frac{345}{225} = 18,4 \text{Па/м}$$

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

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

$$M_0 = 2 \cdot 553 = 1106 \text{ м}^2.$$

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

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

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

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

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

L - длина основной проектируемой магистрали (считая подающий и обратный трубопровод), равная 1860 м;

φ - стоимостной коэффициент, кВт/м².

$$(R_{\wedge}^{onm})^{mag} = 26600 \left(\frac{0,17 \cdot 1106 \cdot 1,55}{78,35 \cdot 1860} \right)^{0,84} = 143,8 \text{Па/м}.$$

Удельные линейные экономические потери давления для ответвлений определяются

$$(R_{\wedge}^{onm})^{ome} = R_0^{ome} \frac{(R_{\wedge}^{onm})^{mam}}{R_0^{mag}}, \quad (12)$$

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

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

По расчетным R_0^{omm} и расчетному расходу воды G_{Σ} по номограмме [2] находим ближайший стандартный диаметр трубопровода $d_{ст}$, уточняем фактические удельные линейные потери давления R .

Расчет эквивалентных длин $l_э$, местных сопротивлений сводим в таблицу 4. При этом уточняем количество и места установки элементов тепловой сети: П-образные компенсаторы, арматура, неподвижные опоры. Определяем расстояния между элементами с нанесением их на план сетей и производим их нумерацию.

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

1.7.2 Гидравлический расчет трубопроводов в летнем режиме

В этом режиме расчетный расход теплоносителя подается к МТП для подогрева водопроводной воды в водяном подогревателе ГВС. Расход сетевой воды в летнем режиме составляет

$$G_d^{s_i} = G_{h_{max}} \quad , \quad (13)$$

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

Трубопроводы: диаметры, приведенные длины принимаем те же что и зимой по таблице 3. Расчет сводим в таблицу 5.

1.8 Блочные тепловые пункты (БТП)

Установка приборов учета не приводит к реальному сокращению величины теплопотребления, но позволяет перейти ко второму этапу – оборудованию тепловых узлов приборами автоматического регулирования отпуска тепла. Реализация второго этапа требует значительных затрат, но они окупаются в очень короткие сроки, так как снижение теплопотребления при автоматическом регулировании составляет от 20 % до 45 % в зависимости от назначения здания. При этом в помещениях создаются комфортные условия за счет точного соблюдения заданной температуры и ликвидация осенних и весенних перегревов. Учитывая дефицит и предвидя возрастающий спрос на новое, высококачественное, компактное, надежное и при этом не дорогое, по сравнению с зарубежными образцами оборудование, предназначенное для автоматического регулирования отпуска тепла, производственное объединение «Термоблок» в 2000 году приступило к выпуску электронных регуляторов

Таблица 3 – Гидравлический расчет трубопроводов Г1 и Г2 теплосети при зимнем режиме

N уч-ков	G_{Σ}^{\max} кг/с	l , м	R_0 , Па/м	d_0 , м	$l * d_0$, м ²	$R_{л}^{opt}$, Па/м	$d_{ст}$, м	R, Па/м	l_3 , м	$l_{пр}$, м	ΔH , м	$\Sigma \Delta H$, м
УТ*- 1	78,35	85	10	0,4	34	143,8	0,259	120	34	119	1,4	1,4
1 -2	39,53	250	10	0,31	77,5	143,8	0,159	400	46,2	296,2	11,8	13,2
2 - 3	32,94	145	10	0,28	40,6	143,8	0,159	250	37,8	182,8	4,6	17,8
3 – 4	29,2	270	10	0,27	72,9	143,8	0,159	200	30,8	300,8	6,0	23,8
4 – 12a	10,95	180	10	0,18	32,4	143,8	0,125	100	41,2	221,2	2,2	26
1 – 5	38,82	170	12	0,31	52,7	178,5	0,159	400	33,2	203,2	8,1	9,5
5 – 6	31,42	190	12	0,28	53,2	178,5	0,159	250	47,6	137,6	3,4	12,9
6 – 7	19,96	240	12	0,23	55,2	178,5	0,159	120	54,6	294,6	3,5	16,4
7- 10a	9,96	105	12	0,18	18,9	178,5	0,1	200	5	110	2,2	18,4
6 – 8	11,46	105	18,4	0,17	17,9	264,6	0,1	250	14,8	119,8	3,0	15,9
8 – 3a	3,66	120	18,4	0,1	12	264,6	0,051	700	11	131	9,2	25,1
4 – 11a	8,7	60	30	0,15	9	431,4	0,082	450	9,6	69,6	3,1	26,9
4 – 13a	9,55	70	25,7	0,15	10,5	369	0,1	220	12,4	82,4	1,8	25,6
3 – 6a	3,74	70	64,3	0,08	5,6	925	0,051	850	5,5	75,5	6,4	24,2
2 – 7a	6,59	60	99,2	0,1	6	1426	0,07	600	7,8	67,8	4,1	17,3
5 – 4a	3,66	45	143	0,07	3,1	2056	0,051	1000	5,5	50,5	5,1	14,6
5 – 8a	3,74	120	53,5	0,09	10,8	769	0,051	900	5,5	125,5	11,3	20,8
7 – 5a	6,34	105	12	0,14	14,7	173	0,082	250	8,3	113,3	2,8	19,2
7 – 2a	3,66	70	18	0,1	7	259	0,07	220	6,8	76,8	1,7	17,6
8 – 1a	3,33	115	19,2	0,1	11,5	276	0,07	150	6,8	121,8	1,8	17,7
8 – 9a	4,47	75	29,4	0,1	7,5	423	0,07	270	6,8	81,8	2,2	18,1

Таблица 4 – Эквивалентные длины местных сопротивлений

N участков	d _{ст} , м	ℓ, м	Lп, м	Эквивалентная длина l _э , м					Σ l _э , м
				П – обр. комп.	Клапан, задвиг	отвод	тройник		
							проход	ответвл.	
УТ*- 1	0,259	85	120	-	3,36	2·5,5	-	19,5	34
1 - 2	0,159	250	100	3·15,4	-	-	-	-	46,2
2 - 3	0,159	145	100	2·15,4	-	-	7	-	37,8
3 – 4	0,159	270	100	1·15,4	-	3·2,8	7	-	30,8
4 – 12a	0,125	180	90	2·12,5	2,24	-	2·7	-	41,2
1– 5	0,159	170	100	1·15,4	2,24	2·2,8	-	9,8	33,2
5 – 6	0,159	190	100	2·15,4	-	2·2,8	2·7	-	47,6
6 – 7	0,159	240	100	2·15,4	-	2,8	3·7	-	54,6
7- 10a	0,1	105	80	-	1,65	2·1,65	-	-	5
6 – 8	0,1	105	80	-	1,65	3·1,65	2·4,1	-	14,8
8 –3a	0,051	120	60	2·5,2	0,65	-	-	-	11
4 –11a	0,082	60	80	-	1,3	3·1,3	-	4,4	9,6
4 – 13a	0,1	70	70	-	1,65	3·1,65	-	5,8	12,4
3 – 6a	0,051	70	60	-	0,65	3·0,85	-	2,3	5,5
2 – 7a	0,07	60	70	-	1,3	3·1	-	3,3	7,8
5 – 4a	0,051	45	60	-	0,65	3·0,85	-	2,3	5,5
5 – 8a	0,051	120	60	-	0,65	3·0,85	-	2,3	5,5
7 – 5a	0,082	105	80	7,9	1,3	2·1,3	-	4,4	8,3
7 - 2a	0,07	70	70	-	1,3	2·1	-	3,5	6,8

Таблица 5 – Гидравлический расчет трубопроводов в летнем режиме

N участков	Gd, кг/с	d _{ст} , м	R, Па/м	I _{пр} , м	ΔH, м	ΣΔH, м
УТ*- 1	44,72	0,259	30	119	0,4	0,4
1 - 2	23,48	0,159	150	296,2	4,4	4,8
2 - 3	20,46	0,159	100	182,8	1,8	6,6
3 – 4	19,3	0,159	80	300,8	2,4	9
4 – 12a	7,5	0,125	35	221,8	0,8	9,8
1 – 5	21,24	0,159	120	203,2	2,4	2,8
5 – 6	18,13	0,159	90	137,6	1,2	4,0
6 – 7	12,79	0,159	40	294,6	1,2	5,2
7 - 10a	6,9	0,1	90	110	1,0	6,2
6 – 8	5,34	0,1	50	119,8	0,6	4,6
8 – 3a	1,95	0,051	250	131	3,3	7,9
4 – 11a	6,0	0,082	250	69,6	1,8	10,8
4 – 13a	5,8	0,1	70	82,4	0,6	9,6
3 – 6a	1,16	0,051	200	75,5	1,5	8,1
2 – 7a	3,02	0,07	120	67,8	0,8	5,6
5 – 4a	1,95	0,051	250	50,5	1,3	4,1
5 – 8a	1,16	0,051	90	125,5	1,1	3,9
7 – 5a	3,94	0,082	100	113,3	1,1	6,3
7 – 2a	1,95	0,07	50	76,8	0,4	5,6

«Рацион» для систем отопления и «Рацион – ГВ» для систем горячего водоснабжения, обратных клапанов, циркуляционных насосов, пластинчатых теплообменников, сетчатых фильтров и шаровых кранов. С 2000 года начался серийный выпуск блочных тепловых пунктов (БТП).

БТП представляют собой полный комплект оборудования и приборов для присоединения отдельных потребителей к тепловым сетям. Они могут предназначаться для комбинированного присоединения систем отопления и горячего водоснабжения - БТП или только горячего водоснабжения - блоки горячего водоснабжения – БГВ.

Поставка оборудования осуществляется укрупненными узлами, которые собираются на месте в блок. Для установки блоков не требуется устройство специальных фундаментов. Монтаж производится на полу теплового пункта. После сборки блока производится установка контрольно – измерительных приборов (КИП).

Изготовление блоков осуществляется по индивидуальному заказу. Заказ по каталогу [4] оформляется заполнением опросного листа.

Подключение блока к инженерным коммуникациям здания должно производиться в соответствии с проектом, разработанным предприятием «Термоблок» или другой проектной организацией и согласованным в установленном порядке с теплоснабжающей организацией.

Характеристики серийно изготавливаемых предприятием «Термоблок» блочных тепловых пунктов (рисунок 4) и 8 типов блоков горячего водоснабжения приведены в таблице 6.

В ВКР применяются:

БТП (тип 2) – предназначен для присоединения системы отопления по зависимой схеме с использованием элеватора и присоединения системы горячего водоснабжения по двухступенчатой схеме. Применяется в зданиях с постоянным режимом работы системы отопления, где не требуется глубокое снижение расхода тепла (жилые дома, больницы, дома отдыха и т.д.) при располагаемом напоре в теплосети на вводе в здание не менее 0,15 МПа (15 м).

Схемой БТП (тип 2) предусмотрено:

- учет расхода тепловой энергии (тип теплосчетчика принимается в соответствии с пожеланием заказчика);
- подогрев воды для горячего водоснабжения с использованием пластинчатых теплообменника;
- автоматическое регулирование температуры воды в системе горячего водоснабжения;
- циркуляция воды в системе горячего водоснабжения с автоматическим управлением циркуляционным насосом.

БТП (тип 3) – предназначен для присоединения системы отопления по зависимой схеме с использованием насосов смешения и присоединения системы горячего водоснабжения по двухступенчатой смешанной схеме. Применяется для любых типов зданий при недостаточном для работы элеватора располагаемом напоре в тепловой сети на вводе (менее 0,15 МПа или 15 м.). В

зависимости от местных условий насосы могут устанавливаться на подающем, обратном трубопроводах или на перемычке между ними.

Схемой БТП (тип 3) предусмотрены:

- учет расхода тепловой энергии;
- автоматическое регулирование теплоснабжения с его снижением вне рабочее время, выходные и праздничные дни;
- подогрев воды для ГВС с использованием пластинчатого теплообменника;
- автоматическое регулирование температуры воды в СГВ;
- циркуляция воды в СГВ с автоматическим управлением циркуляционными насосами.

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

Схемой БГВ (тип 2) предусмотрено:

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

1.8.1 Пластинчатые теплообменники

Основным элементом (полусварных) полуразборных пластинчатых теплообменников РС – 0,2 являются секции попарно сваренных (сдвоенных) пластин. Каждая такая секция имеет две пластины – правую и левую, соединенные между собой контактно – шовной электросваркой. По контуру каждой пластины проштампован U – образный паз. Правая пластина по форме является зеркальным отражением левой. При сборке под сварку двух пластин вершины U – образных пазов прилегают друг к другу. Каждая секция устанавливается между двумя направляющими штангами – верхней и нижней – и имеет возможность перемещаться вдоль них. Каналы, смежные с каналами, образованными внутри секций, выполняются разборными для возможности очистки от загрязнений. Для этого секции соединяются в пакет и уплотняют разборные каналы резиновыми прокладками.

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

Поверхность пластин гофрирована. Гофры имеют в поперечном сечении профиль равнобедренного треугольника. По углам пластины имеются отверстия для прохода сред, участвующих в теплообмене.

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

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

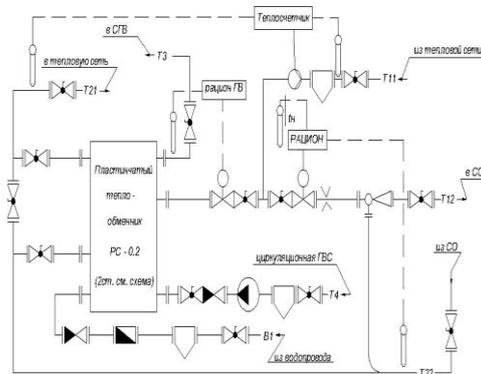


схема БТП 3 ($P_{расп} < 0,15 \text{ МПа}$) - аб №11

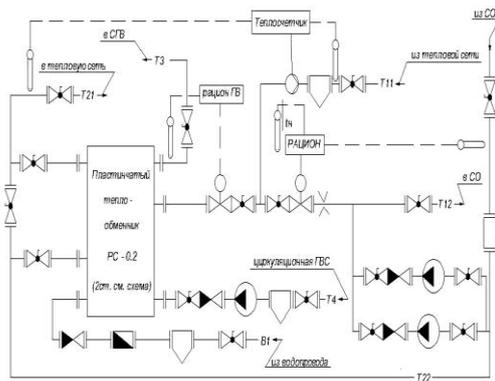


схема БГВ2 ($Q_{гв} < 0,116 \text{ МВт}$)

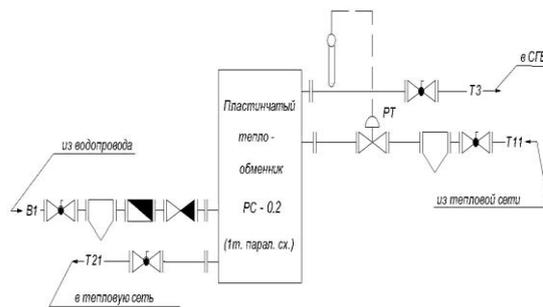


Рисунок 4 – Блочные тепловые пункты

Таблица 6 - Характеристика блочных тепловых пунктов

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

разборных каналов отверстия в пластинах уплотняются резиновыми прокладками.

