

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

С.В. Баканова, Н.В. Аржаева, С.Г. Прохоров, А.Г. Аверкин

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ С ОСНОВАМИ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2014

УДК [696.2+697]:728(075.8)
ББК (38.763+38.762):38.711я73
Т34

Рецензент – кандидат технических наук, доцент В.И. Горшков

Теплогасоснабжение и вентиляция с основами теплотехники:
Т34 учеб. пособие / С.В. Баканова, Н.В. Аржаева, С.Г. Прохоров,
А.Г. Аверкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 170 с.

Рассматриваются состав, содержание и требования по оформлению курсовой работы. Приводятся методики теплотехнического расчета, расчета тепловых потерь помещениями зданий, характеристики основных систем отопления и рекомендации по их конструированию и гидравлическому расчету, излагаются характеристики, методики подбора и расчета современных отопительных приборов. Даются рекомендации по проектированию системы вытяжной естественной канальной вентиляции, подбору основного и вспомогательного оборудования для автономного теплоснабжения, методика расчета дымоудаления от котла. Приводятся требования к помещениям и газоиспользующему оборудованию газификации жилого здания. Рассматриваются мероприятия и расчет систем кондиционирования воздуха жилых помещений.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Теплогасоснабжение и вентиляция» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» при изучении дисциплины «ТГВ с основами теплотехники».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014
© Баканова С.В., Аржаева Н.В., Прохоров С.Г.,
Аверкин А.Г., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рациональное, эффективное и безопасное инженерное обеспечение зданий – одна из актуальных проблем в области строительства. Особенно это относится к жилым домам.

Настоящее учебное пособие освещает базовые вопросы расчетов и проектирования наружных ограждений, систем отопления, теплогенерации, газоснабжения, вентиляции и кондиционирования жилого дома.

Пособие содержит необходимые справочные данные в контексте учебного проектирования.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 08.03.01, 08.04.01 «Строительство», с целью более полного обеспечения самостоятельной работы.

Авторы выражают благодарность кандидату технических наук, доценту В.И. Горшкову за внимательное рецензирование рукописи.

Авторы с благодарностью примут все отзывы, замечания, пожелания от заинтересованных читателей, которые можно направлять по адресу: 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, корпус 2, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция».

ВВЕДЕНИЕ

Переход на многоуровневую подготовку научных и инженерно-технических кадров для строительной отрасли привел к некоторому структурному изменению в содержании учебных дисциплин в образовательных программах вузов. В соответствии с Федеральным Государственным Образовательным Стандартам Высшего Профессионального Образования (ФГОС ВПО) третьего поколения дисциплина «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» относится к циклу специальных дисциплин основной образовательной программы (ООП) бакалавриата по направлению «Строительство». Кроме того, в последние годы изменились подходы к проблемам строительства и эксплуатации жилых зданий, появились новые законодательные документы. Поэтому возникла необходимость в издании нового учебного пособия по дисциплине «Теплогазоснабжение с основами теплотехники».

Строительство частных малоэтажных домов в последние годы возросло. Многие люди предпочитают жить за городом круглый год. Естественно, что при этом на первый план выходят вопросы обеспечения комфортных условий проживания, ведь современный человек не представляет себе дом без таких благ, как отопление, горячая вода, газоснабжение, кондиционирование воздуха.

В данном учебном пособии приводятся методики теплотехнического расчета, расчета тепловых потерь помещениями зданий, характеристики основных систем отопления и рекомендации по их конструированию и гидравлическому расчету; излагаются характеристики, методики подбора и расчета современных отопительных приборов. Также даются рекомендации по проектированию системы вытяжной естественной канальной вентиляции, а также методика её расчета и подбора основного оборудования (вентиляционных решеток, воздухопроводов и пр.). Кроме того, рассматриваются вопросы газоснабжения жилого дома, подбора источника теплоснабжения, кондиционирования воздуха отдельных помещений.

Приведенные примеры конструирования и расчетов позволяют в конкретных ситуациях грамотно выполнить расчет и подбор оборудования для систем отопления и вентиляции, газоснабжения и кондиционирования воздуха жилого здания.

СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа предусматривает выполнение комплексного учебного проекта теплоснабжения, вентиляции, газоснабжения и кондиционирование воздуха, жилого здания. Состоит из расчетной и графической частей.

Расчетная часть оформляется в виде расчетно-пояснительной записки на листах формата А4 (297×210 мм) и должна содержать следующие разделы:

- 1 Исходные данные.
- 2 Теплотехнический расчет наружных ограждений.
- 3 Расчет тепловых потерь и определение удельного расхода тепловой энергии на отопление здания.
- 4 Характеристику и конструирование системы отопления.
- 5 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления.
- 6 Расчет отопительных приборов.
- 7 Подбор автономного источника тепла для индивидуального жилого здания.
- 8 Газоснабжение индивидуального жилого здания.
- 9 Характеристику и конструирование системы вентиляции.
- 10 Определение расчетного воздухообмена и аэродинамический расчет воздуховодов.
- 11 Кондиционирование помещений индивидуального жилого здания.

В соответствующих разделах расчетно-пояснительной записки приводятся эскизы расчетных наружных ограждений (наружной стены, чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом), принципиальные схемы: системы отопления, расчетных вентиляционных каналов и вытяжной шахты с зонтом или дефлектором, а также таблицы, приведенные в учебном пособии указаниях форм, с результатами расчетов.

Графическая часть работы включает планы первого этажа (второго этажа), подвала и чердака здания, схемы системы отопления, газоснабжения и вентиляции. Все чертежи выполняются в масштабе 1:100 на листе формата А1 (594×841 мм), который прилагается к расчетно-пояснительной записки.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные для выполнения курсовой работы определяются по шифру (номеру зачетной книжки студента).

По двум последним цифрам шифра принимаются: местонахождения здания, климатические характеристики местности и расчетные параметры наружного воздуха (прил. 1).

По последней цифре шифра принимаются: план (планы) жилого здания, разрез здания и его этажность (прил. 2), характеристика системы отопления и ориентация главного фасада здания (прил. 7), варианты конструкции наружных ограждений представлены на рис. 1-7, характеристики строительных материалов наружных стен, перекрытий и теплоизоляционных наружных ограждений (прил. 8).

Толщину внутренних ограждений следует принять: для капитальных кирпичных стен – 400 мм, для капитальных стен из бетона-200мм; перегородок – 150 мм; межэтажных перекрытий в здании с кирпичными стенами – 300 мм, с бетонными – 150 мм.

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Теплотехнический расчет наружных ограждений производится в соответствии с положениями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», направлен на то, чтобы выполнить требования к тепловой защите проектируемого здания в целях экономии энергии при обеспечении оптимальных параметров микроклимата помещений и долговечности его ограждающих конструкций.

Нормами установлены следующие показатели тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 ($\text{м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$);

б) санитарно-гигиенический показатель, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций Δt_0 , °C , и температуру на внутренней поверхности наружного ограждения выше точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания.

Последовательность теплотехнического расчета ограждения следующая:

1. По номеру задания (рис. 1–7, табл. 1) выбираются конструкции рассчитываемых ограждений. В расчетно-пояснительной записке приводятся эскизы конструкций наружной стены, чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом, указываются названия строи-

тельных материалов, из которых состоят ограждающие конструкции, толщины слоев δ , м; плотность ρ , кг/м³; коэффициент теплопроводности (в зависимости от условий эксплуатации А или Б) λ , Вт/(м·°С).

Т а б л и ц а 1

Варианты конструкций наружных ограждений

Вариант ограждающей конструкции	Номер варианта (последняя цифра в зачетной книжке)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Наружная стена (см. рис. 1-3)	3	2	1	1	2	3	3	2	1	2
Покрытие чердачное (см. рис. 4-5)	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
Перекрытие над неотапливаемым подвалом (см. рис. 6-7)	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1

2. Определяется величина градусо-суток отопительного периода D_d , (°С·сут), по формуле

$$D_d = (t_b - t_{оп})z_{оп}, \quad (1)$$

где t_b – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая для жилых зданий по минимальному значению оптимальной температуры (по ГОСТ 30494–96 принять равной 20 °С при расчетной температуре наружного воздуха t_n до –31 °С и 21 °С при $t_n = -31$ °С и ниже); $t_{оп}$, $z_{оп}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода со среднесуточной температурой воздуха меньше 8°С (см. прил. 1).

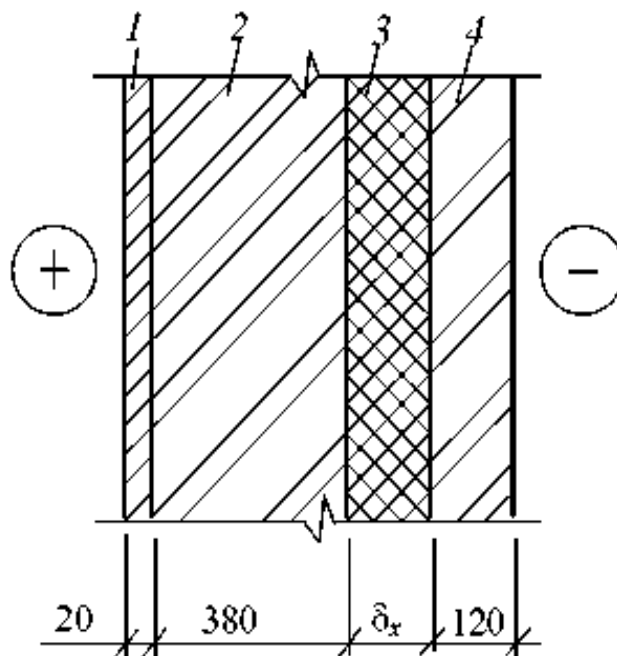


Рис. 1. Вариант 1-й конструкции наружной стены:

- 1 – внутренняя штукатурка $\delta_1=0,02$ м; $\rho_1=1800$ кг/м³;
- 2 – основной конструктивный слой (кирпичная кладка) $\delta_2=0,38$ м; $\rho_2=1800$ кг/м³;
- 3 – теплоизоляционный слой пенополистирол $\delta_3=x$ м; $\rho_3=100$ кг/м³;
- 4 – облицовочный кирпич $\delta_4=0,12$ м; $\rho_4=1300$ кг/м³

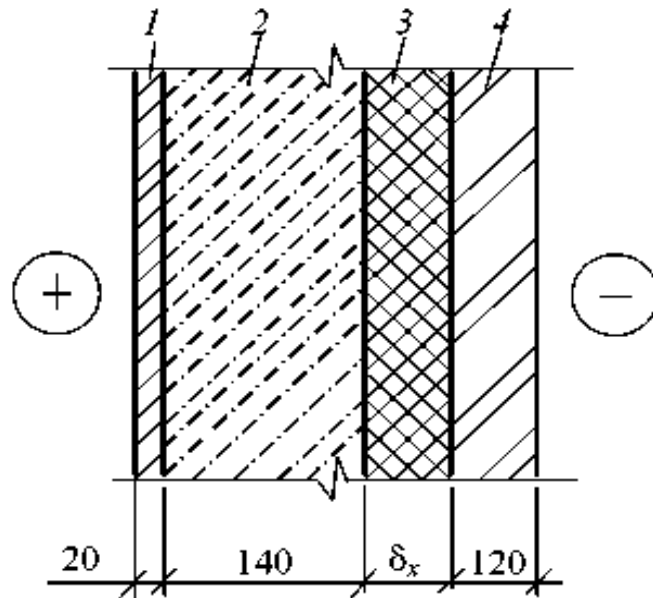


Рис. 2. Вариант 2-й конструкции стены:

1 – внутренняя штукатурка $\delta_1=0,02$ м; $\rho_1=1700$ кг/м³; 2 – плотный силикатный бетон $\delta_2=0,14$ м; $\rho_2=1800$ кг/м³; 3 – теплоизоляционный слой – маты минераловатные прошивные $\delta_3=x$ м; $\rho_3=75$ кг/м³; 4 – облицовочный кирпич $\delta_4=0,12$ м; $\rho_4=1200$ кг/м³

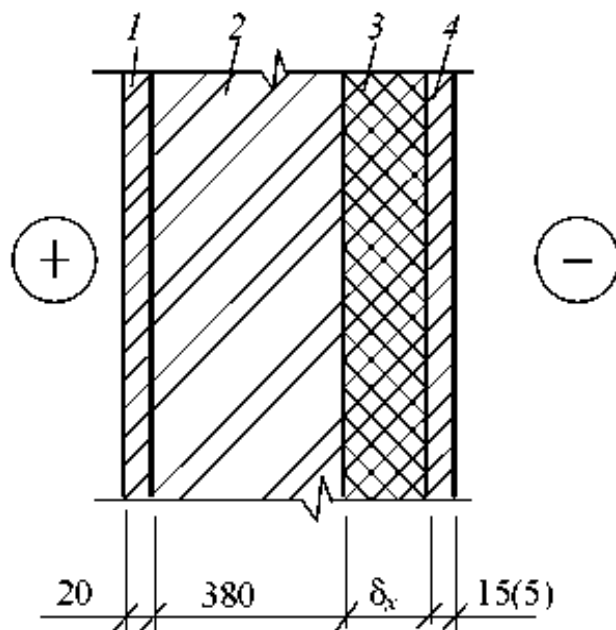


Рис. 3. Вариант 3-й конструкции стены:

1 – внутренняя штукатурка $\delta_1=0,02$ м; $\rho_1=1600$ кг/м³; 2 – кирпичная кладка $\delta_2=0,38$ м; $\rho_2=1000$ кг/м³; 3 – теплоизоляционный слой – ROCK WOOL (плиты) $\delta_3=x$ м; $\rho_3=100$ кг/м³; 4 – наружный отделочный слой (наружная штукатурка) $\delta_4=0,15$ м; $\rho_4=1400$ кг/м³

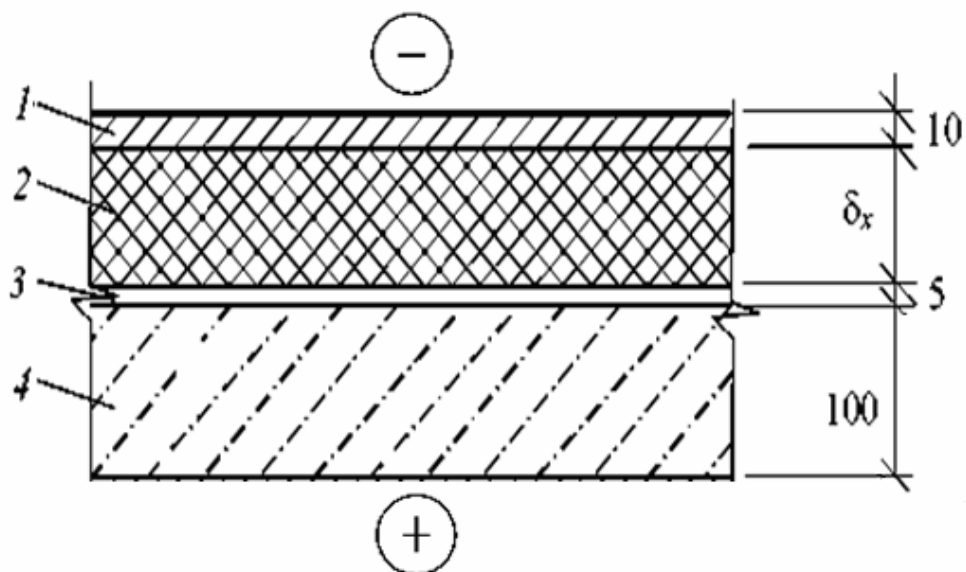


Рис. 4. Вариант 1-й конструкции чердачного перекрытия:
 1 – рубероид $\delta_1=0,04$ м; $\rho_1=600$ кг/м³; 2 – цементно-перлитовый раствор $\delta_2=0,02$ м; $\rho_2=800$ кг/м³; 3 – теплоизоляционный слой $\delta_3=x$ м; $\rho_3=50$ кг/м³;
 4 – железобетонная плита $\delta_4=0,24$ м; $\rho_4=2500$ кг/м³

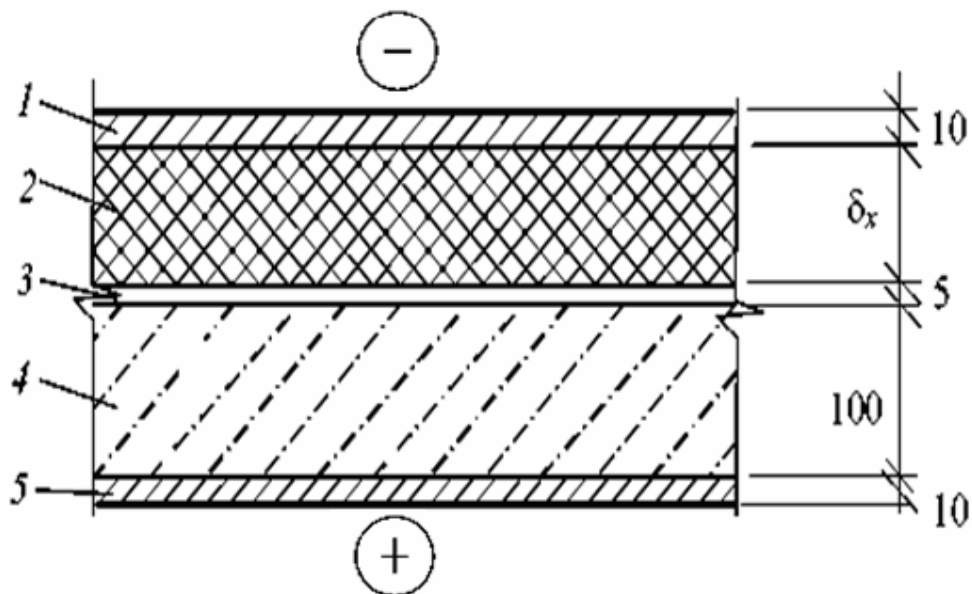


Рис. 5. Вариант 2-й конструкции чердачного перекрытия:
 1 – цементная стяжка $\delta_1=0,02$ м; $\rho_1=1800$ кг/м³; 2 – теплоизоляционный слой $\delta_2=x$ м; $\rho_2=40$ кг/м³; 3 – пароизоляция $\delta_3=0,05$ м; $\rho_3=600$ кг/м³;
 4 – железобетонная плита $\delta_4=0,1$ м; $\rho_4=2500$ кг/м³; 5 – известково-песчанная штукатурка $\delta_5=0,01$ м; $\rho_5=1600$ кг/м³

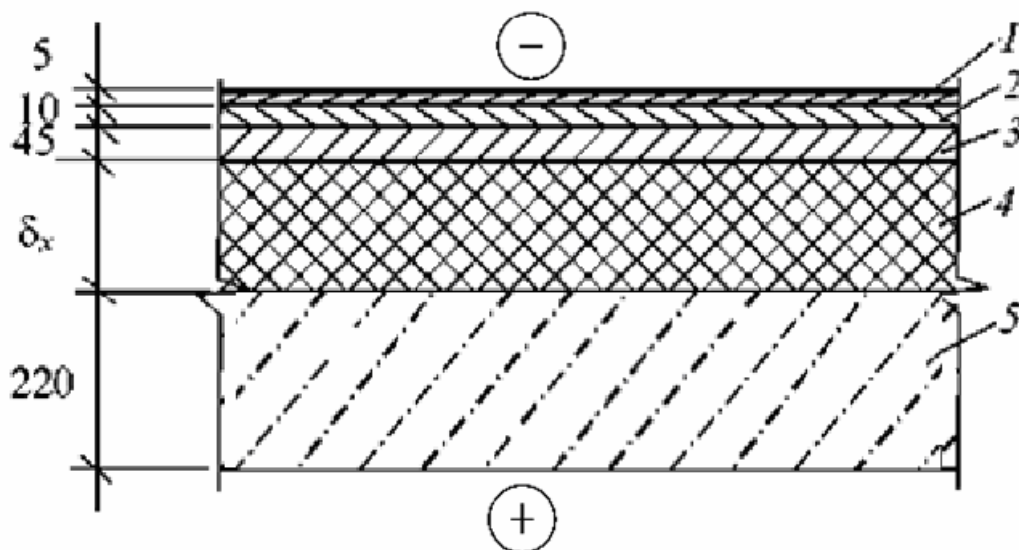


Рис. 6. Вариант 1-й конструкции перекрытия над неотапливаемым подвалом:
 1 – дуб поперек волокон $\delta_1=0,02$ м; $\rho_1=700$ кг/м³; 2 – цементно-перлитовый раствор $\delta_2=0,02$ м; $\rho_2=800$ кг/м³; 3 – пенополиуретан $\delta_3=x$ м; $\rho_3=45-70$ кг/м³;
 4 – пароизоляция $\delta_4=0,01$ м; $\rho_4=600$ кг/м³; 5 — железобетонная плита $\delta_5=0,22$ м; $\rho_5=2500$ кг/м³

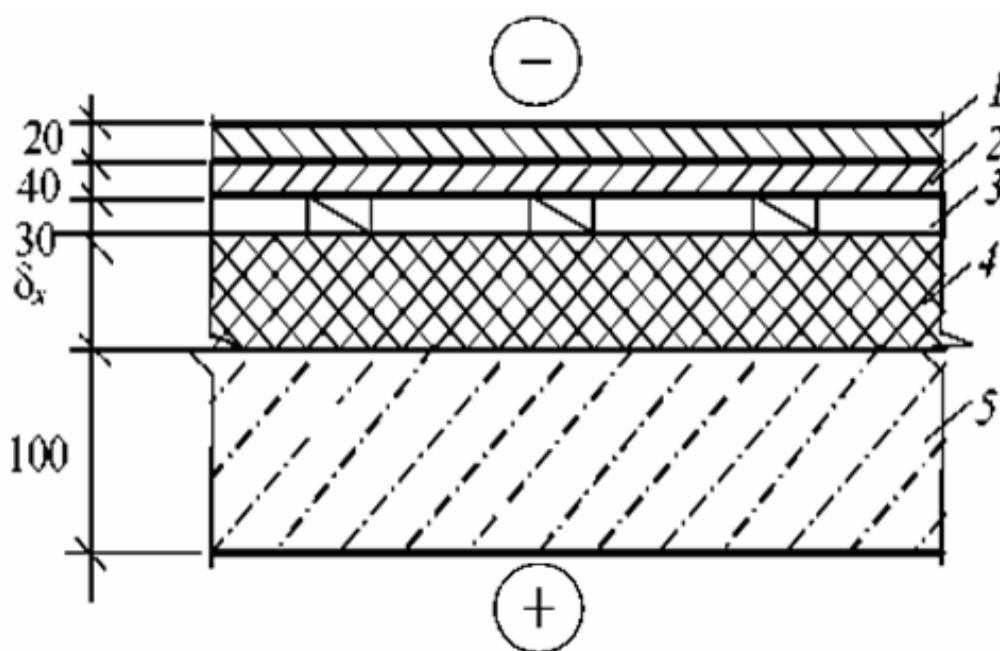


Рис. 7. Вариант 2-й конструкции перекрытия над неотапливаемым подвалом:
 1 – линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе $\delta_1=0,02$ м; $\rho_1=1400$ кг/м³;
 2 – доски $\delta_2=0,04$ м; $\rho_2=500$ кг/м³; 3 – воздушная прослойка $\delta_3=0,03$ м;
 4 – пенопласт (плиты) $\delta_4=x$ м; $\rho_4=40$ кг/м³; 5 — железобетонная плита $\delta_5=0,1$ м; $\rho_5=2500$ кг/м³

3. Определяются нормируемые значения приведенных сопротивлений теплопередаче $R_{пр}$ (м²·°С)/Вт ограждающих конструкций в зависимости от

величины градусо-суток отопительного периода района местоположения здания и пользуясь табл. 2.

