



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Методические указания
к курсовому проекту
**«Отопление и вентиляция
жилого дома»**

для бакалавров направления подготовки
08.03.01 «Строительство», профиль
подготовки «Теплогазоснабжение и
вентиляция»

Авторы
Глазунова Е.К.,
Медведева И.Г.,
Сафорьян Л.Н.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Методические указания к курсовому проекту «Отопление и вентиляция жилого дома» для бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Содержатся сведения о проектировании и расчете систем отопления однетрубных с верхней и нижней разводкой и квартирных систем для жилого здания. Используются материалы, опубликованные в действующих нормативных и справочных документах.

Авторы

к.т.н., доцент кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»
Глазунова Е.К.

ст. преподаватель кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»
Медведева И.Г.

ассистент кафедры «Теплогазоснабжение
и вентиляция» Сафорьян Л.Н.



Оглавление

Введение	4
1 Состав и содержание курсового проекта	5
2 Исходные данные для проектирования.....	6
3 Расчет теплового потока и расхода теплоносителя системы отопления	7
4 Выбор и конструирование системы отопления	8
4.1. Выбор схемы отопления.....	8
4.2. Отопительные приборы и их размещение	8
4.3 Конструирование систем.....	9
4.4 Трубопроводы.....	10
4.5 Запорная и регулирующая арматура	11
4.6 Удаление воздуха и опорожнение системы.....	11
4.7 Тепловая изоляция	12
5 Указания по проектированию системы отопления	13
6 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления	14
7 Тепловой расчет отопительных приборов	22
8 Определение воздухообменов помещений и сечений вентиляционных каналов	25
Заключение	28
Список использованной литературы.....	29
Приложение А Теплопотребность помещений здания.....	30
Приложение Б Форма таблицы гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления	31
Приложение В Пример оформления проекта для однотрубной системы с нижней разводкой.....	32
Приложение Г Пример оформления проекта для поквартирной системы	36



ВВЕДЕНИЕ

По дисциплине «Отопление» выполняется курсовой проект «Отопление и вентиляция жилого дома», как часть сквозного проектирования по отоплению, вентиляции и кондиционированию. При выполнении курсового проекта в качестве исходных данных следует использовать часть расчетов, полученных на предыдущих этапах сквозного проектирования, т.е. в курсовой работе раздела 1 «Теплофизика здания» и в курсовом проекте раздела 2 «Основы обеспечения микроклимата» по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)».

В данном методическом указании даны рекомендации по проектированию и расчету различных видов систем отопления в жилых домах.

1 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Оформление пояснительной записки и графической части проекта выполнить в соответствии с [2, 6].

Содержание **пояснительной записки:**

1. Титульный лист
2. Задание на выполнение курсового проекта.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Исходные данные для проектирования.
6. Расчет теплового потока и расхода теплоносителя.
7. Описание и характеристика системы отопления.
8. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления.
9. Тепловой расчет отопительных приборов.
10. Расчет системы вентиляции (сечений каналов и размеров вентиляционных решеток).
11. Заключение.
12. Список использованной литературы.
13. Приложения (в случае необходимости).

Графическая часть выполняется на листе чертежной бумаги формата А1.

Содержание графической части:

- план подвала или чердака в зависимости от принятой разводки магистральных трубопроводов. М 1:100;
- план типового этажа с нанесением элементов систем отопления и вентиляции. М 1:100;
- схема системы отопления. М 1:100;

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Проектируемый объект – жилой дом.

Указать вариант в соответствии с курсовым проектом по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)» в разделе 2 «Основы обеспечения микроклимата» [5].

- Район строительства.

Принять в соответствии с курсовой работой по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)» в разделе 1 «Теплофизика здания» [4].

- Теплопотребность помещений (теплопотери через ограждающие конструкции, расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха, бытовые теплопотупления) и всего дома в целом.

Принять по результатам расчетов, выполненных в курсовом проекте по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)» в разделе 2 «Основы обеспечения микроклимата». Данные представить в табличной форме (приложение А).

- Источник теплоснабжения тепловая сеть.
- Теплоноситель – перегретая вода с параметрами 130 – 70 °С.
- Температура теплоносителя в подающей магистрали системы отопления принимается равной 95°С, в обратной – 70°С. При использовании металлополимерных труб 80 – 600С.
- Располагаемый перепад давлений на вводе принять в пределах 12000 – 15000 Па.

3 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА И РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Тепловой поток системы отопления во всех случаях больше расчетных теплопотерь отапливаемого здания из-за неизбежного завышения поверхностей принимаемых к установке отопительных приборов (за счет округления их до ближайшего типоразмера или целого числа секций), теплоотдачи трубопроводов в неотапливаемых помещениях, увеличенных теплопотерь "радиаторными" участками наружных ограждений.

Тепловой поток системы отопления, $Q_{c.o}$, кВт, следует определять по формуле

$$Q_{c.o} = Q_{зд.} \beta_1 \beta_2 + Q_d, \quad (3.1)$$

где $Q_{зд.}$ – расчетные теплопотери отапливаемого здания, кВт;

β_1 – коэффициент, учитывающий теплоотдачу дополнительной площади принимаемых к установке отопительных приборов за счет округления сверх расчетной площади, определяют по следующим значениям:

шаг номенклатурного ряда

отопительных приборов, кВт 0,12; 0,15; 0,18; 0,21; 0,24

Значение коэффициента β_1 1,02; 1,03; 1,04; 1,06; 1,08

β_2 – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери из-за размещения отопительных приборов у наружных ограждений, принимаемый по таблице 1;

Таблица 1 – Значения коэффициента β_2

Коэффициент	Отопительный прибор			
	Радиатор		Конвектор	
	чугунный секционный	стальной панельный	с кожухом	без кожуха
β_2	1,02	1,04	1,02	1,03

Q_d – дополнительные потери теплоты, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых помещениях, кВт. °С. Ориентировочно их можно принять равными 5 % от $Q_{зд.}$.

Расход теплоносителя G , кг/ч, в системе, ветви или стояке системы отопления определяется по формуле

$$G = \frac{3,6Q_{c.o.}}{c \cdot \Delta t} \beta_1 \beta_2, \quad (3.2)$$

где $Q_{c.o.}$ – расчетный тепловой поток, определенный по формуле (3.1), Вт, в системе; Δt – разность температур, °С, теплоносителя на входе и выходе из системы. При предварительном расчете Δt рекомендуется принимать на 1°С меньше расчетного перепада температур теплоносителя в системе отопления;

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,19 КДж/кг·°С;

4 ВЫБОР И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

4.1. Выбор схемы отопления

Системы отопления, вид и параметры теплоносителя, а также тип основного отопительного оборудования для жилых домов принимаются согласно указаниям [9].

В настоящее время интенсивно развивается жилищное строительство с повышенными требованиями к обеспечению комфорта проживания, что требует применения более совершенной отопительной техники с возможностью управления параметрами микроклимата. В таких зданиях целесообразно применение поквартирных систем с установкой для каждой квартиры приборов учета расхода теплоты. Однако, несмотря на многочисленное строительство «элитных» домов, строится новое и эксплуатируется построенное ранее более дешевое социальное жилье, где распространены «традиционные» системы отопления, например, однотрубные с верхней и нижней разводкой.

В данном курсовом проекте даны рекомендации по проектированию однотрубных системы с верхней и нижней разводкой и поквартирных систем. Выбор варианта системы отопления производится по указанию преподавателя.

4.2. Отопительные приборы и их размещение

В жилых зданиях применяются чугунные, алюминиевые, и биметаллические секционные радиаторы, конвекторы и, при обосновании, отопительные панели. В данном курсовом проекте рекомендуется применять секционные радиаторы.

В соответствии с [9, п.6.4.4] «отопительные приборы следует размещать под световыми проемами местами, доступными для осмотра, ремонта и очистки. Длину прибора следует определять расчетом и принимать не менее 50% длины светового проема в жилых и общественных зданиях».

В соответствии с [9, п.6.4.5] отопительные приборы на лестничных клетках следует, как правило, устанавливать на первом этаже, а на лестничных клетках, разделенных на отсеки, – в нижней части каждого отсека. Отопительные приборы не следует размещать:

- в отсеках тамбуров, имеющих наружные двери;
- в лестничных клетках, в том числе незадымляемых, если отопительные приборы выступают от плоскости стен на высоте не менее 2,2 м от поверхности проступей и площадок лестницы; допускается установка отопительных приборов на площадках лестничных клеток при выходе из здания при условии обеспечения нормируемой ширины эвакуационных проходов».

В зависимости от принятой схемы системы отопления присоединение радиаторов к стоякам и горизонтальным веткам по ходу движения воды может быть сверху-вниз, снизу-вверх и снизу-вниз. В системах с нижней разводкой с целью обеспечения надежности работы стояка верхние приборы присоединяют по схеме снизу-вниз.

4.3 Конструирование систем

4.3.1 Однотрубные системы с верхней и нижней разводкой

Рекомендуется применять вертикальные однотрубные системы отопления с верхней или нижней разводкой с групповой или индивидуальной регулировкой с односторонним присоединением приборов к стояку. В системах с верхней разводкой распределительная подающая магистраль прокладывается на чердаке, с нижней разводкой – в подвале. При прокладке подающей магистрали на чердаке с наклонной кровлей трубопровод должен быть отнесен от внутренних поверхностей наружных стен на расстояние не менее 1 м. Расстояние от оси магистрали до уровня чердачного перекрытия принимается 0,5 м.

Обратная магистраль, а при нижней разводке и подающая магистраль, размещаются на стенах подвала на расстоянии 1,0 от потолка перекрытия над подвалом. Уклоны магистральных трубопроводов горячей и обратной воды должны быть не менее 0,002. Система отопления, как правило, предусматривается из нескольких отдельных ответвлений, подключенных к общей распределительной магистрали, что позволяет производить регулировку теплоотдачи разных частей системы и отключать их при необходимости ремонтных работ.