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

Для надежной работы теплообменника на всех линиях поступления воды в него надо установить сетчатые фильтры или грязевики с сеткой.

В 2000 году ПП «Термоблок» приступило к выпуску многоходовых теплообменников и изменилось их обозначение.

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

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

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

0,2 – поверхность теплообмена одной из двух пластин, составляющих секцию, м². ;

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

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

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

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

1.8.2 Расчет пластинчатых теплообменников

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

Расчет теплообменников как для систем отопления, так и для горячего водоснабжения производится при наиболее низкой температуре воды в подающем трубопроводе тепловой сети, а именно в точке излома температурного графика.

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

Тепловые нагрузки $Q_{ГВ}$ теплообменников в таблицах каталога приведены для параллельной схемы присоединения СГВ к теплосети при следующих расчетных параметрах:

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

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

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

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

- температура воды в 1 ступени соответственно на входе и выходе:

греющей (сетевой) – 42 / 26 °С, нагреваемой 5 / 32 °С;

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

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

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

На примере одного из абонентов микрорайона (абонент №2) подберем теплообменник для БГВ при следующих тепловых нагрузках: (1 Гкалл/ч = 1,163 МВт)

- на ГВС $Q_{ГВ} = Q_{hmax} = 0,42$ МВт;

- на отопление $Q_{От} = Q_{omax} = 0,57$ МВт.

Определяем соотношение $Q_{ГВ} / Q_{omax} = 0,42 / 0,57 = 0,74$; коэффициент увеличения потерь давления по греющей воде $K_{пот} = 1,08$; принимаем к установке пластинчатый теплообменник РС – 0,2 – 18,4 – 3 х БГВ (13 х 12 х 21) поверхностью теплообменника 18,4 м², имеющей следующие характеристики:

- максимальная тепловая нагрузка, которую обеспечит теплообменник:

$Q_{ГВ} = 0,44$ МВт.;

- потери давления по греющей среде при расчетном соотношении нагрузок: $\Delta h_{гр} = 1,08 * \Delta h_{гр}^T = 1,08 * 0,168 = 0,18$ атм. = 1,8 м водного столба;

- потери давления по нагреваемой среде $\Delta h_{нагр} = 0,146$ атм = 1,46 м водного столба.

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

1.8.3 Насосы для БТП

Насосы нужны для систем отопления, ГВС и других систем циркуляции воды. Давление в системе не должно превышать 1 МПа. Температура перекачиваемой жидкости не должно превышать 90 °С. Марка - НЦ 6,3 / 7,1.

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

Состоит насос из двигателя, насосной части и торцевого уплотнения вала. Насосная часть состоит из корпуса с подводом в виде канала, спирального отвода, всасывающего и напорного патрубка с фланцами. Всасывающий и напорный патрубки выведены на общую ось, что обеспечивает удобный монтаж насоса на трубопроводе.

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

Перед насосом необходимо установить сетчатый фильтр.

Электрическая характеристика электродвигателя насоса:

- марка двигателя АИР 71 В4 ЖУ5;
- число оборотов $n = 1500$ об./ мин.;
- мощность $P = 370$ Вт.;
- номинальный ток – 1,12 А;
- напряжение электропитания – 380 В.

Уровень шума, создаваемого насосом, не более 55 ДБа.

Масса насоса с двигателем – 24 кг.

1.8.4 Автоматика

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

Функции регулятора:

- автоматическое поддержание заданной температуры воздуха внутри помещения, усредненной по нескольким (от 2-ого до 5-х) датчиков температуры;
- автоматическое понижение температуры воздуха в помещениях производственных и административных зданий в нерабочее время.

Регулятор рассчитан на эксплуатацию в закрытых взрывобезопасных помещениях с температурой окружающей среды от + 1 до + 55 °С, относительной влажностью воздуха до 85 % и атмосферного давления от 85 до 107 кПа.

Примеси агрессивных газов и паров в окружающей среде должны непременно отсутствовать.

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

Таблица 7-Характеристика БТП и пластинчатых теплообменников

№	Наименование потребителя (место установки)	Обозначение	Длина теплообменника L ₁ ,мм	Длина пакета секций L,мм	Масса теплообменника, кг	Тепловая нагрузка Q _{ГВ} , МВт	Потери давления по греющей среде, м	Потери давления по нагреваемой среде, м	Тип блочного теплового пункта	кол-во
1	4 эт. лицей	РС-0,2-10,8-3хБГВ(8х7х12)	495	165	379	0,236	1,51	1,33	БТП-2	1
2	5 эт. жилой дом	РС-0,2-18,4-3хБГВ(13х12х21)	675	275	464	0,44	1,8	1,46	БТП-2	1
3	5 эт. жилой дом	РС-0,2-18,4-3хБГВ(13х12х21)	675	275	464	0,44	1,8	1,46	БТП-2	1
4	5 эт. жилой дом	РС-0,2-18,4-3хБГВ(13х12х21)	675	275	464	0,44	1,8	1,46	БТП-2	1
5	9 эт. жилой дом	РС-0,2-9.6-3хБГВ(7х6х11)	675	275	464	0,44	1,8	1,46	БТП-2	2
6	3 эт. школа	РС-0,2-12,4-3хБГВ(9х8х14)	525	189	398	0,28	1,56	1,37	БТП-2	1
7	2 эт. пансионат	РС-0,2-27,2-3х(19х18х31)	965	415	574	0,66	1,75	1,51	БТП-2	1
8	3 эт. школа	РС-0,2-12,4-3хБГВ(9х8х14)	525	189	398	0,28	1,56	1,37	БТП-2	1
9	5 эт. жилой дом	РС-0,2-21,2-3хБГВ(15х14х24)	815	323	503	0,51	1,7	1,47	БТП-2	1
10	10 эт. жилой дом	РС-0,2-19,6-3хБГВ(17х16х16)	755	299	482	0,6	3,27	2,74	БГВ-2	2
11	5 эт. жилой дом	РС-0,2-14,8-3хБГВ(13х12х12)	585	226	426	0,51	3,11	2,64	БГВ-2	2

Регулятор выполняет функцию автоматического поддержания заданной температуры горячей воды в СГВ путем регулирования расхода греющего теплоносителя (сетевой воды).

1.8.5 Фильтры сетчатые

Сетчатые фильтры Ду = 50 мм и Ду = 80 мм, условным давлением Ру = 1,6 МПа, условной пропускной способностью соответственно 63 / 100 м³/ч применяются для очистки воды от песка, взвешенных частиц и других примесей в автономных, индивидуальных и центральных тепловых пунктах. Установочное положение фильтра на трубопроводе – горизонтальные. Направление подачи рабочей среды – по стрелке на корпусе. Присоединение к трубопроводу – фланцевое. Материал корпуса – сталь, чугун.

1.9 Пьезометрический график

Пьезометрический график – это графическое изображение гидравлического режима тепловой сети.

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

- условиям механической прочности элементов сети и отопительных устройств абонентов;
- недопущение вскипания высокотемпературного (более 100°С) теплоносителя в подающем теплопроводе;
- обеспечение избыточных напоров во всех точках системы теплоснабжения для предотвращения завоздушивания систем и кавитации насосов.

На пьезометрический график сети (рисунок 5) наносят:

- в масштабе рельеф местности вдоль тепловой сети;
- в масштабе высоты зданий;
- все напоры в сети;
- допустимые границы напоров в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети с учетом требований к гидравлическому режиму.

Все узловые точки пьезометрического графика отмечены отметками полных напоров.

Полный напор - это сумма пьезометрического напора, созданного избыточным давлением теплоносителя, в данной точке сети и геометрического напора, представляющего геодезическую отметку земли.

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

где H^* - пьезометрический напор, м;

Z - геометрический напор, м.

Пьезометрический напор жестко связан с избыточным давлением воды в трубопроводе по формуле

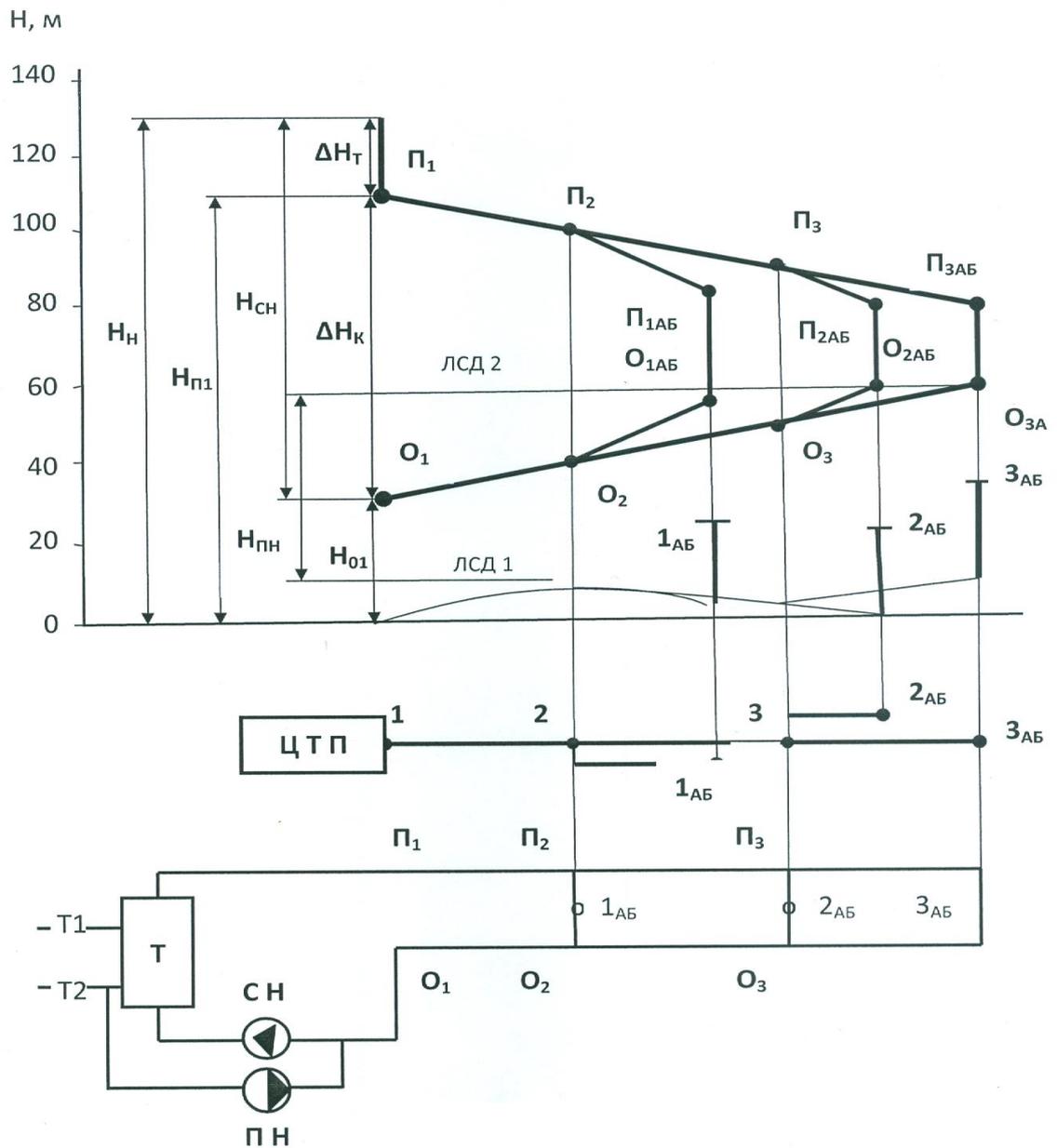


Рисунок 5 – Пьезометрический график теплосети

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

где ρ - плотность воды,
 g – ускорение свободного падения, равное $9,8\text{м/с}$;

P - избыточное давление в сети по манометру, Па.

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

Уклоны линий пьезометров определяются потерями напоров ΔH на расчетных участках тепловой сети и им пропорциональны.

Потери напора ΔH принимаем по гидравлическому расчету. Потери напора у абонентов заданы в техническом задании на ВКР. Местные потери напора в теплообменнике отопления по схеме отсутствуют.

В любой точке сети разность напоров в подающем и обратном трубопроводе называется располагаемым напором.

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

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

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

На пьезометрическом графике имеется 4 предельных значений для пьезометров:

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

- по ненадобности вскипания теплоносителя 150°C во всех точках подающего трубопровода давление воды не должно быть меньше давления насыщения водяного пара при 150°C т.е. напор в подающем трубопроводе должен быть более $H(n_{\min}) = 40\text{ м}$;

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

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

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

В закрытых системах теплоснабжения разрабатывается два режима: зимний и летний. Тепловая сеть работает при гидравлическом режиме существующей

теплосети от котельной.

По пьезометрическому графику однозначно выбирают схемы присоединения систем отопления потребителей. В проекте здания имеют зависимое присоединение отопления к теплосети.

