

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ 3-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА»

Целью контрольной работы является закрепление теоретических знаний, полученных студентами при изучении дисциплины «Теплогазоснабжение и вентиляция», а также приобретение практических навыков по расчетам систем отопления жилого дома. Контрольная работа состоит из пояснительной записки и графического материала и выполняется *после сданного и зачтенного практического задания, которое является основой для выполнения работы.*

Графическая часть контрольной работы выполняется согласно требований ГОСТ по оформлению чертежей по отоплению вентиляции и кондиционированию [1] в любой графической программе. Должны быть представлены планы подвала, типового этажа, чердака (при необходимости) с нанесением на них разводки системы отопления, а также аксонометрическая схема системы отопления расчетной части здания.

СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Параметры наружного и внутреннего воздуха

Параметры наружного климата и внутреннего микроклимата помещений проектируемого здания принимаются согласно району строительства и требований ГОСТ – это п.1.1, 1.2 Практического задания по курсу.

1.2. Архитектурно-планировочное описание объекта

Описывается здание, выбранное согласно варианту задания: его этажность, ориентация фасада, высота помещения, размеры в плане и площадь застройки, наличие подвала и чердака. Описываются конструкции наружных

ограждающих конструкций, дверей, выбранные оконные заполнения. Подсчитывается высота здания и его строительный объем.

1.3. Источник теплоснабжения

Указывается источник теплоснабжения, параметры теплоносителя. Принимается ТЭЦ города с параметрами теплоносителя 150°C-70°C. Присоединение к наружным теплосетям по зависимой схеме.

РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

2.1 Конструирование системы отопления

Систему отопления, вид и параметры теплоносителя, а также типы нагревательных приборов принимают в соответствии с характером, назначением зданий и сооружений [2]. Выбор производят в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм и технико-экономическими обоснованиями [3].

Понижение температуры теплоносителя от величины, указанной в задании (на вводе в здание) осуществляется в тепловом пункте, который следует разместить в подвале, выделяя для этого специальное помещение. Прокладка трубопроводов в помещениях – открытая [2].

Разработку схемы системы отопления следует вести в следующем порядке:

1. На планах типового этажа разместить нагревательные приборы, обозначив их в соответствии с условным обозначением. Нагревательные приборы – радиаторы и конвекторы следует располагать под окнами. Размеры подводок к отопительным приборам должны, как правило, унифицироваться. Длина подводки не должна превышать 1,25-1,5 м, уклон подводки – 5-10 мм на всю ее длину (при длине до 0,5 м допускается прокладка подводки без уклона).

2. На планах чердака и подвала нанести стояки и магистральные трубопроводы системы отопления. В системах с верхней разводкой подающие магистрали прокладываются на чердаке на расстоянии 1-1,5 м от наружных

стен, обратные – в подвале по наружным стенам или подпольном канале. Главный стояк размещают во вспомогательных помещениях (например, коридоре или лестничной клетке). Размещение главного стояка в жилой квартире недопустимо. В системах с нижней разводкой прокладку подающих и обратных трубопроводов магистралей систем отопления следует предусматривать совместную в подвалах, а при их отсутствии – в подпольном канале. Их монтируют или одна под другой на расстоянии 250-300 мм друг от друга, или рядом. Причем, подающую магистраль размещают наверху от обратной или дальше от наружной стены.

Отопительную систему для лучшей увязки потерь давления в коротких и длинных циркуляционных кольцах рекомендуется разбить на две или четыре ветви приблизительно одинаковой длины. При тупиковой разводке максимальное количество стояков в ветви не более 15. При этом желательно обеспечить пофасадное регулирование теплоотдачи нагревательных приборов. При конструировании системы необходимо учитывать правила производства монтажных работ. В частности, следует выдерживать расстояние 80 мм между осями двухтрубных неизолированных стояков $D_y \leq 32$ мм, при этом подающие трубы располагать справа от обратных.

3. В соответствии с условными обозначениями расставить в системе отопления запорно-регулирующую арматуру. На подводках к отопительным приборам при двухтрубной системе отопления – регулирующие краны двойного регулирования КРД и шиберного типа КРДШ, обладающие повышенным сопротивлением; при однотрубной системе - кран регулирующий трехходовой КРТ. Регулирующие краны у отопительных приборов не устанавливают в местах, где может замерзать циркулирующая вода, – это относится к приборам при входе в лестничные клетки. Запорно-регулирующая арматура должна обеспечивать регулирование и отключение отдельных колец, ветвей, стояков. Для опорожнения системы отопления от воды на каждом стояке устанавливаются тройники с пробкой. В качестве запорно-регулирующей арматуры используются: на трубах диаметром 50 мм и более –

задвижки с латунными уплотнительными кольцами; на трубах диаметром менее 50 мм – краны проходные сальниковые, вентили прямооточные запорные.

В верхних точках системы отопления предусматривается установка устройств для удаления воздуха.

2.2 Гидравлический расчет системы отопления

На основании планов этажа, подвала и чердака с размещенными на них нагревательными приборами, стояками и магистралями вычерчивается аксонометрическая схема системы отопления в масштабе 1:100.

Гидравлический расчет трубопроводов в работе производится для наиболее протяженной и нагруженной ветви системы отопления. Рассчитываемая ветвь разбивается на участки. Расчетным участком считается отрезок трубопровода с постоянным расходом теплоносителя (т.е. трубопровод между двумя ответвлениями). На расчетной аксонометрической схеме у каждого участка проставляется его номер, тепловая нагрузка и длина.