Схему разводки магистральных трубопроводов системы отопления предусматривают, как правило, тупиковой. Применение попутной схемы требует специального обоснования.

Размещение стояков и их количество определяется местом установки отопительных приборов, обычно стояки прокладывают на расстоянии 0,15 м от откоса оконного проема.

Пример выполнения проекта однотрубной системы отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов в подвале приведен в приложении В.

4.3.2 Поквартирные системы

Поквартирная система представляет собой следующее. В специальной шахте или специально выгороженном помещении общих коридоров или лестничных холлов прокладываются подающий и обратный вертикальные **стояки-магистрали**, от которых производится горизонтальная разводка подающего и обратного трубопроводов к отопительным приборам каждой квартиры. Т.е. в каждую квартиру имеется один ввод подающего и обратного трубопроводов, к которым присоединены все отопительные приборы квартиры.

В соответствии с [9, п. 6.3.4] «в поквартирных системах отопления узлы учета расхода теплоты, регуливающую и запорную арматуру для каждой квартиры следует размещать в специальных шкафах на обслуживаемых этажах, обеспечивая свободный доступ к ним технического персонала».

Системы поквартирного отопления могут выполняться по следующим схемам:

- **двухтрубные горизонтальные (тупиковые или попутные)** с параллельным подсоединением отопительных приборов. Трубы прокладываются у наружных стен **периметрально**, в конструкции пола или в специальных плинтусах-коробах;

- **двухтрубные лучевые** с индивидуальным подсоединением трубопроводами (петлями) каждого отопительного прибора к распределительному коллектору квартиры. Допускается подсоединение «на сцепке» двух отопительных приборов в пределах одного помещения. Трубопроводы прокладываются в форме петель в конструкции пола или вдоль стен под плинтусами. Система удобна для монтажа, т. к. используются трубопроводы одного диаметра, отсутствуют соединения труб в полу;
- **однотрубные горизонтальные** с замыкающими участками и последовательным подсоединением отопительных приборов. Значительно сокращается расход труб, но поверхность нагрева отопительных приборов увеличивается приблизительно на 20% и более. Схема рекомендуется к применению при более высоких параметрах теплоносителя и меньшем перепаде температур (например, 90–70°C). За счет увеличения количества затекающей в прибор воды уменьшается поверхность нагрева прибора. Расчетная температура воды, выходящей из последнего прибора, не должна быть ниже 40°C;
- **напольные** с укладкой нагревательных змеевиков из труб в конструкции пола. Напольные системы обладают большей инерционностью, чем системы с нагревательными приборами, менее доступны для ремонта и демонтажа.

Температура теплоносителя в подающей магистрали системы отопления принимается равной 90 °С, в обратной – 70 °С в соответствии с правилами проектирования трубопроводов из металлополимерных труб.

Пример выполнения проекта поквартирной разводки системы отопления в подготовке пола приведен в приложении Г.

4.4 Трубопроводы

В соответствии с [9, п.6.3.1] трубопроводы систем внутреннего теплоснабжения следует предусматривать из стальных, медных, латунных, полимерных (в том числе металлополимерных) труб, разрешенных к применению в строительстве. В системах с полимерными трубами рекомендуется применять, как правило, соединительные детали и изделия одного производителя. Трубы из полимерных труб следует выбирать с учетом изменяющихся в течение отопительного периода параметров теплоносителя (температуры и давления) и соответствующего им срока службы согласно ГОСТ Р 52134».

В соответствии с [9, п.6.3.3] «способ прокладки трубопроводов системы отопления должен обеспечивать легкую замену их при ремонте. В наружных ограждающих конструкциях замоноличивать трубопроводы систем отопления не следует; допускается прокладка изолированных трубопроводов в штрабах ограждений. Замоноличивание труб (кроме полимерных) без защитного кожуха в строительных конструкциях (кроме наружных) допускается:

- в зданиях со сроком службы менее 20 лет;
- при расчетном сроке службы труб 40 лет и более.

При скрытой прокладке трубопроводов следует предусматривать люки в местах расположения разборных соединений и арматуры. Прокладку трубопроводов из полимерных труб следует предусматривать скрытой: в полу (в гофротрубе), за плинтусами и экранами, в штрабах, шахтах и каналах; допускается открытая прокладка их в местах,

где исключаются механическое и термическое повреждение труб, а также прямое воздействие на них ультрафиолетового излучения».

4.5 Запорная и регулирующая арматура

В соответствии с [9, п.6.4.9] «у отопительных приборов следует устанавливать регулирующую арматуру. В жилых и общественных зданиях у отопительных приборов следует, как правило, устанавливать автоматические терморегуляторы. Автоматические терморегуляторы допускается не устанавливать при техническом обосновании. При применении декоративных экранов терморегуляторы должны иметь термоголовку с выносным датчиком. В помещениях, где имеется опасность замерзания теплоносителя, регулирующая арматура у отопительных приборов должна быть защищена от ее несанкционированного закрытия».

В лестничных клетках перед отопительными приборами регулирующая арматура не устанавливается.

4.6 Удаление воздуха и опорожнение системы

В соответствии с [9, п.6.4.10] «в системах отопления следует предусматривать устройства для удаления воздуха и их опорожнения. На каждом стояке следует предусматривать запорную арматуру со штуцерами для присоединения шлангов (для спуска воды или удаления воздуха). В горизонтальных системах отопления следует предусматривать устройства для их опорожнения на каждом этаже независимо от этажности здания».

В качестве запорной арматуры применяют при температуре воды до 100 °С, или шаровые краны, а при более высокой температуре – только вентили. В тепловом пункте для отключения системы устанавливают задвижки.

Для удаления воздуха из **однотрубных систем с верхней разводкой** применяют воздухоотборники, которые в системах с верхней разводкой устанавливают в конце каждого магистрального ответвления, как правило, между последним и предпоследним стояками. Отвод воздуха осуществляется через вантуз или воздушную трубу диаметром 15 мм, установленную в верхней части воздухоотборника. На воздушной трубке устанавливается кран.

Чтобы создать условия для перемещения воздуха к воздухоотборнику, магистральный трубопровод с горячей водой прокладывается подъемом не менее 0,003 от главного стояка к воздухоотборнику и с уклоном не менее 0,001 после воздухоотборника до последнего стояка.

Удаление воздуха из **однотрубных систем отопления с нижней разводкой** производится с помощью воздушных кранов, устанавливаемых в верхних пробках радиаторов на последнем этаже.

Для удаления воздуха из **поквартирных систем** предусматривается установка воздухоотборников в верхних точках стояков-магистралей и воздушных кранов, устанавливаемых в верхних пробках радиаторов.

При **верхней разводке однотрубных систем** для опорожнения стояков в начале стояка по ходу движения воды устанавливают запорную арматуру (вентиль или шаровый кран) и тройник с пробкой, а в конце стояка – тройник с водоспускным краном

и запорная арматура. При **нижней разводке** и в начале, и в конце стояка устанавливают запорную арматуру и краны для спуска воды.

В **поквартирных системах** устройства для слива воды располагают в узлах ввода в квартиру, для чего трубопроводы прокладывают с уклоном к ним.

Для слива воды из системы в нижних точках обратного трубопровода каждого ответвления и сборной магистрали устанавливают тройники с запорной арматурой и краны для спуска воды. В сторону водоспускных устройств предусматривается уклон 0,003.

Заполнение системы отопления теплоносителем осуществляется из теплового пункта через обратную магистраль.

4.7 Тепловая изоляция

Для уменьшения бесполезных потерь теплоты трубопроводами системы отопления и возможности замерзания в них воды трубопроводы подающей и обратной магистрали, участки стояков, расположенные в неотапливаемых подвалах, чердаках и тамбурах лестничных клеток, подлежат тепловой изоляции. Тепловая изоляция выполняется из несгораемых материалов.

5 УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Проектирование системы отопления выполняют в следующей последовательности:

1. Вычерчивают планы подвала (при проектировании системы с верхней разводкой план чердака) и типового этажа. На планах должны быть указаны оси здания с размерами между ними и общими габаритными размерами и наименования помещений.
2. На плане типового этажа размещают отопительные приборы. Длину подводок к прибору рекомендуется принимать стандартную, равную 350 мм.
3. На плане подвала показывают место размещения индивидуального теплового пункта (ИТП), а также:
 - разводку трубопроводов от ИТП к вертикальным стоякам-магистралям для поквартирной системы;
 - разводку подающей и обратной магистралей при проектировании однотрубной системы с нижней разводкой;
 - обратную магистраль для однотрубной системы с верхней разводкой.
4. В специально выгороженных помещениях размером не менее 1000х500 мм, или в лестничных клетках, или в подсобных помещениях размещают подающий и обратный стояки-магистралей для поквартирной системы или главный стояк для однотрубной системы с верхней разводкой, которые прокладывают по возможности в центре типового этажа.
5. На плане типового этажа показывают разводку от стояков в бетонной подготовке пола подающего и обратного трубопроводов к отопительным приборам каждой квартиры.
6. Для трубопроводов, скорость движения теплоносителя в которых менее 0,25 м/с, необходимо предусмотреть уклон трубопроводов.

Для подающих – от стояка, для обратных – в сторону движения теплоносителя. Уклон принимается равный 0,003 (3 мм на 1 м).

7. Вычерчивают схемы систем отопления:
 - для поквартирных систем – отдельно схема магистральных трубопроводов отопления и поквартирные схемы;
 - для однотрубных систем с верхней или нижней разводкой – схему для половины здания.
8. Расставить всю необходимую арматуру.

Графическая часть проекта должна быть выполнена в соответствии с требованиями [2,6].

6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Цель расчета – это подбор по сортаменту площади поперечного сечения (диаметра) труб, достаточной для подачи нужного количества теплоносителя в приборы, в зависимости от располагаемой или действующей разности давления.

Гидравлический расчет производится в соответствии с законами гидравлики и основан на следующем **принципе**: при установившемся движении воды, действующая в системе разность давления полностью расходуется на преодоление гидравлического сопротивления движению.