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

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

где ΔH_{Π} - потери напора в подающей линии, равные 26 м;

ΔH_0 - тоже в обратной линии, равные 26 м;

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

$$H_{O'} = 26 + 26 + 15 = 67 \text{ м.}$$

Располагаемые напоры в узлах (камерах) и МТП теплосети:

а) для главной магистрали:

$$H'_1 = H'_0 - 2 \cdot \Delta H_{\text{тк-1}} = 67 - 2 \cdot 1,4 = 64,2 \text{ м;}$$

$$H'_2 = H'_1 - 2 \cdot \Delta H_{1-2} = 64,2 - 2 \cdot 11,8 = 40,6 \text{ м;}$$

$$H'_3 = H'_2 - 2 \cdot \Delta H_{2-3} = 40,6 - 2 \cdot 4,6 = 31,4 \text{ м;}$$

$$H'_4 = H'_3 - 2 \cdot \Delta H_{3-4} = 31,4 - 2 \cdot 6 = 19,4 \text{ м;}$$

$$H'_{12a} = H'_4 - 2 \cdot \Delta H_{4-12a} = 19,4 - 2 \cdot 2,2 = 15 \text{ м;}$$

- для подмагистрали №1:

$$H'_5 = H'_1 - 2 \cdot \Delta H_{1-5} = 64,2 - 2 \cdot 8,1 = 48 \text{ м;}$$

$$H'_6 = H'_5 - 2 \cdot \Delta H_{5-6} = 48 - 2 \cdot 3,4 = 41,2 \text{ м;}$$

$$H'_7 = H'_6 - 2 \cdot \Delta H_{6-7} = 41,2 - 2 \cdot 3,5 = 34,2 \text{ м;}$$

$$H'_{10a} = H'_7 - 2 \cdot \Delta H_{7-10a} = 34,2 - 2 \cdot 2,2 = 29,8 \text{ м;}$$

- для подмагистрали №2:

$$H'_8 = H'_6 - 2 \cdot \Delta H_{6-8} = 41,2 - 2 \cdot 3 = 35,2 \text{ м;}$$

$$H'_{3a} = H'_8 - 2 \cdot \Delta H_{8-3a} = 35,2 - 2 \cdot 9,2 = 16,8 \text{ м;}$$

- для простых ответвлений:

$$H'_{11a} = H'_4 - 2 \cdot \Delta H_{4-11a} = 19,4 - 2 \cdot 3,2 = 13,2 \text{ м; } (< 15 \text{ м})$$

$$H'_{13a} = H'_4 - 2 \cdot \Delta H_{4-13a} = 19,4 - 2 \cdot 1,8 = 15,8 \text{ м;}$$

$$H'_{6a} = H'_3 - 2 \cdot \Delta H_{3-6a} = 31,4 - 2 \cdot 6,4 = 18,6 \text{ м;}$$

$$H'_{7a} = H'_2 - 2 \cdot \Delta H_{2-7a} = 40,6 - 2 \cdot 4,1 = 32,4 \text{ м;}$$

$$H'_{4a} = H'_5 - 2 \cdot \Delta H_{5-4a} = 48 - 2 \cdot 5,1 = 37,8 \text{ м;}$$

$$H'_{8a} = H'_5 - 2 \cdot \Delta H_{5-8a} = 48 - 2 \cdot 11,3 = 25,4 \text{ м;}$$

$$H'_{5a} = H'_7 - 2 \cdot \Delta H_{7-5a} = 34,2 - 2 \cdot 2,28 = 28,6 \text{ м;}$$

$$H'_{2a} = H'_7 - 2 \cdot \Delta H_{7-2a} = 34,2 - 2 \cdot 1,7 = 30,8 \text{ м};$$

$$H'_{1a} = H'_8 - 2 \cdot \Delta H_{8-1a} = 35,2 - 2 \cdot 1,8 = 31,6 \text{ м};$$

$$H'_{9a} = H'_8 - 2 \cdot \Delta H_{8-9a} = 35,2 - 2 \cdot 2,2 = 30,8 \text{ м}.$$

По располагаемым напорам и схемам присоединения подогревателей ГВС в зданиях микрорайона подбираем типы БТП. Результаты вносим в таблицу 7.

По заданию ВКР располагаемый напор в УТ* составляет 70 м. Это больше расчетных суммарных потерь давления по всему контуру проектируемой сети (67 м) и циркуляция теплоносителя по сети микрорайона возможна.

1.10 Оборудование для тепловых сетей

Для трубопроводов тепловых сетей следует предусматривать стальные электросварные трубы. Для сетей ГВС в закрытых системах теплоснабжения следует предусматривать оцинкованные трубы по ГОСТ 3262 - 90.

Подбор труб и арматуры производится по условным давлениям и диаметрам. Под условным давлением P_y понимают избыточное давление для длительной эксплуатации при температуре воды 20 °С, МПа.

Условный проход D_y – номинальный внутренний диаметр трубы, мм.

В ВКР применены электросварные стальные трубы по ГОСТ 10704 – 91, выпускающиеся с наружным диаметром 32 ÷ 426 мм. Для труб диаметром более 426 мм. могут применяться стальные электросварные со спиральным швом по ГОСТ 8696 -74.

Трубопроводы соединяются электросваркой.

Запорная арматура на тепловых сетях применяется следующих видов: клапаны запорные 15с 27 нж1 с наружным диаметром $d_n < 50$ мм.; задвижки типа Зкл 2-16 ($d_n \geq 50$ мм). Для выпуска теплоносителя предусматриваются спускники в виде клапанов ($d_n 25 \div 100$ мм). Для выпуска воздуха из трубопроводов имеются воздушники в виде клапанов диаметром от 15 до 32 мм.

В ВКР вместо стальных задвижек и стальных клапанов в качестве запорной арматуры приняты краны шаровые стальные с рукояткой, фланцевые типа DZT на условное давление 16 Бар (1,6 МПа) по каталогу ЗАО «Данфос» $d_y = 15 \div 150$ мм.

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

Применение шаровых кранов позволяет уменьшить габариты и высоту тепловых камер и уменьшить глубину заложения каналов теплотрассы, так как у кранов отсутствует выдвигание шпинделя.

Вся арматура: запорная, дренажная и воздушники располагаются при подземной прокладке тепловой сети в тепловых камерах (УТ). О местах установки запорной арматуры сказано выше.

Дренаж воды с магистральных участков тепловой сети предусмотрен в дренажные колодцы Д из прямков камер, расположенных в нижних точках по профилю сетей. Дренаж с ответвлений к отдельно стоящим зданиям – в прямки камер с последующей откачкой воды передвижными насосами в канализацию.

В ВКР дренажные колодцы размещены возле УТ 1, УТ 8, УТ 4, УТ 7. Воздушники установлены в верхних точках трассы УТ 3; УТ 6.

Для Красноярска с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления $t_{p,o} = - 37 \text{ }^\circ\text{C}$ вся арматура – стальная. Крепление к трубопроводам – с помощью фланцевых соединений.

Для размещения трубопроводов на строительных конструкциях применяют опоры, которые бывают неподвижные и подвижные.

Неподвижные опоры (упорные, щитовые и хомутовые) служат для разделения теплопроводов на участки, независимые друг от друга в восприятии усилий от температурных деформаций труб и внутреннего давления; для неподвижного закрепления трубопроводов теплосети относительно строительных конструкций. Размещают неподвижные опоры возле узлов трубопроводов; между П – образными компенсаторами; между участками труб с естественной компенсацией температурных удлинений и на вводе теплотрассы в центральную часть здания.

Тип опоры выбирают по диаметру трубы и по усилию, действующему на неподвижную опору. В проекте есть хомутовые неподвижные опоры.

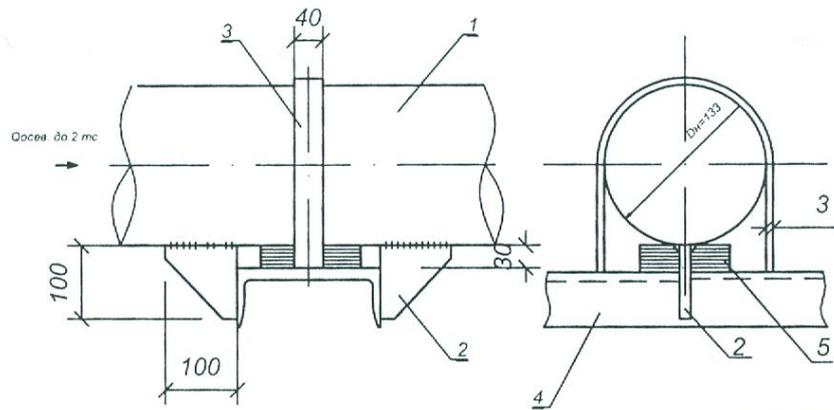
Устройство хомутовой опоры (серия 4.903 -10 выпуск 4) схематично представлено на рисунке 6.

Ее принцип работы: косынки привариваются к трубопроводу по обе стороны от упорной балки (швеллера) и обеспечивают неподвижное положение трубы относительно строительной конструкции. Хомут (стальная лента) удерживает косынки и балку в состоянии зацепления и это не главная часть неподвижной опоры. На трубопроводах тепловых сетей с наружным диаметром $257 \div 350$ мм упорная балка состоит из двух швеллеров.

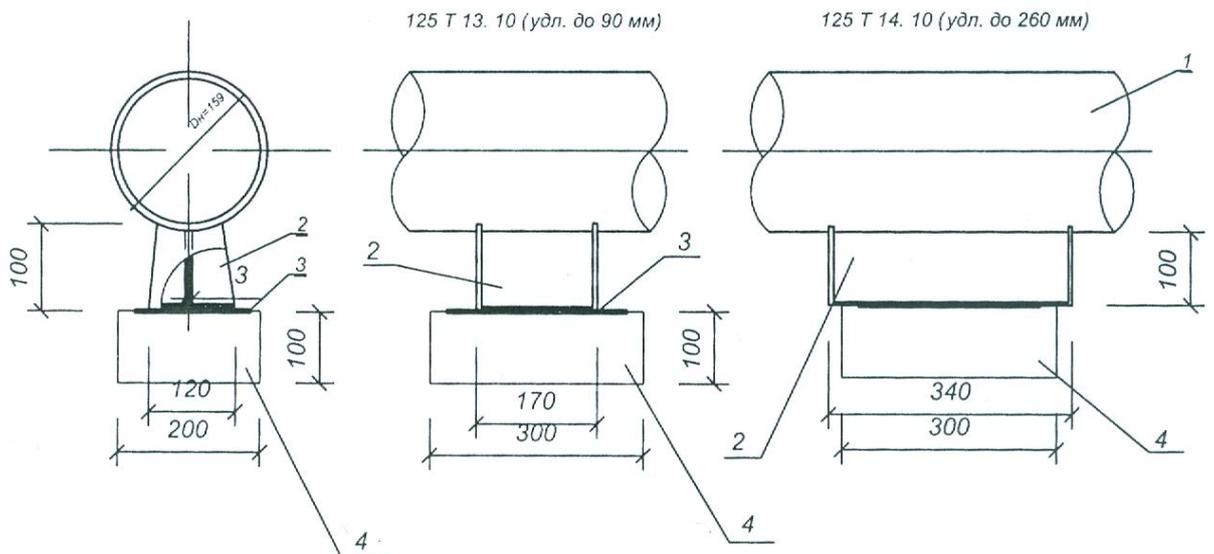
Скользящие, шаровые, катковые, подвесные и другие подвижные опоры воспринимают вес трубопроводов и обеспечивают свободное перемещение по строительной конструкции. В ВКР предусмотрены скользящие опоры (серия 4.903.10 выпуск 5). Скользящие опоры располагаются между неподвижными опорами на расстоянии, обеспечивающем минимально допустимый прогиб трубы; в компенсаторных нишах и углах поворота трассы. Высота скользящей опоры может быть 100; 150; 200 мм. Все скользящие опоры в данной работе имеют высоту 100 мм. Устройство и принцип работы скользящей опоры можно показать по сечению канала теплосети (рисунок 7). Сама опора приваривается к трубе. Низ опоры скользит по стальной закладной детали в опорной подушке. Закладная деталь уменьшает силу трения. Скользящие опоры выбираются по диаметру трубопровода и величине температурного удлинения Δ на расчетном участке теплосети.

Элементы тепловой сети (трубопроводы, опоры, арматура)

а



б



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

Рисунок 6 – Опоры трубопроводов

покрываются антикоррозийным покрытием, указанным в заказной спецификации на оборудование тепловой сети.

В ВКР в качестве тепловой изоляции предусмотрены скорлупы из пенополиуритана (аналог монтажной пены).

Покровный слой – рулонный стеклопластик РСТ. Для подземной трассы можно использовать рубероид и стеклоткань.

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

Комплект для установки термометра для измерения температуры теплоносителя в узле:

- бобышка (штука с внутренней резьбой под гильзу для термометра) для приварки к трубе;

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

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

- прокладка между бобышкой и гильзой.

Комплект для установки манометра для измерения избыточного давления в трубопроводе на узле:

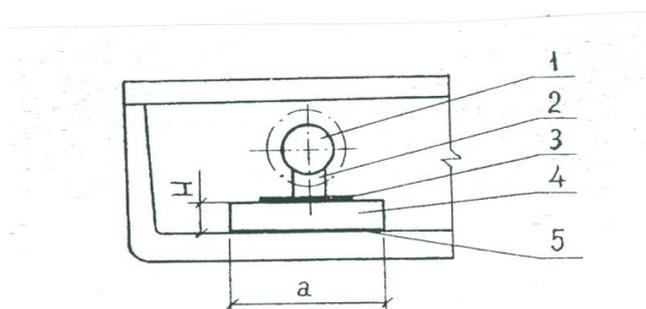
- закладная (бобышка);

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

- манометр показывающий МП 4 –У.

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

Если бы в месте врезки проектируемой тепловой сети в существующую теплотрассу не было бы необходимого располагаемого давления, гидравлические режимы существующей сети не удовлетворяли бы потребителей микрорайона, то стала бы необходимость устанавливать ЦТП.



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

Рисунок 7 – Расположение скользящей опоры в канале теплосети

В ЦТП осуществляется: учет тепловых потоков и расходов теплоносителя; преобразование параметров теплоносителя (Т или Р); контроль параметров; заполнение и подпитка тепловых сетей; создание циркуляции воды насосом.

В ВКР нет ЦТП но в каждом здании есть МТП (местный тепловой пункт).

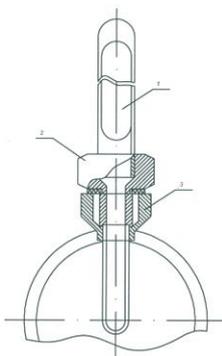
1.11 Расчет П-образных компенсаторов

При прогреве тепловых сетей трубопроводы деформируются, возникают температурные удлинения. Они компенсируются в ВКР с помощью П-образных компенсаторов или за счет естественных поворотов трубопроводов теплосети (Г-; Z- компенсаторы).

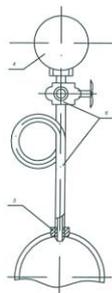
Все расчеты выполняются по подающему трубопроводу, как наиболее нагреваемому.

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

Установка термометра



Установка манометра



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

Рисунок 8 – Средства КИП

Преимущества П-образных компенсаторов:

- не требуется сооружения тепловых камер в местах расположения компенсатора для их обслуживания при подземной канальной прокладке сетей.

Недостатки П-образных компенсаторов:

- большее гидравлическое сопротивление.