Значения $R_{пр}$ для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{пр} = a D_d + b, \quad (2)$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода, ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$), для конкретного населенного пункта;

a и b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным табл. 2, за исключением графы 6, где для интервала до 6000 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$) $a=0,000075$, $b=0,15$;

для интервала 6000–8000 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$) $a=0,00005$, $b=0,3$; для интервала 8000 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$) и более $a=0,000025$, $b=0,5$.

4. Для наружных стен и перекрытий толщина теплоизоляционного слоя ограждения δ_x рассчитывается из условия, что величина фактического приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции R_0 должна быть не менее нормируемого значения $R_{пр}$, вычисленного по формуле (2):

$$R_0 \geq R_{пр}. \quad (3)$$

Раскрывая значение R_0 , получим:

$$\begin{aligned} R_0 &= \frac{1}{\alpha_{в}} + R_1 + R_2 + \dots + R_x + \dots + R_n + R_{в.п} + \frac{1}{\alpha_{н}} = \\ &= \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_x}{\lambda_x} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + R_{в.п} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по СП 50.13330.2012 и равный для стен, полов, гладких потолков $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;

R_1, R_2, \dots, R_n – сопротивления теплопередаче отдельных слоев ограждения, $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

R_x – сопротивление теплопередаче теплоизоляционного слоя в ограждающей конструкции, $(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$;

$R_{в.п}$ – сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки, $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ (табл. 5);

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_x, \dots, \delta_n$ – толщины отдельных слоев конструкции ограждения, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_x, \dots, \lambda_n$ – коэффициенты теплопроводности материалов, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$, в зависимости от влажностных условий эксплуатации ограждения А или Б (прил. 8);

$\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ (табл. 6).

Т а б л и ц а 2

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче
ограждающих конструкций [4]

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо- сутки отопительно го периода $D_d, ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{пр}, \text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$			
		стен	покрытий и пере- крытий над проездами	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей
1	2	3	4	5	6
Жилые, лечебно-про- филактические и дет- ские учреждения, шко- лы, интернаты, гос- тиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8
a	-	0,00035	0,0005	0,00045	*
b	-	1,4	2,2	1,9	*

*Смотри пояснения к формуле (2).

Т а б л и ц а 3

Коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по
отношению к наружному воздуху [4]

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые на- ружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с на- ружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стен- ками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно- климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6

Решая уравнение (4), определяем минимальное значение толщины теплоизоляционного слоя δ_x :

$$\delta_x = \lambda_x \left(R_0 - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \dots - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - R_{в.п} - \frac{1}{\alpha_H} \right). \quad (5)$$

Полученную минимально допустимую из условий тепловой защиты толщину теплоизоляционного слоя δ_x следует округлить в большую сторону до величины, кратной 10 мм, $\delta_x^{\text{факт}}$.

5. Определяется фактическое сопротивление теплопередаче рассчитываемых ограждающих конструкций $R_0^{\text{факт}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, с учетом принятой толщины теплоизоляционного слоя $\delta_x^{\text{факт}}$, м:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + \dots R_x + \dots R_n + R_{\text{В.П}} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (6)$$

где $R_x = \frac{\delta_x^{\text{факт}}}{\lambda_x}$.

Определяется температурный перепад Δt_0 , °C , между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности рассчитываемых ограждающих конструкций по формуле

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_B - t_H)}{R_0^{\text{факт}} \alpha_B}, \quad (7)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, приведенный в табл. 3;

t_B – то же, что и в формуле (1);

t_H – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °C , равная средней температуре наиболее холодный пятидневки обеспеченностью 0,92, принимается по прил. 1;

α_B – то же, что и в формуле (4);

Полученные значения не должны превышать нормируемых величин $\Delta t_{\text{н}}$, °C , представленных в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [4]

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_{\text{н}}$, °C		
	Наружные стены	Покрытия и чердачные перекрытия	Перекрытия над проездами, подвалами и подпольями
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0

6. Вычисляется коэффициент теплопередачи рассчитываемых ограждающих конструкций $k_{\text{огр}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, по формуле

$$k_{\text{огр}} = \frac{1}{R_0^{\text{факт}}}. \quad (8)$$

7. Для наружных дверей вне зависимости от их конструкции приведенное сопротивление теплопередаче $R_{\text{н.д}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, и общий коэффициент теплопередачи $k_{\text{н.д}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, определяется из условий:

$$R_{нд} = \frac{0,6(t_{в} - t_{н})n_{н.с}}{\Delta t_{n(н.с)}\alpha_{в}}; \quad (9)$$

$$k_{н.д} = \frac{1,67\Delta t_{n(н.с)}\alpha_{в}}{(t_{в} - t_{н})n_{н.с}}. \quad (10)$$

8. Для окон и светопрозрачной части балконных дверей приведенное сопротивление теплопередаче определяется по нормируемому значению из табл. 2 с учетом пояснений по численным величинам коэффициентов a и b к формуле (2). Затем по табл. 7 выбирается конструкция заполнения оконного проема и балконных дверей таким образом, чтобы ее сопротивление теплопередаче было больше полученного.

9. Определяется общая толщина ограждающей конструкции как сумма толщин всех ее слоев

$$\delta_{огр} = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n + \delta_{в.п.} \quad (11)$$

10. По результатам теплотехнического расчета и подбора ограждающих конструкций заполняется сводная таблица по прилагаемой форме (табл. 8).

Т а б л и ц а 5

Сопротивление теплопередаче замкнутых воздушных прослоек [2]

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $R_{в.п.}$, ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт			
	Горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		Горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Т а б л и ц а 6

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий [2]

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент $\alpha_{н.}$, Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$)
1. Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3. Перекрытия чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Т а б л и ц а 7

Приведенное сопротивление теплопередаче рекомендуемых
окон и балконных дверей [7]

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, (m^2 \cdot ^\circ C) / Wt$		
	из обычного стекла	с селективным покрытием	
		твердым	мягким
1	2	3	4
Двойное остекление в стальных раздельных переплетах	0,34	-	-
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	0,55	-
Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44	0,57	-
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,60	-
Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете	0,38	0,51	0,56
Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете с межстекольным расстоянием 8 мм	0,51	-	-
Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете с межстекольным расстоянием 12 мм	0,54	0,58	0,68
Стекло и однокамерный стеклопакет в раздельных переплетах	0,56	0,65	0,72
Стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах	0,68	0,74	0,81
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	-	-
Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах	0,74	-	-
Четыре стекла в двух спаренных переплетах	0,80	-	-

Т а б л и ц а 8

Результаты теплотехнического расчета наружных ограждений здания

Наименование ограждения	Условное обозначение	Общая толщина ограждения $\delta_{огр}, M$	$R_o^{факт}, (m^2 \cdot ^\circ C) / Wt$	$k_{огр}, Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$
Наружная стена	НС			
Чердачное перекрытие	Пт			
Перекрытие над подвалом	Пл			
Окно	ОК	-		
Наружная дверь	НД	-		

3. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯМИ ЗДАНИЯ

Определение потерь теплоты помещениями здания производится в соответствии с положениями СП 60.13330.2012.

Теплопотери помещений, учитываемые при проектировании систем отопления, состоят из основных и добавочных.

Исходные и полученные в ходе расчета потерь теплоты данные заносятся в таблицу (см. форму табл. 10), при заполнении которой следует руководствоваться следующими указаниями.

Графа 1 – «Номер помещения, его назначение». Все помещения здания, имеющие наружные стены, на планах следует пронумеровать трехзначными числами, начиная с 101 – на первом этаже, с 201 – на втором и т.д. Помещения нумеруются слева направо. Номера проставляют на чертежах в центре помещения в одинарном кружке.

Графа 2 – «Температура внутреннего воздуха t_v , °С». Принимается по табл. 9. В угловых помещениях температура внутреннего воздуха принимается на 2 °С выше, чем в неугловых.

Графа 3 – «Наружная ограждающая конструкция. Обозначение».

Приняты следующие обозначения наружных ограждающих конструкций:

НС – наружная стена; Пл – перекрытие над неотапливаемым подвалом;

Пт – чердачное перекрытие; ОК – окно; НД – наружные входные двери.

Графа 4 – «Наружная ограждающая конструкция. Ориентация по сторонам света». Заполняется для вертикальных конструкций в соответствии с заданием.

Графа 5 – «Наружная ограждающая конструкция. Размеры $a \times b$, м». Принимаются по заданию и планам здания с учетом правил обмера площадей см.рис. 8:

- высота наружных стен первого этажа при неотапливаемом подвале – от уровня нижней поверхности перекрытия над подвалом до уровня чистого пола второго этажа;

- высота наружных стен промежуточного этажа – между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей, а верхнего этажа от уровня чистого пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия;

- длина наружных стен в угловых помещениях – от кромки наружного угла до геометрических осей внутренних стен, а в неугловых между осями внутренних стен;

- габаритные размеры окон и дверей – по наименьшим размерам строительных проемов в свету;

- габаритные размеры полов над подвалами и потолков (чердачное перекрытие) в угловых помещениях – по размерам от внутренней по-

верхности наружных стен до осей противоположных стен, а в неугловых – между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружной стены до оси противоположной стены.

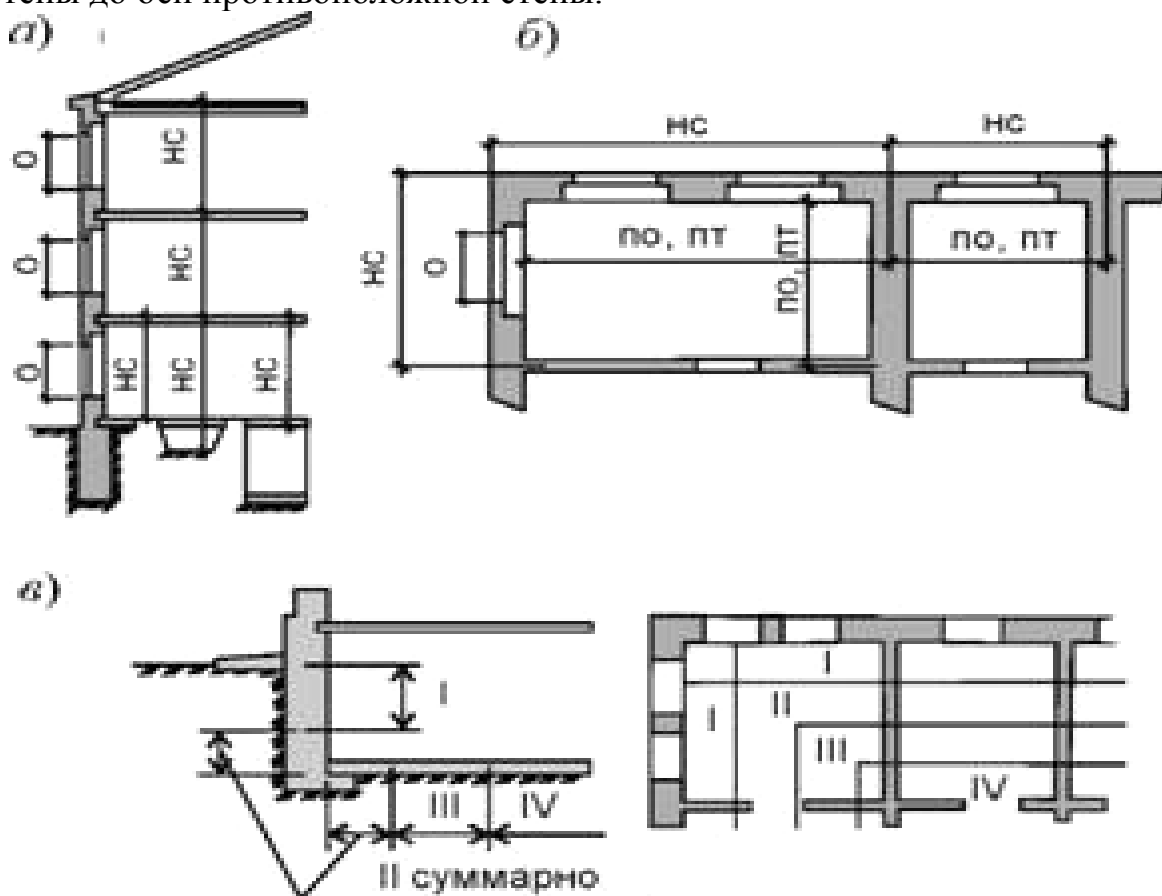


Рис. 8. Правило обмера ограждающих конструкций

Линейные размеры ограждающих конструкций принимаются с точностью до 0,1 м.

Графа 6 – «Наружная ограждающая конструкция. Площадь A , м²».

Подсчитывается с точностью до 0,1 м².

Графа 7 – «Разность температур ($t_b - t_n$), °С».

Графа 8 – «Поправочный коэффициент n », принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [СП 50.13330.2012] см. табл.3.

Графа 9 – «Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций k , Вт/(м²·°С)». Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций k принимается по результатам теплотехнического расчета (см. табл. 8). Определение площади наружной стены с окном может быть произведено по габаритным размерам стены без вычета площади окон. В качестве расчетного коэффициента теплопередачи окна следует принимать: $k_{ок} - k_{н.с.}$

Графа 10 – «Добавочные потери теплоты β на ориентацию ограждения». Следует принимать в долях от основных потерь теплоты в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные

(вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на Север, Восток, Северо-Восток и Северо-Запад – в размере 0,1; на Юго-Восток и Запад – в размере 0,05. Ориентация фасада выбирается по прил. 7.

Графа 11 – «Добавочные потери теплоты β на поступление холодного воздуха через наружные двери». Добавка к потерям теплоты на поступление холодного воздуха при открывании наружных дверей, при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, в размере:

0,2 H – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 H – для двойных дверей с тамбурами между ними;

0,34 H – для двойных дверей без тамбура;

0,22 H – для одинарных дверей.

Графа 12 – «Множитель для учета дополнительных потерь теплоты $(1+\Sigma\beta)$ ».

Графа 13 – «Потери теплоты через ограждающие конструкции $Q_{огр}$, Вт». Определяются по формуле

$$Q_{огр} = A(t_v - t_n) \cdot (1 + \Sigma\beta)nk. \quad (12)$$

Графа 14 – «Потери теплоты помещением через ограждающие конструкции $\Sigma Q_{огр}$, Вт». Определяются как сумма потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции данного помещения.

Графа 15 – «Потери теплоты на нагревание инфильтрующегося через ограждающие конструкции наружного воздуха $Q_{инф}$, Вт». В результате действия теплового и ветрового давления через поры и не плотности в наружных ограждениях происходит просачивание холодного наружного воздуха внутрь помещения (инфильтрация). Рассчитываются по формуле

$$Q_{и} = 0,28 \cdot L \cdot \rho_n \cdot C \cdot (t_v - t_n), \quad (13)$$

где L – расход удаляемого воздуха, м³/г, принимаемый для жилых зданий равным 3 м³/г на 1 м² площади жилых помещений и кухни;

ρ_n – плотность наружного воздуха, кг/м³, определяемая из выражения

$$\rho_n = \frac{353}{273 + t_n};$$

C – удельная теплоемкость воздуха, 1 кДж/(кг·°С).

Графа 16 – «Бытовые тепlopоступления $Q_{быт}$, Вт». Количество теплоты, которое выделяется в процессе жизнедеятельности в комнатах и кухнях жилых домов, следует принимать не менее чем 10 Вт на 1 м² площади пола помещения [СП 50.13330.2012, пункт Г.5].

Графа 17 – «Полные потери теплоты помещения $Q_{пом}$, Вт». Определяются по формуле

$$Q_{пом} = \Sigma Q_{огр} + Q_{инф} - Q_{быт}. \quad (14)$$

Результат должен быть округлен до 10 Вт.

Потери теплоты помещениями всего здания $Q_{зд}$, Вт, равны

$$Q_{зд} = \Sigma Q_{пом}. \quad (15)$$

Т а б л и ц а 9

Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{в}$, °С [6]

Наименование помещения	Температура воздуха, $t_{в}$, °С
Жилая не угловая комната с $t_{н} > -31^{\circ}\text{C}$	20
Жилая не угловая комната с $t_{н} \leq -31^{\circ}\text{C}$	21
Кухня	19
Туалет	19
Ванная, совмещенный санузел	24
Лестничная клетка	16

Таблица 10

Результат расчета теплопотерь

1 Номер помещения и его назначение 101 Жилая комната	2 Температура внутреннего воздуха t_b , °C		3 Условное обозначение				7 Разность температур $t_b - t_n$, °C	8 Поправочный коэффициент n	9 Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k , Вт/(м ² ·°C)	10 На ориентацию ограждения	11 На поступление холодного воздуха через наружные двери	12 Множитель для учета дополнительных потерь теплоты $(1 + \sum \beta)$	13 Потери теплоты через ограждающие конструкции $Q_{отр}$, Вт	14 Потери теплоты помещением через ограждающие конструкции $\sum Q_{отр}$, Вт	15 Потери теплоты на нагревание инфильтрующегося через ограждающие конструкции наружного воздуха $Q_{инф}$, Вт	16 Бытовые теплопотупления $Q_{быт}$, Вт	17 Полные потери помещения $Q_{пом}$, Вт		
	Наружная ограждающая конструкция		4 Ориентация по сторонам света		5 Размеры $a \times b$, м													6 Площадь A	
			НС																
			НС																
			ОК																
			ОК																
			Пл																

4. ХАРАКТЕРИСТИКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Конструирование системы отопления производится в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

В здании необходимо запроектировать систему водяного отопления по заданному варианту (см. прил. 7) с расчетными температурами теплоносителя $t_r = 90^\circ\text{C}$ и $t_o = 70^\circ\text{C}$.

Классификация систем водяного отопления проводится по следующим основным признакам.

По схеме подключения отопительных приборов к стояку системы отопления подразделяют на двухтрубные (рис. 9), в которых горячая вода поступает в отопительный прибор по одним подающим стоякам, а охлажденная отводится по другим, и однотрубные (рис. 10), в которых горячая вода подводится к приборам и охлажденная вода отводится от них по одному стояку.