Правильный гидравлический расчет предопределяет работоспособность системы. По существующему сортаменту трубопроводов подбираются сечения достаточные для подачи нужного количества теплоносителя. Потери давления при этом составляют **гидравлическое сопротивление системы**, которое должно соответствовать действующей разности давлений. Располагаемое циркуляционное давление Δp_p , Па, в системе отопления, подключенной к тепловой сети, принимается в соответствии с указаниями, приведенным в задании.

Для выполнения гидравлического расчета системы необходимо иметь схему системы отопления, на которой показывается вся запорно-регулирующая арматура, воздухоотборники, отводы, стояки с отопительными приборами и другие элементы.

Систему отопления разбивают на циркуляционные кольца, которые в свою очередь делят на расчетные участки и наносят тепловые нагрузки.

Участком называют часть трубы с одним и тем же расходом теплоносителя.

Последовательно соединенные участки, образующие замкнутый контур циркуляции воды через ИТП, составляют **циркуляционное кольцо** системы.

Задача расчета состоит в подборе диаметров отдельных участков циркуляционных колец таким образом, чтобы суммарные потери основного циркуляционного кольца отличались от располагаемого давления не более чем на 10%, а невязка потерь давления в других циркуляционных кольцах (без учета давления в общих участках) не превышала 5 % при попутной разводке трубопроводов. Далее в поквартирных системах отопления производится увязка потерь давления в каждой точке присоединения поквартирных систем к подающему и обратному стоякам, а для однотрубных систем – между кольцами.

Гидравлический расчет выполняется по методу удельных потерь давления. Результаты расчета сводятся в таблицу (приложение Б).

Последовательность гидравлического расчета

1. Вычерчивается аксонометрическая схема системы с нанесением всех элементов, арматуры и т.д.
2. Определяется главное циркуляционное кольцо, наиболее невыгодное в гидравлическом отношении:
 - для однотрубных тупиковых систем – это кольцо, проходящее через самый дальний стояк;

- для поквартирных систем это циркуляционное кольцо: узел управления – подающая магистраль – система отопления квартиры среднего этажа – обратная магистраль – узел управления.
- 3. Главное циркуляционное кольцо разбивается на расчетные участки. На расчетной схеме системы отопления, которая должна быть приведена в пояснительной записке, каждый расчетный участок обозначается порядковым номером, в числителе указывается его тепловая нагрузка, в знаменателе – длина.
- 4. Определяется расход теплоносителя на участке, $G_{уч}$, кг/ч, по формуле

$$G_{уч} = \frac{3,6Q_{уч}}{c(t_r - t_o)} \beta_1 \beta_2 \quad (6.1)$$

где $Q_{уч}$ – тепловая нагрузка участка, Вт;

t_r, t_o – температура подаваемой и обратной воды в системе, °С; При предварительном расчете ($t_r - t_o$) рекомендуется принимать на 1°С меньше расчетного перепада температур теплоносителя в системе отопления;

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,19 КДж/кг·°С;

β_1 – поправочный коэффициент, учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь (сверх расчетной) приборов, принятых к установке;

β_2 – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери вследствие размещения отопительных приборов у наружных ограждений. $\beta_1 = 1,03$; $\beta_2 = 1,02$.

- 5. Для рассчитываемого циркуляционного кольца определяют среднее значение удельной потери на трение $R_{ср}$, Па/м, по формуле

$$R_{ср} = (1-a)0,9\Delta p_p / \Sigma l, \quad (6.2)$$

где a – доля потерь давления на местные сопротивления; при насосной циркуляции $a=0,35$; при естественной циркуляции $a=0,5$;

Σl – сумма длин участков рассчитываемого кольца, м.

- 6. Ориентируясь на $R_{ср}$, по таблицам для расчета трубопроводов (таблица 2 или таблица 4 в зависимости от типа применяемых труб) находят заданный расход теплоносителя, диаметр, которому он соответствует и скорость движения воды.

- 7. По скорости движения определяют динамическое давление p_d , Па, по таблице 5 или по формуле

$$p_d = (\nu^2 \rho) / 2, \quad (6.3)$$

где ν – скорость движения теплоносителя на участке, м/с.

- 8. Для имеющих на расчетном участке сопротивлений (отводы, краны, тройники и т.п.) находят в таблице 3 или таблице 6 коэффициенты местных

сопротивлений $\Sigma \xi$. Местное сопротивление, находящееся на границе двух участков, принято относить к участку с меньшим расходом теплоносителя.

9. Определяют потери давлений в местных сопротивлениях Z , Па, по формуле

$$Z = \Sigma \xi p_d . \quad (6.4)$$

10. Определяют полные потери давлений на каждом расчетном участке $\Delta p_{уч.}$, Па по формуле

$$\Delta p_{уч.} = Rl + Z . \quad (6.5)$$

11. Просуммировав потери давлений на всех расчетных участках главного циркуляционного кольца, получаем потери давления в системе в целом $p_c = \Sigma (Rl + Z)_{уч.}$.

12. Должно выполняться условие:

$$p_c = \Sigma (Rl + Z)_{уч.} \leq (0,9 - 0,95) \Delta p_p \quad (6.6)$$

13. Далее проводится расчет остальных циркуляционных колец, и потери давления в них увязываются с потерями в главном циркуляционном кольце. Невязка допускается в пределах 15%.

В данном курсовом проекте для **поквартирных систем** достаточно рассчитать основное циркуляционное кольцо через систему отопления среднего этажа.

Для **однотрубных систем** следует произвести расчет двух циркуляционных колец: основного кольца через самый дальний стояк и циркуляционного кольца через самый ближний стояк. Должно выполняться условие

$$\Sigma (Rl + Z)_{уч. д.ст.} \approx \Sigma (Rl + Z)_{уч. б.ст.} , \quad (6.7)$$

где $\Sigma (Rl + Z)_{уч. д.ст.}$ – сумма потерь давления на всех участках кольца через дальний стояк, Па;

$\Sigma (Rl + Z)_{уч. б.ст.}$ – сумма потерь давления на всех участках кольца через ближний стояк, Па;

Если увязку потерь давлений в различных кольцах системы отопления не удастся произвести изменением диаметров труб отдельных участков, то для увеличения гидравлического сопротивления ближнего стояка можно устанавливать дроссельную шайбу. Диаметр шайбы $d_{ш}$, м, определяют по формуле

$$d_{ш} = 3,56 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{ст}^2}{\Delta p_{ст}}} , \quad (6.8)$$

где $G_{ст}$ – расход воды в стояке, на котором устанавливается дроссельная шайба, кг/ч;

$\Delta p_{ст}$ – невязка потерь давления в расчётных кольцах, Па.

Таблица 2 – Гидравлические характеристики металлополимерных труб

Потери давления на трение R , Па/м	Диаметр трубопровода $dв/dн$, мм									
	10/14		12/16		14/18		16/20		20/25	
	Скорость движения теплоносителя V , м/с	Расход теплоносителя G , л/ч	Скорость движения теплоносителя V , м/с	Расход теплоносителя G , л/ч	Скорость движения теплоносителя V , м/с	Расход теплоносителя G , л/ч	Скорость движения теплоносителя V , м/с	Расход теплоносителя G , л/ч	Скорость движения теплоносителя V , м/с	Расход теплоносителя G , л/ч
0,49					0,01	5,40	0,010	6,64	0,010	11,25
0,98	0,010	2,65	0,010	3,95	0,01	5,40	0,020	13,27	0,020	22,50
1,96	0,020	5,29	0,020	7,90	0,02	10,79	0,030	19,91	0,030	33,74
3,92	0,030	7,94	0,030	11,84	0,04	21,59	0,040	26,55	0,050	56,24
5,88	0,040	10,58	0,040	15,79	0,05	26,99	0,060	39,82	0,070	78,73
7,84	0,040	10,58	0,050	19,74	0,06	32,38	0,070	46,46	0,080	89,98
9,81	0,050	13,23	0,060	23,69	0,07	37,78	0,080	53,10	0,100	112,48
19,62	0,080	21,16	0,100	39,48	0,11	59,37	0,120	79,64	0,150	168,71
39,23	0,130	34,39	0,150	59,22	0,17	91,76	0,180	119,47	0,220	247,45
58,84	0,160	42,32	0,190	75,02	0,21	113,35	0,230	152,65	0,280	314,93
78,45	0,190	50,26	0,220	86,86	0,25	134,94	0,270	179,20	0,330	371,17
98,06	0,220	58,20	0,250	98,71	0,28	151,13	0,310	205,75	0,370	416,16
117,68	0,240	63,49	0,280	110,55	0,31	167,32	0,340	225,66	0,410	461,15
137,29	0,260	68,78	0,310	122,40	0,34	183,51	0,370	245,57	0,450	506,14
156,90	0,280	74,07	0,330	130,29	0,37	199,71	0,400	265,48	0,480	539,88
176,52	0,300	79,36	0,350	138,19	0,40	215,90	0,430	285,39	0,520	584,87
196,13	0,320	84,65	0,380	150,03	0,42	226,69	0,450	298,67	0,550	618,62
215,74	0,340	89,94	0,400	157,93	0,44	237,49	0,480	318,58	0,580	652,36
235,36	0,360	95,23	0,420	165,83	0,47	253,68	0,500	331,85	0,600	674,85
254,97	0,380	100,52	0,440	173,72	0,49	264,47	0,520	345,13	0,630	708,60
274,58	0,390	103,17	0,450	177,67	0,51	275,27	0,550	365,04	0,660	742,34
294,20	0,410	108,46	0,470	185,57	0,53	286,06	0,570	378,31	0,680	764,83
313,81	0,420	111,10	0,490	193,47	0,55	296,86	0,590	391,58	0,710	798,58
333,42	0,440	116,39	0,510	201,36	0,57	307,65	0,610	404,86	0,730	821,07
353,04	0,450	119,04	0,520	205,31	0,58	313,05	0,630	418,13	0,760	854,81