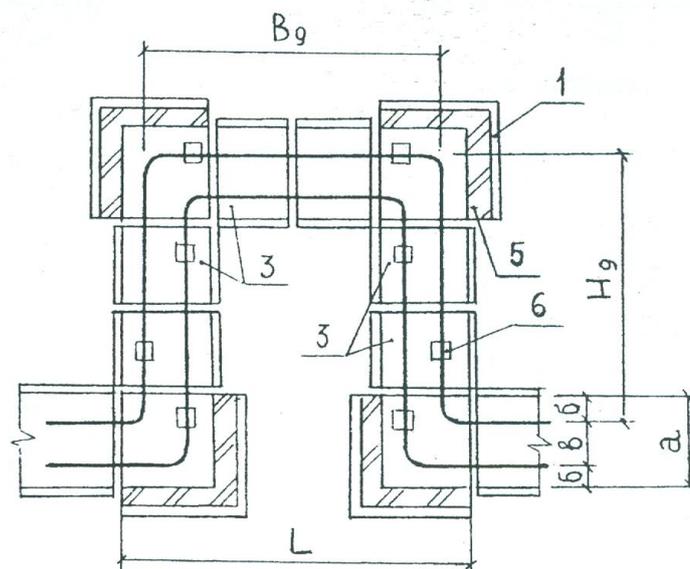
Кроме П-образных компенсаторов на тепловых сетях могут быть установлены следующие виды компенсаторов: сальниковые, манжетные, сильфонные, лирообразные, линзовые.

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

Расчет компенсатора проведем на примере компенсатора К 7, размещенного на участке УТ 4 – 12 а.

Расчетная схема П-образного компенсатора приведена на рисунке 9.

Методика расчета приведена в [5].



1 – плита днища угла поворота ПДУ 110.120.12; 2 – кирпичная кладка;

3 – доборный лоток ЛК 75.90.60; а - ширина лотка, $a = 0,7$ м.; б - расстояние между осью трубы и стенкой канала, $\delta = 0,18$ м.; в – расстояние между осями труб $b = 0,34$ м.;

L – длина компенсаторной ниши; B_g – фактическая спина компенсатора; H_g – фактический вылет компенсатора.

Рисунок 9 – Ниша П-образного компенсатора К 7

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

Предварительно принимаем, что размеры вылета и спины равны ($H = B$); наружный диаметр трубопровода $d_n = 0,133$ м.; длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами где установлен компенсатор К7) 1

= 89,5 м; коэффициент температурного удлинения $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$; температура сетевой воды в подающем трубопроводе $\tau_1 = 150^\circ\text{C}$; температура окружающей среды в канале $t_n = 5^\circ\text{C}$; 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 $I = 0,34 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$.

Расчет начинают с определения теплового удлинения участка по формуле

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

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

l - длина расчетного участка (расстояние между неподвижными опорами где установлен компенсатор К7), равная 89,5 м;

τ_1 - температура сетевой воды в подающем трубопроводе, равная 150°C ;

τ_n - температура воздуха в канале сети, равная 5°C .

$$\Delta = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 89,5 (150 - 5) = 0,156 \text{ м}.$$

Значение вылета компенсатора при условии равенства размеров вылета и спины.

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

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

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

$$H = 19,4 \sqrt{0,156 \cdot 0,133} = 2,79 \text{ м}.$$

Фактический вылет компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К 7 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по формуле

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

где n - число доборных лотков между углами поворота компенсаторной ниши;

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

$$H_g = 0,7 + 3 \cdot 0,75 = 2,95 \text{ м}.$$

Фактическое значение спины компенсатора определяется

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

где a - ширина лотка, равная 0,7 м;

b - расстояние между осями труб в канале, равное 0,18 м;

n ; l_1 - тоже что в (19).

$$B_g = 2(0,7 - 0,18) + 3 \cdot 0,75 = 3,29 \text{ м.}$$

Напряжение изгиба П-образного компенсатора

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

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

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

H_δ - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К7 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по (19), м;

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

$$\sigma = \frac{3 \cdot 0,156 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,133}{10 \cdot 2,95^2} = 143 \text{ МПа};$$

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

Сила упругой деформации компенсатора

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

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

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

J - модуль инерции, равный $0,34 \cdot 10^{-5}$ м⁴;

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

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

где H_D - фактическое значение вылета компенсатора после выбора комплекта ж/б конструкций компенсаторной ниши К 7 при соблюдении условия $H \leq H_g$ определяется по (19), м.

$$A = \frac{5}{3} \cdot (2,95)^3 = 42,8.$$

$$P = \frac{0,156 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,34 \cdot 10^{-5}}{42,8} = 0,0025 \text{ МН}$$

Длина компенсаторной ниши К 7

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

где a ; n ; l_1 – тоже что в (19).

$$L = 2 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,75 = 3,65 \text{ м.}$$

Подобно рассчитываем все имеющиеся на проектируемой тепловой сети микрорайона П-образные компенсаторы.

Характеристики компенсаторов приведены в таблицу 8.

Таблица 8-Характеристики п-образных компенсаторов

Наименование	Наружн. диаметр d_n , м	Температ. удлинения Δ , м	Вылет H_g , м	Спина B_g , м	Напряжение δ , МПа
К1; К2; К3	0,159	0,143	3,23	3,69	130,8
К4; К5	0,159	0,13	3,23	3,69	118,9
К6	0,159	0,14	3,23	3,69	128
К7; К8	0,133	0,156	2,95	3,29	143
К9; К12	0,159	0,174	3,23	3,69	159,1
К10; К11	0,159	0,165	3,23	3,69	150,9
К13	0,159	0,104	3,23	3,69	95,1
К14	0,089	0,104	2,2	2,54	114,7

1.12 Тепловая изоляция

Изоляция трубопроводов, арматуры и опор теплоизоляционным покрытием вводится для уменьшения тепловых потерь в тепловых сетях.

Конструкция теплоизоляции теплопровода состоит из тепловой изоляции и наружного покровного слоя.

Конструкция теплоизоляции зависит от способа прокладки тепловой сети, температуры теплоносителя и от диаметра труб.

Кроме бесканальной подземной прокладки сетей, материалы теплоизоляционных покрытий должны удовлетворять следующим требованиям: плотность $\rho \leq 400 \text{ кг/м}^3$; коэффициент теплопроводности $\lambda \leq 0,07 \text{ КДж/кг} \cdot \text{гр}$.

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

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

В ВКР предусмотрена теплоизоляция из пенополиуритана марки ППУ 331/3. ППУ – наиболее эффективный изоляционный материал, имеет наименьшую теплопроводность $\lambda = 0,02 \div 0,03 \text{ Вт/м} \cdot \text{к}$ (λ мин.ваты = $0,05 \div 0,07 \text{ Вт/м}$ в сухом состоянии и $0,18 \text{ Вт/м}$ х к во влажном состоянии). ППУ

имеет достаточную монтажную и эксплуатационную прочность (0,3 – 0,4 МПа), широкий интервал температур (до 150°С).

Главные преимущества ППУ скорлупами по сравнению с традиционными способами – минеральной ватой - высокая эффективная теплоизоляция, низкая трудоемкость, достаточная монтажная и эксплуатационная прочность, теплостойкость, возможность круглосуточного монтажа в любое время года, стойкость к воздействию химических сред и атмосферных осадков, и высокая производительность монтажа (экономия трудозатрат до 70%), возможность многоразового использования после демонтажа, быстрый доступ к поврежденным участкам труб. Скорлупы из ППУ гарантируют надежность теплоизоляции в течение 50 лет. (минвата – до 10 лет), повышают технический уровень прокладки теплотрасс. Он легко поддается механической обработке – режется, пилится, сверлится. ППУ является экологически чистым материалом, не аллерген, он разрешен к использованию в жилых помещениях.

Для долговременной надежности теплоизоляционные скорлупы с внешней стороны покрыты защитным материалом – стеклоткань, стеклоизолом, фольгой (В ВКР – рулонным стеклопластиком марки РСТ).

Применение теплоизоляции из ППУ с плотной, влагозащитной оболочкой, позволяет отказаться от покраски наружных поверхности теплопроводов антикоррозийными покрытиями. При этом необходимо устанавливать датчики определения возможного попадания влаги внутрь теплоизоляционного покрытия.

При этом покрывной материал экономится на 40 % т.к. толщина изоляции из ППУ в 2,5 раза меньше изоляции из стекловаты. Применяемые толщины скорлуп из ППУ 40 ÷ 60 мм. Эффективность ППУ: теплотери снижаются до 3% что а 2 раза меньше нормативных потерь тепла. У минеральной ваты – потери доходят до 25 %.

Скорлупы крепятся на трубе бандажами из стальной оцинкованной ленты 0,7 на 20 мм через 0,5 м. После закрепления скорлуп производится заливка продольных и поперечных швов ППУ.

Толщину слоя теплоизоляции рассчитывают двумя способами:

- по допустимым нормам плотностей теплового потока через слой теплоизоляции (в связи с энергосбережением эти нормы пересмотрены в сторону понижения).

- по заданной величине температуры на поверхности теплоизоляционного слоя, до 40 °С.

В проекте толщина теплоизоляции не рассчитывалась. Пользовались практическими рекомендациями.

Запрещено применение металлических покрытий (оцинкованная сталь, алюминий) для подземных прокладок теплосетей.

Допустимые материалы покровного слоя подземной канальной прокладки сетей - рубероид, пух шнур (Ду до 50 мм). ППУ в отличии от минеральных веществ – горюч.

1.13 Профили сетей

Продольный профиль необходим для:

- безопасного выполнения земляных работ и определения объемов выбираемого грунта для сметных расчетов;
- определения мест установки дренажных узлов и воздушников в тепловых камерах;
- определения строительных отметок котлованов под камеры и другие строительные конструкции.

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

- поверхности земли сплошной тонкой линией;
- уровень грунтовых вод – тонкой штрихпунктирной;
- пересекаемые надземные и подземные сооружения; коммуникации с нанесением их размеров и отметок (ВКР – учебный работа);
- элементы тепловых сетей: каналы, опоры, камеры, ниши П-образных компенсаторов;
- размеры лотковых каналов и номера сечений;
- строительные отметки пола и потолка каналов;
- уклон и длину трубопроводов.

Уклоны трубопроводов водяных тепловых сетей принимаются не менее 0,004. Уклоны разрешают менять в камерах (УТ). Уклон на участках сети, прилегающих к зданиям, выполняют в сторону тепловой камеры.

От поверхности земли заглубление:

- верх перекрытий каналов – 0,5 м (в проекте 0,9м);
- верх перекрытия камер – 0,3м (в проекте 0,4м).

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

1.14 Антикоррозийная обработка трубопроводов

Коррозия сокращает срок службы сетей до 15 лет. Скорость коррозии максимальна при температуре 75 °С. Именно такова за год средняя температура теплоносителя.

Виды коррозии: внутренняя, наружная. Внутреннюю коррозию вызывает кислород, содержащийся в сетевой воде или конденсате. В водяные тепловые сети кислород попадает главным образом с водой подпитки, через подсосы воздуха в оборудование сетей.

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

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

Следствия внутренней коррозии:

- теряется металл;
- увеличивается шероховатость внутренней поверхности труб, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления и росту расхода энергии на перекачку теплоносителя;
- при окислении образуется налет на внутренних стенках труб, снижается сечение труб;
- засорение отопительных приборов, запорной арматуры, снижается их теплоотдача.

Борьба с внутренней коррозией:

- во всех отключаемых трубопроводах и аппаратах следует обеспечить полное удаление воды;
- поддержание во всех точках водяных тепловых сетей избыточного давления для предотвращения подсоса воздуха;
- организация качественной подпитки;
- периодический выпуск воздуха в теплосетях;
- применение ингибиторов - силикат натрия (жидкое стекло), которые создают внутри труб защитные пленки и замедляют коррозию;
- применение пластиковых труб.

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

Почвенной коррозии подвержены особенно подземные бесканальные прокладки тепловых сетей.

Борьба с наружной коррозией:

- поддержание постоянного режима эксплуатации тепловой сети;
- применение мер по осушению трассы, гидроизоляция каналов и тепловых камер;
- правильный выбор способа прокладки тепловой сети;
- обработка грунта, замена грунта в основании трассы и засыпка чистым песком;
- антикоррозийное покрытие труб (стеклоэмали, силикатные эмали, мастики);
- устройство водонепроницаемых перегородок (рисунок 10) на тепловых вводах в здания.

В ВКР для конструкций теплопроводов в ППУ теплоизоляции с герметичной наружной оболочкой нанесение антикоррозийного покрытия на стальные трубы не требуется, но обязательно устройство оперативного дистанционного контроля, сигнализирующего о проникновении влаги в теплоизоляционный слой.

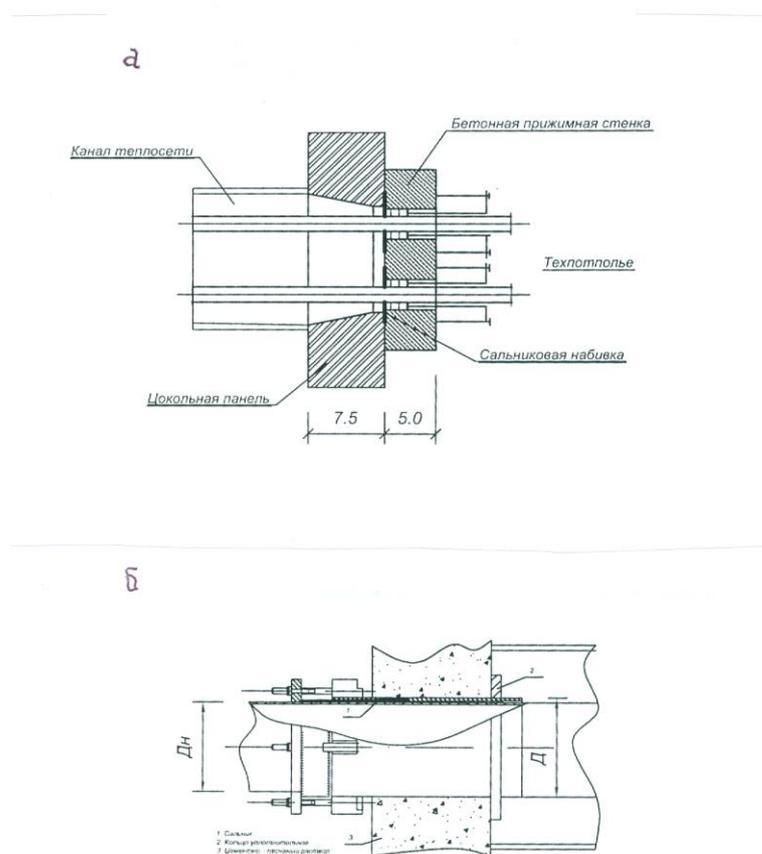
Трубопроводы из высокопрочного чугуна с шаровым графитом (ВЧШГ) с ППУ изоляцией антикоррозийного покрытия не требует.