Целью гидравлического расчета теплопроводов является подбор таких диаметров трубопроводов, при которых на всех расчетных участках системы расход теплоносителя обеспечивает заданные тепловые нагрузки приборов [2]. При этом сумма потерь давления в системе $\Sigma \Delta P_{\text{сис}}$ не должна превышать 90-95% расчетного циркуляционного давления, т.е.

$$\Sigma \Delta P_{\text{сис}} = (0,9 - 0,95) \Delta P_p . \quad (1)$$

Последовательность гидравлического расчета методом удельной потери давления на трение

1. На аксонометрической схеме выбирается главное циркуляционное кольцо. В двухтрубных системах водяного отопления оно проходит при тупиковой разводке магистралей – через нижний отопительный прибор наиболее нагруженного и удаленного от теплового пункта стояка, а при попутном движении воды в магистралях – через нижний прибор наиболее нагруженного среднего стояка; в одноконтурных системах отопления при тупиковой схеме – через наиболее нагруженный и удаленный от теплового

пункта стояк, а при попутном движении – через наиболее нагруженный средний стояк [2].

2. Главное циркуляционное кольцо разбивается на участки, обозначаемые порядковым номером (по ходу движения теплоносителя, начиная от узла ввода).

3. Определяют расчетное циркуляционное давление ΔP_p , Па по формуле

$$\Delta P_p = \Delta P_H + B \Delta P_E, \quad (2)$$

где ΔP_H – давление, создаваемое насосом или элеватором. Для небольших систем его можно приближенно принимать равным:

$$\Delta P_H = 100 \sum l, \quad (3)$$

где $\sum l$ – сумма длин участков главного циркуляционного кольца, м;

ΔP_E – естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах $\Delta P_{E\text{ пр}}$ и в трубах $\Delta P_{E\text{ тр}}$;

Б – поправочный коэффициент, учитывающий значение естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе; для двухтрубных систем $B=0,4$; для вертикальных однетрубных при качественном регулировании теплоносителя $B=1$, при автоматическом качественно-количественном регулировании – 1.

для двухтрубной системы

$$\Delta P_E = \beta \cdot g \cdot (h_1 + h_2 + h_3) \cdot (t_r - t_o), \text{ Па} \quad (4)$$

для однетрубной системы отопления с верхней разводкой

$$\Delta P_E = \frac{3,6g\beta\beta_1\beta_2}{cG_{cm}} \sum_1^n (Q_i h_i), \text{ Па} \quad (5)$$

где β – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 1°C (при разности $t_r - t_o = 90^\circ - 70^\circ\text{C}$)

$Q_i h_i$ – произведение тепловой нагрузки прибора на вертикальное расстояние от его условного центра охлаждения до центра нагревания воды в системе отопления;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока при округлении сверх расчетной величины [2]. Он принимается в зависимости от шага номенклатурного ряда отопительных приборов. При тепловой мощности одной секции до 120 Вт – 1,02, от 120 до 150 Вт – 1,03, при больших значениях мощности – 1,04.

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений [2]. Принимается при установке под оконным проемом 1,02.

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная $4,19 \text{ кДж} / \text{кг}^\circ\text{C}$;

$G_{ст}$ – расход воды в стояке по формуле (5).

4. Находят средние удельные потери давления на трение

$$R_{CP} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p}{\Sigma l}, \text{ Па} / \text{ м} \quad (6)$$

где 0,65 – коэффициент, учитывающий, что 65% располагаемого давления расходуется на преодоление линейных потерь;

5. Подсчитывают расход воды на участках

$$G_{уч} = \frac{3,6 \cdot Q_{уч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_r - t_0)}, \text{ кг} / \text{ ч} \quad (7)$$

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

c, β_1, β_2 – то же, что в формуле (5).

6. По R_{CP} и $G_{уч}$ по приложению 1 подбираются возможные диаметры трубопровода для расчетного кольца. Для этого диаметра при данном расходе устанавливается фактическое R и соответствующая данному режиму скорость. Диаметры труб желательно выбирать так, чтобы скорость не превышала допустимых значений:

$w, \text{ м/с}$	0,3	0,65	0,8	1,0	1,5	1,5
$d, \text{ мм}$	15	20	25	32	40	50 и более

7. Для каждого участка находится сумма коэффициентов местных сопротивлений ($\sum \xi$) по приложению 2, а по приложению 3, $P_{дин}$ – гидродинамическое давление. В пояснительной записке вслед за таблицей гидравлического расчета следует дать перечень местных сопротивлений и их коэффициенты ξ по участкам.

8. Определяют общие потери давления в расчетном кольце по формуле

$$P_{уч} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (8)$$

Z можно определить по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \text{ Па} \quad (9)$$

9. Потери давления в главном циркуляционном кольце сравнивают с располагаемым перепадом давления:

$$\frac{\Delta P_p - \sum P_{уч}}{\Delta P_p} \cdot 100\% \leq (5-10)\% \quad (10)$$

Запас располагаемого давления необходим на случай неучтенных в расчете гидравлических сопротивлений. Если запас давления превышает эту величину, необходимо уменьшить диаметры одного-двух участков циркуляционного кольца. Если же запас давления оказался менее 5% или отрицательным, то необходимо увеличить диаметры одного-двух участков. Измененные участки пересчитать заново, чтобы получить нормальный запас давления (5-10%).