Таблица 3 – Коэффициенты местных сопротивлений для фасонных деталей металлополимерных труб

№ п.п.	Детали	Схематическое изображение деталей	Значение коэффициента
1	Отвод с радиусом закругления $\geq 5 d$: 90°, 45°		0,3-0,5
2	Тройники: на проход		0,5
3	на ответвление 90°		1,5
4	на слияние 90°		1,5
5	на разделение потока		3,0
6	Крестовина: на проход		2,0
7	на ответвление		3,0
8	Отступ		0,5
9	Обход		1,0
10	Внезапное расширение сужение		1,0 0,5

Таблица 4 – Таблица для гидравлического расчета труб стальных водогазопроводных обыкновенных систем водяного отопления $t_f=95$ °С, $t_o=70$ °С и $k=0,2$ мм

Удельные потери давления на трение R, Па/м	Количество проходящей воды G , кг/ч (верхняя строка), скорость движения воды w , м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-75) условным проходом d , мм						
	15	20	25	32	40	50	70
1	2	3	4	5	6	7	8
28	91	221	391	840	1261	2645	4702
	0,135	0,171	0,19	0,233	0,265	0,312	0,35
32	98	237	416	902	1357	2740	5043
	0,145	0,183	0,202	0,25	0,284	0,334	0,383
36	106	256	441	964	1444	2814	5350
	0,156	0,195	0,214	0,267	0,304	0,356	0,409
40	112	267	467	1026	1524	2973	5657
	0,164	0,206	0,226	0,284	0,321	0,376	0,433
50	126	297	530	1149	1710	3336	6339
	0,186	0,23	0,257	0,318	0,36	0,422	0,485
60	139	324	593	1270	1866	3699	6971
	0,205	0,25	0,288	0,352	0,393	0,468	0,533
70	151	351	635	1369	2022	3988	7534
	0,223	0,271	0,308	0,379	0,426	0,504	0,576
80	162	377	677	1467	2178	4276	8066
	0,239	0,291	0,328	0,406	0,458	0,54	0,618
90	173	404	719	1554	2309	4543	8567
	0,255	0,312	0,348	0,43	0,486	0,574	0,655
100	183	430	759	1632	2431	4788	9035
	0,269	0,332	0,369	0,452	0,512	0,605	0,691
120	201	469	835	1786	2674	5250	9899
	0,295	0,362	0,405	0,494	0,563	0,664	0,757
140	216	507	904	1939	2895	5686	10584
	0,318	0,392	0,438	0,537	0,609	0,719	0,81

Примечание: k – шероховатость внутренней поверхности труб

Таблица 5 – Значение динамического давления P_d при гидравлическом расчете систем водяного отопления

Скорость воды, м/с	P_d , Па	Скорость воды, м/с	P_d , Па
1	2	3	4
0,01	0,05	0,37	67,67
0,02	0,2	0,38	70,61
0,03	0,45	0,39	74,53
0,04	0,8	0,4	78,45
0,05	1,23	0,41	82,37
0,06	1,77	0,42	86,3
0,07	2,45	0,43	91,2
0,08	3,14	0,44	95,13
0,09	4,02	0,45	99,08
0,1	4,9	0,46	103,98
0,11	5,98	0,47	108,89
0,12	7,06	0,48	112,82
0,13	8,34	0,49	117,71
0,14	9,61	0,5	122,61
0,15	11,08	0,51	127,52
0,16	12,56	0,52	131,37
0,17	14,22	0,53	138,31
0,18	15,89	0,54	143,21
0,19	17,75	0,55	149,09
0,2	19,61	0,56	154,00
0,21	21,57	0,57	159,88
0,22	23,53	0,58	165,77
0,23	26,48	0,59	170,67
0,24	28,44	0,6	176,55
0,25	30,44	0,61	183,42
0,26	33,34	0,62	189,3
0,27	36,29	0,65	207,88
0,28	38,25	0,68	227,48
0,29	41,19	0,71	248,07
0,3	44,13	0,74	268,67
0,31	47,08	0,77	291,23
0,32	49,99	0,8	314,79
0,33	53,93	0,85	355,0
0,34	56,88	0,9	398,18
0,35	59,82	0,95	443,29
0,36	63,74	1,0	490,3

Таблица 6 – Коэффициенты местных сопротивлений для различных элементов систем отопления из труб стальных водогазопроводных

Элементы систем отопления	Условный проход труб d, мм					
	15	20	25	32	40	≥50
1	2	3	4	5	6	7
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1
сужение	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Компенсаторы:						
П-образные	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Отводы:						
90° и утки	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2
широкие	1	1	1	1	1	1
Скобы	3	2	2	2	2	2
Тройники:						
на проходе	1	1	1	1	1	1
на ответвлении	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке	3	3	3	3	3	3
Крестовины:						
на проходе	2	2	2	2	2	2
на ответвлении	3	3	3	3	3	3
Вентили:						
обыкновенные	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	2,5	2,5	2
Задвижки	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Краны:						
проходные	4	2	2	2	-	-
двойной регулировки	4	2	2	-	-	-
Трехходовой кран:						
при повороте потока	3	3	4,5	-	-	-
прямом проходе	2	1,5	2	-	-	-

7 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Требуемый тепловой поток отопительного прибора, Вт, при номинальных условиях определяется по формуле

$$Q_{np}^{ну.треб.} = \frac{Q_{np.расч.}}{\varphi_1 \varphi_2 b}, \quad (7.1)$$

где φ_1, φ_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблицам 7,8 в зависимости от температурного напора.

Температурный напор, θ °С, определяется по формуле

$$\theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_v = t_n - \frac{\Delta t_{np.}}{2} - t_v, \quad (7.2)$$

где t_n и t_k – температура теплоносителя на входе и выходе из прибора, °С;

$\Delta t_{np.}$ – перепад температур теплоносителя на входе и выходе из отопительного прибора, °С;

t_v – расчетная температура воздуха отапливаемого помещения, °С.

b – безразмерный поправочный коэффициент на расчетное атмосферное давление (по таблице 9);

Таблица 7 – Значения коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора θ и от схемы движения теплоносителя в приборе

$\theta, \text{°C}$	φ_1 при схеме движения теплоносителя		
	Сверху-вниз	Снизу-вниз	Снизу-вверх
44	0,547	0,56	0,539
46	0,579	0,592	0,572
48	0,612	0,624	0,605
50	0,646	0,657	0,639
52	0,679	0,690	0,673
54	0,714	0,723	0,708
56	0,748	0,956	0,743
58	0,783	0,790	0,779
60	0,818	0,825	0,815
62	0,854	0,859	0,851
64	0,890	0,894	0,888
66	0,926	0,929	0,925
68	0,963	0,964	0,962
70	1,0	1,0	1,0

Таблица 8 – Значения коэффициента φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя G при движении теплоносителя по схемам «снизу-вниз» и «снизу-вверх»

G, кг/ч	φ_2 при схеме движения теплоносителя	
	Снизу-вниз	Снизу-вверх
54	0,895	0,701
72	0,901	0,715
90	0,905	0,726
108	0,908	0,735
126	0,911	0,743
144	0,913	0,750
180	0,917	0,762
216	0,921	0,772
252	0,923	0,78
288	0,926	0,788
324	0,928	0,794
360	0,930	0,8
450	0,934	0,813
540	0,938	0,823

Таблица 9 – Значение коэффициента b в зависимости от барометрического давления

Барометрическое давление, мм рт. ст.	690	700	710	720	730	740	760	780
Коэффициент b	0,957	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	1	1,012

Исходя из полученного $Q_{np.}^{ну.треб.}$, определяется количество секций в приборе, n , шт., по формуле

$$n = \frac{Q_{np.}^{ну.треб.}}{q_{ну}}, \quad (7.3)$$

где $q_{ну}$ – номинальный тепловой поток одной секции отопительного прибора, принимаемый в соответствии с выбранным типом отопительного прибора по каталогу завода-изготовителя, Вт (например, для радиатора Calidor Super 350 $q_{ну} = 150$ Вт; для радиатора Calidor Super 500 $q_{ну} = 94$ Вт).

Номинальный тепловой поток отопительных приборов в кВт определен при разности средних температур теплоносителя и воздуха 70°C, расходе теплоносителя через прибор 0,1 кг/с, атмосферном давлении 1013 ГПа (760 мм рт. ст.).

Количество предварительно принимаемых к установке секций, $N_{уст.}^{пред.}$, шт., определяется по формуле

$$N_{уст.}^{пред.} = \frac{n}{\beta_3},$$

где β_3 – безразмерный поправочный коэффициент, принимаемый по таблице 10

Таблица 10 – Значения коэффициента β_3 , учитывающего влияние числа секций в радиаторе на его тепловой поток

Количество секций в радиаторе, шт.	2	3	4-6	7-8	9-12	13-24	25 и более
β_3	1,08	1,03	1	0,99	0,98	0,96	0,95

К установке принимается количество секций с учетом нормированного максимально допустимого уменьшения теплоотдачи радиатора в размере 5%, или не более 60 Вт.

В курсовом проекте рассчитать поверхность отопительных приборов в однотрубных системах для одного стояка, для поквартирных – для одной квартиры.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНОВ ПОМЕЩЕНИЙ И СЕЧЕНИЙ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ

В массовом жилищном строительстве принята следующая схема вентилирования квартир [10, 13]: отработанный воздух удаляется непосредственно из зоны его наибольшего загрязнения, т. е. из кухни и санитарных помещений, посредством естественной вытяжной канальной вентиляции. Его замещение происходит за счет наружного воздуха, поступающего через неплотности наружных ограждений (главным образом оконного заполнения) всех помещений квартиры и нагреваемого системой отопления. Таким образом обеспечивается воздухообмен во всем ее объеме. Квартира рассматривается в качестве единого воздушного объема с одинаковым давлением. Щель под дверями ванной и уборной должна быть не менее 0,02 м высотой.

Кратность воздухообмена в помещениях следует принимать в соответствии с таблицей 11.