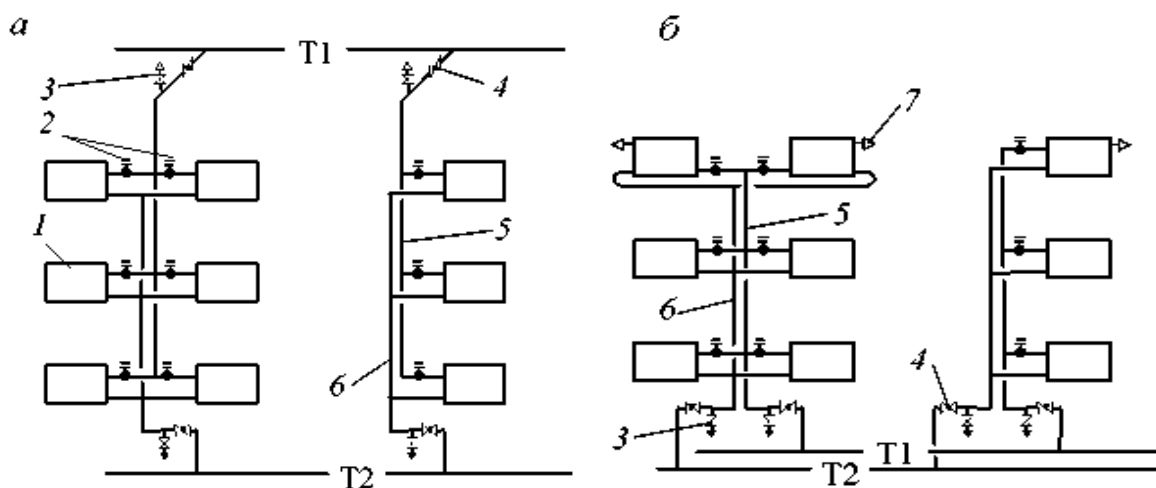


Рис. 9. Двухтрубная система водяного отопления:
а — с верхней разводкой; б — с нижней разводкой; Т1 — подающая магистраль;
Т2 — обратная магистраль; 1 — отопительный прибор; 2 — кран двойной
регулировки; 3 — краны для впуска воздуха (верхние) и для спуска воды
(нижние); 4 — проходные краны или вентили; 5 — подающий стояк;
6 — обратный стояк; 7 — воздушный кран

По месту расположения магистральных трубопроводов горячей и охлажденной воды системы отопления классифицируют с верхней разводкой, при прокладке подающей магистрали выше отопительных приборов (см. рис. 9, а и 10, а) и с нижней разводкой, при расположении обеих магистралей ниже приборов (см. рис. 9, б и 10, б).

По направлению движения воды в подающей и обратной магистралях системы отопления бывают с тупиковым (в противоположных направлениях) и попутным (в одном направлении) движением воды в магистралях (рис. 11).

Конструирование системы отопления начинается с расстановки на поэтажных планах отопительных приборов. Отопительные приборы следует размещать под световыми проемами в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки. Желательно, чтобы длина прибора составляла не менее 50 % длины оконного проема.

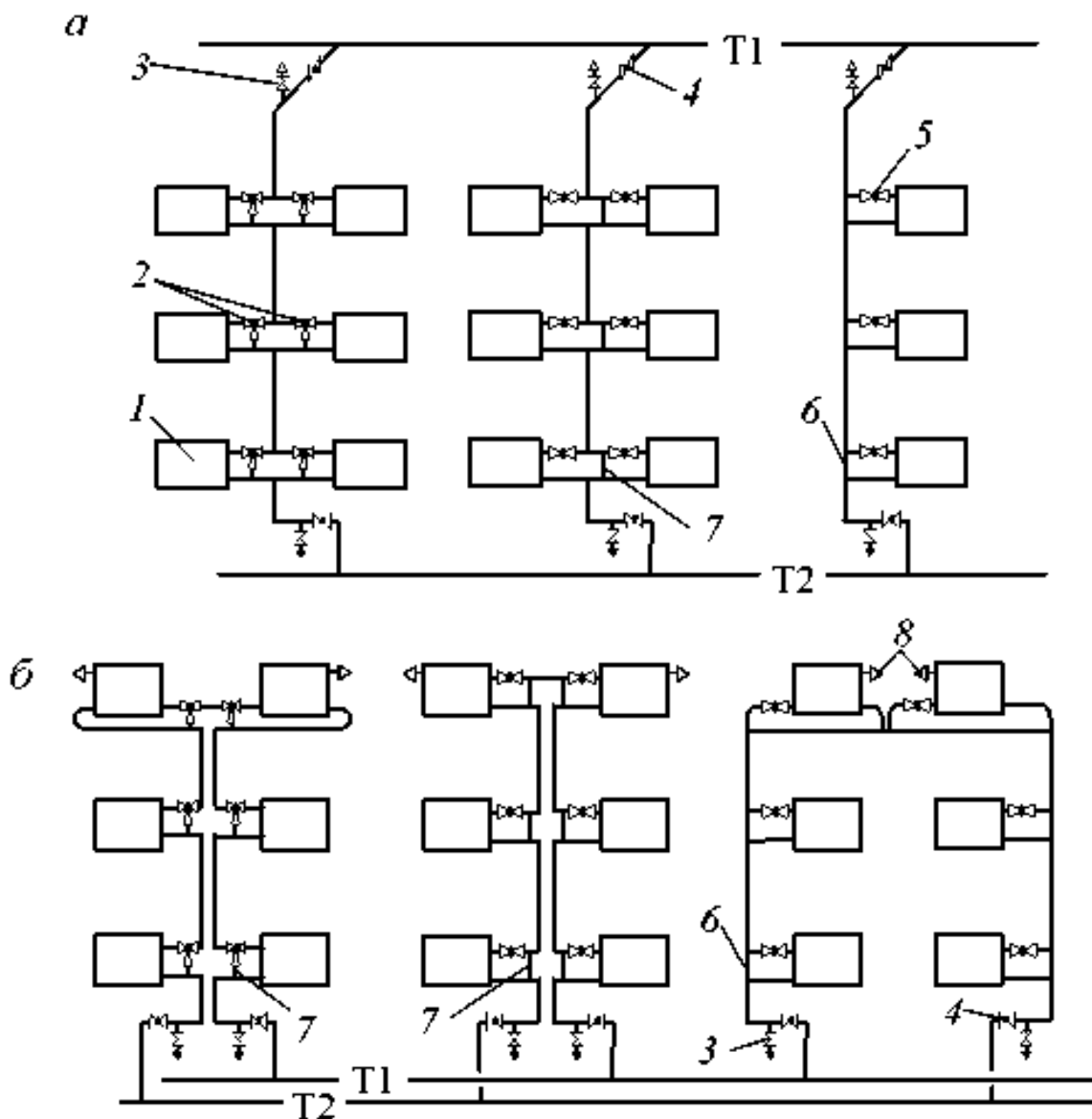


Рис. 10. Однотрубная система водяного отопления:
а — с верхней разводкой; *б* — с нижней разводкой; Т1 — подающая магистраль;
 Т2 — обратная магистраль; 1 — отопительный прибор; 2 — кран трехходовой;
 3 — краны для выпуска воздуха (верхние) и для спуска воды (нижние);
 4 — проходные краны или вентили; 5 — кран проходной; 6 — осевой замыкающий
 участок; 7 — смещенный замыкающий участок; 8 — воздушный кран

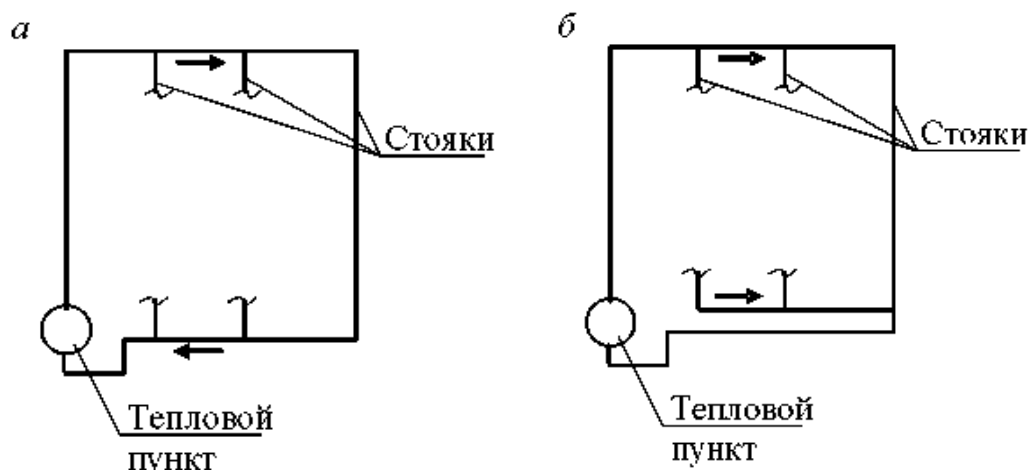


Рис. 11. Системы отопления:
а – с тупиковым; б – с попутным движением воды в магистралях

В лестничных клетках многоэтажных зданий (до 12 этажей) отопительные приборы располагают внизу за пределами входного тамбура, применяя высокие конвекторы. В малоэтажных зданиях используют отопительные приборы того же типа, который принят для отопления основных помещений. Располагают их так, чтобы не сокращать ширину маршей, не образовывать выступы плоскости стен на уровне движения людей.

Присоединение отопительных приборов к теплопроводам может осуществляться по трем схемам (рис. 12). Наиболее эффективна схема сверху–вниз, при которой плотность теплового потока отопительного прибора всегда выше за счет более равномерной и высокой температуры поверхности прибора, чем при схеме снизу–вниз и особенно снизу–вверх.

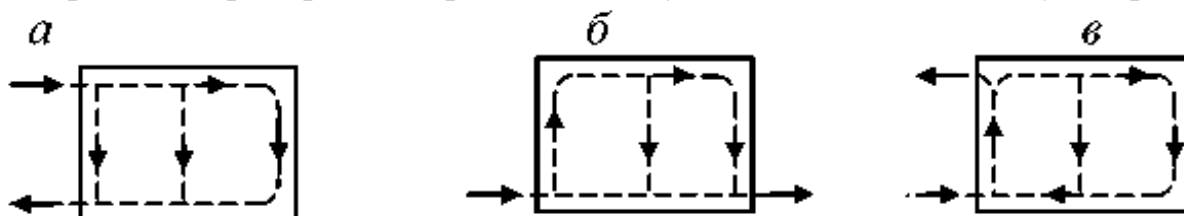


Рис. 12. Схемы подачи и отвода воды из отопительных приборов:
а – сверху–вниз; б – снизу–вниз; в – снизу–вверх

В двух- и однотрубных системах с верхней разводкой наиболее целесообразно размещать приборы по отношению к стоякам таким образом, чтобы каждый стояк имел двустороннюю нагрузку (см. рис. 9, а и 10, а, левые части систем). На практике чаще используется одностороннее присоединение, позволяющее унифицировать узел «обвязки» прибора, что важно для зданий массового строительства. Присоединение приборов по схеме снизу–вниз чаще всего осуществляется на верхнем этаже при вертикальных системах с нижней разводкой (см. рис. 9, б и 10, б). Присоеди-

нение приборов по схеме снизу–вверх применяется в системах отопления с нижней разводкой (см. рис. 10, б).

К стоякам, питающим приборы лестничных клеток, нельзя присоединять приборы других помещений. Питание приборов лестничных клеток осуществляется по однотрубной проточной схеме.

В жилых зданиях отопительные приборы оборудуются запорно-регулирующей арматурой, позволяющей осуществлять монтажную и эксплуатационную регулировку. У приборов лестничных клеток запорно-регулирующая арматура не ставится.

На подводках к отопительным приборам устанавливают следующую запорно-регулирующую арматуру: в однотрубной системе – регулирующие краны (только для эксплуатационного регулирования), имеющие пониженный (до 5) коэффициент местного сопротивления (ручные краны – проходные и трехходовые, автоматические краны); в двухтрубной системе – регулирующие краны (для пуско-наладочного и эксплуатационного регулирования), имеющие повышенный коэффициент местного сопротивления (ручные краны двойного регулирования, краны ручные проходные с дросселирующим устройством, автоматические краны). Регулирующие краны у отопительных приборов не устанавливают в местах, где может замерзнуть циркулирующая вода. Это относится к приборам, устанавливаемым при входе в здание, в лестничные клетки, у ворот, у загрузочных наружных проемов и т.д.

Арматуру на стояках в малоэтажных (от одного до трех этажей) зданиях не ставят (рис. 13, а).

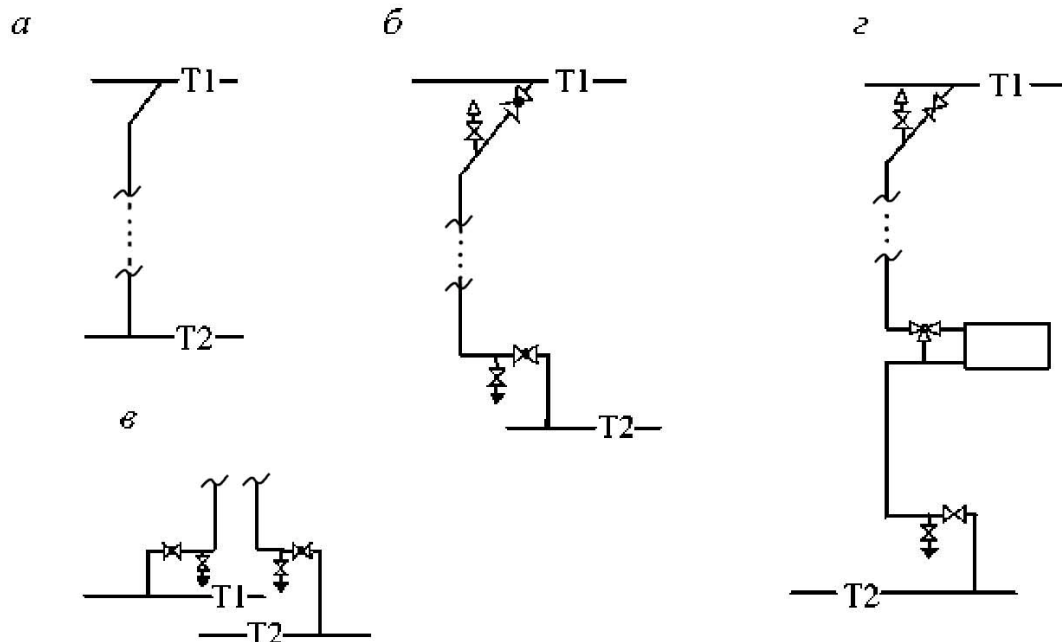


Рис. 13. Схемы присоединения стояков к магистралям систем отопления двух-, трехэтажных зданий (а), четырех-, семиэтажных при верхней разводке (б) и при нижней разводке (в), восьмиэтажных и более высоких зданий (г)

В четырех-, семиэтажных зданиях на стояках устанавливают проходные пробочные краны (рис. 13, б, в), вместо спускных кранов можно применять тройники или муфты с пробками для выпуска воздуха и воды.

В зданиях, имеющих восемь и более этажей (рис. 13, г), обязательна установка спускных кранов (вместо тройников с пробками); проходные краны заменяют вентилями также и при гидростатическом давлении, превышающем 0,6 МПа.

На стояках в лестничных клетках запорные краны устанавливают независимо от числа этажей.

Компенсация теплового удлинения стояков в малоэтажных зданиях обеспечивается естественными их изгибами в местах присоединения к подающим магистралям (см. рис. 13, а). В более высоких четырех-, семиэтажных зданиях стояки изгибают не только в местах присоединения к подающей, но и к обратной магистрали (см. рис. 13, б, в).

В зданиях, имеющих более семи этажей, таких изгибов труб недостаточно, и для компенсации удлинения средней части стояков применяют дополнительные изгибы труб с отнесом отопительных приборов от оси стояка (см. рис. 13, г).

Размещение магистральных трубопроводов зависит от назначения и ширины здания, вида системы отопления.

В гражданских зданиях шириной до 9 м магистрали можно прокладывать вдоль их продольной оси (рис. 14, а). В гражданских зданиях шириной более 9 м предусматривают прокладку магистралей, обеспечивающую разделение системы отопления на две пофасадные части. При этом не только сокращается протяженность труб, но и становится возможным эксплуатационное регулирование теплоотдачи отдельно для каждой стороны здания – пофасадное регулирование.

Магистрали систем отопления жилых зданий размещают, как правило, в чердачных и технических помещениях. В чердачных помещениях магистрали располагают на расстоянии 1...1,5 м от наружных стен (рис. 14, б, в) для удобства монтажа и ремонта, а также для обеспечения компенсации теплового удлинения стояков. В подвальных помещениях, в технических этажах магистрали для экономии места укрепляют на стенах на высоте 0,3...0,5 м ниже потолка. Магистральные трубопроводы теплоизолируются.

Арматуру на магистралях необходимо устанавливать для отключения отдельных частей системы отопления. В качестве такой арматуры используют муфтовые проходные краны и вентили, а также фланцевые задвижки на трубах крупного калибра ($d_y \geq 42$ мм). В пониженных местах на магистралях устанавливают спускные краны, в повышенных местах водяных магистралей – воздушные краны или воздухоотборники.

При размещении магистралей предусматривают свободный доступ к ним для осмотра, ремонта и замены. Уклон магистралей следует принимать не менее 0,002.

В насосной системе с верхней разводкой для перемещения пузырьков воздуха к воздухоотборникам уклон магистралей рекомендуется делать против направления движения воды (рис. 15).

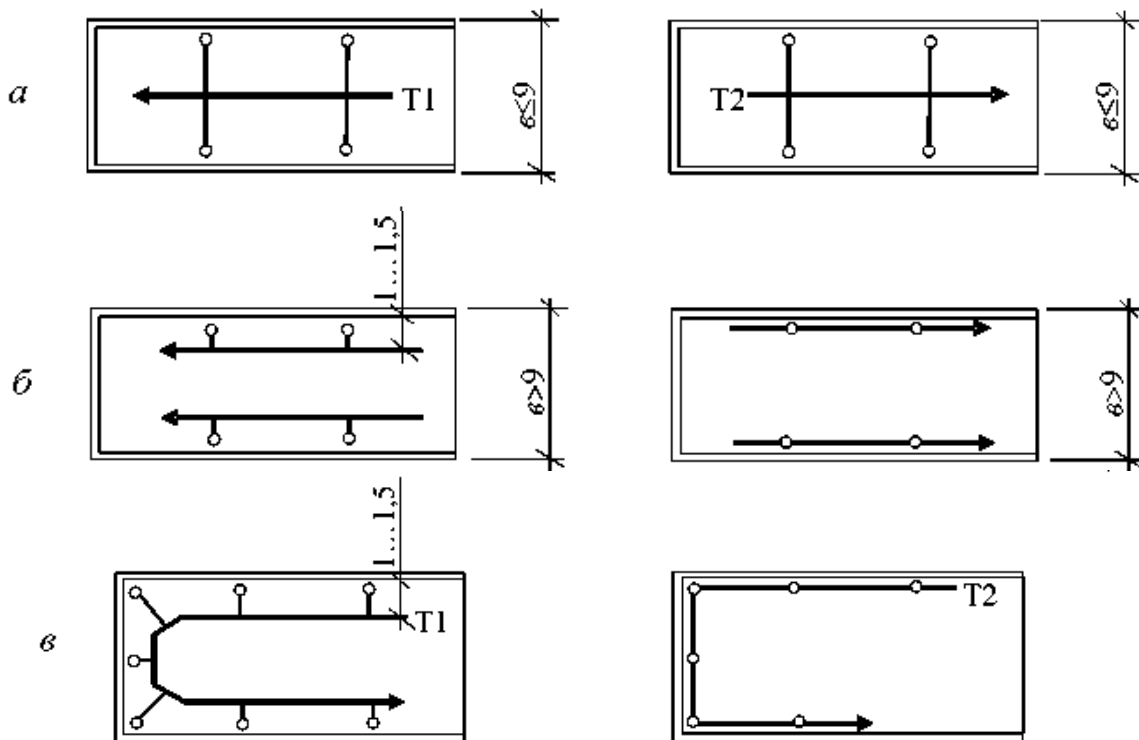


Рис. 14. Размещение магистралей систем отопления в чердачных (слева), подвальных (справа) помещениях зданий шириной 9 м (а), шириной более 9 м при тупиковом (б) и попутном (в) движении теплоносителя в трубах

В стояках насосной однетрубной системы с нижней разводкой рекомендуется скорость движения воды не менее 0,25...0,3 м/с для уноса пузырьков воздуха. Воздушные краны, устанавливаемые на отопительных приборах (рис. 16), предназначены для использования при проведении пуско-наладочных и ремонтных работ.

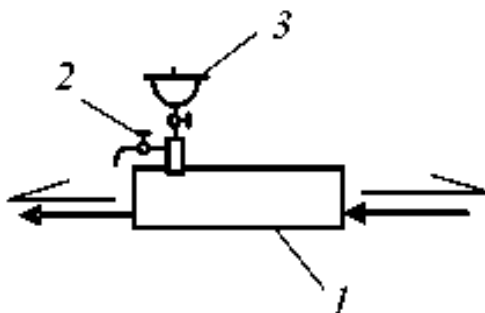


Рис. 15. Способ удаления воздушных скоплений из систем водяного отопления с верхней разводкой:
1 – горизонтальный проточный воздухоотборник; 2 – спускной кран; 3 – автоматический воздухоотводчик

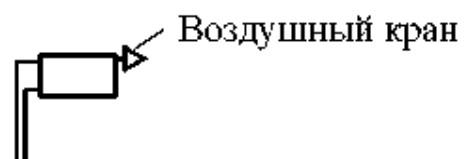


Рис. 16. Способ удаления воздушных скоплений из отопительного прибора верхнего этажа в системах водяного отопления с нижней разводкой

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В курсовой работе гидравлический расчет трубопроводов центральной системы водяного отопления сводится к определению экономичных сечений участков трубопроводов основного циркуляционного кольца, обеспечивающих при определенном перепаде давления подачу необходимого количества теплоносителя ко всем отопительным приборам.