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

1.15 Строительные детали тепловых сетей

1.15.1 Каналы КЛ

При подземной прокладке тепловых сетей широкое применение получили непроходные каналы, в которых уложены теплопроводы. Основным



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

Рисунок 10 – Водогазонепроницаемый ввод теплосети в здании

конструктивным элементом используемым при сооружении каналов, служит сборный железобетон, показавший достойную надежность и долговечность при эксплуатации в условиях повышенной влажности среды и температуры.

Согласно с. 3.006. 1-8 «Каналы и сборные железобетонные тоннели из

лотковых элементов» каналы типа КЛ состоят из лотков марки ЛК и плит перекрытия марки ПТ. Основные лотки и плиты имеют длину 3000 мм, доборные – 750 мм. Ширина каналов составляет от 140 до 3500 мм, высота каналов от 210 до 1300 мм.

Стыки каналов заделываются цементным раствором, каналы покрываются битумом. В местах прилегания каналов к зданиям и тепловым камерам предусмотрены деформационные швы. Для предотвращения попадания воды в каналы из подвалов зданий и наоборот, вводы теплосети в здания делают водогазонепроницаемыми.

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

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

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

Принятые в ВКР неподвижные опоры устанавливаются при помощи монолитной вставки (рисунок 11). Упорная балка неподвижной опоры в виде швеллера определенной длины заделывается в монолитную вставку опоры, выполненную из бетона марки В15. Сама монолитная вставка неподвижной опоры опирается на бетонную подготовку В 7,5, сверху накрывается плитой перекрытия лотков и торцами упирается в лотки теплосети.

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

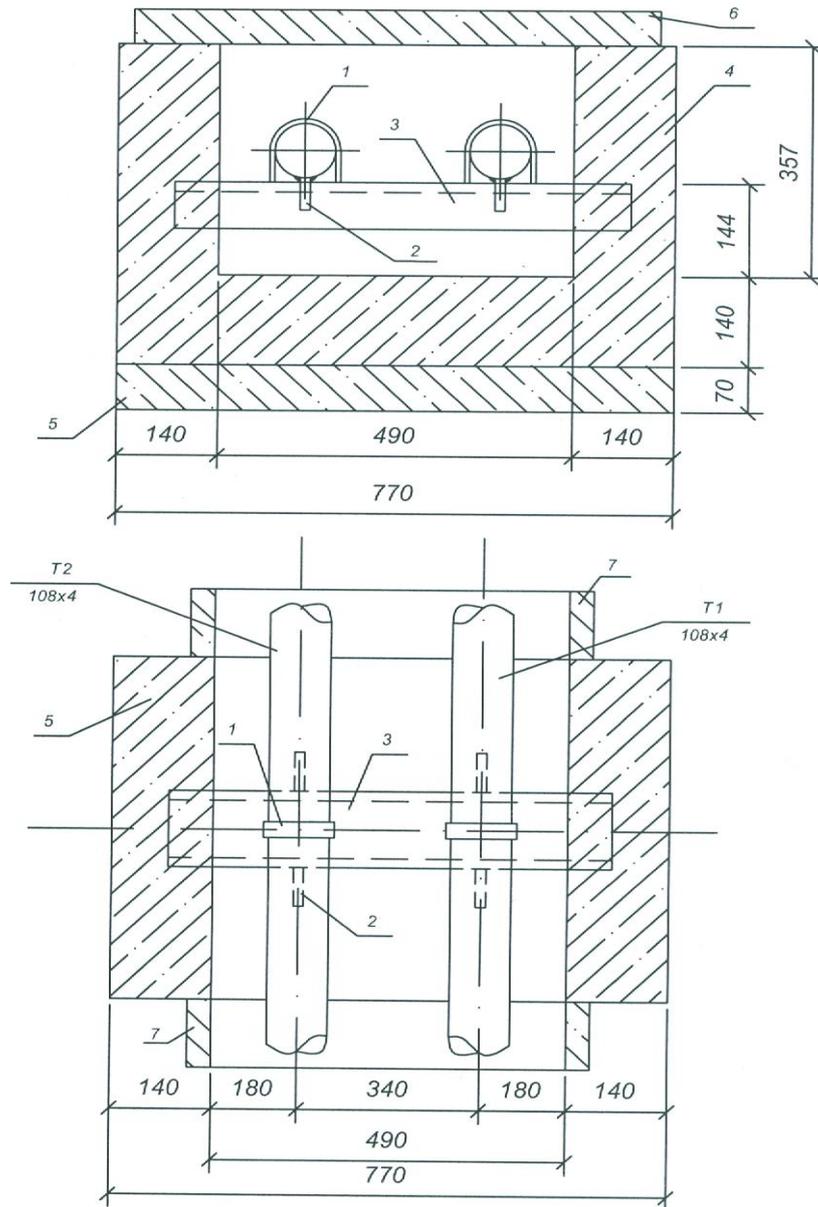
Кроме неподвижных опор, в лотках теплотрассы размещаются скользящие опоры, служащие для свободного перемещения трубопроводов относительно строительных конструкций при температурной деформации теплопроводов.

Строительная конструкция, по которой происходит перемещение скользящей опоры, называется опорной подушкой. Опорная подушка крепится к полу канала на цементный раствор толщиной 10 мм. Для уменьшения трения скольжения в подушке имеется металлическая закладная.

1.15.2 Повороты каналов

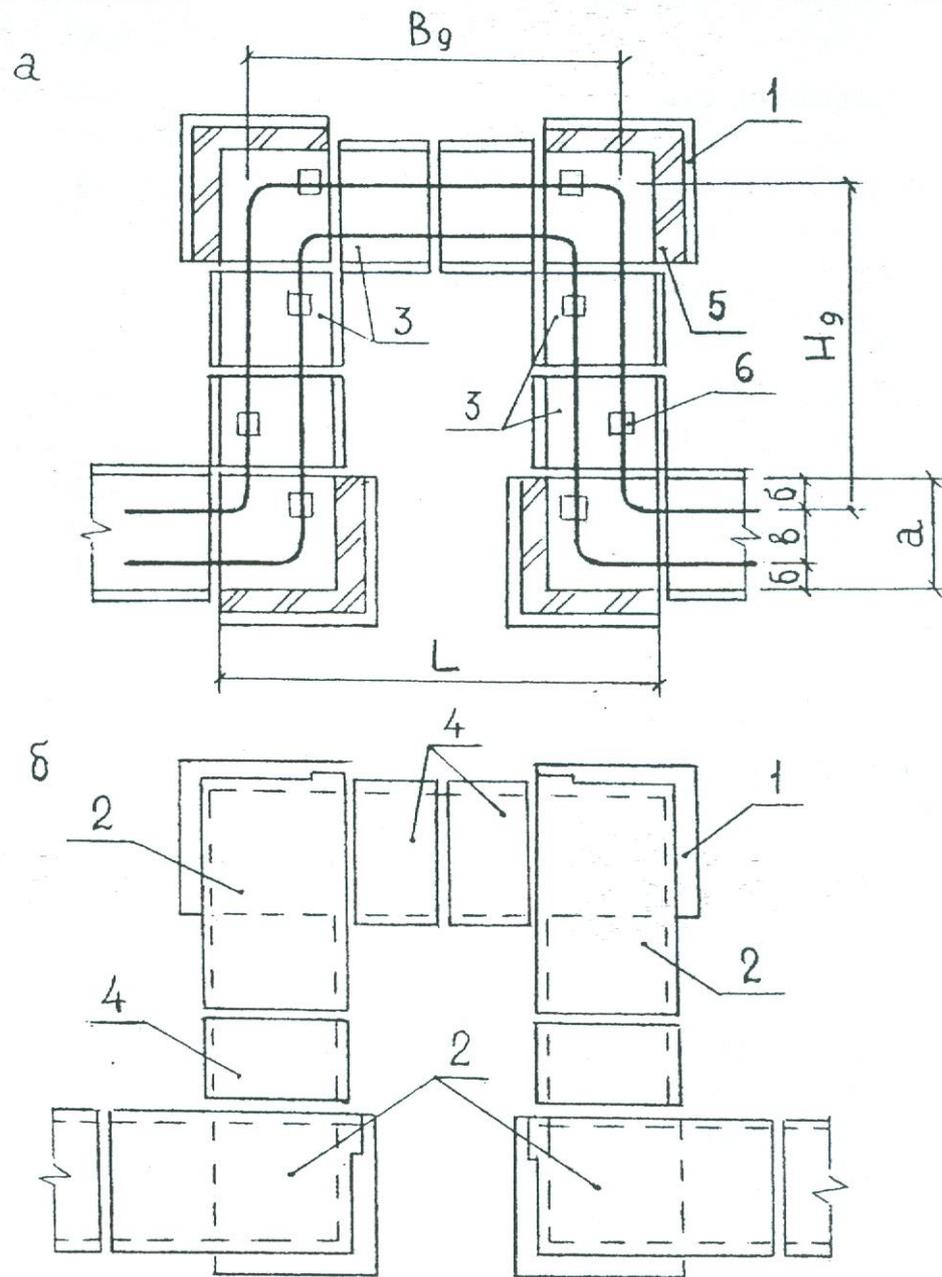
Углы поворота непроходных каналов теплотрасс выполняются из сборных ж/б конструкций по с. 3.006. 1- 8 выпуск 0-2 «Узлы трасс».

Нижняя часть угла поворота состоит из плиты днища ПДУ. Сверху угол канала накрывается плитой перекрытия марки ПТУ. Просветы между лотками с двух сторон заделываются кирпичной кладкой толщиной от 250 до 510 мм.



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

Рисунок 11 – Вставка неподвижной опоры



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

Рисунок 12 – Ниша П-образного компенсатора

Стыки плит заделываются цементным раствором и гидроизолируют, как каналы битумом.

При ширине канала 1780 мм. и более в конструкцию угла поворота канала заложена ж/б балка типа Б, а перекрытие угла поворота состоит из плит перекрытия лотков типа ПТ, обычно доборных плит.

1.15.3 Ниши компенсаторов

П - образные компенсаторы размещают в специальных нишах (рисунок 12). Каждая ниша компенсатора состоит из четырех углов поворота канала и трех комплектов лотков с плитами перекрытия, расположенных между углами поворота канала.

Число и тип лотков между углами ниши определяют при расчете размеров вылета и спины П- образного компенсатора.

Ниша компенсатора всегда располагается своей выгнутой частью в сторону подающего трубопровода, который в свою очередь размещается в лотке справа по ходу теплоносителя.

1.15.4 Тепловые камеры

При подземной прокладке тепловых сетей для размещения узлов трубопроводов (УТ), запорной арматуры, сальниковых компенсаторов и неподвижных опор для сальниковых компенсаторов, дренажей и воздушных клапанов, контрольно-измерительных приборов сооружают камеры (рисунок 13).

Строительную часть камер выполняют из сборного железобетона. Стены камер выкладываются из строительных блоков типа ФБС. Пол камеры выполняют в виде монолитной плиты из бетона В 15 с уклоном в сторону прямка (400 на 400 и глубиной 300 мм). Строительные отметки низа и верха проемов в стенах камеры для примыкания каналов в магистральном направлении принимаются по продольному профилю сетей.

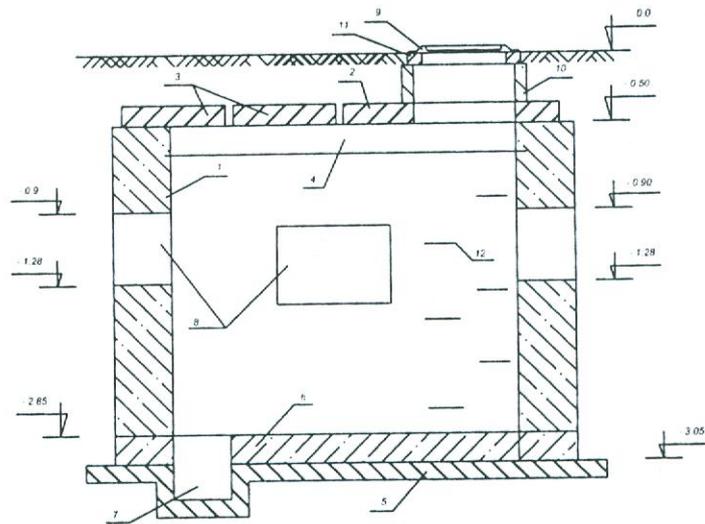
Размеры камер принимаются из условий безопасного обслуживания размещенного в камере оборудования и арматуры. Наименьшая высота камер 2 м. Минимальное заглубление перекрытия камер от поверхности земли 0,3 м, а от верха дорожного покрытия 0,5 м.

При проектировании камер необходимо соблюдать условия:

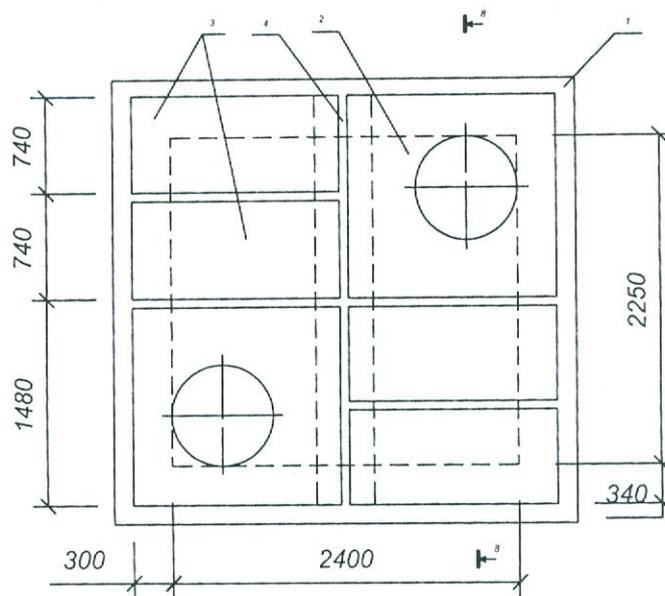
- в перекрытиях камеры при внутренней площади от 2,5 до 6 м² должно быть не менее двух люков диаметром 630 мм, расположенных по диагонали.

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

- камеры тепловых сетей д.б. защищены надежной гидроизоляцией от грунтовых вод;



План перекрытия камеры УТ (тип 4)



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

Рисунок 13 – Теплофикационная камера

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

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

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

1.15.5 Колодцы дренажные

Из приемков камер, расположенных в нижних точках трассы, предусматриваются: самотечный отвод воды в дренажные колодцы и устройство отключающих клапанов (захлопок) на входе самотечного трубопровода в канализационный колодец.

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

Отметка дна дренажного колодца должна приниматься ниже отметки дренажной трубы на величину определенную из условия заполнения данного колодца при полном опорожнении трубопроводов с уклоном в эту сторону.