Объединение вентиляционных каналов из кухонь, уборных, ванных не допускается.

Вытяжные вентиляционные каналы необходимо размещать в кирпичных стенах, расположенных, как правило, внутри здания. При этом толщина стен не должна быть менее 250 мм. При отсутствии примыкания санузлов и кухонь к кирпичным стенам **вытяжные каналы выполняют приставными из гипсошлаковых, шлакобетонных и других плит.**

Размеры каналов санузлов и кухонь в кирпичных стенах принимают равными 1/2 кирпича, чаще всего сечением 140x140 или 140x270 мм, в соответствии с расчетом. Сечение вертикального сборного коллектора определяется расчетом.

Вытяжная вентиляция с естественным побуждением выполняется, как правило, в соответствии со схемой (рисунок 8.1). При этом каждая квартира соединяется со сборным вытяжным каналом посредством попутчика.

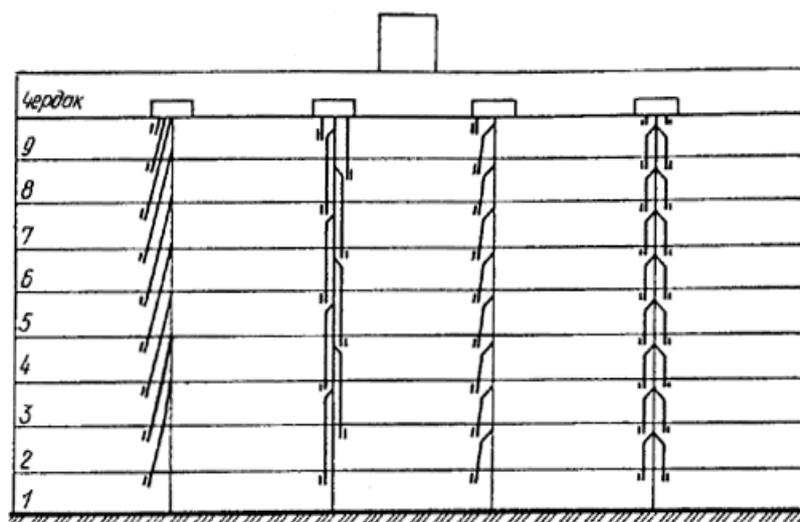


Рисунок 8.1 – Схема естественной канальной вытяжной вентиляции

Вентиляционная сеть образуется из унифицированных по высоте здания поэтажных блоков.

Выпуск воздуха в атмосферу осуществляется:

а) при холодном чердаке через вытяжные шахты, завершающие каждую вертикаль вентблоков и проходящие транзитом через чердачное помещение.

Применение сборных горизонтальных коробов на холодном чердаке неизбежно сопряжено с повышением сопротивления общего участка вентиляционной сети и, как правило, приводит к периодическим нарушениям циркуляции воздуха в системе;

б) при теплом чердаке через общую вытяжную шахту, одну на секцию дома, размещаемую в центральной части соответствующей секции чердака. При этом воздух из вентканалов всех квартир поступает в объем чердака через оголовки в виде диффузора.

При конструировании вентблоков рекомендуется стремиться к минимальному количеству вытяжных каналов (как правило, сборный — один, попутчики минимальной длины, но не менее 2 м);

Применение вентблоков левого и правого исполнения нежелательно в связи с частыми нарушениями схемы вентиляции при монтаже.

Повышение эксплуатационной надежности (предотвращение “опрокидывания” потока воздуха) системы естественной вытяжной вентиляции и одновременно сокращение материалоемкости и трудозатрат достигаются при использовании одной вертикали вытяжных каналов на квартиру путем использования объединенных вентблоков (рисунок 8.1).

Площадь сечения вентиляционных каналов и живого сечения вентиляционных решеток определяется по формуле

$$A_{в.к.(н.р.)} = \frac{L}{3600v}, \quad (8.1)$$

где v – скорость воздуха в канале, м/с, принять в соответствии с таблицей 12;

L – расход воздуха в канале, м³/ч, принять в соответствии с таблицей 11 с учетом рекомендаций этого раздела.

Размер жалюзийных решеток принимается по таблице 13 в зависимости от площади живого сечения.

Кратность воздухообмена во всех вентилируемых помещениях, не указанных в таблице, в нерабочем режиме должна составлять не менее 0,2 объема помещения в час.

Таблица 11 – Кратности воздухообменов помещений жилых зданий

Помещение	Кратность или величина воздухообмена, м ³ в час, не менее	
	в нерабочем режиме	в режиме обслуживания
Спальная, общая, детская комнаты	0,2	1,0
Библиотека, кабинет	0,2	0,5
Кладовая, бельевая, гардеробная	0,2	0,2
Тренажерный зал, бильярдная	0,2	80 м ³
Постирочная, гладильная, сушильная	0,5	90 м ³
Кухня с электроплитой	0,5	60 м ³
Помещение с газоиспользующим оборудованием	1,0	1,0+100 м ³ на плиту
Помещение с теплогенераторами и печами на твердом топливе	0,5	1,0+100 м ³ на плиту
Ванная, душевая, уборная, совмещенный санузел	0,5	25 м ³
Сауна	0,5	10 м ³ на 1 человека
Машинное отделение лифта	-	По расчету
Автостоянка	1,0	По расчету
Мусоросборная камера	1,0	1,0

Таблица 12 – Ориентировочные скорости движения воздуха в системах естественной вентиляции

Элементы вентиляционной системы	Скорость, v, м/с
Вытяжные шахты	1,0 – 1,5
Горизонтальные каналы	0,5 - 1,0
Вертикальные каналы:	
1 – 3 этажи	0,8 – 0,9
4 – 6 этажи	0,7 – 0,8
7 – 9 этажи	0,5 – 0,6
Вентиляционные решетки	0,5 - 1,0

Таблица 13 – Решетки вентиляционные регулируемые РВ

Обозначение	Размеры, мм	Живое сечение, м ²	Масса, кг
РВ-1	150x150	0,00925	0,86
РВ-2	250x250	0,01613	1,74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершенный проект решением руководителя проектирования допускается к защите, о чем он делает соответствующую надпись: «К защите» на чертежах и обложке пояснительной записки. Перед этим чертежи и пояснительная записка должны быть подписаны обучающимся – автор проекта. На защиту представляется проект в печатном и электронном виде. В электронную версию должны быть внесены все исправления по замечаниям руководителя. Оценка за проект выставляется при наличии исправленной электронной версии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. АВОК СТАНДАРТ-1-2004. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.
2. ГОСТ 21.602-2003 СПДС. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования.
3. ГОСТ 30494—2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
4. Методические указания к курсовой работе по «Основам обеспечения микроклимата зданий (включая строительную теплофизику)». Раздел 1. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2012.
5. Методические указания к курсовому проекту по «Основам обеспечения микроклимата зданий (включая строительную теплофизику)». Раздел 2 – Ростов н/Д: ДГТУ, 2017 – 30 с.
6. Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2015 – 84с.
7. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых помещениях: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.
8. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-07-01. М.: Минрегион России, 2012. – 96 с.
9. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Введ. 2013 – М.: Минрегион России, 2012. – 76 с.
10. СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные». Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. – Введ. 2011-05-20. М.: Минрегион России, 2010. – 36 с.
11. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* – Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012. – 109 с.
12. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление. / В.Н.Богословский, Б.А.Крупнов, А.Н.Сканави и др./ под ред. И.Г.Старовойрова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с. (Справочник проектировщика).
13. ТР АВОК-4-2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ТЕПЛОПOTРЕБНОСТЬ ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЯ

№ помещения, назначение	Теплопотери через ограждения $Q_o, \text{Вт}$	Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха $Q_{\text{инф}}, \text{Вт}$	Бытовые тепловыделения $Q_{\text{быт}}, \text{Вт}$	Теплопотребность помещения $Q_{\text{п}} = \Sigma Q_o + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{быт}}, \text{Вт}$
1	2	3	4	5
Итого для всего здания				$Q_{\text{зд.}}, \text{Вт}$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ФОРМА ТАБЛИЦЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ
ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

№ уч.	Q, Вт	G, кг/ч	D, мм	I, м	R, Па/м	RI, Па	W, м/с	P _д , Па	Σζ -	Z, Па	RI+Z, Па	Коэффициенты местных сопротивлений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