Гидравлический расчет выполняют по схеме системы отопления (фронтальная изометрическая проекция), вычерчиваемой в курсовой работе в масштабе 1:100.

На схеме системы отопления показывают основное циркуляционное кольцо, на котором вычерчивают расчетный стояк вместе с отопительными приборами. Показ остальных циркуляционных колец ограничивают разводкой магистралей и ответвлений к стоякам. Кроме того, на схеме необходимо показать запорно-регулирующую арматуру (вентили, задвижки, тройники с пробкой и т. п.), воздухоотборники, уклоны трубопроводов, присоединение магистралей системы водяного отопления к котлу.

Основное циркуляционное кольцо необходимо разделить на расчетные участки. Участок – это часть теплопровода с неизменным расходом теплоносителя, проходящего по нему. Расчетные участки нумеруются по направлению движения теплоносителя, начиная от источника теплоснабжения. Рекомендуется нумерация участков одной цифрой, например, 1, 2, 3 и т. д. Напротив участка указываются его теплотери $Q_{уч}$, Вт, длина $l_{уч}$, м, и диаметр $d_{уч}$, мм (после расчета). Примеры разбивки схем систем отопления на участки приведены на рис. 17 и 18.

Гидравлический расчет рекомендуется вести методом удельных линейных потерь давления на трение по длине трубопроводов. Последовательность расчета заносится в таблицу по форме табл. 14.

1. Выявляется тепловая нагрузка на всех расчетных участках основного циркуляционного кольца $Q_{уч}$, Вт. Тепловая нагрузка магистральных участков определяется как сумма тепловых нагрузок стояков, к которым по этому участку подводится теплоноситель.

2. По чертежам (планам и схеме системы отопления) измеряются длины расчетных участков $l_{уч}$, м).

3. Вычисляется расход воды на участках $G_{уч}$, кг/ч:

$$G_{уч} = \frac{3,6 \cdot Q_{уч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{C_p (t_r - t_o)}, \quad (16)$$

где $Q_{уч}$ – тепловая нагрузка на расчетном участке, Вт;

β_1, β_2 – коэффициенты, принимаемые по табл. 16, 17;

C_p – удельная теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/(кг·°С);

t_r и t_o – параметры теплоносителя в системе отопления, кг·°С;

4. Вычисляется средняя величина удельной потери давления на трение (удельное сопротивление) $R_{\text{ср}}$, Па/м:

$$R_{\text{ср}} = \frac{m \cdot \Delta p_p}{\sum l}, \quad (17)$$

где m – коэффициент, принимаемый для однотрубной системы отопления 0,65, для двухтрубной – 0,5;

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

Δp_p – расчетное давление в системе отопления, Па.

5. С помощью таблиц гидравлического расчета (см. прил. 3) при известных значениях $R_{\text{ср}}$ и $G_{\text{уч}}$ находятся ближайший по стандарту диаметр трубопровода $d_{\text{уч}}$, фактические значения удельного сопротивления $R_{\text{уч}}$, скорость движения воды $w_{\text{уч}}$.

6. По схеме системы отопления находятся местные сопротивления на каждом участке основного циркуляционного кольца. При этом местные сопротивления (крестовины и тройники), расположенные на границе двух участков, следует отнести к участкам с меньшим расходом воды. По табл. 11 определяются величины коэффициентов местных сопротивлений и их сумма – $\sum \zeta_{\text{уч}}$. Местные сопротивления этажеузлов однотрубных систем водяного отопления с верхней и нижней разводкой приведены в табл. 12.

Вид местных сопротивлений и величины ζ по каждому участку должны быть занесены в таблицу, форма которой и примеры заполнения представлены в табл. 13.

7. Рассчитываются потери давления на трение по длине участка $(R \cdot l)_{\text{уч}}$, Па, и в местных сопротивлениях $Z_{\text{уч}}$ (см. прил. 4), Па, а затем находятся полные потери давления на каждом участке $(R \cdot l + Z)_{\text{уч}}$ и суммарные потери по всей длине основного циркуляционного кольца $\sum (R \cdot l + Z)_{\text{уч}}$.

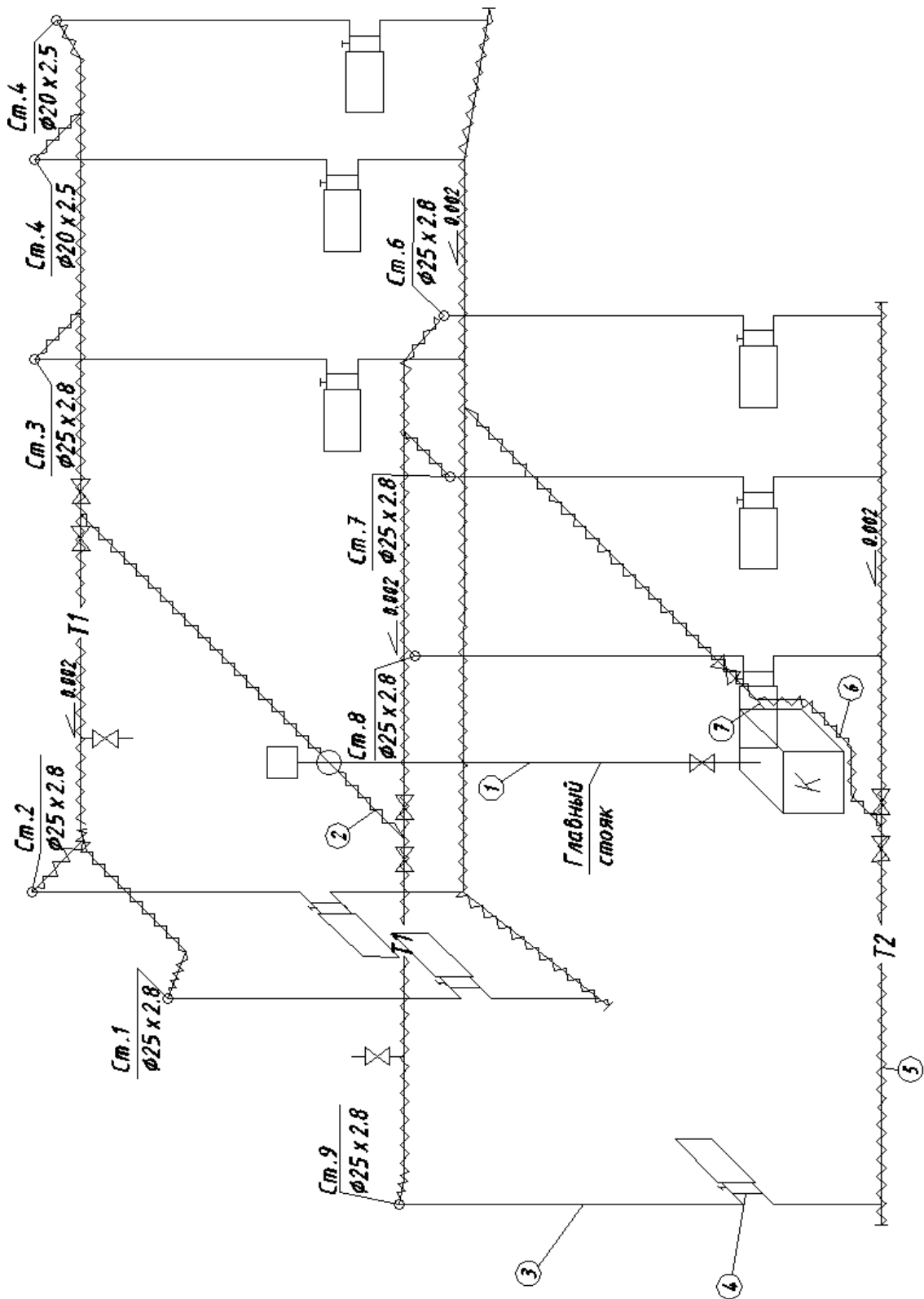


Рис. 17. Схема однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой с тупиковым движением теплоносителя

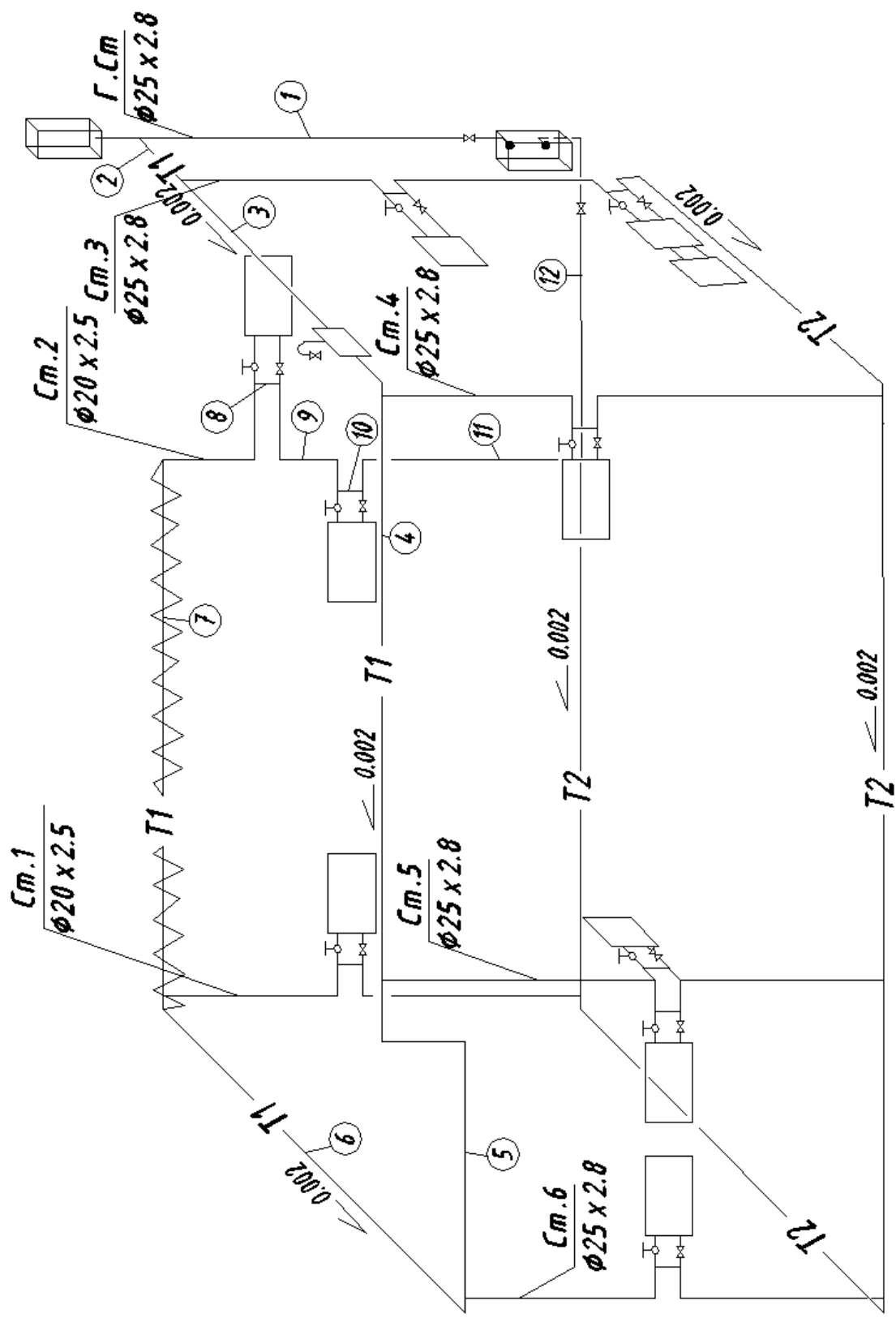


Рис. 18 Схема однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой с попутным движением теплоносителя

Таблица 11

Коэффициенты местных сопротивлений ζ [9]


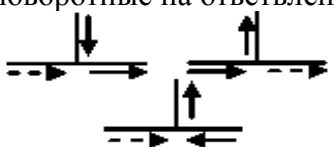
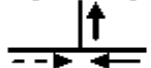
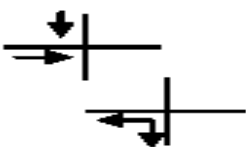
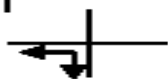
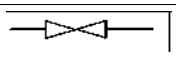
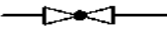

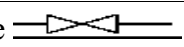
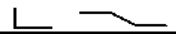



Местное сопротивление	Значение ζ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50
Радиатор секционный	2	2	2	2	2	2	2
Радиатор стальной панельный	0,3	0,6	2	5,3	-	-	-
Конвектор «Универсал»	0,7	1,6	5,4	14,4	-	-	-
Тройники: проходные 	1	1	1	1	1	1	1
поворотные на ответвление 	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке 	3	3	3	3	3	3	3
Крестовины: проходные 	2	2	2	2	2	2	2
поворотные 	3	3	3	3	3	3	3
Вентили обыкновенные 	20	16	10	9	9	8	7
Краны пробковые проходные 	5	4	2	2	2	-	-
Краны двойной регулировки с цилиндрической пробкой 	5	4	2	2	2	-	-
Задвижки параллельные 	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы 90° и утка 	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
Отводы 135° 	1	0,75	0,75	0,5	0,5	0,25	0,25
Скобы 	4	3	2	2	2	2	2
Воздухосборник 	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Таблица 12

Коэффициенты местных сопротивлений этажеузлов отопительных приборов однотрубных систем [8]

Эскиз	Диаметры труб, мм				Эскиз	Диаметры труб, мм			
	d_1	d_2	d_3	ζ		d_1	d_2	d_3	ζ
	15	15	15	6		15	15	20	1,2
	20	15	15	8		20	15	20	1,9
	25	20	15	9,3		25	20	20	2
	20	15	20	5,1		32	25	20	2,6
	25	20	20	6,5					
	15	15	15	2,8		15	15	20	1,2
	20	15	15	4,6		20	15	20	2,9
	20	15	20	2,6		25	20	20	2,1
	25	20	15	6,1					
				4,5					6,5
	15	15	15	10,2		15	15	15	5,1
	20	20	20	7,8		15	15	20	6,7
	25	25	20	15,7		20	15	20	6,4
						25	15	20	11
	15	15	20	1		15	15	15	12,8
	20	15	20	6,1		20	20	20	9,6
	25	20	20	7		25	25	20	28

Таблица 13

Пример заполнения таблицы для определения суммы коэффициентов местных сопротивлений на участках

Номер участка	Диаметр $d_{\text{уч}}$, мм	Местное сопротивление	Местное сопротивление ζ	$\Sigma\zeta_{\text{уч}}$
К схеме на рис. 17				
1	40	Вентиль обыкновенный	9,0	9,0
2	32	Тройник на ответвление	1,5	1,5
и т. д.				

Таблица 14

Ведомость гидравлического расчета

Данные по схеме				Принято						Потери давления на участке $R \cdot l + Z$, Па
Номер участка	Тепловая нагрузка на участке $Q_{\text{уч}}$, Вт	Расход воды на участке $G_{\text{уч}}$, м	Длина участка $l_{\text{уч}}$, м	Диаметр трубопровода $d_{\text{уч}}$, мм	Скорость воды на участке $w_{\text{уч}}$, м/с	Удельные потери давления на трение $R_{\text{уч}}$, Па/м	Потери давления на трение $R_{\text{уч}} \cdot l_{\text{уч}}$, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$	Потери давления на местные сопротивления $Z_{\text{уч}}$, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1										
2										
и т.д.										
			$\Sigma l_{\text{уч}}$				$\Sigma(R \cdot l)_{\text{уч}}$	$\Sigma Z_{\text{уч}}$	$\Sigma(R + Z)_{\text{уч}}$	

8. Проверяется правильность гидравлического расчета из условия:

$$0,9 \cdot \Delta p_p \geq \Sigma(R \cdot l + Z)_{\text{уч}}, \quad (18)$$

и если оно выполнено, то невязка должна составить:

- при тупиковой разводке системы водяного отопления

$$\Delta = \frac{0,9 \cdot \Delta p_p - \Sigma(R \cdot l + Z)_{\text{уч}}}{0,9 \cdot \Delta p_p} \cdot 100 \leq 15 \% ; \quad (19)$$

- при попутном движении теплоносителя в системе водяного отопления

$$\Delta = \frac{0,9 \cdot \Delta p_p - \Sigma(R \cdot l + Z)_{\text{уч}}}{0,9 \cdot \Delta p_p} \cdot 100 \leq 5 \% . \quad (20)$$

При невыполнении указанных условий на отдельных участках следует соответственно увеличить или уменьшить диаметр трубопровода и произвести пересчет потерь давления на них. Если невозможно уменьшить диаметр труб, на одном из участков можно установить дроссельную диафрагму (шайбу). Расчетное её сопротивление $P_{ш}$, кПа, вычисляют по формуле

$$P_{ш} = \frac{P_{расп} - \sum_{i=k}^n (R \cdot l + Z)}{1000}, \quad (21)$$

где k, n – порядковые номера участков, в интервале которых определено располагаемое давление $P_{расп}$, и требуется произвести увязку давлений (для основного кольца $k = 1$).

Диаметр же отверстия диафрагмы (шайбы), мм, находят по формуле

$$d_{ш} = 3,5 \sqrt{\frac{G_{ст}}{\sqrt{P_{ш}}}}, \quad (22)$$

где $G_{ст}$ – расход воды на, стояке, где устанавливается диафрагма, т/ч.

Дроссельную диафрагму располагают в нижней части стояка в месте присоединения к подающей магистрали. Дроссельные диафрагмы диаметром меньше 5 мм не устанавливают.

Результаты гидравлического расчета трубопроводов основного циркуляционного кольца сводятся в табл. 14.

По окончании гидравлического расчета на схеме системы отопления и на планах здания проставляются диаметры трубопроводов.

6. РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Расчет отопительных приборов производится в целях определения площади их поверхности, обеспечивающей передачу в помещение необходимого для компенсации тепловых потерь количества теплоты.

Тип отопительного прибора и его характеристика выбирается по табл. 15, по последней цифре номера зачетной книжки.

Т а б л и ц а 15

Тип и характеристика отопительных приборов

Номер варианта	Тип отопительного прибора	Номинальный условный тепловой поток одного элемента прибора $Q_{н.у.}$, Вт	Длина одного элемента прибора l , мм
	<i>Радиаторы чугунные секционные</i>		
1	МС-140-108	185	108
2	МС-140-98	174	98
3	МС-90-108	150	108
4	МС-140-АО	178	96
5	М-140-А	164	96
6	М-90	140	96
7	Радиатор алюминиевый «Extra Therm»	151	80
8	Радиатор биметаллический «RiFar»	204	80
9	<i>Радиатор панельный стальной</i> однорядные: РСВИ-1 РСВИ-2 РСВИ-3 РСВИ-4 РСВИ-5 двухрядные: 2 РСВИ-3 2 РСВИ-4 2 РСВИ-5	504 676 850 1025 1199 1475 1779 2083	538 724 910 1096 1282 910 1096 1282
0	<i>Конвектор настенный с кожухом «Универсал» (концевой)</i> КН20-0,4к КН20-0,479к КН20-0,655к КН20-0,786к КН20-0,918к КН20-1,049к КН20-1,18к КН20-1,311к КН20-1,442к КН20-1,573к КН20-1,704к КН20-1,835к КН20-1,966к	400 479 655 786 918 1049 1180 1311 1442 1573 1704 1835 1966	500 600 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

В курсовой работе требуется рассчитать и подобрать отопительные приборы, присоединенные только к стояку основного циркуляционного кольца. Основным циркуляционным кольцом считается наиболее протяженное и/или наиболее загруженное кольцо системы.

Тепловая мощность каждого прибора $Q_{\text{пр}}$, Вт, определяется путем деления тепловых потерь помещения на число установленных в нем отопительных приборов.

Расчет отопительных приборов ведется в следующей последовательности:

1. Вычерчивается расчетная схема стояка с указанием тепловой мощности $Q_{\text{пр}}$, Вт, каждого прибора, диаметра стояка, длины вертикальных и горизонтальных труб в пределах i -го помещения, температуры воды соответственно в подающей и обратной магистралях системы отопления.