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

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

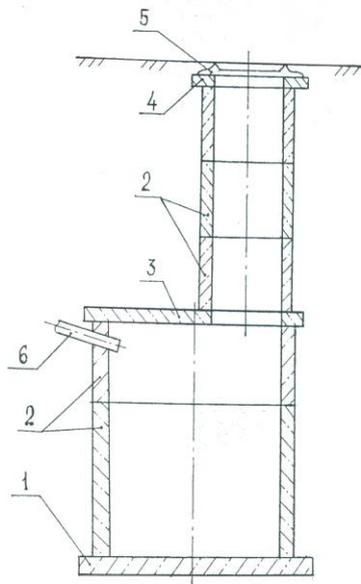
1.16 Спецификация оборудования

После выполнения всех расчетов составляют спецификацию на оборудование и строительные конструкции наружной тепловой сети. В таблице Приложения приводится вышеуказанная спецификация.

1.17 Мероприятия по энергосбережению

Мероприятия по энергосбережению, применяемые в данной ВКР по теплоснабжению:

- соблюдение требований нормативной документации при проектировании и монтаже систем теплоснабжения;
- применение термостатических клапанов на отопительных приборах для индивидуального регулирования;
- автоматизация блочных тепловых пунктов;



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

Рисунок 14 – Дренажный колодец

- применение регуляторов температуры в системах ГВС для предотвращения перегрева воды после подогревателя;
- применение систем ГВС с циркулирующей воды;
- применение баков-аккумуляторов для ГВС;
- использование современных пластинчатых подогревателей ГВС с повышенной эффективностью теплопередачи и низкими гидравлическими потерями давления для снижения расхода электроэнергии на перекачку теплоносителей;
- использование частотно-регулируемых приводов насосов;
- применение центрального качественного регулирования (ЦКР) отпуска тепловой энергии от источников тепла;
- дренажные устройства на ответвлениях от узлов (камер) к зданиям позволяем экономить сливаемую воду;
- улучшение ЦКР групповым регулированием (в переходный период) в ЦТП при помощи корректирующих подмешивающих насосов; местным регулированием на МТП отпуска тепла на отопление здания при помощи смесительных (подмешивающих) насосов;
- применение в качестве запорной арматуры шаровых кранов, имеющих минимальные гидравлические сопротивления и не имеющих утечек через сальники;
- применение инновационных теплоизоляционных покрытий из ППУ;
- водогазонепроницаемые перегородки на вводах тепловых сетей в зданиях.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 17 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.05 Теплогазоснабжение и вентиляция
код и наименование специализации
Теплоснабжение жилого микрорайона г. Красноярск
тема

Руководитель _____ доцент, к.т.н. А.С.Ереско
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

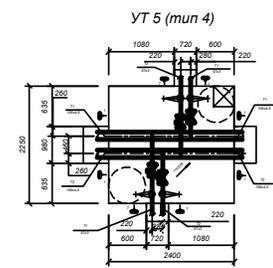
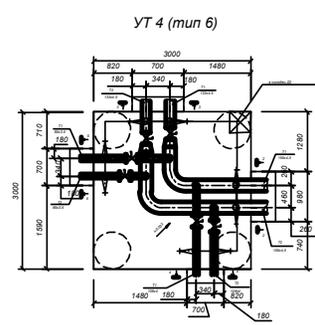
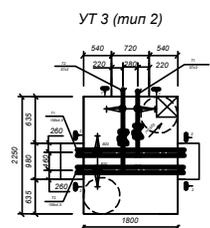
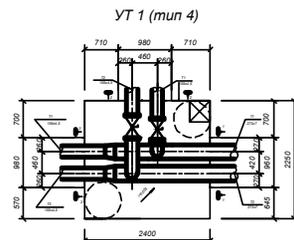
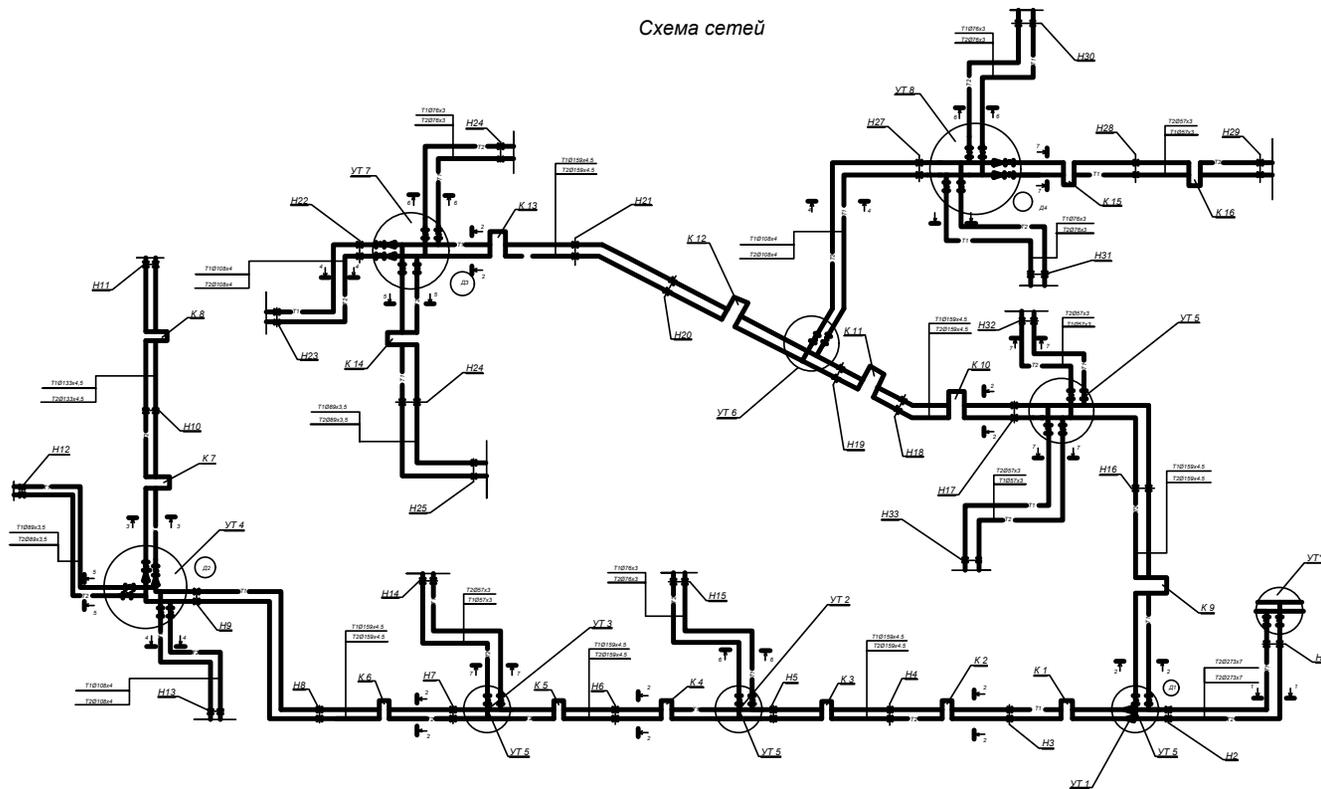
Выпускник _____ О.Н. Пермякова
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультанты:
ТВИС _____ А.С.Ереско
наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

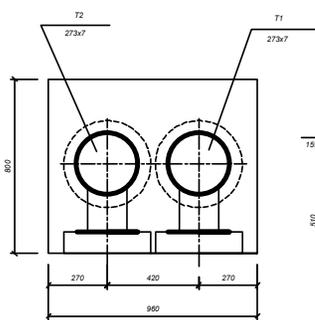
Нормоконтролер _____ А.С.Ереско
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

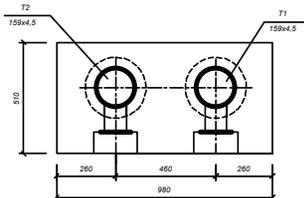
Схема сетей



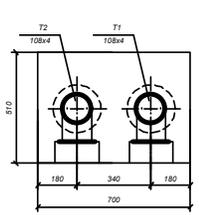
1-1



2-2

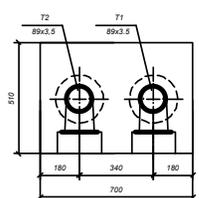


4-4

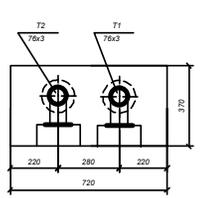


Сечения

5-5

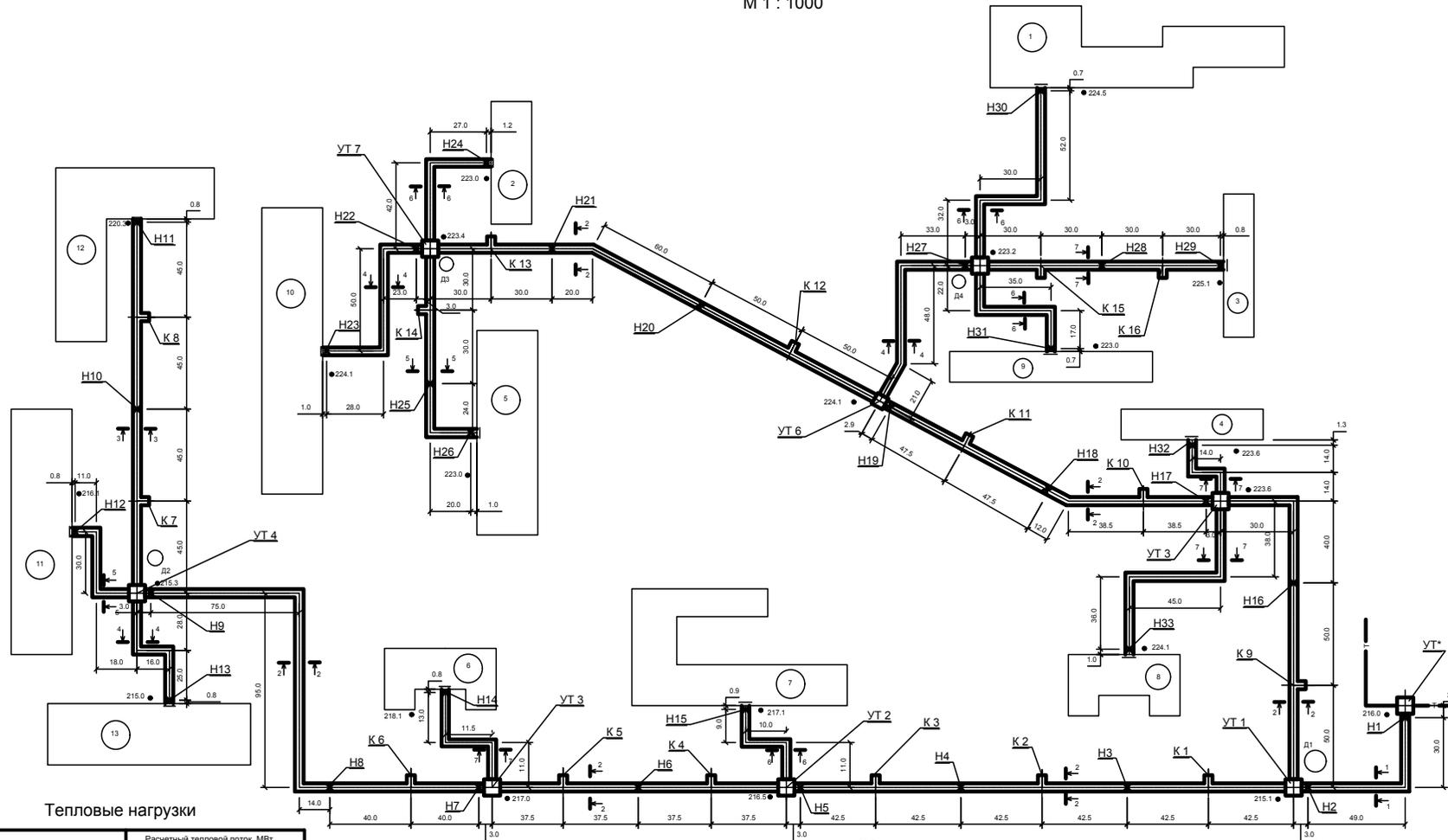


6-6



БП - 08.03.01.00.05 2017-ТС			
Сибирский федеральный университет			
Инженерно-строительный институт			
Тепловые сети городского микрорайона в Красноярске			
Разработ	Мельникова	Составил	Лист 5
Удобр	Белов	Проверил	2
И. контр.	Белов	Схема сетей. Разрезы. Узлы трубопроводов VT1, VT3, VT4, VT5	Каф. ИСиС
Умг	Савин		