ПРИЛОЖЕНИЕ В
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЕКТА ДЛЯ ОДНотРУБНОЙ СИСТЕМЫ С НИЖНЕЙ РАЗВОДКОЙ

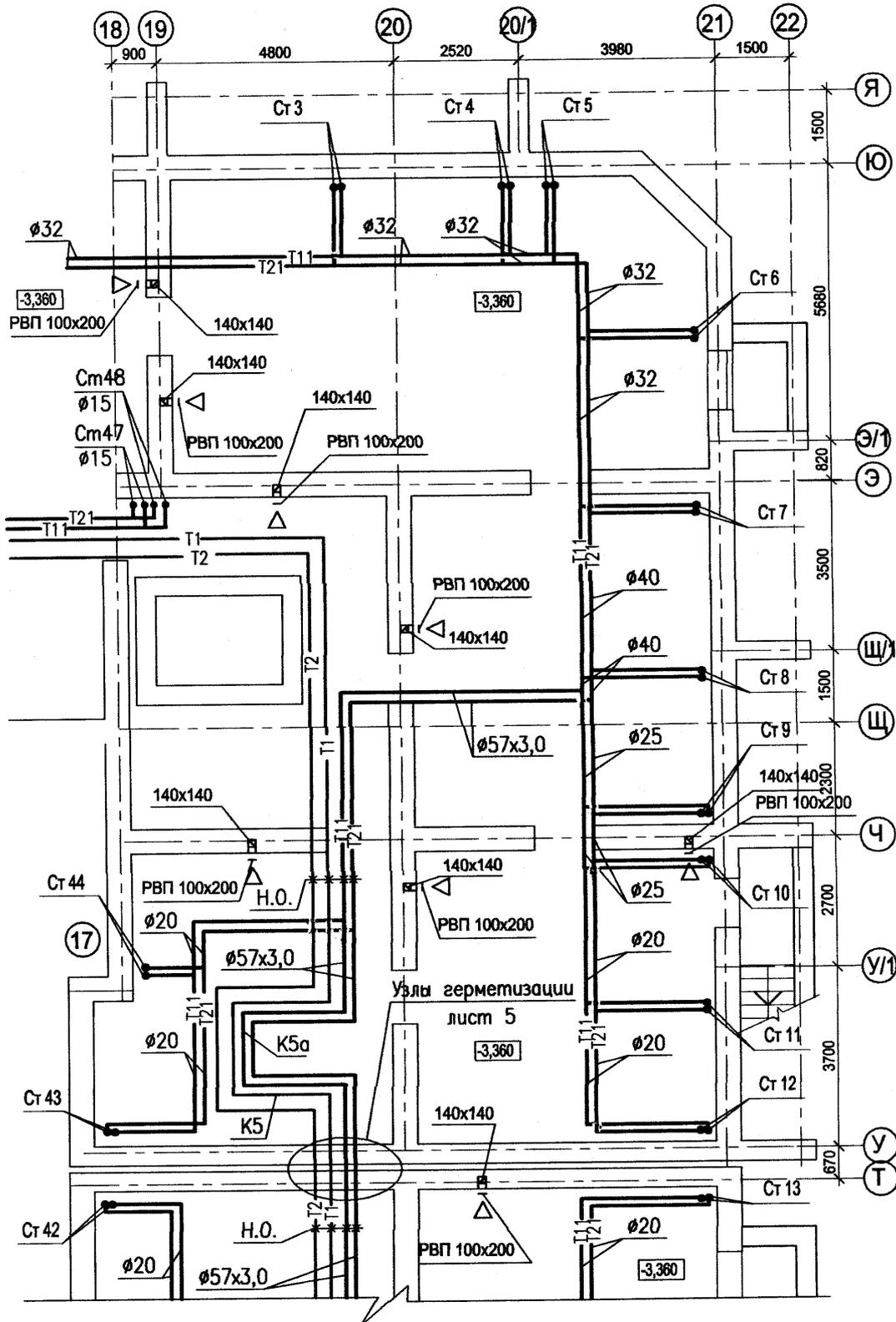


Рисунок В.1 – План подвала

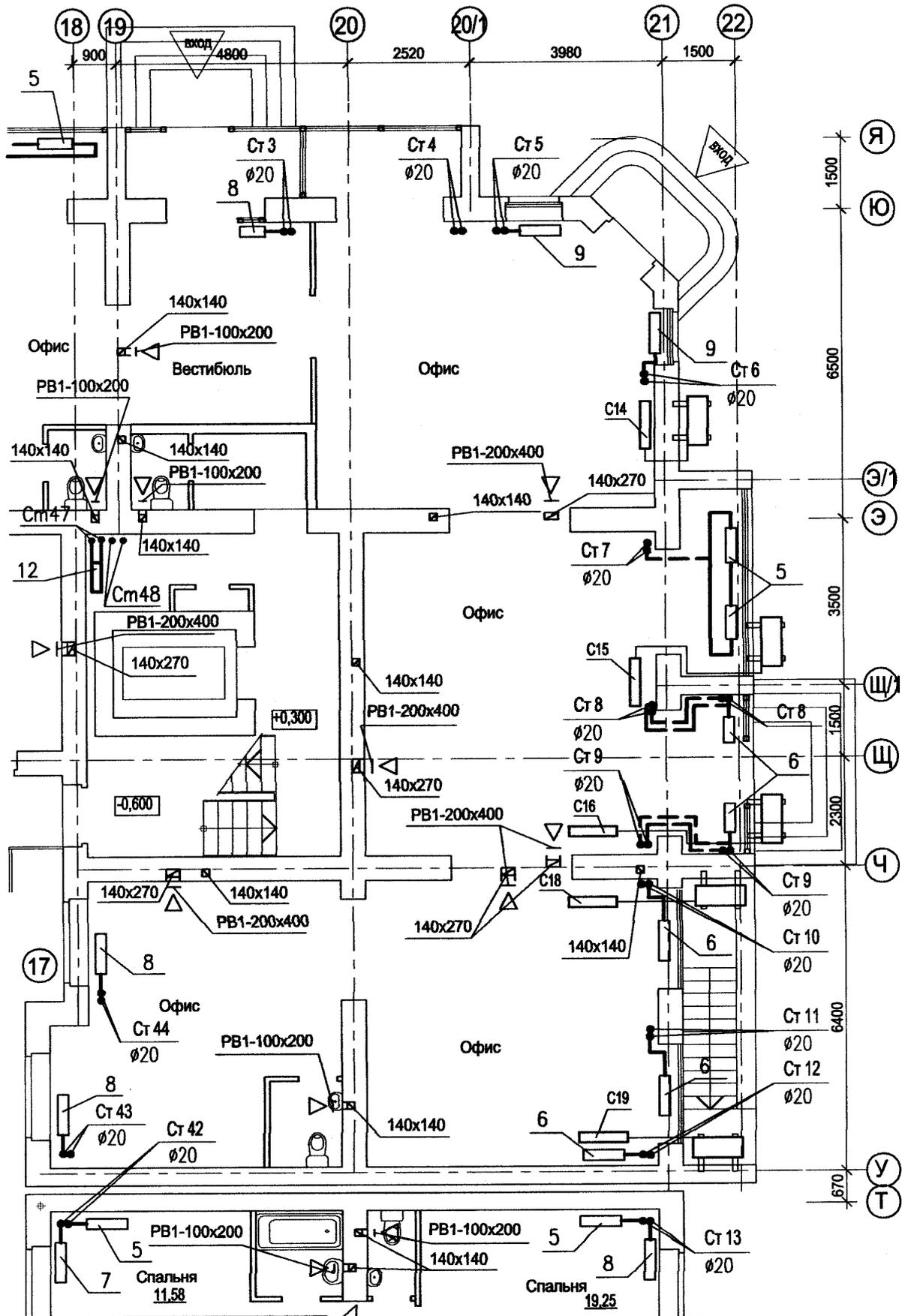


Рисунок В.2 – План этажа

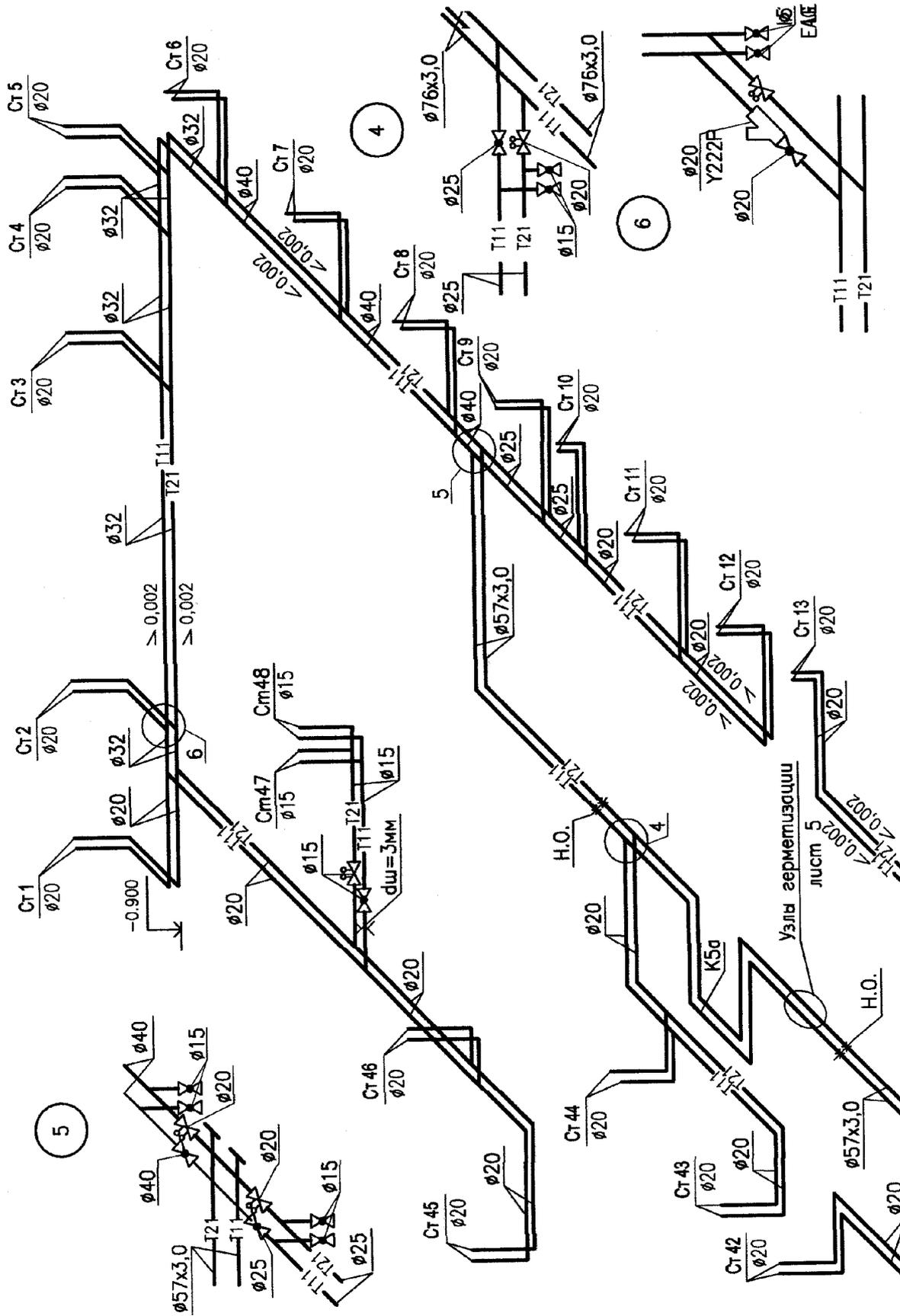