2. Для однотрубных систем водяного отопления находится тепловая нагрузка стояка $Q_{\text{ст}}$, Вт, как суммарная тепловая мощность подключенных к нему приборов и определяется массовый расход воды в стояке $G_{\text{ст}}$, кг/ч:

$$G_{\text{ст}} = \frac{3,6Q_{\text{ст}}\beta_1\beta_2}{c_p(t_r - t_o)}. \quad (23)$$

3. Для двухтрубных систем водяного отопления определяется массовый расход воды через каждый отопительный прибор, подключенный к рассматриваемому стояку, $G_{\text{пр}}$, кг/ч,

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6Q_{\text{пр}}\beta_1\beta_2}{c_p(t_r - t_o)}, \quad (24)$$

где c_p – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·°С);

t_r и t_o – температуры воды на входе в стояк и на выходе из него;

β_1 – коэффициент учета увеличения теплового потока устанавливаемых отопительных приборов в результате округления расчетной величины в большую сторону, определяемый по табл. 16;

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительных приборов у наружных ограждений, определяемый по табл. 17.

4. Вычисляется средняя температура воды в каждом приборе стояка $t_{\text{ср}}$, °С:

• для однотрубных систем:

$$t_{\text{ср}} = t_r - \left(\sum Q_{\text{пр}} + \frac{0,5 \cdot Q_{\text{пр}}}{\alpha} \right) \frac{3,6 \cdot \beta_1 \beta_2}{c_p G_{\text{ст}}}; \quad (25)$$

• для двухтрубных систем

$$t_{\text{ср}} = 0,5(t_r + t_o), \quad (26)$$

где $\sum Q_{\text{пр}}$ – суммарная тепловая мощность приборов, подключенных к стояку до рассматриваемого прибора, Вт;

α – коэффициент затекания воды в отопительный прибор, принимаемый по табл. 18.

Т а б л и ц а 16

Значения коэффициента β_1

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, Вт	β_1
120	1,02
150	1,03
180	1,04
210	1,06
240	1,08
300	1,13

П р и м е ч а н и е . Для отопительных приборов помещения с номинальным тепловым потоком более 2,3 кВт следует принимать вместо β_1 коэффициент $\beta_1' = 0,5(1 + \beta_1)$.

Т а б л и ц а 17

Значения коэффициента β_2

Отопительный прибор	Значения β_2 при установке прибора у наружной стены, в том числе под световым проемом
1. Радиатор секционный чугунный, алюминиевый и биметаллический	1,02
2. Радиатор стальной панельный	1,04
3. Конвектор с кожухом	1,02

Т а б л и ц а 18

Значения коэффициента затекания воды α в приборных узлах с радиаторами секционными, панельными типа РСВИ и конвекторами

Приборный узел	Присоединение приборов к стояку	Подводка с замыкающим участком	α
С трехходовым краном КРТ	Одностороннее	–	1,0
	Двустороннее	–	0,50
С проходным краном КРП	Одностороннее	Смещенным*	0,50
		Осевым	0,33
	Двустороннее	Смещенным	0,20
		Осевым	0,17

*При подводках с утками для этого узла $\alpha=0,33$; для остальных узлов α не изменяется.

5. Находится разность средней температуры воды в приборе t_{cp} , °С, и температуры воздуха в помещении $t_{в}$, °С

$$\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_{в}. \quad (27)$$

6. Вычисляется величина требуемого номинального теплового потока выбранного прибора $Q_{н.пр}$, Вт, исходя из того, что она не должна сократиться более чем на 5 % по сравнению с $Q_{пр}$:

$$Q_{н.пр} = \frac{0,95Q_{пр}}{\varphi_k}, \quad (28)$$

где φ_k – комплексный коэффициент приведения $Q_{н.пр}$ к расчетным условиям, определяемый при теплоносителе воде по формуле

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{пр}}{360} \right)^p b c \psi, \quad (29)$$

где n, p и c – величины, соответствующие определенному виду отопительных приборов, принимаются по табл. 19;

b – коэффициент учета атмосферного давления в данной местности, при атмосферном давлении 105 Па – $b = 1,0$;

ψ – коэффициент учета направления движения теплоносителя в приборе.

Т а б л и ц а 19

Значения величин n, p и c для разных типов отопительных приборов

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Расход теплоносителя $G_{пр}$, кг/ч	n	p	c
Радиаторы чугунные секционные, стальные панельные, алюминиевые и биметаллические	Сверху–вниз	18–50	0,3	0,02	1,039
		54–536		0	1,0
		536–900		0,01	0,996
	Снизу–вниз	18–115	0,15	0,08	1,092
		119–900		0	1,0
	Снизу–вверх	18–61	0,25	0,12	1,113
65–900	0,04	0,97			
Конвектор настенный с кожухом «Универсал»	Любое	36–86	0,3	0,18	1
		90–900		0,07	

Для отопительных приборов, подключенных по схеме сверху–вниз и снизу–вниз $\psi = 1$; по схеме – снизу–вверх ψ определяется по формуле

$$\psi = 1 - a(t_r - t_o), \quad (30)$$

где $a = 0,006$ – для чугунных, биметаллических и алюминиевых секционных и стальных панельных радиаторов типа РСВІ;

$a = 0,002$ – для конвекторов настенных типа «Универсал».

Для однетрубной системы водяного отопления массовый расход воды, проходящей через рассчитываемый прибор $G_{пр}$, кг/ч:

$$G_{пр} = \alpha \cdot G_{ст}. \quad (31)$$

7. Для стальных панельных радиаторов и конвекторов выбирается типоразмер отопительного прибора по величине $Q_{н.у} \geq Q_{н.пр}$, Вт, по табл. 15.

Для секционных радиаторов определяется минимально необходимое число секций отопительного прибора $n_{\text{сек}}$, шт.:

$$n_{\text{сек}} \geq \frac{Q_{\text{н.пр}} \cdot \beta_4}{Q_{\text{н.у}} \cdot \beta_3}, \quad (32)$$

где β_4 – поправочный коэффициент, учитывающий способ установки прибора, при открытой установке прибора $\beta_4 = 1$;

β_3 – поправочный коэффициент, учитывающий число секций в приборе, принимаемый при ориентировочном значении

$$n_{\text{сек}} = \frac{Q_{\text{н.пр}} \cdot \beta_4}{Q_{\text{н.у}}}; \quad (33)$$

- для радиаторов типа МС-140

Т а б л и ц а 20

Число секций в приборе	До 15	16...20	21...25
β_3	1,0	0,98	0,96

- для радиаторов остальных типов по формуле

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{n_{\text{сек}} Q_{\text{н.у}}}. \quad (34)$$

Первоначально принимают $\beta_3 = 1$, а затем, после получения количества секций $n_{\text{сек}} > 15$, уточняют.

Если в результате вычислений по формуле (33) получилось дробное число, его необходимо округлить до целого в бóльшую сторону.

7. ПОДБОР АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

7.1. Общие сведения

Автономное теплоснабжение (отопление) – техническая система отопления и обеспечения горячей водой жилых домов и других объектов недвижимости, предоставляющая возможность производить тепловую энергию либо в непосредственной близости от строения, либо – прямо на его территории.

С развитием рыночной экономики объекты мини-энергетики зачастую стали рассматриваться как более дешевая и качественная альтернатива централизованным теплосетям, поставляющим самые дорогие коммунальные ресурсы.

Развитие автономного теплоснабжения в многоквартирных домах и крупных общественных зданиях началось после распада СССР. Происходящий процесс во многом объясняется переходом большинства объектов недвижимости из государственной в частную собственность. Кроме того, этому способствовали еще растущие цены на энергетические ресурсы.

За короткий срок рыночных реформ в стране в значительной степени удалось преодолеть технологическое отставание в малой теплоэнергетике как за счет импорта оборудования, так в последние годы и за счет переоснащения отечественных производителей.

Автономные и индивидуальные тепловые источники высокого технологического уровня увеличивают свою долю в структуре теплоснабжения страны, естественным образом заполняя экономические ниши централизованного теплоснабжения.

Речь должна идти не о противопоставлении, а о разумном дополнении централизованного теплоснабжения автономными источниками в обоснованных областях применения.

Автономное теплоснабжение (отопление) – техническая система отопления и обеспечения горячей водой жилых домов и других объектов недвижимости, предоставляющая возможность производить тепловую энергию либо в непосредственной близости от строения, либо – прямо на его территории.

Ассортимент источников, производящих автономное отопление и горячее водоснабжение (ГВС), крайне разнообразен. Выбор того или иного вида оборудования во многом зависит от конструктивных особенностей здания. Все автономные источники можно разделить на поквартирные (рассчитанные на отопление одной квартиры) и общедомовые (обогревают весь дом или даже группу домов, расположенных поблизости друг от друга).

Поквартирные автономные источники, как правило, используются при отоплении относительно небольших площадей. Наиболее широкое

распространение получили в индивидуальных домовладениях. В ряде случаев технологии поквартирного автономного теплоснабжения предусматривают наличие сразу двух приборов, один производит автономное тепло, другой – горячую воду (АОГВ+колонка).

Общедомовые автономные источники одновременно осуществляют и теплоснабжение и ГВС. Могут располагаться как рядом с обслуживаемым объектом, так и на его территории. К последним относятся, как правило, крышные и чердачные котельные (Их не следует путать с низкоэффективными старыми подвальными котельными, подлежащими демонтажу).

Многодомные автономные котельные располагаются в географической близости от обогреваемых объектов.

В отдельную группу можно выделить самое современное оборудование, которое помимо автономного тепла, производит и электроэнергию (мини ТЭЦ).

Как показывает практика, оплата за потребляемое тепло и ГВС для собственников многоквартирных домов, подключенных к централизованному теплоснабжению, составляет 60-70% расходов в общей доле платежей за жилищно-коммунальные услуги. При этом производство тепла на дому обходится значительно дешевле.

Поквартирное отопление многоэтажных домов становится одним из самых эффективных направлений жилищно-коммунальных реформ. Внедрение индивидуального поквартирного отопления (внедрение малых котельных и котлов для индивидуального отопления) - это один из путей борьбы с нерациональным расходом ресурсов. Этот метод выявляет прямую заинтересованность каждого жителя в экономии энергоресурсов.

Поквартирное отопление – это автономное (децентрализованное) индивидуальное обеспечение теплом и горячей водой каждой квартиры в многоквартирном доме. Отопительный котел, системы подачи воздуха и дымоудаления, отопительные приборы – основные элементы поквартирного отопления.

При поквартирном отоплении исключаются потери тепла в сетях теплоцентралей; обеспечение теплом и горячей водой перекладывается на конечного потребителя, то есть на владельца жилья. Таким образом снижаются затраты бюджетов разных уровней на топливно-энергетическое и ресурсное обеспечение. При индивидуальном поквартирном отоплении потребитель сам определяет объем потребления энергии, оплачивает только ту часть энергии, которую потребил, автоматически вовлекается в политику энергосбережения.

Для поквартирных систем теплоснабжения жилых зданий, а также для встроенных в них помещений общественного назначения, следует применять автоматизированные теплогенераторы (котлы) на газовом

топливе с герметичными (закрытыми) камерами сгорания полной заводской готовности, отвечающих следующим требованиям:

- теплогенераторы должны иметь разрешительные документы, требуемые законодательством РФ;
- КПД не менее 89 %;
- температура теплоносителя до 95 0С;
- давление теплоносителя до 1,0 МПа;
- тепловая мощность теплогенераторов для поквартирных систем теплоснабжения жилых квартир определяется максимальной нагрузкой горячего водоснабжения в зависимости от количества установленных санитарно-технических приборов, но не должна превышать 50 кВт.
- тепловая мощность теплогенераторов для встроенных помещений общественного назначения определяется максимальной расчетной нагрузкой отопления и средней расчетной нагрузкой горячего водоснабжения, но не должна превышать 100 кВт.

7.2. Теплогенераторы для систем автономного теплоснабжения

В системе отопления котел занимает центральное место, и по праву может считаться сердцем системы теплоснабжения. Современные котлы, помимо сугубо профессиональных качеств, обладают также эргономичным дизайном, что, безусловно, приятно каждому владельцу. Котлы бывают напольные и настенные. Напольные котлы, как следует из названия, устанавливаются на пол и наиболее часто подключаются к высокопроизводительному емкостному водонагревателю для приготовления горячей санитарно-технической воды. Настенные котлы идеально подходят для отопления квартиры или жилого дома и приготовления горячей санитарно-технической воды. Настенный котел отвечает всем текущим требованиям по минимуму занимаемого места. По сравнению с напольным котлом настенный котел имеет меньшие габариты и не занимает большую площадь, так как устанавливается на стену. Он легко устанавливается в кухне, в ванной комнате или на чердаке. Помимо всего прочего котлы отличаются также между собой способом нагрева воды и производительностью и делятся на одно- и двухконтурные. Каждый из этих типов котлов имеет свои преимущества и недостатки.

Одноконтурные котлы, обеспечивают нагревание только теплоносителя (воды или антифриза). При этом наличие нескольких независимых входов-выходов теплоносителя позволяет применять дополнительные приспособления и конструкции (теплообменники, накопительные бойлеры, узлы смешения для теплых полов, теплообменники бассейнов, калориферы для приточной вентиляции и другие), что значительно расширяет область применения одноконтурных котлов.

Одноконтурный котел нагревает воду, поступающую в отопительную систему дома – например в радиаторы, – а также хозяйственную воду в отдельном водонагревателе, висящем рядом с котлом или находящемся под котлом. Водонагреватель представляет собой резервуар для хозяйственной воды, оснащенный теплообменником, чаще всего в форме нагревательного змеевика. Горячая вода из котла проходит по змеевику и нагревает воду в водонагревателе. Водонагреватель емкостью до 80 л может висеть рядом с котлом, емкостью до 150 л – может находиться под котлом, а водонагреватель еще большей емкости должен быть помещен рядом с котлом. Холодная водопроводная вода попадает в водонагреватель, где нагревается до нужной температуры. В водонагревателе находится термодатчик, благодаря которому котел «знает», когда следует подогреть воду, приготовленную для использования.

На рис. 19 изображена принципиальная схема установки поквартирного теплоснабжения с одноконтурным котлом.

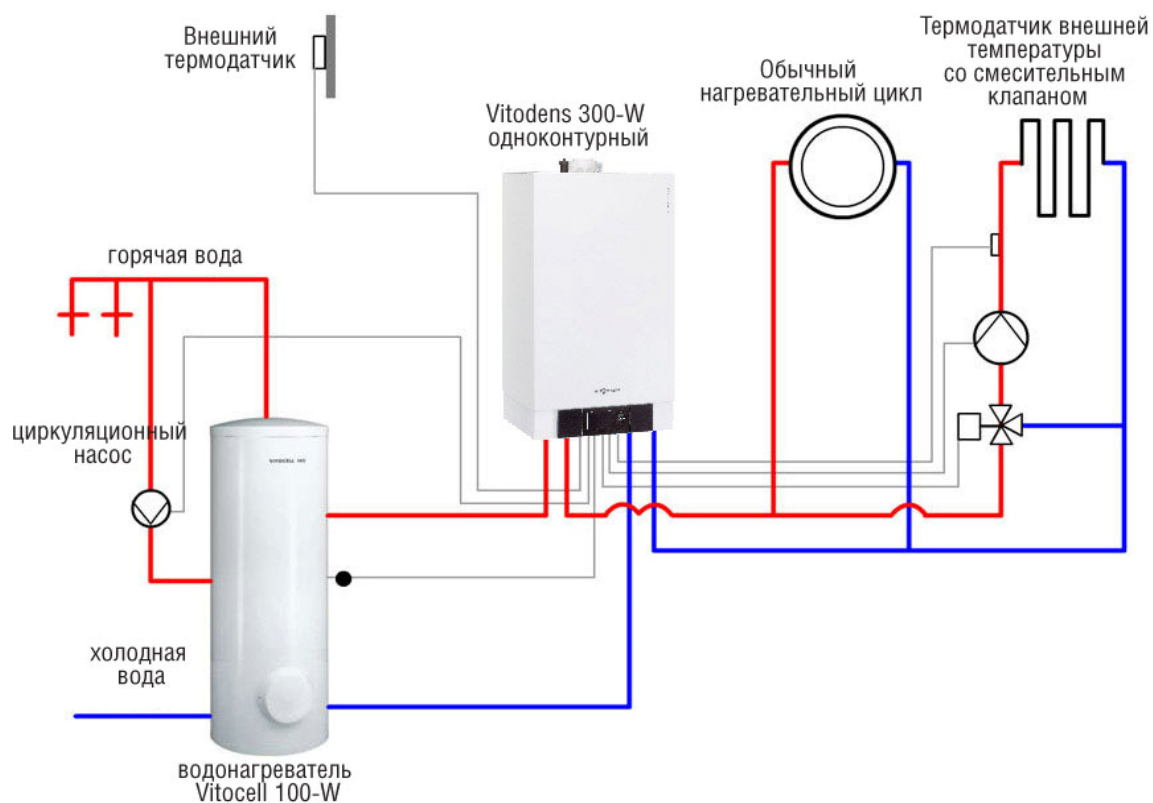


Рис.19. Принципиальная схема установки одноконтурного котла

Двухконтурные котлы, кроме нагрева теплоносителя, обеспечивают приготовление горячей санитарной воды. Встроенные, компактные пластинчатые теплообменники, используемые в конструкции двухконтурных котлов, круглосуточно обеспечивают потребителю практически неограниченный объем горячей санитарной воды. Это делает двухконтурные котлы наиболее привлекательными для владельцев индивидуальных домов.

Условно к двухконтурным можно отнести котлы, в комплекте с которыми поставляются готовые к подключению накопительные бойлеры.

Хозяйственная вода нагревается в котле проточным способом, т.е. после открытия крана холодная водопроводная вода проходит через теплообменник, где нагревается до нужной температуры, а затем поступает в краны. Производительность двухконтурных котлов, т.е. количество нагретой хозяйственной воды, зависит от мощности котла. В небольших домах или квартирах потребность в тепле для обогрева может составлять 7 кВт, поэтому здесь уместно использование котлов мощностью от 20 до 24 кВт.

На рис. 20 изображена принципиальная схема установки поквартирного теплоснабжения с двухконтурным котлом.

Одноконтурный котел более надежный и удобный для пользования домовладельцем. Почему удобнее одноконтурный котел? Если выйдет из строя двухконтурный котел, то вы останетесь без отопления и без подогрева проточной воды. А если сломается одноконтурный, у вас все равно будет запас горячей воды, потому что к одноконтурному котлу, как правило, подключен водонакопитель.

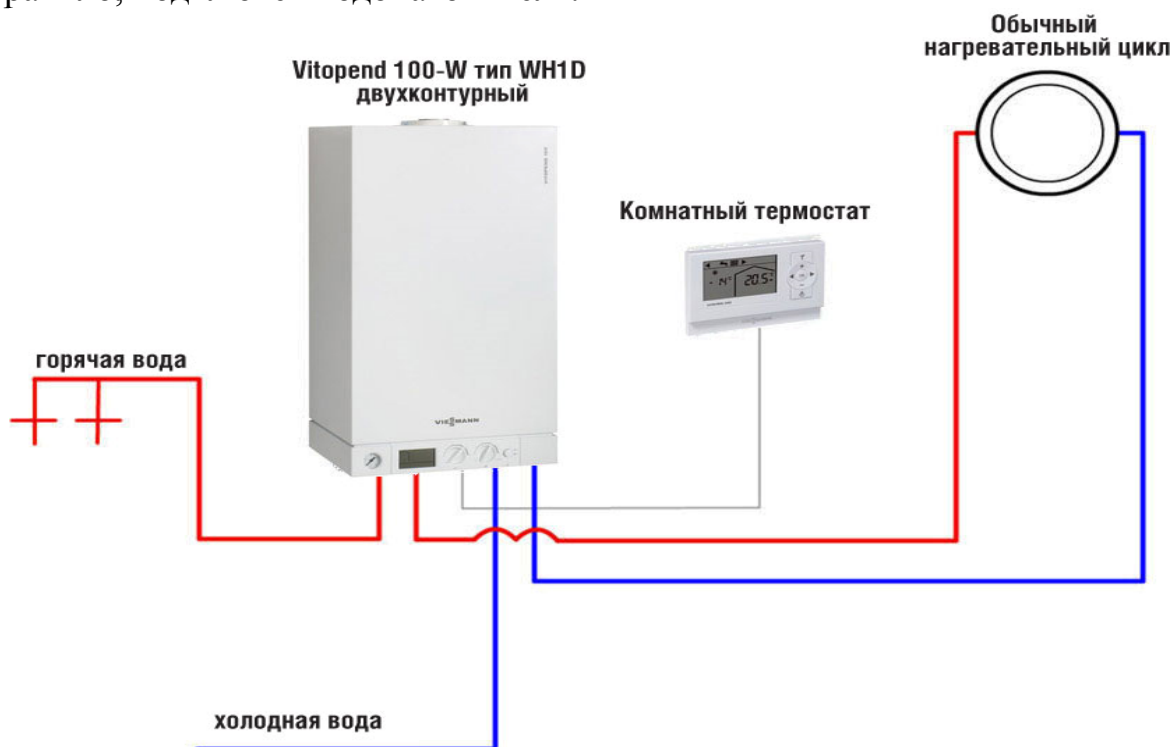


Рис.20. Принципиальная схема установки двухконтурного котла

Одноконтурная система отопления работает от одноконтурного котла. В ней теплоноситель, нагреваясь в котле, проходит по трубам и радиаторам и возвращается обратно в котел. Котел работает только на обогрев помещения. Двухконтурные котлы, кроме нагревания теплоносителя, обеспечивают приготовление горячей санитарной воды. Встроенные, компактные пластинчатые теплообменники, используемые в конструкции

двухконтурных котлов, круглосуточно обеспечивают потребителю практически неограниченный объем горячей санитарной воды. Это делает двухконтурные котлы наиболее привлекательными для владельцев индивидуальных домов. Двухконтурная система отопления работает как от двухконтурного, так и от одноконтурного котла, к которому подключают водонакопитель для водопровода (в нем спираль с теплоносителем нагревается от котла). Котел работает на обогрев помещения и нагрев воды для водопровода. Условно к двухконтурным можно отнести котлы, в комплекте с которыми поставляются готовые к подключению накопительные бойлеры.