10. Аналогично проводится расчет малых циркуляционных колец (через нижний прибор ближнего к тепловому пункту стояка). Потери давления в главном и малом циркуляционных кольцах не должны отличаться более, чем на $\pm 15\%$ для систем с тупиковым движением воды, $\pm 5\%$ - при попутном движении.

Увязка проводится путем изменения диаметра труб (обычно изменяют диаметр труб, соединяющих стояки с магистралями). При невозможности увязки потерь давления (только при тупиковой разводке) прибегают к установке диафрагм на обратных стояках. Диаметр диафрагмы, мм, определяют по формуле

$$d_d = 3,54 \cdot \left(\frac{G_{ст}^2}{\Delta P_d} \right)^{0,25}, \text{ мм} \quad (11)$$

где $G_{ст}$ – расход воды в стояке, кг/ч;

ΔP_d – необходимые для увязки потери давления в диафрагме, Па.

Диаметр диафрагмы должен быть не менее 5 мм. Часто вместо диафрагм устанавливаются балансировочные клапаны, которые применяются для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем, для обеспечения постоянного расхода или стабилизации температуры перемещаемой по трубопроводу воды. Подбор клапанов осуществляется по каталогам фирм-производителей [6].

Результаты гидравлического расчета заносятся в таблицу.

Таблица 1 – Результаты гидравлического расчета

$N_{\text{учас-тка}}$	$Q_{\text{уч}}, \text{ Вт}$	$G_{\text{уч}}, \text{ кг/ч}$	$l, \text{ м}$	$d, \text{ мм}$	$w, \text{ м/с}$	$R_{\phi}, \text{ Па/м}$	$R_{\phi}l, \text{ Па}$	$\sum \xi$	$Z, \text{ Па}$	$P_{\text{дин}}, \text{ Па}$	$R_a l + Z, \text{ Па}$	Примечание

При расчете отдельных участков трубопровода необходимо иметь в виду следующее:

а) местное сопротивление тройников, крестовин относят лишь к расчетным участкам с наименьшим расходом воды;

б) местные сопротивления отопительных приборов учитывают поровну в каждом примыкающем к ним трубопроводе.

2.3 Тепловой расчет отопительных приборов

В жилых зданиях в качестве отопительных приборов рекомендуется применять радиаторы и конвекторы. В контрольной принять радиаторы с расстоянием между подводками 300 мм. Отопительные приборы следует располагать у наружных стен, преимущественно под окнами. В зданиях до четырех этажей приборы в лестничных клетках следует устанавливать только на первом этаже у входа, после тамбура, вдоль стены и присоединять к самостоятельному стояку.

При расчете площади нагревательной поверхности приборов необходимо учитывать теплоотдачу труб, открыто проложенных в помещении (стояков и подводок к приборам). Поэтому теплоотдача прибора равна расчетным теплотерям помещения за минусом теплоотдачи труб (Q_{TP}) [2]:

$$Q_{PP} = Q_{ПОМ} - \beta_{TP} \cdot Q_{TP}, \text{ Вт} \quad (12)$$

где β_{TP} – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи труб в помещении: при открытой прокладке $\beta_{TP}=0,9$.

Теплоотдачу труб Q_{TP} следует определить по формуле:

$$Q_{TP} = q_B \cdot l_B + q_G \cdot l_G, \text{ Вт} \quad (13)$$

где q_B , q_G – теплоотдача 1 м вертикальной и горизонтальной трубы, Вт/м ,

(Приложение 4 методического пособия);

l_B , l_G – длина вертикальной и горизонтальной трубы, м.

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

$$F_{PP} = \frac{Q_{PP}}{q_{PP}}, \text{ м}^2 \quad (14)$$

где q_{PP} – расчетная плотность теплового потока, Вт/м^2

$$q_{\text{ПП}} = q_{\text{НОМ}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{CP}}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{ПП}}}{360} \right)^p, \text{ Вт} / \text{м}^2 \quad (15)$$

где $q_{\text{НОМ}}$ – номинальная плотность теплового потока, $\text{Вт} / \text{м}^2$. Рассчитывается исходя из номинальной мощности и площади одной секции.

n, p – коэффициенты [2], выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи. Коэффициенты, если они не приведены в паспорте прибора, принимаются: $n=0,3$; $p=0,02$ для однетрубных систем, $p=0$ – для двухтрубных.

Δt_{CP} – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t_{\text{CP}} = \frac{t_{\text{BX}} + t_{\text{ВЫХ}}}{2} - t_{\text{В}}, \quad (16)$$

где t_{BX} и $t_{\text{ВЫХ}}$ – температура воды, соответственно, входящей и выходящей из прибора, $^{\circ}\text{C}$;

$G_{\text{ПП}}$ – расход воды в приборе, $\text{кг} / \text{ч}$;

$$G_{\text{ПП}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ПП}}}{c \cdot (t_{\text{Г}} - t_{\text{О}})} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 . \quad (17)$$

Далее находят число секций чугунного радиатора:

$$N = \frac{F_{\text{ПП}}}{f_{\text{С}}} \cdot \frac{\beta_4}{\beta_3}, \text{ шт} \quad (18)$$

где $f_{\text{С}}$ – площадь одной секции, м^2 , принимаемая по паспорту прибора;

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки прибора (открытая установка $\beta_4=1$);

β_3 – коэффициент, учитывающий число секций в приборе, для радиатора М-140

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{\text{ПП}}} . \quad (19)$$

Полученное по формуле (19) дробное значение N округляют до целого в большую сторону.