Рисунок В.3 – Схема магистральных трубопроводов системы отопления

Отопление и вентиляция жилого дома

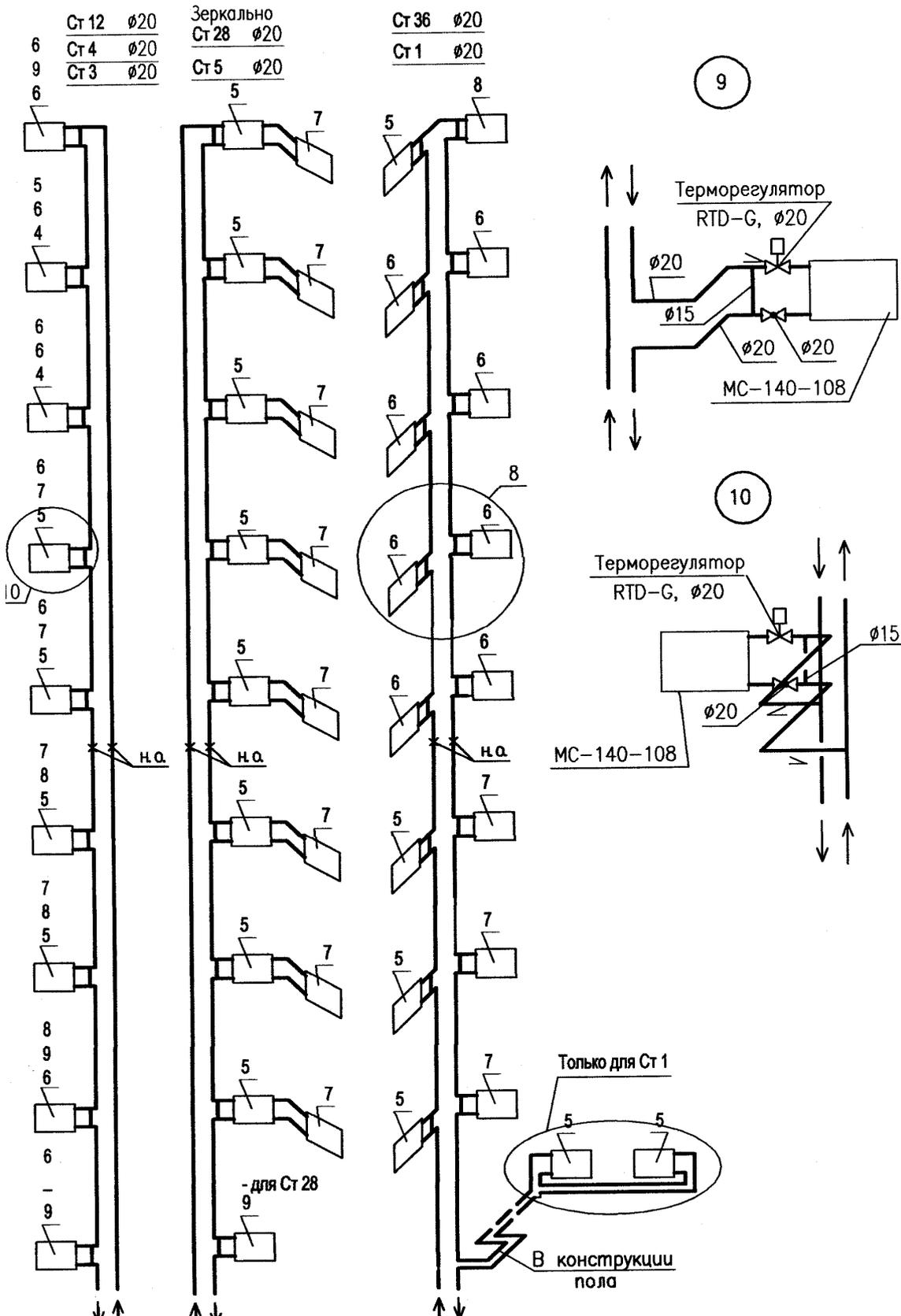


Рисунок В.4 – Схемы стояков системы отопления

ПРИЛОЖЕНИЕ Г ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЕКТА ДЛЯ ПОКВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ

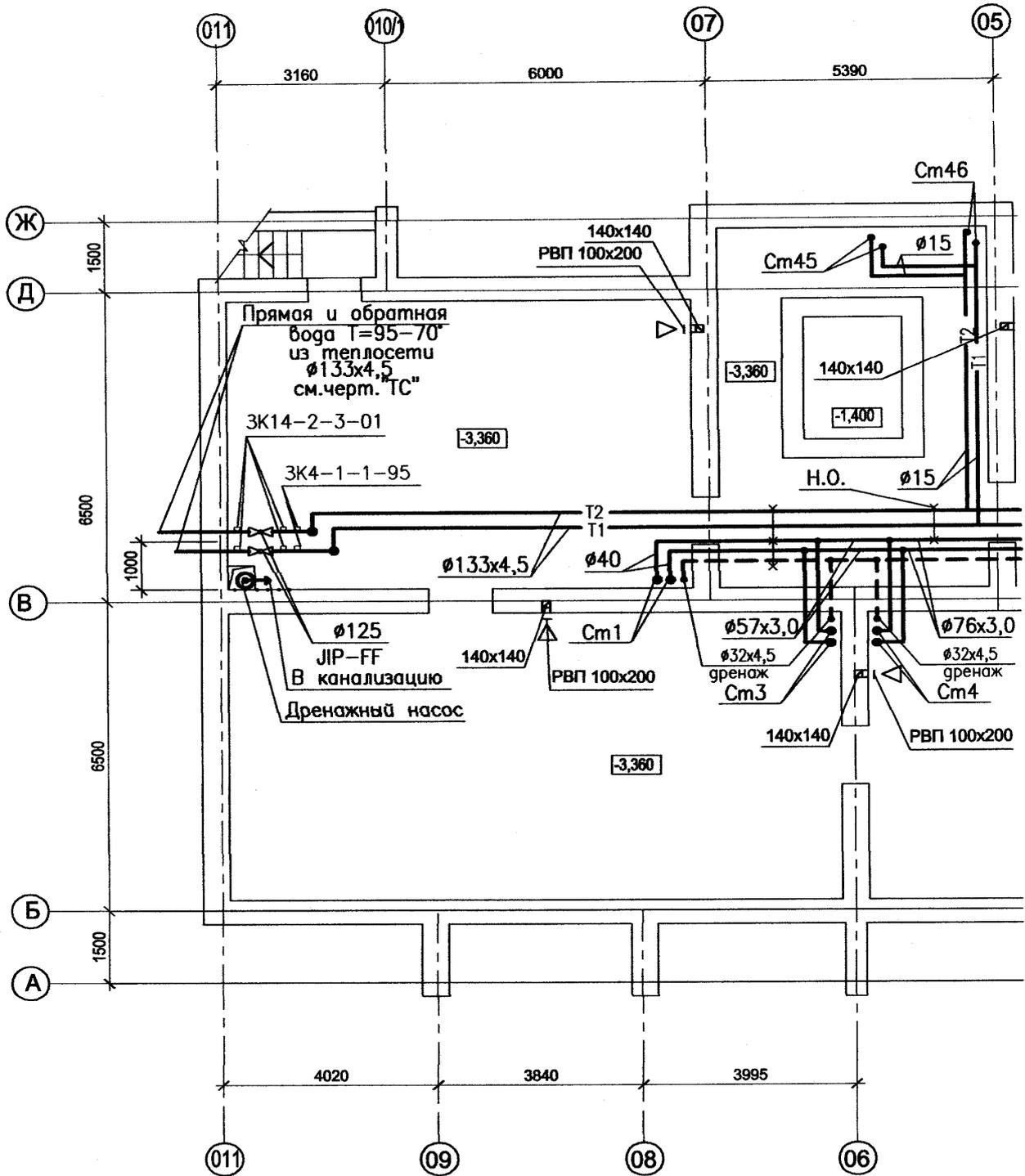


Рисунок Г.1 – план подвала

Отопление и вентиляция жилого дома

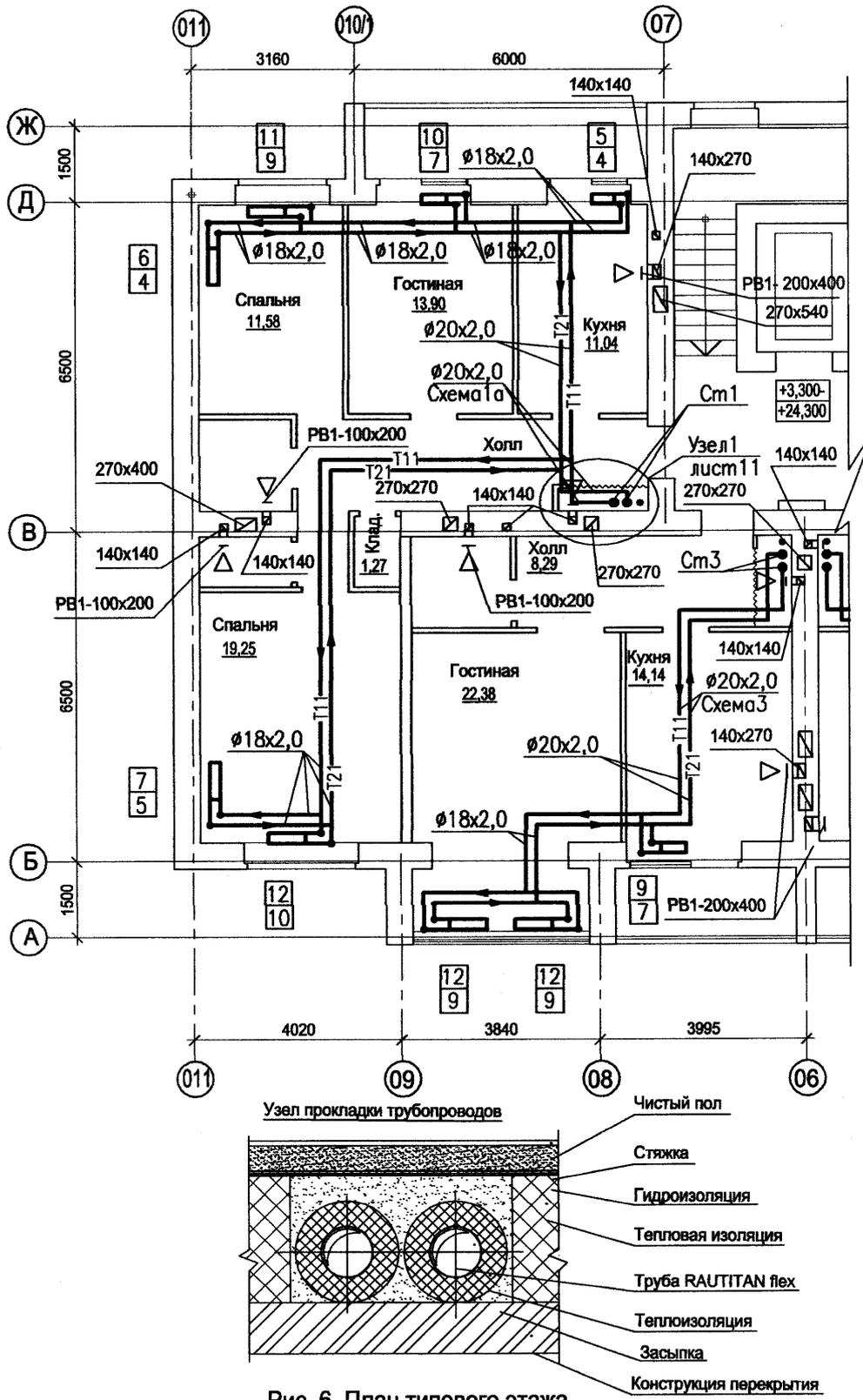


Рисунок Г.2 – План типового этажа

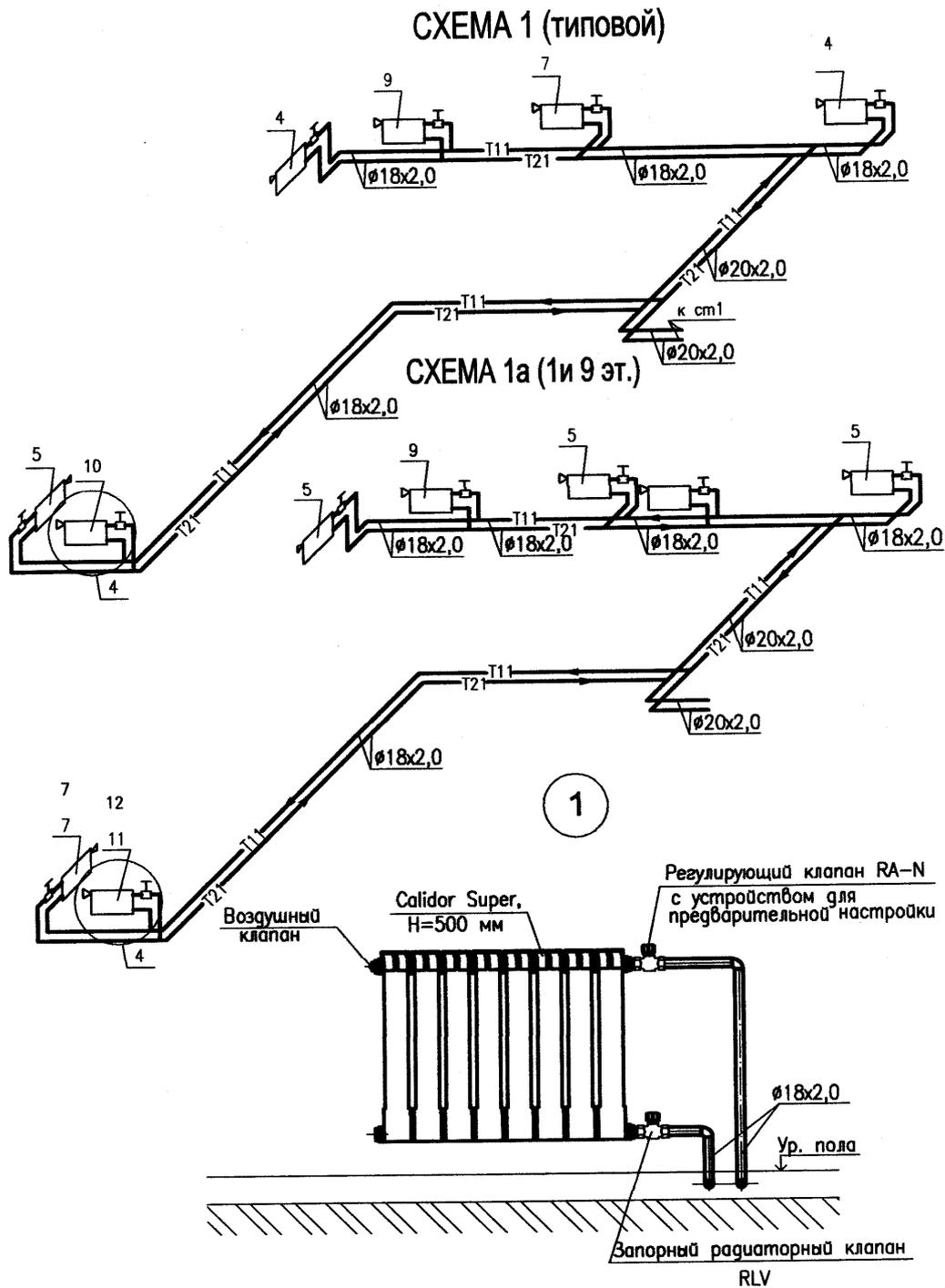


Рисунок Г.3 – Схемы систем отопления

Отопление и вентиляция жилого дома

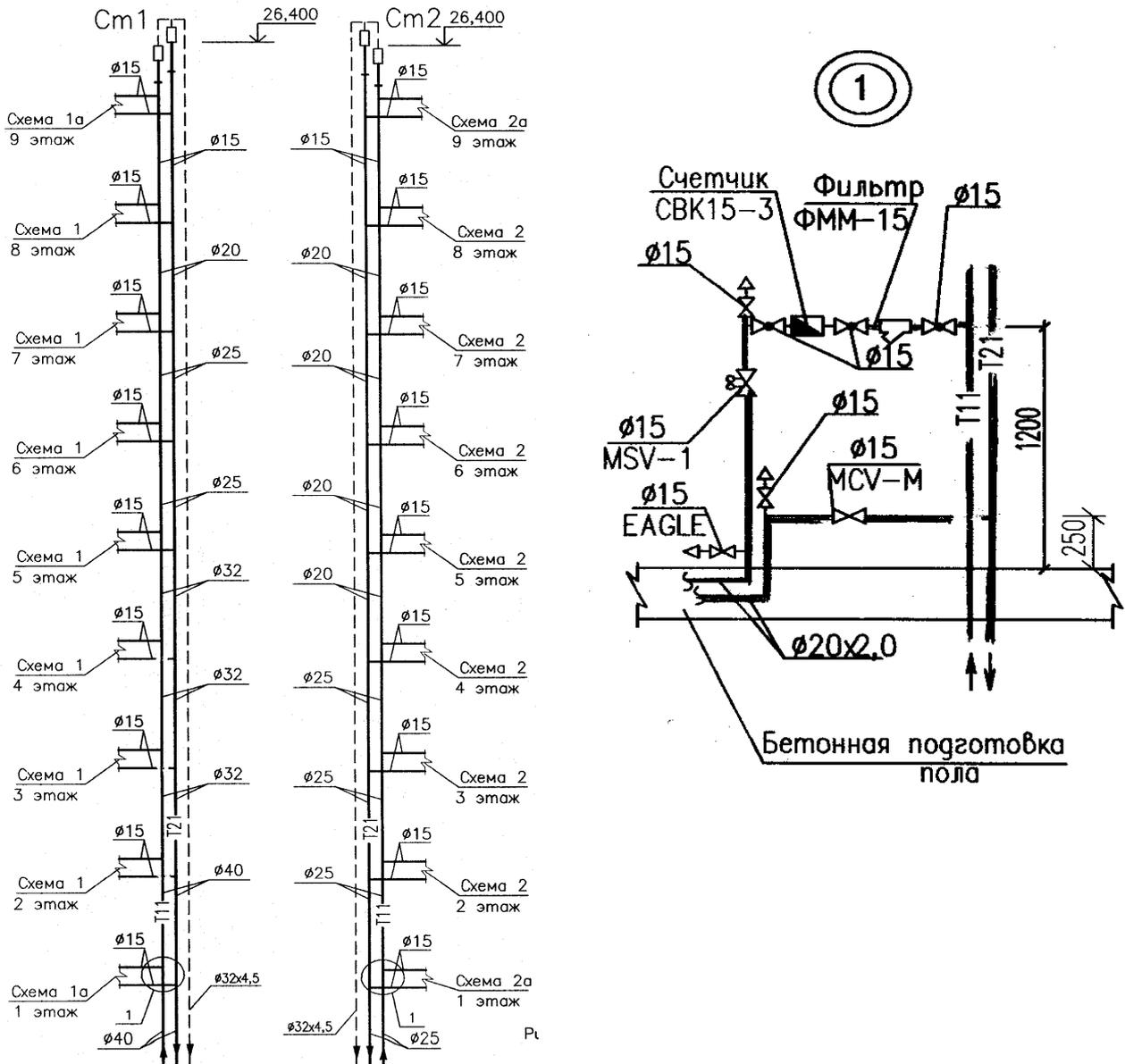


Рисунок Г.4 – Схема стояков системы отопления