План сетей
М 1 : 1000



Тепловые нагрузки

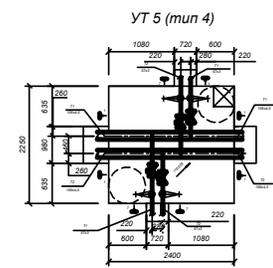
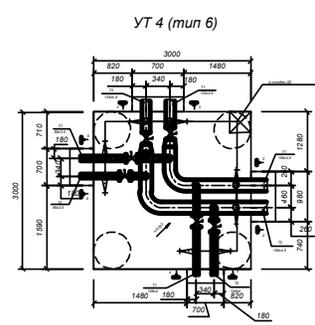
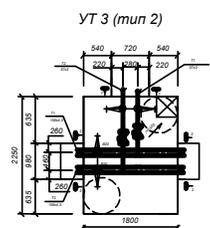
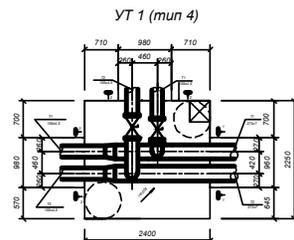
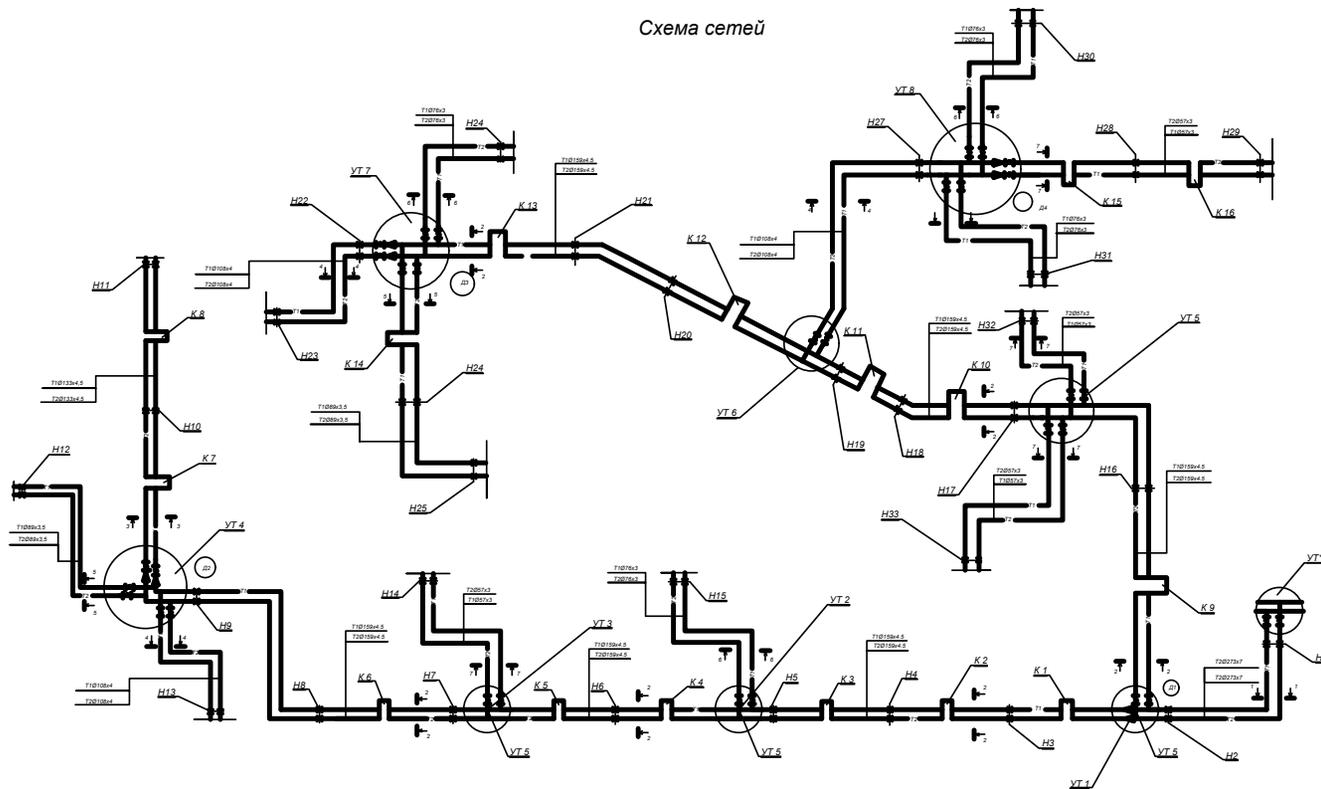
Поз.	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт			
		Q _{отп}	Q _{итп}	Q _{пл}	Q _з
1	4 эт. лицей № 9	0,62	0,15	0,22	0,99
2	5 эт. 80 кв. жилой дом	0,57	-	0,42	0,99
3	То же	0,57	-	0,42	0,99
4	То же	0,57	-	0,42	0,99
5	9 эт. 110 кв. жилой дом	0,8	-	0,85	1,65
6	3 эт. ср. школа № 84	0,51	0,35	0,25	1,11
7	2 эт. пансионат	0,88	0,31	0,65	1,84
8	3 эт. ср. школа № 72	0,51	0,35	0,25	1,11
9	5 эт. 100 кв. жилой дом	0,7	-	0,51	1,21
10	10 эт. 180 кв. жилой дом	1,02	-	1,15	2,17
11	10 эт. 180 кв. жилой дом	0,9	-	1,0	1,9
12	10 эт. 200 кв. жилой дом	1,15	-	1,25	2,4
13	10 эт. 180 кв. жилой дом	1,15	0,1	1,25	2,5
Итого:		9,95	1,26	8,64	19,85

Общие указания

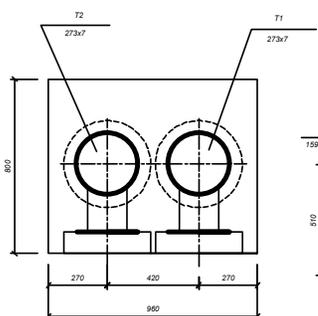
1. Проект тепловых сетей выполнен в соответствии с заданием на дипломное проектирование.
2. Теплоноситель - перегретая вода с параметрами 150-70°C. Тип прокладки сетей - подземная, в непроходных каналах, двухтрубная. Температура воды в СГВ 60/42 °С.
3. Система теплоснабжения по форме подачи воды на ГВС закрытая. Источник тепла - существующая теплосеть. Блочные тепловые пункты БТП установлены в МТП зданий. Трехходовые пластинчатые подогреватели ГВС в БТП 2 (Расп более 0,15 МПа) и БТП 3 (Расп менее 0,15 МПа) присоединены к тепловым сетям по 2-х ступенчатой смешанной схеме. Одноходовые в БГВ 4 - по одноступенчатой параллельной схеме. Рабочее давление в подающем трубопроводе 0,99 МПа, в обратном 0,3 МПа. Системы отопления присоединены по зависимым схемам.
4. Монтаж трубопроводов производить в соответствии со СНиП 2.03.05-85. Монтаж конструкций каналов выполнять в соответствии с требованием серии 3.006.1-В.87 в 05. Сети выполнить из электросварных труб ГОСТ 10704-91. Компенсаторы перед приваркой к трубопроводам предварительно растянуть на величину 0,5 температурного удлинения.
5. Компенсация температурных удлинений осуществляется за счет углов поворота и П-образных компенсаторов.
6. Камеры для УТ выполнены из фундаментных блоков с перекрытием из бетонных плит.
7. В УТ3; УТ6 установить воздушники; в УТ1; 7, 4, 8, установить спускники для слива воды из теплотрассы в дренажные колодцы.
8. Из дренажных колодцев вода удаляется передвижными насосами в ближайшую канализацию или ливневосток.
9. Для защиты наружной поверхности труб от коррозии, трубопроводы и арматуру покрыть антикоррозионным составом: БТ № 177 за два раза по грунтовке ГФ 21.
10. Теплоизоляция трубопроводов выполнить из пенополиуретана. Покрывной слой - рулонный стеклопластик РСТ.
11. Вводы трубопроводов в здание выполнить с водонепроницаемыми перегородками.
12. Для гидроизоляции наружные поверхности каналов и камер покрыть за два раза битумом.
13. После монтажа трубопроводы подвергнуть гидравлическому испытанию давлением 1,25 рабочего, подающий трубопровод - давлением 1,6 МПа.

		БР - 08.03.01.00.05 2017 -ТС		
		Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Разработ. Проект.	Морозова Ересько	Листы	1	Листов 5
И. контр. Утв.	Ересько Саваш	План сетей. Общие указания		Каф. ИСЗиС

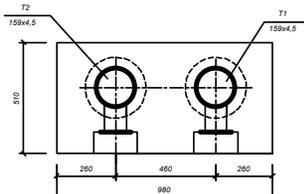
Схема сетей



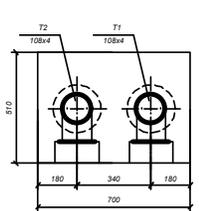
1-1



2-2

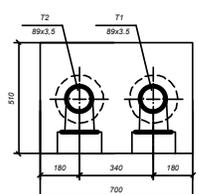


4-4

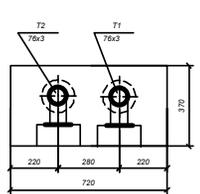


Сечения

5-5

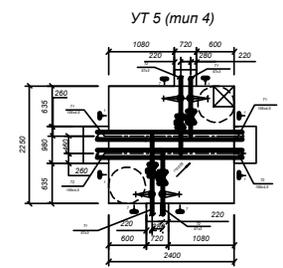
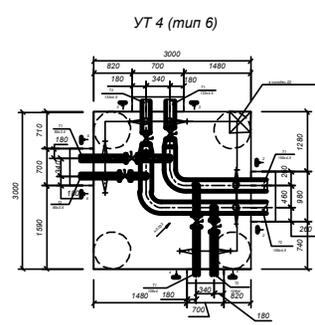
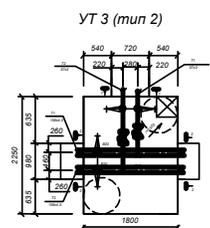
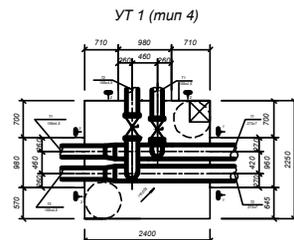
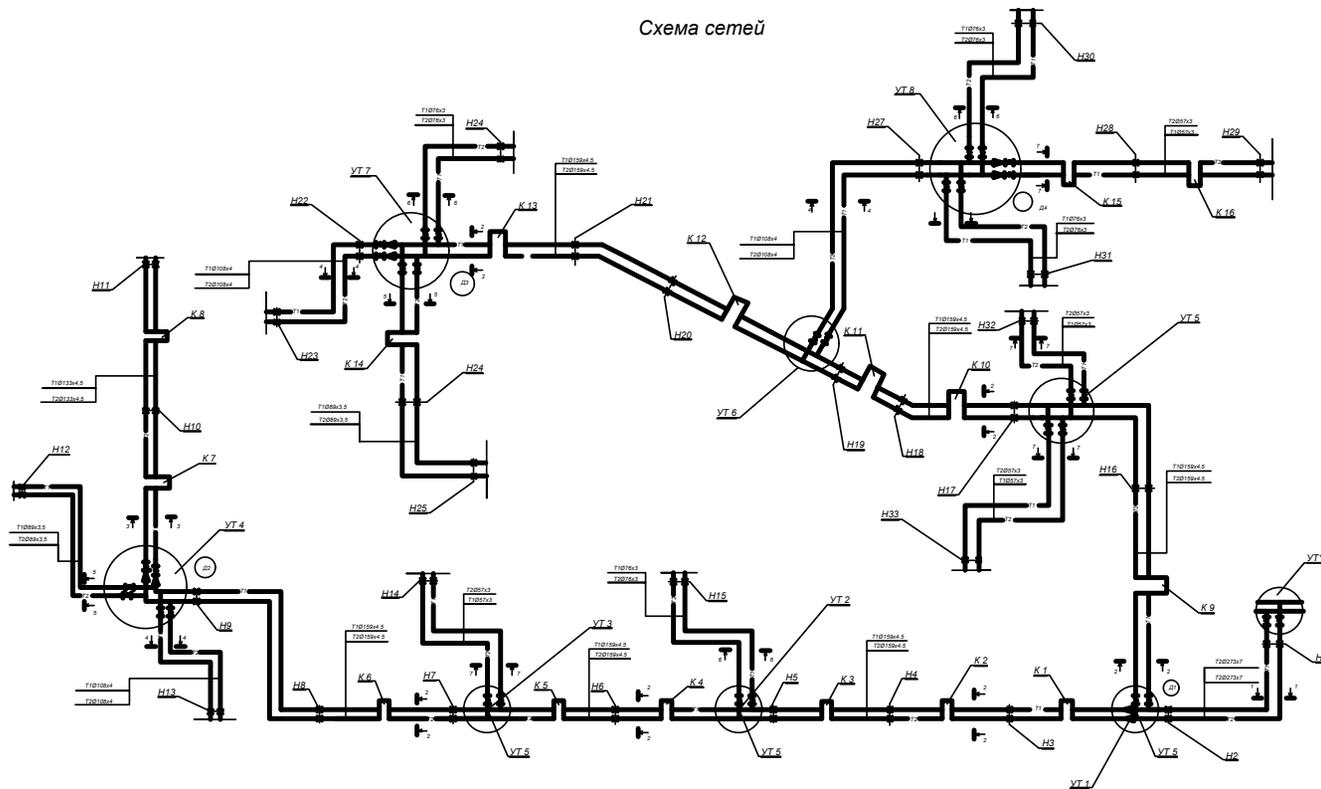


6-6

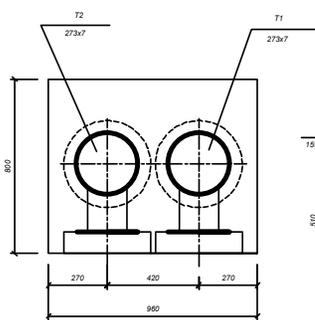


БП - 08.03.01.00.05 2017-ТС			
Сибирский федеральный университет			
Инженерно-строительный институт			
Тепловые сети городского микрорайона в Красноярске			
Разработ	Колесникова	Специальность	Инженер
Удобр	Белослов	Семестр	2
И. контр.	Белослов	Лист	5
Умк	Савицкий	Схема сетей. Разрезы. Узлы трубопровода VT1, VT3, VT4, VT5	
			Каф. ИСиС