Результаты расчетов заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Тепловой расчет отопительных приборов

№ пом.	Q_o , <i>Вт</i>	$G_{пр}$, <i>кг / ч</i>	$t_{вх}$, <i>°С</i>	$t_{вых}$, <i>°С</i>	$\Delta t_{ср}$, <i>°С</i>	$q_{пр}$, <i>Вт / м²</i>	$Q_{тр}$, <i>Вт</i>	$Q_{пр}$, <i>Вт</i>	$F_{пр}$, <i>м²</i>	β_3	N , <i>шт.</i>

2.4. Подбор оборудования теплового пункта

Насос, установленный на перемычке, смешивает охлажденную воду из обратки с высокотемпературной водой, поступающей из тепловой сети. Схема теплового узла с насосом на перемычке показана на рисунке Приложения 5.

Для подбора насоса сначала определяют количество воды, поступающей из тепловой сети по формуле

$$G_{mc} = \frac{3,6 \cdot Q_o \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (T_1 - t_o)}, \text{ кг / ч} \quad (20)$$

где Q_o – тепловая мощность системы отопления, *Вт*;

T_1, t_o – температура подающей и обратной воды в тепловой сети, *°С*.

Определяется коэффициент смешения:

$$u = \frac{T_1 - t_{гр}}{t_{гр} - t_o}, \quad (21)$$

где T_1 – температура воды, поступающей в насос из подающей линии тепловой сети, *°С*.

Производительность насоса и его напор определяются как:

$$G_n = 1,1 G_{mc} \cdot u \quad (22)$$

$$\Delta P_n = 1,15 \Delta P_{co}, \quad (23)$$

где G_{mc} – расход воды, поступающей из теплосети, определяемой по формуле (20) при разности температур в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети ($T_1 - t_o$).

АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Согласно варианту (Приложение 9) для выбранного района строительства (Приложение 6) выполняется **Практическое задание**.

2. В М 1:100 вычерчиваются совмещенный план первого и типового этажа, план подвала и в случае верхней разводки – план чердака.

3. На плане подвала прокладывают магистрали вдоль НС, выбирается место размещения ТП – в наиболее теплой части здания, ближе к его середине, вдоль несущей стены. Не разрешено его нахождение под жилым помещением в связи с шумом оборудования ТП.

4. На плане этажа размещаются отопительные приборы, стояки.

5. Конструируется система отопления согласно варианту (Приложение 7) и вычерчивается аксонометрическая схема **расчетной части здания (наиболее холодной) в М1:100**.

6. Выбирается расчетное циркуляционное кольцо и нумеруются участки.

7. На расчетной аксонометрической схеме у каждого участка проставляется его номер, тепловая нагрузка и длина.

8. Выполняется гидравлический расчет согласно рекомендациям МУ с увязкой с располагаемым давлением и увязкой главного и второстепенных колец.

9. Выбирается тип отопительного прибора - секционный чугунный радиатор МС-140М-300 с площадью одной секции $0,21\text{ м}^2$ и й мощностью 120 Вт.

10. Рассчитывается поверхность отопительных приборов согласно рекомендациям п.2.3 МУ.

11. Подбирается насос.

Графическая часть контрольной работы включает: планы первого этажа, подвала (техподполья) и чердака (техэтажа). На планах этажей наносятся отопительные приборы, стояки и подводки к приборам. На планах подвала и чердака – магистральные трубопроводы, стояки и их присоединения к

магистралям. На плане подвала намечаются помещения для теплового пункта. На расчетной аксонометрической схеме системы отопления указываются номера участков, диаметры трубопроводов, отметки, уклоны, проектируемая арматура. Пример выполнения графической части приведен в Приложении 8.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 21.602-2016. Правила оформления рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. [Электронный ресурс]. - Введ. 2017.- 01.- 07.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200142447>
2. Сканави, А. Н. Отопление : учеб. для студ. вузов/ А. Н. Сканави, Л. М. Махов. – Гриф МО. – М.: АСВ, 2008. – 576 с.
3. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2020.- 07.- 01.- Режим доступа: <https://t.kontur-pk.ru/upload/СП%2060.13330.2020.pdf>
4. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 02.- 25.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>
5. Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий : учеб. пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. – Гриф МО. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 364 с.
6. ЗАО «Данфосс» Каталог балансировочных клапанов [Электронный ресурс]. - Введ. 2002.- 05.- 01.- Режим доступа: http://www.termoform.ru/data/File/RC_0.pdf