Следовательно, для отопления подойдет более дешевый одноконтурный котел. Если нужно обеспечить еще и горячее водоснабжение, то возможны варианты. Когда потребности в горячей воде не очень велики (порядка 10–15 л/мин при нагреве на 30 °С), логично использовать двухконтурный котел проточного типа. Для горячего водоснабжения более эффективен котел со встроенным бойлером. Он обеспечивает в зависимости от модели 45–60 л постоянно готовой к использованию горячей воды и запас горячей воды на некоторое время при отключении газа. К недостаткам можно отнести большие габариты, вес и незначительное увеличение расхода газа для постоянного поддержания температуры воды, нагретой в бойлере. При большом расходе горячей воды и одновременно работающих нескольких точках водоразбора к одноконтурному котлу, как и к двухконтурному, можно подключить бойлер большого объема, например 200 л.

Емкость расширительных баков составляет обычно 8–12% от емкости соответственно систем отопления и горячего водоснабжения.

На подающий трубопровод в системе отопления рекомендуется устанавливать предохранительный клапан до 6 атм. Несмотря на то, что котлы оборудованы системами защиты, предохранительный клапан – простое и надежное устройство – защитит систему отопления от аварийных ситуаций, от разрывов при чрезмерном повышении давления рабочей среды. Для индивидуальных домов и квартир площадью до 200 м² в могут быть использованы двухконтурные котлы мощностью до 30 кВт, агрегатированные с циркуляционными насосами и расширительными баками.

При обслуживании домов большей площади целесообразно устанавливать одноконтурные котлы большей мощности и в зависимости от вида систем отопления и потребности в горячей воде подбирать бойлеры-теплообменники, циркуляционные насосы, расширительные баки.

К сожалению, отечественные котлы типа АОГВ, КЧМ, КСТГВ не в полной мере удовлетворяют современным требованиям в части эффективности, автоматизации, дизайна.

Общий годовой объем производства отечественных бытовых котлов оценивается примерно в 200 тыс. шт. В настоящее время в России

осваивается производство современных бытовых котлов мирового класса на предприятиях РАО ГАЗПРОМ в Подмосковье и в Тюмени.

Однако коттеджный рынок ориентирован на импортную продукцию. Недостатка в выборе котлов нет; широко представлены американские и европейские фирмы, такие как Бернхам, Теледайн-Лаарс, Ленокс (США), СТС Электролюкс (Швеция), Яспи (Финляндия), Олимп, Вольф, Виссман, Вайлант, Юнкерс, Бош (Германия), Ай-Си-Ви (Бельгия), Фрико (Франция), Ферроли, Ломбардини, Беретта, Риэло (Италия), Рока (Испания), Фегтерм (Венгрия), Протерм (Чехия).

В конкуренцию включились также южнокорейские, сирийские, индийские фирмы.

Рынок электродкотлов намного скромнее. Здесь следует отметить финские электродкотлы, чешские ПРОТЕРМ, словацкие "Элеко" и отечественные ВЭО. Финские отличает высокая надежность, но и высокие цены. Отечественные дешевые котлы ВЭО, к сожалению, не обладают высокой надежностью. Разумные цены при высоких показателях надежности характерны для словацких и чешских котлов.

Несколько слов о комбинированных по видам топлива котлах. Из отечественных комбинированных котлов следует отметить КЧМ (твердое топливо, газ). Эти котлы набираются посекционно и могут обеспечить

теплосъем от 16 до 90 кВт. Из импортных котлов следует отметить шведские котлы СТС, где может быть использовано твердое топливо, газ или дизельное топливо, электроэнергия на теновом патроне.

На практике в большинстве случаев не возникает необходимости применения комбинированных котлов. При отсутствии газа целесообразно применение котлов с дизельной горелкой, а впоследствии при обеспечении газоснабжения горелка может быть заменена на газовую. Такой вариант предусматривается у большинства импортных котлов.

Универсальные стальные котлы "ДОН" предназначены для отопления помещений площадью до 500 м², причем максимальная эффективность достигается для отапливаемых площадей от 50 до 300 кв. м.



Рис.21. Котел «ДОН»

Линейка продуктов "Дон" – это котлы мощностью 16 и 31.5 кВт на твердом топливе с возможностью установки **газовой горелки АГУ-Т-М** от 20 до 55 кВт. Часть котлов ДОН оснащена вторым контуром (отопление + горячее водоснабжение). В названии двухконтурных котлов присутствует буква «В».

Котлы "ДОН" производятся на предприятии ООО «Завод КОНОРД» г. Ростов-на-Дону, являются одними из наиболее известных в России котлов, предназначенных для отопления твердым топливом.

Газовые напольные котлы АОГВ используются для отопления жилых зданий и помещений бытового назначения в отопительных системах с естественной или принудительной циркуляцией воды. Котлы одноконтурные и используются только для отопления. Для горячего водоснабжения используется двухконтурный аналог – котлы АКГВ. Аббревиатура АОГВ расшифровывается как Агрегат Отопительный Газовый, АКГВ – Агрегат Комбинированный Газовый.

Т.е. котел АОГВ используется только для отопления, в то время как котел АКГВ позволяет производить отбор горячей воды для бытовых нужд.

Котлы работают на природном газе, а при замене форсунок (на основной горелке и запальнике) – на сжиженном (баллонном) газе. Теплообменник котлов – стальной. Он имеет специальную конструкцию, позволяющую достичь КПД котла не менее 89 %.

Модельный ряд котлов АОГВ включает в себя аппараты мощностью от 7 до 23,2 кВт и позволяет отапливать помещения площадью от 25 до 200 м².

Модельный ряд котлов АКГВ включает в себя аппараты мощностью от 11,6 до 23,2 кВт и позволяет отапливать помещения площадью от 50 до 200 м². Отличительными качествами котлов данных марок являются простота и надежность конструкции, неприхотливость, удобство эксплуатации. Эти качества позволили котлам АОГВ и АКГВ завоевать популярность в России. Котел АОГВ можно встретить во многих дачных домах и в домах с поквартирным отоплением.

Газовые напольные котлы **ИШМА** используются для отопления жилых зданий и производственных помещений. Котлы данной серии представ-



Рис.22. Котел «АОГВ»

ляют собой более мощную и усовершенствованную модель популярного котла АОГВ.



Рис.23. Котел «ИШМА»

При этом рабочим давлением воды считается величина в 1–3 атмосферы, что является существенным преимуществом при закрытых системах отопления.

На котлы устанавливается современная автоматика регулирования и безопасности, как отечественная (САБК), так и зарубежная (NovaSit – Италия), а также высококачественное газогорелочное устройство. Вследствие чего, при оптимальных условиях эксплуатации, КПД может существенно превышать паспортное значение.

Универсальные отопительные водогрейные чугунные секционные котлы **КЧМ-5** предназначены для теплоснабжения индивидуальных домов и зданий коммунально-бытового назначения, оборудованных системами водяного отопления с естественной или принудительной циркуляцией.

Обычно котлы этого типа поставляются в твердотопливном варианте, однако при желании можно заказать газовую горелку и

Данные котлы производятся ООО «Боринское», г. Боринское Липецкой области.

Котлы могут устанавливаться в системах с гравитационной и принудительной циркуляцией воды. Теплообменник специальной конструкции выполнен из стали толщиной 3 мм и имеет повышенный срок службы. Минимальное прохождение воздуха через теплообменник значительно повышает КПД. Ввиду того, что теплообменник стальной, заводом разрешено использовать в качестве теплоносителя только воду.

Все котлы проходят обязательные испытания на заводе при давлении в отопительной системе в 6 атмосфер.

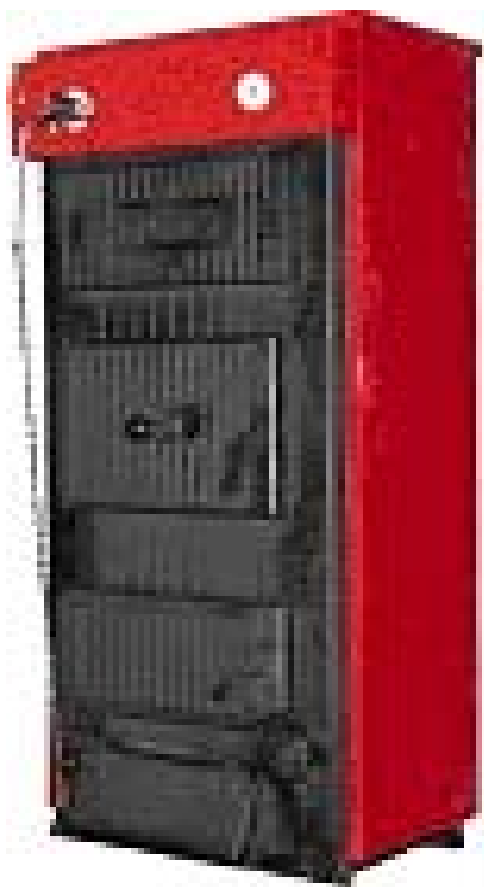


Рис.24. Котел «КЧМ-5»

газовую автоматику САБК. В этом случае котел становится газовым, а при установке дизельной горелки **Fire-3** может работать как жидкотопливный (для адаптации горелок к котлам КЧМ-5 необходим дополнительный комплект адаптации, также рекомендуется использовать стабилизатор напряжения, чтобы избежать выхода из строя высоковольтного блока розжига). Котлы КЧМ-5 выпускаются в двух вариантах исполнения: для России и экспортный вариант «КЧМ ЭКО».

Котлы ЭКО имеют немного другое обозначение, т.е. трехсекционный котел для России будет иметь наименование (21-03), а экспортный вариант КЧМ ЭКО будет иметь обозначение (21-071).

Стоит отдельно отметить, что внешний вид котла КЧМ 5 не совсем соответствует европейскому дизайну бытовых отопительных котлов.

Котлы «КЧМ – 5» производятся в ОАО «Кировский завод», г. Киров.

Котлы «ОЧАГ» имеют те же технические характеристики, что и популярные в России котлы «ДОН», но наиболее эффективны для отапливаемых площадей от 50 до 300 кв. метров.

Котлы данной серии относятся к классу твердотопливных котлов, однако как и большинство котлов этого класса универсальны, т.е. при установке соответствующей газовой горелки, в данном случае это горелки марки САБК, работают на природном газе низкого давления. Серия выпускается большим количеством модификаций, мощностью от 10 до 31 кВт и выше. Есть марки как одноконтурные, т.е. только для отопления, так и двухконтурные - производящие еще и горячую воду для бытовых нужд (в названии таких марок присутствует буква «В»).

Все котлы «ОЧАГ» изготовлены из высокоуглеродистой стали, что определяет высокую прочность и устойчивость к коррозии.

В котлах имеется два отсека, первый для растопки и первоначальной закладки дров, второй для подкладки топлива во время работы. В котле имеется лоток, в который собирается пепел. Внизу у котла расположена воздушная заслонка, с помощью которой можно регулировать подачу воздуха в топку и устанавливать необходимую интенсивность горения.

Котлы «ОЧАГ» производятся ООО «Газстрой», г. Ульяновск.



Рис.25. Котёл «ОЧАГ»

Газовые чугунные напольные котлы **Протерм Медведь (ProthermBear)** – это энергонезависимое отопительное оборудование



Рис.26. Котел «ProthermBear»

производства компании **Protherm (Словакия)**, изготавливаемое из лучших марок чугуна. Котлы Медведь имеют мощность от 18 до 45 кВт с системой плавной регулировки, удобную и безопасную конструкцию.

Котлы этой серии имеют накопительный бак (бойлер), объемом от 100 до 500 литров для горячей воды. Таким образом, котлы **Protherm Медведь** являются комбинированными, а значит, могут работать как на отопление, так и на приготовление горячей воды для хозяйственных нужд (ГВС).

Котлы имеют двухступенчатую систему регулирования мощности для различных режимов работы. Во время главного отопительного сезона

котел работает на полную мощность, в переходный сезон, когда внешняя температура воздуха колеблется над точкой замерзания, котел можно переключить на сниженную мощность. Выбор оптимальной мощности котла можно провести переключателем на панели управления.

Существенная особенность котлов Protherm Медведь – «негасимое пламя». Если по каким-то причинам в газовой магистрали прекратиться подача газа или произойдет перепад по давлению, то котел, при возобновлении подачи (нужного давления) сам включиться автоматически в работу.

Имеется система контроля тяги, в зависимости от температурного режима, что снижает вероятность образования конденсата в дымоходе (с насадкой и вентилятором Protherm-полутурбо – дымоход не нужен).

Серия Гепард – это настенные двухконтурные котлы мощностью 11 и 23 кВт для работы на природном и сжиженном газе.

Встроенный микропроцессор обеспечивает не только управление работой котла, но также эквитермическое регулирование, автодиагностику.

Функция «Комфорт», установленная в котлах серии Гепард, позволяет автоматически поддерживать предварительно нагретый теплообменник, что экономит энергию при подготовке горячей воды: подготовка горячей воды происходит быстрее, чем в стандартном режиме. Функция «Автодиагностика» постоянно отслеживает состояние и величины отдельных датчиков и дает сигналы активным элементам – газовому клапану, насосу и вентилятору (версия «ТУРБО»). В случае нестандартных рабочих состояний (остановка подачи газа, потеря воды в системе отопления, перегрев котла) обеспечит отключение котла и на дисплее изобразится код неполадки.

Электроника управления обеспечивает надежную полностью автоматическую работу котла в течение всего года без необходимости вмешательства потребителя.

Расположенный на передней стороне панели цифровой дисплей последовательно отображает температуры отопительной воды или горячего водоснабжения, а в случае нестандартного рабочего состояния – код автодиагностики.

Модели MOV имеют открытую камеру сгорания, модели MTV – закрытую и оснащены коаксиальным дымоходом. К котлу Гепард можно подключить погодозависимую автоматику.

Итальянская компания **Ariston (Аристон)**, известная прежде всего своими холодильниками и стиральными машинами, тем не менее является одним из ведущих производителей отопительной техники, признанной во всём мире.

Бытовые отопительные котлы Ariston предназначены для отопления жилых помещений: квартир, частных домов, коттеджей, дач. Здесь представлены отопительные настенные котлы фирмы.

Газовый настенный котлы **AristonClas 15 CF System NG** предназначен для отопления жилых помещений, при необходимости – нагревать воду. Преду-



Рис.27. Котел «Серия Гепард»



Рис.28. Котел «Ariston»

смотрена возможность подключения бойлера. Система достаточно упрощена, что повышает не только эффективность расхода газа и электроэнергии, но и надежность в эксплуатации. Несмотря на простоту предусмотрены защитные функции от непредвиденных ситуаций.

Функция антизамерзания прореагирует зимой, при поступлении холодного воздуха, если есть потенциальная возможность замерзания деталей или воды, тогда котел сам включится и прогреет систему до необходимой температуры. При попадании воздуха в трубопроводы котел сам удалит его из своих "внутренностей". За счет функции «автоотопление» котел, сверяясь с температурой за пределами здания, сам выставит оптимальную температуру для человека, что может позволить сэкономить электричество.



Рис.29. Котел «Vaillant»

Компания **Vaillant** – производитель систем отопления с 1874 года. Создана в **Германии Йоханном Вайлантом**.

К настоящему времени, компания представляет широкий ассортимент отопительного оборудования для автономного отопления квартир, дач, коттеджей. В ее производстве напольные и настенные котлы, водонагреватели, радиаторы, автоматические регуляторы отопления. Оборудование работает на разных энергоносителях.

Высокое качество и надежность газовых котлов производства **Vaillant** определили высокий спрос на эту продукцию как в Европе, так и на российском рынке. Наибольшее распространение в России получили настенные газовые котлы фирмы

Vaillant. Они отличаются своей компактностью, возможностью установки в жилых помещениях, возможностью работы как на природном газе, так и на сжиженном.

Газовые атмосферные котлы **BuderusLogano** представляет собой серию напольных чугунных отопительных (без ГВС) котлов. Все котлы **BUDERUS** изготовлены из высококачественного серого чугуна марки 8M.

Котлы состоят из отдельных секций, которые в случае необходимости можно заменить. Котлы **Будерус (Buderus)** на сегодняшний день являются весьма популярными в России на рынке котельного оборудования благодаря уникальной немецкой сборке, высочайшему качеству, привлекательному дизайну, экономичности и удобству в работе.

Котлы **BuderusLogano** предназначены для работы на природном газе Н и сжиженном газе Р/В/Р. Все котлы оснащены атмосферной газовой горелкой с предварительным смешиванием без вентилятора. Горелка не имеет подвижных деталей, что увеличивает надежность

Благодаря соединительному трубопроводу котел-водонагреватель с загрузочным насосом и обратным клапаном возможно подключение баков-водонагревателей **Logalux ST и Logalux SU** емкостью 150, 160, 200 и 300 литров для получения горячей воды.



Рис.30. Котел «BuderusLogano»



Рис.31. Котел «Pegasus D»

Итальянская компания **Ferrolli** входит в десятку ведущих производителей отопительного оборудования. Серия напольных газовых котлов **Pegasus D** предназначена для организации автономных систем отопления и горячего водоснабжения (ГВС) в квартирах и частных домах площадью до 320 кв. м. Эта техника отличается эффективной работой и сравнительно небольшими габаритами для напольных моделей, поэтому она отлично разместится практически в любом помещении. предназначены.

7.3. Определение требуемой теплопроизводительности

Чтобы правильно подобрать отопительное оборудование, нужна информация о теплопотерях дома.

Для обеспечения надлежащего комфорта пользования системой ГВС мощность двухконтурного котла должна быть значительно больше, чем в случае, когда котел лишь обогревает дом.

При строительстве или реконструкции дома возникает необходимость подбора мощности котла для обеспечения жилища теплом и горячей водой.

Основной информацией, необходимой для подбора мощности котла, являются теплопотери дома, которые он должен компенсировать. Их необходимо рассчитать. В каждой стране принята определенная методика расчета теплопотерь, которая учитывает местные климатические условия.

В настоящее время действует методика, изложенная в СП 50.13330.201 (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий), который содержит требования к теплотехническим показателям ограждающих конструкций домов и сооружений и порядок их расчета.

Проект дома должен содержать результаты таких расчетов. Исходя из них, вы сможете подобрать не только котел, но и отопительное оборудование для всех помещений.

Можно определить требуемую теплопроизводительность, используя упрощенные методы расчетов.

Наиболее простым методом расчета теплопотерь дома является их определение с помощью условного коэффициента, который приблизительно составляет:

- 130-200 Вт/м² – для домов без теплоизоляции;
- 90-110 Вт/м² – для домов с теплоизоляцией, построенных в 80-90 гг. XX века;
- 50-70 Вт/м² – для домов с современными окнами, хорошо теплоизолированных и построенных, начиная с конца 90-х гг. в XX века.

Теплопотери определяют, умножая значение коэффициента на площадь дома. Эти расчеты очень приблизительны, они не учитывают количество и размеры окон, форму дома и его местоположение – факторы, которые значительно влияют на теплопотери дома. Такие расчеты не должны быть основным критерием при выборе котла, их можно использовать для оценки расчетов проектировщика. К сожалению, разница между этими результатами бывает значительной, поэтому таким образом можно выявить только грубую ошибку.

Чтобы котел работал в наиболее подходящем ему режиме, то есть с постоянной (приблизительно одинаковой) мощностью, используются гидравлические системы с четырехходовым смесительным клапаном.

Похожего эффекта, но за меньшие деньги, можно достичь, установив так называемый термогидравлический распределитель

Расчитанные теплотери дома равны его максимальной потребности в тепле, необходимым для поддержания в доме комфортной температуры – обычно $+20^{\circ}\text{C}$. Максимальная потребность в тепле возникает в самые холодные дни, когда наружная температура опускается (в зависимости от температурной зоны) до -27°C . Следует учитывать, что такие морозы бывают лишь несколько дней в году, а иногда не наблюдаются несколько лет подряд. Тем не менее, котел должен эффективно функционировать на протяжении всего отопительного сезона, когда температура колеблется чаще всего вблизи нуля. В этом случае для обогрева дома достаточно котла наполовину меньшей (чем расчетная) мощности. Поэтому часто покупка котла большей мощности не имеет смысла – не только в связи с его более высокой ценой, но также с учетом понижения КПД его работы тогда, когда потребность в тепле будет значительно ниже расчетной. Недостаток тепла в холодные дни можно восполнить другими источниками, например камином или электрическими обогревателями.