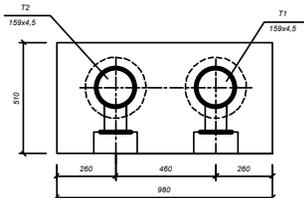
Схема сетей



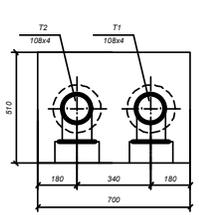
1-1



2-2

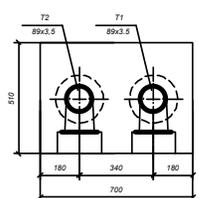


4-4

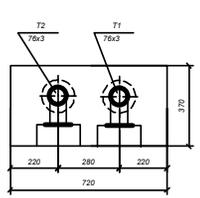


Сечения

5-5

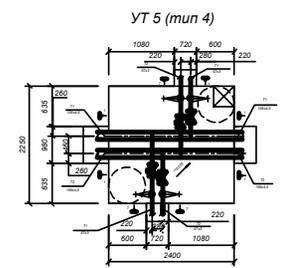
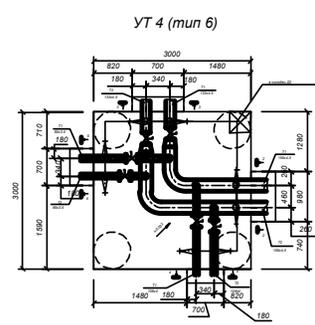
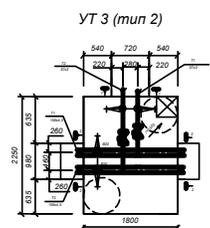
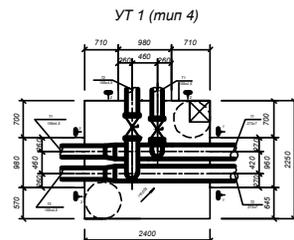
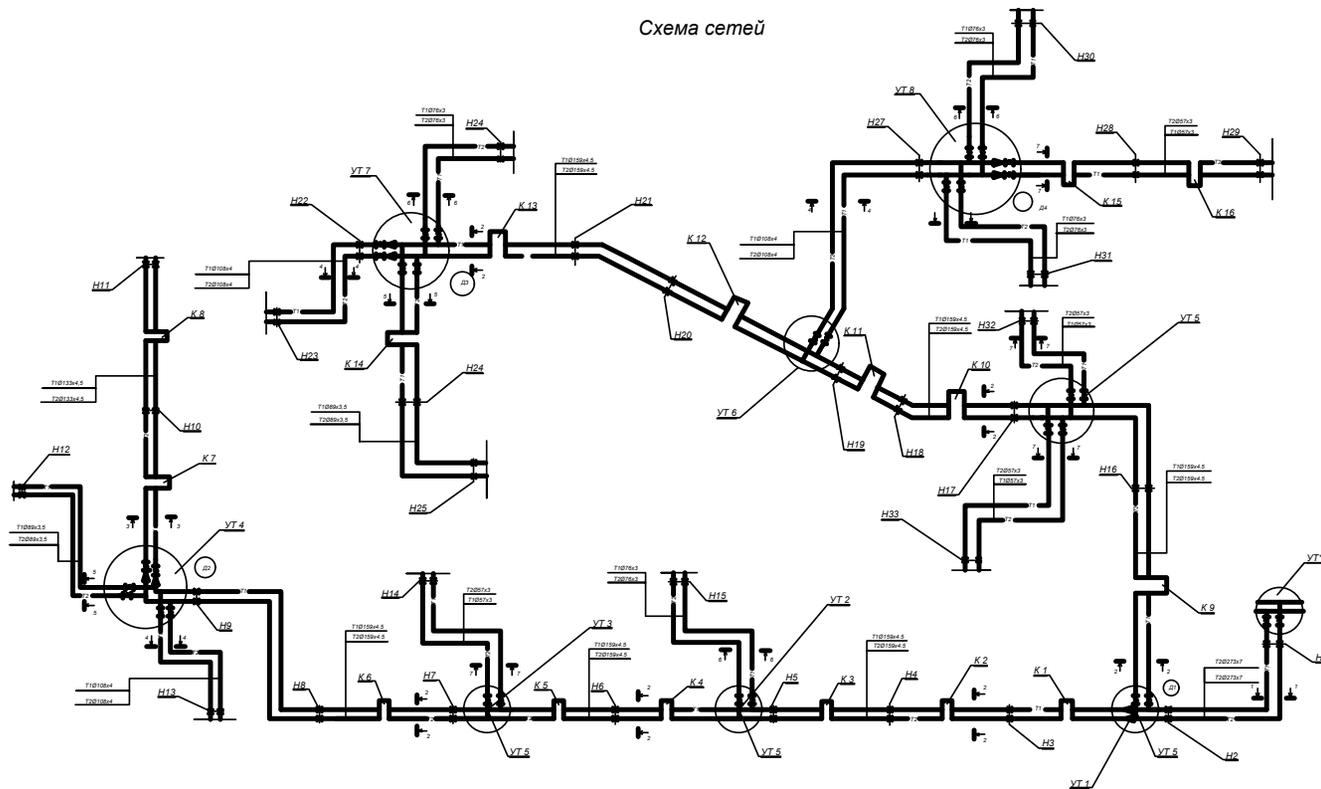


6-6

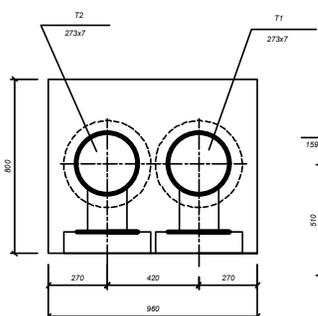


БП - 08.03.01.00.05 2017-ТС			
Сибирский федеральный университет			
Инженерно-строительный институт			
Тепловые сети городского микрорайона в Красноярске			
Разработ	Колесникова	Специальность	Инженер
Удобр	Белослов	Лист	5
И. контр.	Ерещо	Схема сетей. Разрезы. Узлы трубопроводов VT1, VT3, VT4, VT5	Каф. ИСиС
Умг	Савину		

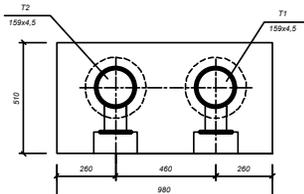
Схема сетей



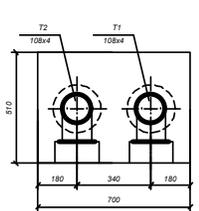
1-1



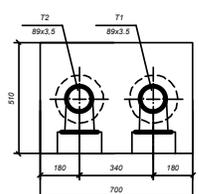
2-2



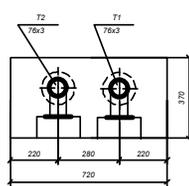
4-4



5-5



6-6



Сечения

БП - 08.03.01.00.05 2017-ТС			
Сибирский федеральный университет			
Инженерно-строительный институт			
Тепловые сети городского микрорайона в Красноярске			
Разработ	Мельникова	Специальность	Инженер
Удобр	Белов	Лист	5
И. контр.	Белов	Схема сетей. Разрезы. Узлы трубопроводов VT1, VT3, VT4, VT5	Каф. ИСиС
Умг	Савин		

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица - Спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
1	2	3	4	5	6
<u>Тепловые сети</u>					
1	ГОСТ 10704-91	Труба стальная электро- сварная $\phi 159 \times 4.5$	2530	17.15	м
2	То же	$\phi 133 \times 4.5$	360	14.26	м
3	То же	$\phi 108 \times 4$	560	10.26	м
4	То же	$\phi 89 \times 3.5$	330	7.38	м
5	То же	$\phi 76 \times 3$	640	5.4	м
6	То же	$\phi 57 \times 3$	410	4.0	м
7	То же	$\phi 45 \times 2.5$	-	2.62	м
8	То же	$\phi 38 \times 2.5$	-	2.19	м
9	То же	$\phi 219 \times 6$	-	31,52	м
10	То же	$\phi 273 \times 7$	110	45,92	м
11	ГОСТ 10704-91	Компенсатор из электро- сварных труб $\phi 89 \times 3.5$	2		шт
12	То же	$\phi 133 \times 4.5$	4		шт
13	То же	$\phi 108 \times 4$	-		шт
14	То же	$\phi 57 \times 2,5$	4		шт
15	То же	$\phi 159 \times 4,5$	22		шт
16	То же	$\phi 76 \times 3$	-		шт
17	ЗКЛ 2 - 16	Задвижка стальная Р _у 16, $\phi 250$	2	280	шт
18	DZT	Кран шаровой стальной Р _у 16, $\phi 150$	2	39.9	шт
19	То же	$\phi 80$	6	15	шт
20	То же	$\phi 50$	2	8.95	шт
21	То же	$\phi 100$	6	19,4	шт
22	То же	$\phi 32$	-	5.2	шт
	ГОСТ 8240-89	Балка неподвижной опоры- Швеллер №18, L=1200 мм	18	19.56	шт
24	То же	Швеллер №10, L=800 мм	1	6.89	шт
25	То же	Швеллер №8, L=800 мм	5	5.64	шт
26	То же	2 швеллер №20, L=1500 мм	4	27,6	шт
	с.4.903-10 в.4	Неподвижная опора			
27		150.Т3.09	26	1.3	шт
28	То же	125.Т3.08	4	1.24	шт

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
29	То же	100.Т3.07	8	1.18	шт
30	То же	80.Т3.06	6	0.486	шт
31	То же	70.Т3.05	8	0.465	шт
32	То же	50.Т3.04	10	0.368	шт
33	То же	40.Т3.03	-	0.35	шт
34	То же	32.Т3.02	-	0.34	шт
35	То же	250.Т4.06	4	11,3	шт
36	То же	200.Т4.05	-	11,45	шт
	с.4.903-10 В.5	Опора скользящая			
37		150.Т13.10	512	2.25	шт
38	То же	125.Т13.10	90	2.25	шт
39	То же	100.Т13.07	156	1.1	шт
40	То же	80.Т13.07	110	1.1	шт
41	То же	70.Т13.04	230	0.89	шт
42	То же	50.Т13.04	268	0.89	шт
43	То же	40.Т13.01	-	0.7	шт
44	То же	32.Т13.01	-	0.7	шт
45	То же	250.Т13.19	26	5,23	шт
46	То же	200.Т13.16	-	5,5	шт
47	ГОСТ 3631-76*	Антикоррозийное покрытие			
		БТ №177 за два раза по			
		грунтовке ГФ 21	512,2		м ²
48	ТУ 568-003-2000	Теплоизоляция: скорлупы			
		из пенополиуретана $\delta=40$ мм	114,7		м ³
49	ТУ 6-11-145-80	Покровный слой:			
		Рулонный стеклопластик	3422		м ²
50	Зкч-1-87 Уст. 7	Бобышка	16		шт
51	ГОСТ 3029-75	Оправа защитная под терм.	16		шт
52	ГОСТ 2823-73*	Термометр 0÷130 °С	16		шт
53	Зкч- 46-76	Закладная	16		шт
54	ТУ 36-1258-76	Отборное устройство	16		шт
	16-225П				
55	МПЧ-У	Манометр 170-16	16		шт
		<u>Дренаж:</u>			
56	15с22нж	Клапан Р _v 16, ϕ 80	2	13	шт
57	То же	ϕ 40	20	15	шт
58	То же	ϕ 25	20	7.4	шт
60	15с27нж	ϕ 20	8	10	шт
61	15с22нж	ϕ 50	6	18.6	шт
62	ϕ 100, L=150 мм	Бачок для разрыва струи	26		шт

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
63	ГОСТ 539-80*	Труба асбестоцементная			
		ø150	30		м
		<u>Строительные конструкции</u>			
1	с.3.006.1-8	Лоток основной			
		ЛК 300.120.90	25	1980	шт
2		ЛК 300.120.60	392	1550	шт
3	То же	ЛК 300.90.60	193	1130	шт
4	То же	ЛК 300.90.45	207	900	шт
5	То же	ЛК 300.60.45	-	680	шт
6	То же	Лоток доборный			
		ЛК 75.120.90	5	500	шт
7		ЛК 75.120.60	12	400	шт
8	То же	ЛК 75.90.60	14	280	шт
9	То же	ЛК 75.90.45	25	230	шт
10	То же	ЛК 75.60.45	-	180	шт
11	То же	Плита перекрытия			
		основная ПТ 300.120.12	417	1050	шт
12	То же	ПТ 300.90.10	400	660	шт
13	То же	Плита перекрытия доборная			
		ПТ 75.120.12	17	260	шт
14	То же	ПТ 75.90.10	39	120	шт
15	То же	ПТ 75.60.8	-	85	шт
16	То же	Опорная подушка ОП 2	166	13	шт
17	То же	ОП 1	426	10	шт
18	То же	ОП 3	22	40	шт
19	Гс 25÷125	Водогазонепроницаемый			
		сальник	28		шт
		<u>Компенсаторные ниши:</u>			
20	с.3.006.1-8	Плита ПДУ 110.120.12	20	390	шт
	То же	ПДУ 140.150.12	44	500	шт
21	То же	ПДУ 80.90.8	-	180	шт
22	То же	Плита перекрытия угла			
		ПТУ 180.90.10	20	100	шт
23	То же	ПТУ 210.120.12	44	130	шт
24	То же	Лоток ЛК 300.120.90	-	1980	шт
25	То же	ЛК 75.120.90	-	500	шт
26	То же	ЛК 75.120.60	99	400	шт
27	То же	ЛК 75.90.60	21	280	шт
28	То же	ЛК 75.60.45	12	180	шт
29	То же	Плита перекр. ПТ 300.120.12	-	1050	шт

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
		ПТ 75.120.12	99	260	шт
30	То же	ПТ 75.90.10	39	120	шт
31	То же	Опорная подушка ОП 2	114	13	шт
32	То же	ОП 1	20	10	шт
33	То же	ОП 3	-	40	шт
34		Кирпичная кладка	16,3		м ³
		<u>Углы поворота 90°:</u>			
35	То же	Плита ПДУ110.120.12	22	390	шт
36	То же	ПДУ140.150.12	6	500	шт
37	То же	ПДУ 80.90.8	-	180	шт
38	То же	Плита перекрытия угла			
		ПТУ 180.90.10	6	100	шт
39	То же	ПТУ210.120.12	22	130	шт
40	То же	ПТУ 100.60.8	-	70	шт
41	То же	Опорная подушка ОП 2	56	13	шт
42	То же	ОП 1	52	10	шт
43	То же	ОП 3	4	40	шт
44		Кирпичная кладка	6,04		м ³
		<u>Тепловые камеры:</u>			
45	12.4.6-Т	Блоки ФБС. Стены камер	88,1	640	м ³
46	Бетон В15	Местные заделки	1		м ³
47	Битум за 2 раза	Гидроизоляция камер	361		м ²
48	Бетон В15	Отмостка люков	5,4		м ³
49	с.3.900.1-14	Кольцо стеновое КС 7.3	18	130	шт
50	То же	Кольцо опорное КО 6	18	50	шт
51	ГОСТ 3634-89	Люк типа Л	18	152	шт
52	Бетон В15	Днище камер, h=200 мм	9,1		м ³
53	Бетон В7.5	Подготовка, h=100 мм	4,6		м ³
54	Ст. ø16 А1	Скобы ходовые	252		шт
55	с.3.006.1-8	Плита перекрытия камер			
		ПТО 150.180.14	4	800	шт
56	То же	ПТО 150.150.12	12	520	шт
57	То же	ПТО 150.240.14	2	1100	шт
58	То же	Плита перекрытия доборная			
		ПТ 75.180.14	2	450	шт
59	То же	ПТ 75.150.12	24	330	шт
60	То же	Балка Б4	6	500	шт
61	То же	Балка 7	1	1020	шт

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
		<u>Дренажные колодцы:</u>			
62	с.3.900.1-14	Плита днища ПН 20	4	1480	шт
63	То же	Кольцо стеновое КС 20.9	4	1480	шт
64	То же	КС 7.3	12	380	шт
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	При меч
65	То же	Кольцо опорное КО 6	4	50	шт
66	То же	Плита 1ПП 20-1	4	1138	шт
67	ГОСТ 3634-89	Люк типа Л	4	152	шт
68	Бетон В 15	Отмостка люков	1,2		м ³
69	Битум за 2 раза	Гидроизоляция каналов	5850		м ²
		<u>Неподвижные опоры:</u>			
70	Бетон В 15	Монолитная вставка	13,28		м ³
71	Бетон В 7,5	Подготовка h=100 мм	3,05		м ³
72	с.3.006.1-8	Плита доб. ПТ 75.120.12	15	260	шт
73	То же	ПТ 75.90.10	18	120	шт
74	То же	ПТ 75.60.8	-	85	шт