Приложение 1

**Таблица для гидравлического расчета трубопроводов
систем водяного отопления при $k = 0,2$ мм**

Удельные потери давления на трение, $R, \text{Па}/\text{м}$	Количество проходящей воды $G, \text{кг}/\text{ч}$ (над чертой), и скорость движения воды $\omega, \text{м}/\text{с}$ (под чертой), по трубам стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-85*) условным проходом d , мм						
	15	20	25	32	40	50	70
1	16,5	36	69	148	210	409	788
	0,023	0,028	0,034	0,041	0,045	0,052	0,06
1,2	17,5	40	76	164	229	454	872
	0,025	0,031	0,037	0,045	0,048	0,059	0,067
1,4	19	44	84	180	249	496	948
	0,027	0,034	0,041	0,049	0,052	0,064	0,073
1,6	21	47	96	191	269	535	1016
	0,03	0,037	0,045	0,053	0,057	0,069	0,075
1,8	22	50	108	197	287	571	1077
	0,031	0,039	0,051	0,054	0,06	0,073	0,082
2	24	53	111	203	304	606	1137
	0,033	0,042	0,054	0,057	0,064	0,078	0,087
2,4	26	59	120	223	338	671	1258
	0,037	0,046	0,057	0,062	0,071	0,087	0,096
2,8	28	64	130	244	368	729	1377
	0,041	0,05	0,064	0,068	0,077	0,096	0,106
3,2	31	72	140	263	396	774	1438
	0,044	0,058	0,068	0,073	0,083	0,102	0,114
3,6	33	80	143	281	422	818	1576
	0,047	0,062	0,071	0,078	0,089	0,108	0,121
4	35	85	146	299	448	861	1667
	0,05	0,065	0,073	0,082	0,094	0,115	0,128
5	40	95	157	336	507	971	1898
	0,057	0,073	0,074	0,093	0,107	0,13	0,145
6	44	103	169	373	559	1081	2090
	0,063	0,08	0,082	0,103	0,118	0,144	0,16
7	48	111	184	406	601	1172	2269
	0,069	0,086	0,089	0,112	0,126	0,152	0,174
8	55	113	199	434	642	1236	2470
	0,082	0,088	0,097	0,12	0,135	0,161	0,787
9	57	119	212	463	684	1354	2593
	0,084	0,092	0,103	0,128	0,144	0,171	2,199
10	59	126	225	490	726	1445	2744
	0,087	0,097	0,109	0,136	0,151	0,182	0,21

12	63	140	248	537	809	1583	3011
	0,093	0,1	0,12	0,149	0,17	0,201	0,23
14	67	151	269	579	876	1720	3246
	0,098	0,117	0,131	0,16	0,184	0,218	0,248
16	70	163	289	621	937	1858	3428
	0,103	0,126	0,141	0,172	0,197	0,236	0,266
18	74	174	309	663	997	1974	3718
	0,108	0,135	0,15	0,184	0,21	0,251	0,284
20	77	184	332	705	1058	2090	3953
	0,114	0,142	0,161	0,195	0,222	0,265	0,302
24	84	204	360	778	1106	2291	4327
	0,124	0,157	0,175	0,215	0,245	0,291	0,331
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	2677	5250	9899
	0,295	0,362	0,405	0,494	0,563	0,664	0,757
140	216	507	904	1939	2855	5686	10584
	0,318	0,392	0,438	0,537	0,609	0,719	0,81
160	229	546	972	2079	3095	6093	11269
	0,338	0,422	0,471	0,575	0,651	0,77	0,862
180	243	584	1028	2201	3294	6473	11953
	0,358	0,451	0,499	0,609	0,693	0,818	0,914

Приложение 2

Коэффициенты местных сопротивлений ξ

Элементы систем отопления	ξ при условном проходе труб d , мм					
	15	20	25	32	40	50
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1
Внезапное 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
двойные 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	-----	-----	-----
при прямом проходе	2	1,5	2	-----	-----	-----

Приложение 3

Динамическое давление P_d для расчета потерь давления в местных сопротивлениях трубопроводов систем водяного отопления

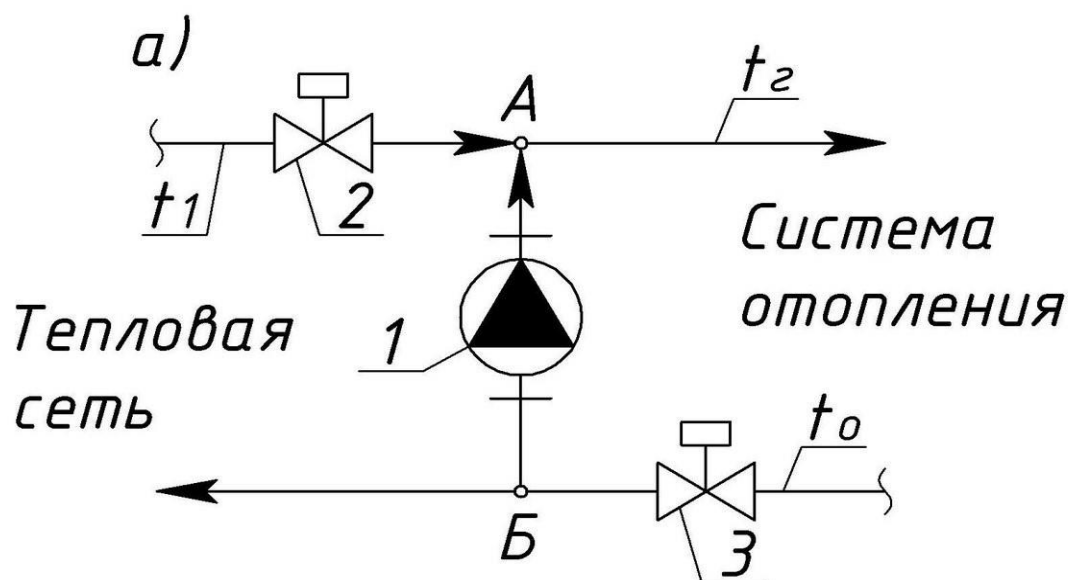
Скорость движения воды $\omega, \text{м/с}$	$P_d, \text{Па}$	Скорость движения воды $\omega, \text{м/с}$	$P_d, \text{Па}$	Скорость движения воды $\omega, \text{м/с}$	$P_d, \text{Па}$
0,01	0,05	0,28	38,25	0,55	149,09
0,02	0,2	0,29	41,19	0,56	154
0,03	0,45	0,3	44,13	0,57	159,88
0,04	0,8	0,31	47,08	0,58	165,77
0,05	1,23	0,32	49,99	0,59	170,67
0,06	1,77	0,33	53,93	0,6	176,55
0,07	2,45	0,34	56,88	0,61	183,42
0,08	3,14	0,35	59,82	0,62	189,3
0,09	4,02	0,36	63,74	0,65	207,88
0,1	4,9	0,37	67,67	0,68	227,48
0,11	5,98	0,38	70,61	0,71	248,07
0,12	7,06	0,39	74,53	0,74	268,67
0,13	8,34	0,4	78,45	0,77	291,23
0,14	9,61	0,41	82,37	0,8	314,79
0,15	11,08	0,42	86,3	0,85	355
0,16	12,56	0,43	91,2	0,9	398,18
0,17	14,24	0,44	95,13	0,95	443,29
0,18	15,89	0,45	99,08	1	490,3
0,19	17,75	0,46	103,98	1,05	539,4
0,2	19,61	0,47	108,89	1,10	590,2
0,21	21,57	0,48	112,81	1,15	647,2
0,22	23,53	0,49	117,71	1,20	706,1
0,23	26,48	0,5	122,61	1,25	764,9
0,24	28,44	0,51	127,52	1,30	833,6
0,25	30,44	0,52	131,37	1,35	892,4
0,26	33,34	0,53	138,31	1,40	961,1
0,27	36,29	0,54	143,21		