Рис.32. Термогидравлический распределитель

Как совместить высокую мощность с низкой потребностью. Лучше всего, если котел на протяжении всего времени работает с постоянной, номинальной мощностью. Но потребность в тепловой энергии (в зависимости от наружной температуры) все время меняется. Как решить эту задачу?. Одним из способов такого решения является использование гидравлических систем с четырехходовым смесительным клапаном или с термогидравлическим распределителем. В таких системах температура воды, поступающая в радиаторы, регулируется не изменением мощности

котла, а изменением положения регулирующего клапана и производительностью циркуляционных насосов. Благодаря этому котел постоянно работает в оптимальных условиях. Это очень хорошее, но достаточно дорогое решение.

Многоступенчатые горелки.

В небольших и не очень дорогих системах с газовыми или жидкотопливными котлами вопрос адаптации производительности котла к актуальной потребности в тепле решается с помощью многоступенчатых горелок. Когда не нужна полная мощность, котел, оснащенный такой горелкой, работает с более низкой мощностью (более низкая ступень горелки). Более совершенным вариантом являются горелки с плавной регулировкой мощности, так называемой модуляцией. Они повсеместно используются в навесных газовых котлах. В жидкотопливных котлах они встречаются значительно реже. Котел с модуляционной горелкой является более дешевым и менее хлопотным вариантом, чем система со смесительным клапаном. Не требуется никаких дополнительных элементов – вся необходимая арматура смонтирована в корпусе котла, Регулировка мощности возможна также в современных твердотопливных котлах, которые работают на пеллетах и оснащенных автоматизированной системой подачи топлива.

Модуляция не является идеальным решением.

Котел с модуляционной горелкой вырабатывает энергию, равную текущей потребности в тепле. На первый взгляд, можно было бы предположить, что при выборе такого котла не нужно точно определять теплопотери дома. Ведь зная их лишь приблизительно, можно купить котел большей мощности, который в любом случае будет работать с необходимой на определенный момент мощностью. К сожалению, на практике модуляция мощности котла не полностью решает все вопросы. Сразу после включения котел начинает работать с максимальной мощностью, по истечению некоторого времени его автоматика начинает снижать мощность до оптимального уровня. Если мощный котел будет работать в небольшой системе, то в условиях, когда потребность в тепле небольшая (т. е. наружная температура около нуля или выше), вода в системе нагреется еще до того, как горелка достигнет необходимого уровня модуляции и котел отключится. Вода в системе быстро остынет и ситуация повторится. Котел будет работать в импульсном режиме – так, как будто он оснащен одноступенчатой горелкой большой мощности. Модуляция мощности возможна лишь в ограниченном диапазоне, который обычно составляет не меньше чем 30% максимальной мощности. Поэтому слишком большая максимальная мощность котла приведет к возникновению сложностей с адаптацией его производительности при более высокой наружной температуре. Есть котлы с более широким диапазоном модуляции мощности, но это более дорогие конденсационные котлы.

Жидкотопливный котел не для маленького дома.

Достаточно большие затруднения возникают при подборе жидкотопливного котла для небольшого дома. Для компенсации теплопотерь хорошо утепленного дома площадью около 150 м²: обычно достаточно котла мощностью не более 10 кВт, а мощность представленных на рынке жидкотопливных котлов минимум в два раза выше. Работа жидкотопливного котла в импульсном режиме (то есть частое включение и выключение) еще более неблагоприятна для него, чем для газового котла. Сразу после включения жидкотопливной горелки из продуктов сгорания выделяется много сажи и продуктов неполного сгорания, которые засоряют камеру сгорания котла. Поэтому ее придется часто чистить, иначе слой сажи будет затруднять теплообмен, и КПД котла снизится, то есть он будет потреблять больше топлива.

Центральное отопление – это только начало.

Большинства описанных проблем, которые возникают, теоретически можно избежать, подобрав котел с мощностью, которая не превышает, а даже немного ниже расчетных теплопотерь дома. Но на практике энергия котла обычно используется не только для системы ЦО, но и для подогрева воды системы ГВС. В небольших, хорошо утепленных домах мощность, необходимая для обогрева дома значительно меньше, чем та, которая нужна для быстрого нагрева требуемого количества воды системы ГВС. Это усложняет проблему оптимального выбора котла.

Мощность котла и горячая вода.

Двухконтурный котел нагревает воду для системы ГВС проточным способом. Время протекания воды через теплообменник является непродолжительным, поэтому котел должен обладать высокой мощностью, чтобы за это время мог нагреть достаточное количество воды. Самые маломощные двухконтурные котлы имеют мощность 18 кВт, потому что это тот минимум, который еще позволяет приготовить достаточное (для принятия душа) количество горячей воды. Если такой котел будет оснащен модуляционной горелкой, он сможет работать с минимальной мощностью около 6 кВт, то есть приближенной к максимальным потерям тепла в хорошо утепленном доме площадью около 100 м². На практике на протяжении большей части отопительного сезона потребность в мощности для отопления такого дома, скорее всего, будет составлять около 3 кВт. Следовательно, это не идеальная, но приемлемая ситуация.

Одним из способов снижения необходимой мощности двухконтурного котла является использование накопительного бака для горячей воды системы ГВС. Тогда котел может нагревать воду медленнее, потому что после открывания крана в распоряжении имеется запас теплой воды в накопительном баке. Чем больше его объем, тем дольше он может восполнять недостающее количество приготовленной котлом воды системы ГВС. Поэтому мощность котла может быть ниже.

Одноконтурный котел с бойлером.

Объем бойлера косвенного нагрева (накопительного водонагревателя с теплообменником), который подключен к одноконтурному котлу, обычно составляет более 100 литров. Благодаря этому одновременное использование горячей воды несколькими потребителями не приводит к истощению ее запаса на протяжении нескольких минут, следовательно, мощность котла, работающего совместно с водонагревателем, может быть ниже, чем мощность двухконтурного котла. Поэтому можно считать, что мощности котла, которая необходима для компенсации теплопотерь дома, достаточно также для нагрева воды в бойлере. Однако, подбирая мощность одноконтурного котла, лучше посчитать, сколько времени будет занимать нагрев воды в бойлере, Это можно сделать с помощью формулы

$$T = mc_B(t_2 - t_1)/P,$$

где T – время нагрева воды, с;

m – масса воды в бойлере, кг;

c_B – удельная теплоемкость воды – 4,2кДж/(кг x К);

t_2 – температура, до которой должна быть нагрета вода, °С;

t_1 – начальная температура воды в бойлере, °С;

P – мощность котла, кВт.

Например: время нагрева воды, имеющей температуру 10°С (принято считать, что это температура холодной воды, поступающей в водонагреватель), до 50°С в 200-литровом бойлере котлом мощностью 12 кВт будет составлять: $200 \times 4,2 \times (50 - 10) / 12 = 2800$ (с) = 46,7 (мин).

Это достаточно долго, особенно учитывая, что во время нагрева воды в бойлере, из котла, работающего на полную мощность, в систему ЦО теплая вода не поступает. За это время в помещениях может стать прохладно.

Однако следует отметить, что ситуация, при которой весь объем воды имеет температуру 10°С, может произойти только после отключения котла минимум на несколько часов. На практике холодная вода поступает в бойлер по мере расходования горячей. Даже при ее интенсивном использовании, например, при очень быстром наполнении ванны до краев, из такого большого бойлера будет использовано около половины горячей воды. После этого температура воды (горячей, смешанной с холодной) в бойлере будет составлять около 30°С. В этом случае время нагрева воды составит 23 минуты и его можно считать удовлетворительным. Разовое потребление горячей воды в доме на одну семью обычно значительно ниже, поэтому вода в бойлере будет нагреваться еще быстрее.

Вариант решения проблемы. Проблему совместного использования мощности котла для системы ЦО и для подготовки воды ГВС можно решить радикальным способом: купив два независимых прибора - котел для системы ЦО и водонагреватель для ГВС. Но это, безусловно, дорогое решение.

Что происходит, если котел обладает слишком большой мощностью?

Твердотопливный котел. Его производительность можно регулировать, только лишь изменяя количество поступающего в топку воздуха. Работая с мощностью, меньшей номинальной (то есть с недостатком воздуха), топливо будет сгорать не полностью, поэтому его расход будет больше. Кроме того, несгоревшие соединения будут уходить в дымоход, вызывая его более быстрое засорение.

Газовый или жидкотопливный котел, работающий с современной системой ЦО (содержащей небольшое количество воды), после включения горелки очень быстро нагревает воду в системе до нужной температуры и выключает горелку. Время работы горелки будет тем меньше, чем больше мощность котла. Может случиться так, что оно будет слишком коротким и продукты сгорания не смогут прогреть дымоход до нормальной температуры. Тогда в дымоходе будет выпадать конденсат, который, соединяясь с другими продуктами сгорания, образует кислоты, разрушающие дымоход, а иногда и сам котел.

Если горелка работает продолжительное время, отходящие газы прогревают дымоход до высокой температуры, благодаря чему конденсат не будет образовываться, а возникший в начальной фазе работы горелки, – испарится.

При частом включении и выключении котел потребляет больше топлива, чем при непрерывной работе, потому что при каждом включении часть энергии будет расходоваться на нагрев элементов котла и дымохода. Кроме того, частые изменения температуры отрицательно влияют на его прочность.

7.4. Размещение теплогенераторов

7.4.1. Требования к размещению теплогенераторов

Размещение теплогенераторов, трубопроводов, дымоотводов, дымоходов, воздуховодов и другого инженерного оборудования в первую очередь должно обеспечивать безопасность их эксплуатации, удобство технического обслуживания и ремонта.

Установку теплогенераторов разрешается предусматривать в жилых зданиях любой степени огнестойкости.

При этом установка их допускается:

а) для теплоснабжения квартир – в кухнях, коридорах, других нежилых помещениях или в специально выделенных помещениях – теплогенераторных.

Помещение кухни должно отвечать требованиям СП 54.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003, Здания жилые многоквартирные);

б) для теплоснабжения помещений общественного назначения – в специально выделенных помещениях (теплогенераторных).

Помещение теплогенераторной должно отвечать следующим требованиям:

- размещаться у наружной стены жилого дома, иметь окно с форточкой, расположенной в верхней части окна, используемое в качестве легко-сбрасываемых конструкций. При этом площадь остекления определяется из расчета $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 свободного объема помещения с учетом условий, предусмотренных СП 54.13330.2011;

- объем помещения должен определяться исходя из условий обеспечения удобства эксплуатации котлов и производства монтажных и ремонтных работ, но не менее 15 м^3 ;

- высота не менее 2 м;

- вентиляция теплогенераторной должна проектироваться в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»);

Теплогенераторная для помещений общественного назначения, кроме того, должна иметь:

- эвакуационный выход, отвечающий требованиям СП 112.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»);

- защиту от несанкционированного проникновения с выводом сигнала в диспетчерский пункт или в помещение с телефонной связью и постоянным пребыванием персонала.

7.4.2. Требования пожарной безопасности

При установке теплогенераторов в помещениях неукоснительно должны соблюдаться требования пожарной безопасности, т.е. установку теплогенераторов следует предусматривать:

- у стен (напольные) или на стенах (настенные) из негорючих (НГ) или трудногорючих (Г1) материалов на расстоянии не ближе 2 см от стены;

- у стен или на стенах из горючих материалов с покрытием негорючими (НГ) или трудногорючими (Г1) материалами (например: кровельной сталью по листу теплоизоляционного слоя из негорючих материалов толщиной не менее 3 мм; известковой штукатуркой толщиной не менее 10 мм) на расстоянии не ближе 3 см от стены. Указанное покрытие стены должно выступать за габариты корпуса котла не менее 10 см;

- покрытие пола поднапольным теплогенератором должно быть из материалов группы горючести НГ или Г1. Такое покрытие пола должно выступать за габариты корпуса теплогенератора не менее чем на 10 см.

7.4.3. Электроснабжение котлоагрегатов

Для электроснабжения систем автоматики и управления работой теплогенератора должны быть предусмотрены:

- подвод электропитания напряжением 220 В;
- установка розетки с нулевым защитным проводником.

Напольные теплогенераторы, используемые для нежилых помещений общественного назначения, могут оснащаться встроенными токопреобразующими устройствами и самостоятельным контуром заземления с клеммой, подсоединяемой к контуру заземления здания.

На всех вводах электропитания необходимо предусмотреть установку устройств защитного отключения в соответствии с требованиями действующих нормативных документов (НПБ-243) ГПСМ ЧС России.

При размещении теплогенераторов следует учитывать положения инструкции по монтажу и эксплуатации предприятия-изготовителя.

7.4.7. Автоматизация и защита оборудования

Большое разнообразие автоматических регуляторов, используемых при эксплуатации котлов, позволяет упростить обслуживание и эксплуатацию применяемого оборудования – газового, жидкотопливного (за исключением твердотопливного) или комбинированного. Владелец по своему желанию может установить автоматический регулятор отопления, который будет не только контролировать работу котла по заранее заданному графику, но и самостоятельно корректировать ее в зависимости от погодных условий. В некоторых моделях котельного оборудования выбор режимов работы может осуществляться при помощи пульта ДУ.

Вся автоматика у котлов погодозависимая. Она чутко реагирует на повышение и понижение температуры на улице, после чего "дает команду" котлу повысить или понизить температуру обогрева дома. Имеются также виды автоматических регуляторов, оснащенных таймерами и обеспечивающих установку обогрева дома в дежурном режиме непосредственно к вашему приезду. Это позволяет также установить таймер для подогрева горячей воды в строго назначенное время. Кроме того, автоматические регуляторы позволяют организовать в доме так называемое позонное отопление: в этом случае редко используемые помещения отапливаются с меньшей интенсивностью (гараж, прачечная комната, подсобные помещения), в то же время жилые комнаты будут получать тепло в обычном режиме.

Среди основных производителей отопительного оборудования можно назвать такие иностранные компании, как ACV (Бельгия), Buderus (Германия), Bosch (Германия), Schafer (Германия), Scheer (Германия), Vaillant (Германия), Viessmann (Германия), Protherm (Чехия), среди ведущих российских организаций "Дорогобужкотломаш", "Зиоса", "Рэмэкс" и "Уралкотломаш".

7.4.5. Водопровод и канализация

К месту установки теплогенератора должен быть предусмотрен подвод водопровода для снабжения водой контура горячего водоснабжения и предусмотрено устройство для заполнения контура системы отопления и его подпитки.

Для учета расхода воды на каждом вводе водопровода в квартиру или в помещения общественного назначения следует предусматривать установку прибора учета (водосчетчика).

Для защиты оборудования следует предусматривать установку механического фильтра на вводе водопровода в здание.

В зависимости от качества водопроводной воды и при наличии специальных требований изготовителя теплогенератора к качеству воды следует предусматривать установку портативных противонакипных устройств для системы горячего водоснабжения.

Для опорожнения системы отопления и слива воды из теплообменников необходимо предусмотреть отвод воды в канализацию.

7.5. Дымоудаление при поквартирном отоплении

Основной и важнейшей задачей при проектировании и монтаже систем поквартирного является организация надежного и безопасного отвода продуктов сгорания.

Количество теплогенераторов, присоединяемых к одному коллективному дымоходу, следует определять по расчету некоторых характеристик, таких, как теплопроизводительность устанавливаемого оборудования и климатические условия конкретного района строительства.

Системы коллективного отвода продуктов сгорания могут устанавливаться как в шахте внутри здания, так и снаружи по фасаду здания. Данные системы бывают одностенными, двустенными и коаксиальными.

Одностенные системы коллективных дымоходов зашиваются в шахту и применяются для отвода продуктов сгорания от всех котлов, работающих на жидком топливе или газе. Двустенные и коаксиальные системы коллективных дымоходов могут не только зашиваться в шахту, но и прокладываться по наружной стене здания. Коаксиальные системы дымоходов применяются для котлов с закрытой камерой сгорания, работающих на жидком или газообразном топливе.

При разработке систем коллективных дымоходов одной из основных задач, является определение оптимального диаметра вертикального ствола. Его диаметр зависит от количества подключений, характеристик подключаемых теплогенераторов и географического месторасположения возводимого объекта

Теперь рассмотрим общие схемы дымоудаления для строящихся домов (новостройки), где поквартирное отопление было предусмотрено проектом.

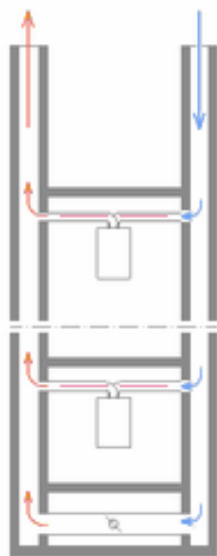


Рис.33. Коллективная система дымоудаления и забора воздуха (дымоход выполнен внутри здания)

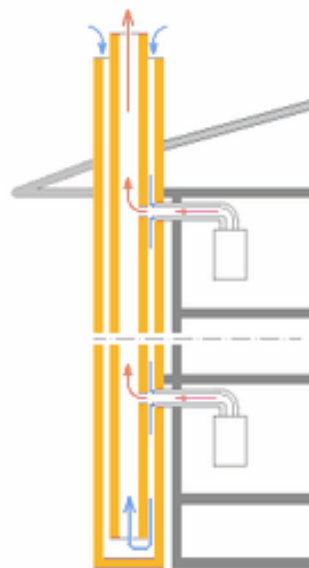


Рис.34. Коллективная система дымоудаления и забора воздуха (с использованием приставного дымохода)

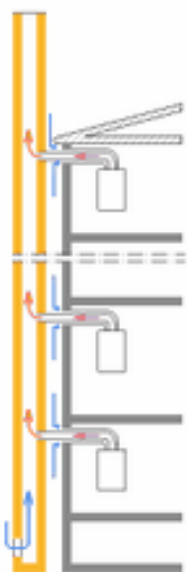


Рис.35. Коллективная система дымоудаления (с использованием приставного дымохода), местный забор воздуха (с использованием коаксиальной трубы)



Рис.36. Коллективная система дымоудаления (с использованием приставного дымохода), местный забор воздуха (с использованием отдельных труб)

Данные дымоходные каналы должны проектироваться и монтироваться в соответствии со сводом правил по проектированию и строительству СП 42-101-2003, СП 42-101-2003, приложение Г, СП 41-108-2004. При этом, на поквартирные системы теплоснабжения с индивидуальными теплогенераторами с закрытой камерой сгорания в соответствии с письмом № ЛБ-7115/1 не распространяются требования пункта 3.10 СНИП 2.08.01 "Жилые здания" и второго абзаца пункта 6.34 СНИП 2.04.08-87 "Газоснабжение" в части ограничения количества этажей, а также требования пунктов 6.36, 6.41, 6.42 и 6.43 СНИП 2.04.08-87 "Газоснабжение" и раздела "Печное отопление" СНИП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" в части размеров помещений и устройств дымоходов для теплогенераторов поквартирных систем теплоснабжения

При переходе на поквартирное отопление вместо центрального, в соответствии с СП 41-108-2004 "Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе", могут быть применены следующие схемы дымоудаления:

Если помещение имеет дымоходный канал, в частности, если ранее использовался газовый водонагреватель (газовая колонка).

При этом сечения дымоходов и приточных коллективных воздуховодов должны определяться расчетом исходя из тепловой мощности и количества котлов, присоединяемых к дымоходу, с учетом одновременной их работы. При этом естественная тяга дымохода должна быть не менее чем на 20% выше суммы всех аэродинамических потерь газоздушного тракта при любых режимах работы. Площадь сечения дымоотвода и воздуховода к теплогенератору не должна быть меньше площадей сечения патрубков присоединяемого котла.

Забор воздуха для горения должен производиться непосредственно снаружи здания воздуховодами (рис. 37, 38) через фасадную стену или коллективного воздуховода. Дымоотводы и дымоходы должны быть газоплотными класса П (СНИП 41-01), не допускать подсосов воздуха в местах соединений и присоединения дымоотводов к дымоходу и выполняться из материалов группы НГ, способных противостоять без потери герметичности и прочности механическим нагрузкам, стойких к транспортируемой и окружающей среде, а после монтажа – подвергнуты испытаниям на прочность и герметичность. Использование для изготовления дымоходов, дымоотводов и воздуховодов асбоцемента, керамики и других материалов допускается только при наличии сертификатов соответствия Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. При транзитной прокладке воздуховодов следует обеспечить требуемые пределы огнестойкости их конструкций согласно СНИП 41-01. Установку теплогенераторов разрешается предусматривать для теплоснабжения квартир – в кухнях или в специально выделенных помещениях – теплогенераторных. Здесь необходимо устанавливать газовые котлы с за-

крытой камерой сгорания (турбо) со специальной системой раздельной системой удаления продуктов сгорания и воздухозабором

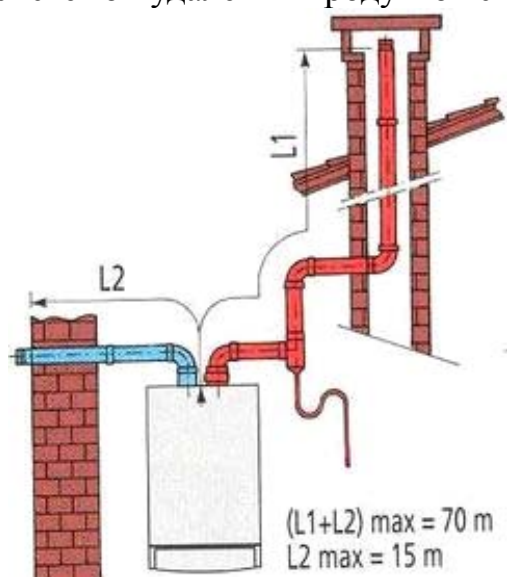


Рис.37. Варианты устройства дымоходов и приточных воздуховодов

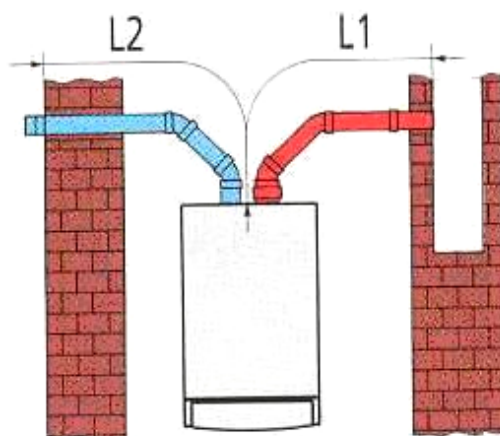


Рис.38. Варианты устройства дымоходов и приточных воздуховодов

Если помещение под установку газового котла не имеет дымоходный канал.