Приложение 4

Теплоотдача 1 м неизолированных труб, Вт, при разности температур теплоносителя и окружающего воздуха от 30°C до 150°C

Трубы водогазопроводные ГОСТ 3262-85*						
	15	20	25	30	40	50
Горизонтальные трубы						
30	29	35	41	52	58	70
40	40	52	58	71	81	97
50	46	64	79	93	105	126
60	65	81	110	129	146	174
70	79	99	122	142	163	193
80	94	117	146	172	194	233
90	112	137	171	201	227	272
100	128	157	197	233	252	314
110	145	178	221	265	300	360
120	163	198	248	302	341	410
Вертикальные трубы						
30	17	21	33	40	49	61
40	23	33	44	56	64	81
50	35	47	61	78	88	108
60	49	62	79	99	110	139
70	58	77	100	121	139	174
80	76	93	116	145	168	209
90	87	110	141	174	197	246
100	102	126	155	203	229	288
110	116	148	191	232	266	328
120	134	168	212	267	302	362

Принципиальная схема теплового пункта



1 - насос; 2 - регулятор температуры; 3 - регулятор расхода воды в системе отопления.

Варианты района строительства

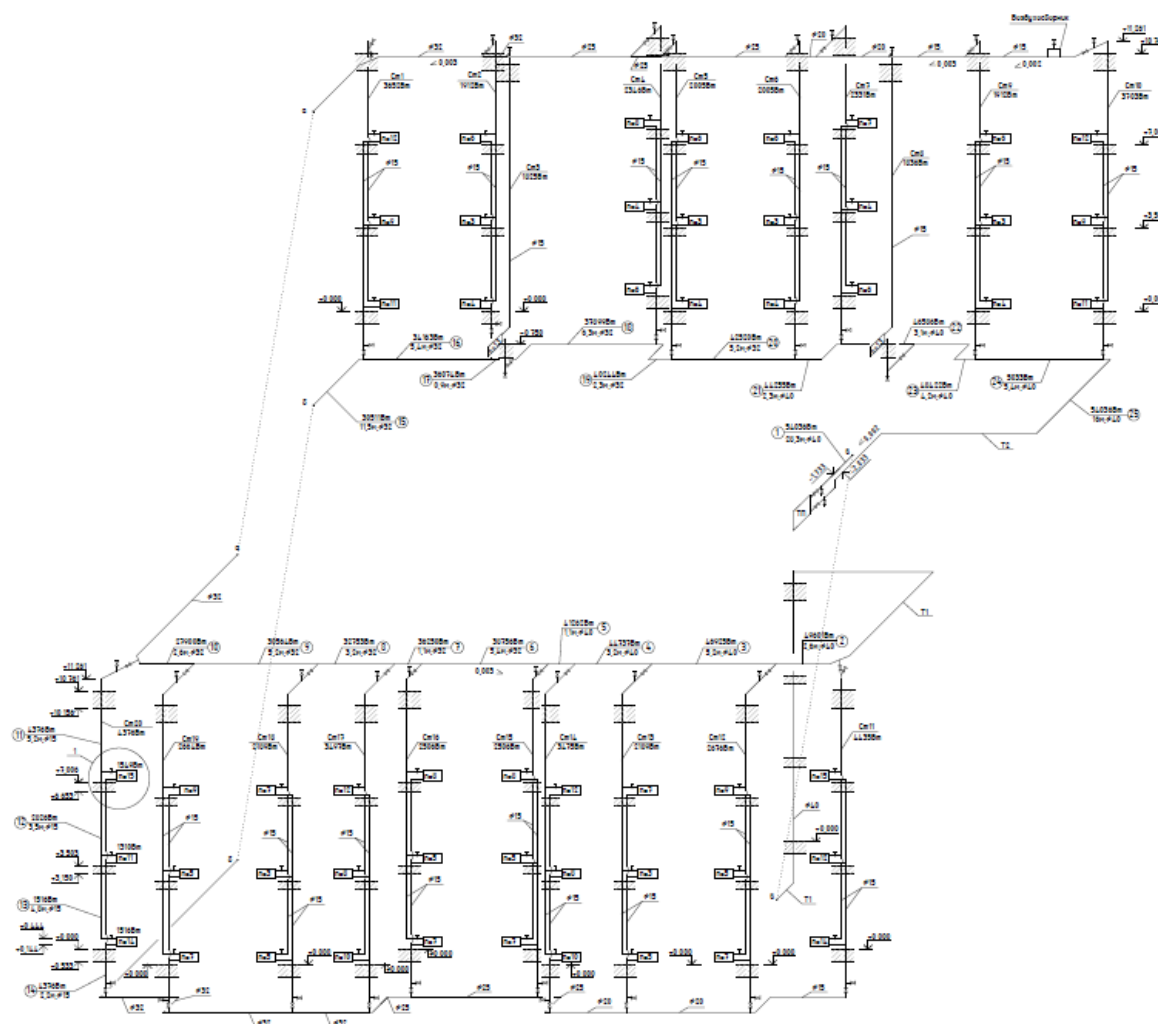
Номер задания	Район строительства объекта	Номер задания	Район строительства объекта
01	Архангельск	21	Мурманск
02	Астрахань	22	Магадан
03	Бугуруслан	23	Новосибирск
04	Брянск	24	Омск
05	Братск	25	Орел
06	Барнаул	26	Оренбург
07	Волгоград	27	Рязань
08	Воронеж	28	Петрозаводск
09	Нижний Новгород	29	Ростов-на-Дону
10	Владивосток	30	Саратов
11	Иркутск	31	Стерлитамак
12	Кемерово	32	Екатеринбург
13	Тверь	33	Смоленск
14	Казань	34	Тобольск
15	Кострома	35	Томск
16	Красноярск	36	Тамбов
17	Самара	37	Хабаровск
18	Киров	38	Челябинск
19	Курган	39	Уфа
20	Санкт-Петербург	40	Чита

Приложение 7

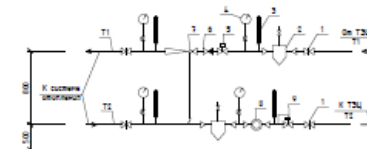
№ варианта		Ориентация фасада	Высота жилого помещения	Температура в теплом подвале	Схема системы отопления
1,30	11,40	С	2,8	+2	Однотрубная, с тупиковым движением теплоносителя
2,29	12,39	Ю	2,85	+3	Однотрубная, с попутным движением теплоносителя
3,28	13,38	В	2,9	+4	Однотрубная, с тупиковым движением теплоносителя
4,27	14,37	З	2,95	+5	Однотрубная, с попутным движением теплоносителя
5,26	15,36	С-В	3,00	+6	Однотрубная, с тупиковым движением теплоносителя
6,25	16,35	С-З	3,05	+5	Двухтрубная, с попутным движением теплоносителя
7,24	17,34	Ю-В	3,10	+4	Двухтрубная, с тупиковым движением теплоносителя
8,23	18,33	Ю-З	3,15	+6	Двухтрубная, с попутным движением теплоносителя
9,22	19,32	С	2,75	+2	Двухтрубная, с тупиковым движением теплоносителя
10,21	20,31	Ю	2,7	+5	Двухтрубная, с попутным движением теплоносителя

Приложение 8

Аксонетрическая схема системы отопления



Принципиальная схема теплового пункта



Экспликация	
Рис. №	Наименование
1	Защитная
2	Термостат
3	Термометр
4	Манометр
5	Распределитель
6	Обратный клапан
7	Воздухоотборник
8	Термометр
9	Распределитель

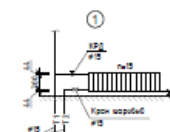
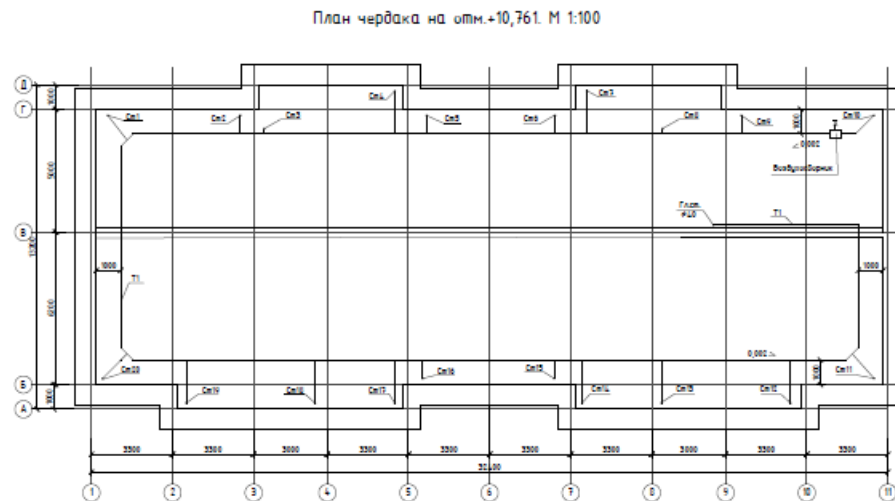
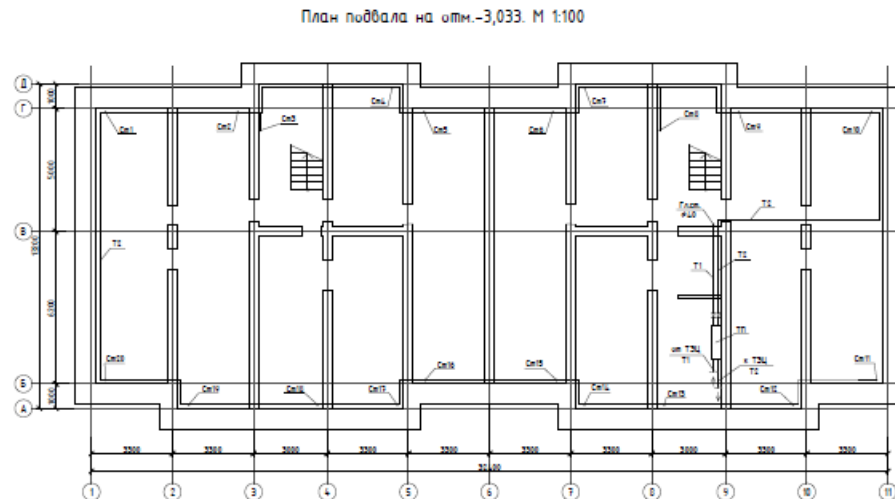
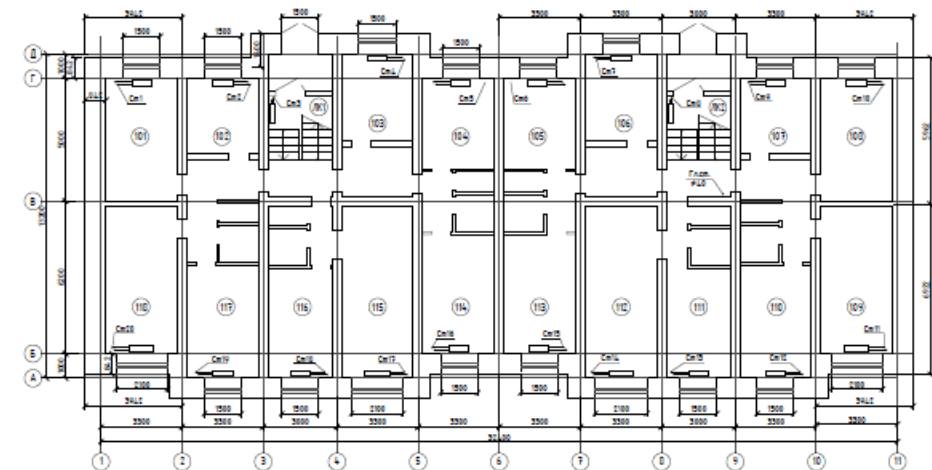


Рис.1. Расчетная схема системы отопления



План типового этажа. М 1:100



- Общие указания
1. Запрещается встраивать систему отопления с теплыми половыми покрытиями в бетонный пол.
 2. В качестве отопительных приборов используются радиаторы марки РС-100Н-300.
 3. Минимальная температура ТЖ в помещениях теплопункта 50-55°C.
 4. Система отопления проектируется на базе котельной №1 по ТЭП 3205-08.
 5. Нормы системы отопления соответствуют требованиям к ГТЗ 3205-08.

Рис. 2. План подвала и первого этажа

Приложение 9

Выбирают вариант исходя из первой буквы фамилии.

Студенты, чьи фамилии начинаются на букву:

А выбирают 1 вариант
Б выбирают 2 вариант
В выбирают 3 вариант
Г выбирают 4 вариант
Д выбирают 5 вариант
Е выбирают 6 вариант
Ж выбирают 7 вариант
З выбирают 8 вариант
И выбирают 9 вариант
К выбирают 10 вариант
Л выбирают 11 вариант
М выбирают 12 вариант
Н выбирают 13 вариант
О выбирают 14 вариант
П выбирают 15 вариант
Р выбирают 16 вариант
С выбирают 17 вариант
Т выбирают 18 вариант
У выбирают 19 вариант
Ф выбирают 20 вариант
Х выбирают 21 вариант
Ц выбирают 22 вариант
Ч выбирают 23 вариант
Ш выбирают 24 вариант
Щ выбирают 25 вариант
Э выбирают 26 вариант
Ю выбирают 27 вариант
Я выбирают 28 вариант

Номер задания	Район строительства объекта	Номер задания	Район строительства объекта
01	Архангельск	21	Мурманск
02	Астрахань	22	Магадан
03	Бугуруслан	23	Новосибирск
04	Брянск	24	Омск
05	Братск	25	Орел
06	Барнаул	26	Оренбург
07	Волгоград	27	Рязань
08	Воронеж	28	Петрозаводск
09	Нижний Новгород	29	Ростов-на-Дону
10	Владивосток	30	Саратов
11	Иркутск	31	Стерлитамак
12	Кемерово	32	Екатеринбург
13	Тверь	33	Смоленск
14	Казань	34	Тобольск
15	Кострома	35	Томск
16	Красноярск	36	Тамбов
17	Самара	37	Хабаровск
18	Киров	38	Челябинск
19	Курган	39	Уфа
20	Санкт-Петербург	40	Чита

Источник теплоснабжения – ТЭЦ города. Параметры теплоносителя 150-70°C

Система отопления: Параметры теплоносителя в системе отопления 90-70°C

Верхнюю разводку принимают те, у кого в задании чердачное перекрытие– см конструкцию перекрытия (если есть водоизоляционный ковер, то это плоская крыша).

Высота подвала – 2,4 м.