В этом случае при согласовании проекта в соответствующих службах в соответствии с СП 42-101-2003, приложение Г, разрешается отвод продуктов сгорания в атмосферу через наружную стену помещения без устройства вертикального канала от отопительного газоиспользующего оборудования с герметичной камерой сгорания и устройством для принудительного удаления продуктов сгорания. Отверстия дымовых каналов на фасаде жилого дома при отводе продуктов сгорания от отопительного газоиспользующего оборудования через наружную стену без устройства вертикального канала следует размещать в соответствии с инструкцией по монтажу газоиспользующего оборудования предприятия-изготовителя, но на расстоянии не менее:

- 2,0 м от уровня земли;
- 0,5 м по горизонтали до окон, дверей и открытых вентиляционных отверстий (решеток);
- 0,5 м над верхней гранью окон, дверей и вентиляционных решеток;
- 1,0 м по вертикали до окон при размещении отверстий под ними.

Указанные расстояния не распространяются на оконные проемы, заполненные стеклоблоками. Не допускается размещение отверстий каналов на фасаде зданий под вентиляционной решеткой. При размещении дымового канала под навесом, балконами и карнизами кровли зданий канал должен выходить за окружность, описанную радиусом R (рис.39).

Длину горизонтального участка дымового канала от отопительного газоиспользующего оборудования с герметичной камерой сгорания при выходе через наружную стену следует принимать не более 3 м. В данном случае необходима установка котла с закрытой камерой сгорания с коаксиальным дымоходом. В переводе с латинского «коаксиальный» означает соосный.

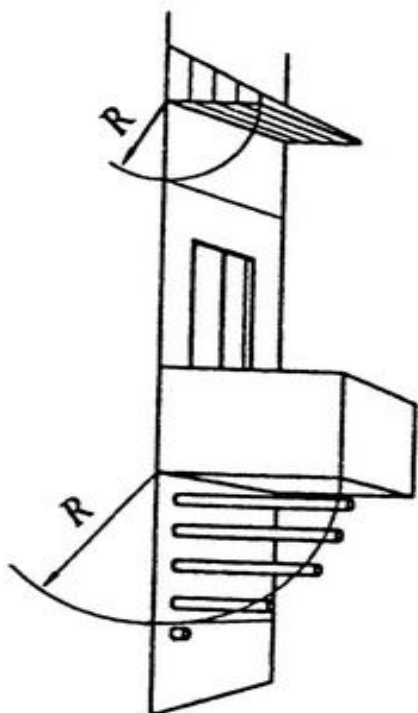


Рис. 39. Размещение отверстий дымовых каналов на фасаде здания

У турбированных котлов камера сгорания герметично закрыта и для вывода сгоревших газов применяется коаксиальный (труба в трубе) дымоход, часто выходящий на улицу через стену. Отработанные газы выбрасываются вентилятором по внутренней трубе на улицу, а воздух для горения засасывается по внешней трубе, рис. 40, 41.

Нормативная строительная документация подразумевает возможность установки котлов на этапе проектирования рабочей документации перед постройкой домов. К сожалению, нет четко обозначенных инструкции по установке котлов в многоквартирные жилые дома с центральной системой отопления.

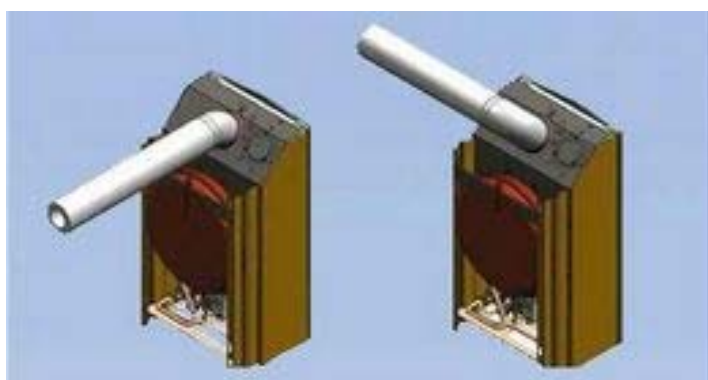


Рис.40. Варианты присоединения коаксиального дымохода

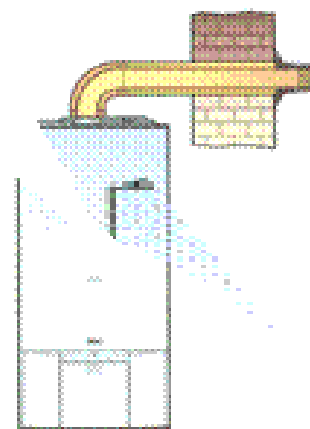


Рис.41. Схема коаксиального дымохода

При переходе с центральной системы отопления на индивидуальную необходимо:

1. Узнать о технической возможности отключения вашей квартиры от коллективной (центральной) системы отопления (ЖЭК, ЖЭУ, ТСЖ, ДУК, или напрямую в вашей теплоснабжающей организации. Предметом обсуждения здесь может стать Федеральный закон Российской Федерации от

27 июля 2010 г. N 190-ФЗ "О теплоснабжении". В частности, статья 14, пункт 15, который запрещает переход на поквартирное отопление при наличии центрального. Однако в данной статье отсутствует перечень индивидуальных квартирных источников тепловой энергии.

2. Подготовить технические условия на установку газового оборудования (Горгаз, Облгаз).

3. Подготовить акт ВДПО (пожарный надзор ВДПО).

4. Подготовить проект на установку газового оборудования в квартире (любая проектная организация, имеющая соответствующие лицензии).

5. Согласовать проект с заинтересованными службами (Газовая служба, БТИ, пожарный надзор ВДПО).

6. Согласовать с местными органами СанЭпидНадзора (в случае вывода дымовой трубы на фасад здания, что допустимо для некоторых моделей котлов).

7. Обратиться в компанию, имеющую лицензию на выполнение монтажных работ.

8. Подготовить пакет технической документации на все установленное оборудование (инструкции по установке и эксплуатации, сертификаты качества, копии лицензии монтажной фирмы, договора на обслуживание и т.д.).

9. После монтажа системы пригласить на "первый запуск" котла специалиста из газовой службы или монтажную организацию имеющую соответствующую лицензию.

10. Произвести запуск котла и поставить его на сервисное обслуживание в сервисной компании.

11. Проинформировать газовую службу о переходе на поквартирное отопление.

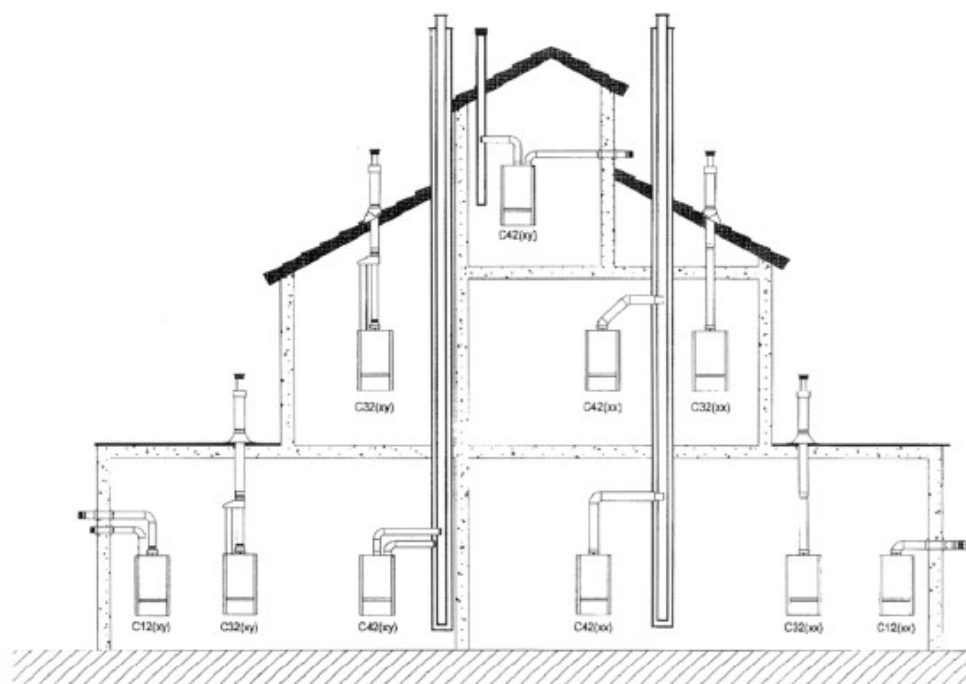


Рис.42. Примеры организации системы дымоудаления

7.6. Рекомендации по расчету системы дымоудаления

Расчет системы дымоудаления сводится к определению диаметра дымохода. Диаметр дымохода определяется по формуле

$$D_0 = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w_0}}, \quad (35)$$

где D_0 – диаметр дымохода, м;

V – расход дымовых газов через дымоход, м³/ч;

w_0 – скорость дымовых газов на выходе из дымохода, м/с.

В этом уравнении два неизвестных D_0 и w_0 . Но одно является функцией другого. Поэтому суть расчета сводится к определению диаметра по заданной величине скорости дымовых газов.

В свою очередь скорость выхода дымовых газов должна приниматься равной 5-12 м/с для предупреждения задувания при работе на пониженных нагрузках.

Таким образом, задавшись скоростью, необходимо определить диаметр дымохода.

Далее необходимо выполнить расчет самотяги дымохода и расчет потерь давления в системе. Самотяга рассчитывается по формуле, Па:

$$h_c^{TP} = Hg \left(1,2 - 1,293 \frac{273}{273 + t_{yx}} \right), \quad (36)$$

где H – высота дымохода, определяется конструктивно, в зависимости от высоты (этажности) дома, м;

g – ускорение свободного падения тела, $g = 9,81$ м/с²;

0,12 – плотность наружного воздуха при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт.ст. (ρ);

0,132 – плотность сухого воздуха при давлении 760 мм рт.ст. и температуре 0 °С;

t_{yx} – средняя температура потока, °С.

При направлении потока вверх самотяга положительна (знак +), при направлении потока вниз самотяга отрицательна (знак минус). Это следует учитывать, когда при расчете системы предусмотрена схема подачи воздуха коллективными воздухопроводами и отведения дымовых газов коллективными дымоходами.

При естественной тяге необходимо учитывать температуру газов в дымоходе. Температура газов определяется с учетом подсоса холодного воздуха.

Охлаждение газов из-за потери тепла в дымоходе на 1 м дымохода может подсчитываться по приближенным формулам:

$$\Delta\vartheta = \frac{2}{\sqrt{D}} \text{ – для металлических неизолированных дымоходов;}$$

$$\Delta\vartheta = \frac{0,8}{\sqrt{D}} \text{ – для металлических изолированных дымоходов,}$$

где D – суммарная тепловая мощность одновременно работающих котлов, переведенная в пар, т/ч.

Сопротивления трения определяется по формуле

$$\Delta h_{\text{т}} = \lambda \frac{w^2 \rho}{2d_{\text{экв}}}, \quad (37)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения, м²/с, зависящий от относительной шероховатости стенок дымохода.

Местные сопротивления определяются по формуле

$$\Delta h_{\text{м}} = \xi_{\text{м}} \frac{w^2 \rho}{2}, \quad (38)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, зависящий в основном от геометрической формы дымохода.

Коэффициенты сопротивления трения и местного сопротивления следует определять по [4].

Расчет должен выполняться по данным максимального режима – одновременная работа всех котлов, подсоединенных к дымоходу при максимальной производительности в максимальном зимнем периоде. Проверяется на следующие режимы:

- одновременная работа всех присоединенных котлов в летнем режиме,
- работа одного котла в летнем режиме при максимальной летней температуре (средней температуре самого жаркого месяца и при абсолютно максимальной летней температуре);
- работа одного котла в максимально зимнем режиме.

Система считается работоспособной при выполнении во всех расчетных режимах следующего условия:

$$h_{\text{с}}^{\text{тр}} \frac{h_{\text{с}}}{760} \geq 1,2 \sum h, \quad (39)$$

где $\sum h$ – сумма всех сопротивлений (трения и местных) в дымоходе.

Изменяя соотношения диаметр дымохода – скорость выхода дымовых газов, добиваются выполнения указанного условия. Таким же образом определяется максимально возможное количество котлов, присоединяемых к одному дымоходу.

8. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА

8.1. Общие положения

Повышение уровня газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций, расположенных на территории субъектов Российской Федерации, на основе формирования и реализации соответствующих федеральной, межрегиональных и региональных программ газификации – один из принципов государственной политики в области газоснабжения в РФ.

Сети газораспределения и газопотребления должны обеспечивать безопасность и энергетическую эффективность транспортирования природного газа с параметрами по давлению и расходу, определенными проектной документацией и условиями эксплуатации.

Проектирование, строительство, реконструкция, монтаж, эксплуатация, консервация и ликвидация сетей газораспределения и газопотребления должны осуществляться с учетом особенностей, связанных с рельефом местности, геологическим строением грунта, гидрологическим режимом, сейсмическими условиями и наличием подземных горных разработок.

Для обнаружения трасс газопроводов должна осуществляться маркировка:

а) для подземных газопроводов – с помощью опознавательных знаков, содержащих информацию о диаметре газопровода, давлении газа в нем, глубине залегания газопровода, материале труб, расстоянии до газопровода, телефонных номерах аварийной службы организации, эксплуатирующей этот участок газопровода, и другие сведения. Для полиэтиленовых газопроводов дополнительно должна предусматриваться укладка сигнальной ленты. Вместо опознавательных знаков возможна прокладка совместно с полиэтиленовым газопроводом изолированного алюминиевого или медного провода;

б) надземные газопроводы должны быть окрашены в желтый цвет двумя слоями краски, лака или эмали, предназначенных для наружных работ при расчетной температуре наружного воздуха в районе строительства.

Количество, места размещения и вид запорной арматуры на наружных газопроводах должны обеспечивать возможность отключения технических и технологических устройств и отдельных участков газопроводов для обеспечения локализации и ликвидации аварий, проведения ремонтных и аварийно-восстановительных работ, а также для ликвидации и консервации сети газораспределения.

Качество природного газа должно соответствовать ГОСТ 5542, а сжиженного углеводородного газа (СУГ) – ГОСТ 20448, ГОСТ Р 52087 и ГОСТ 27578.

По рабочему давлению транспортируемого газа газопроводы подразделяют в соответствии с табл. 21.

Т а б л и ц а 21

Классификация газопроводов по давлению, категория		Вид транспортируемого газа	Рабочее давление в газопроводе, МПа
Высокое	I-a	Природный	Св. 1,2
	I	То же	Св. 0,6 до 1,2 включительно
		СУГ	Св. 0,6 до 1,6 включительно
	II	Природный и СУГ	Св. 0,3 до 0,6 включительно
Среднее	III	То же	Св. 0,005 до 0,3 включительно
Низкое	IV	То же	До 0,005 включительно

Газопроводы из полиэтиленовых труб следует применять для подземной прокладки при давлении природного газа до 0,6 МПа включительно внутри поселений, до 1,2 МПа включительно – межпоселковые, и до 0,005 МПа включительно – для паровой фазы СУГ.

Газопроводы из стальных труб и их соединительные детали могут применяться для наружной и внутренней прокладки для всех давлений для природного газа и до 1,6 МПа включительно – для СУГ.

Газопроводы из медных труб и их соединительные детали могут применяться для наружной и внутренней прокладки при давлении природного газа и СУГ до 0,005 МПа включительно.

Газопроводы из многослойных полимерных труб и их соединительные детали могут применяться для внутренней прокладки при давлении природного газа до 0,005 МПа включительно.

8.2. Системы газораспределения

Проекты систем газораспределения областей, городов, поселков разрабатываются на основе схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и проектов планировок. Система газораспределения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании. Должна предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов или участков газопроводов для проведения ремонтных и аварийных работ. Принятый вариант газораспределения должен иметь максимальную экономическую эффективность и предусматривать строительство и ввод в эксплуатацию системы газораспределения по частям.

Подача газа потребителям производится по распределительным газопроводам одной или нескольких категорий давления. В зависимости от этого системы газораспределения делятся на одно-, двух-, трех- и многоступенчатые:

1) одноступенчатая – система газораспределения, при которой подача газа потребителям осуществляется по газопроводам только одного давления – низкого или среднего. Она рекомендуется для населенных пунктов и

небольших городов, присоединяемых к магистральным газопроводам, а также для поселков с автономным газоснабжением на базе сжиженных газов;

2) двухступенчатая система обеспечивает подачу газа потребителям по газопроводам двух категорий: среднего и низкого или высокого и низкого давлений. Эта система рекомендуется для городов с большим числом потребителей, размещенных на значительной территории, и получающих газ от магистральных газопроводов;

3) трехступенчатая – система газораспределения, при которой подача газа потребителям осуществляется по газопроводам трех категорий давления: низкого, среднего и высокого. Эта система рекомендуется для больших городов;

4) многоступенчатая система обеспечивает распределение газа по газопроводам четырех давлений: низкого, среднего, высокого второй категории и высокого первой категории. Эта система рекомендуется для крупных городов с большим числом промышленных потребителей.

Выбор схемы системы газораспределения проводится в зависимости от объема, структуры и плотности газопотребления поселений (сельских и городских), размещения жилых и производственных зон, а также источников газоснабжения (местоположение и мощность существующих и проектируемых магистральных газопроводов, ГРС и др.). Выбор той или иной схемы в проектной документации должен быть обоснован экономически и обеспечен необходимой степенью безопасности.

Примеры схем систем газораспределения приведены на рис. 43 и 44.

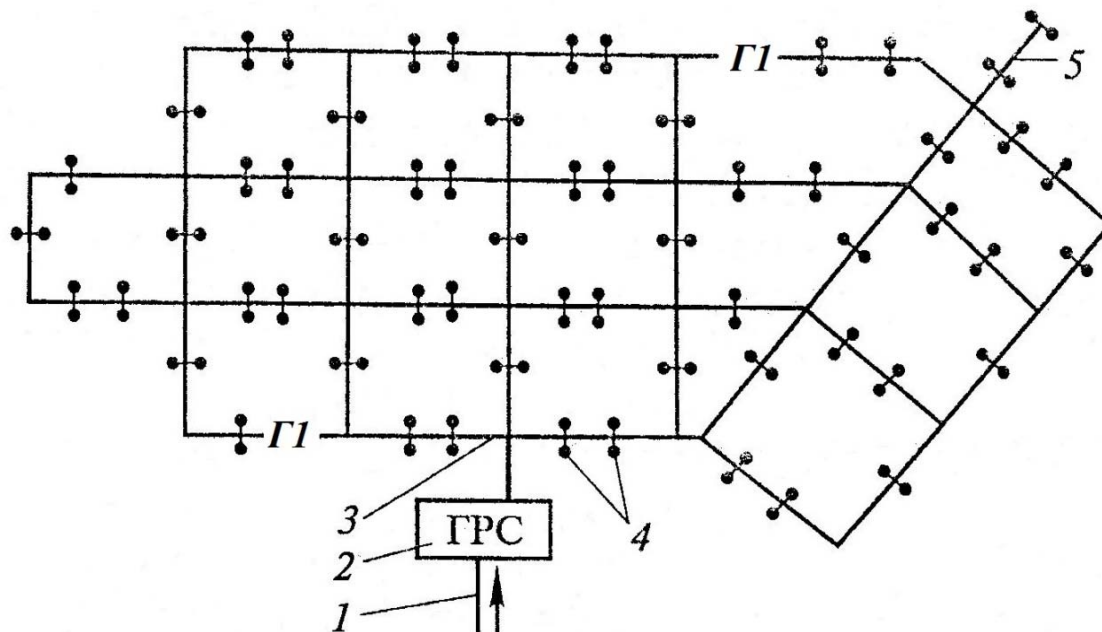


Рис. 43. Схема одноступенчатой системы распределения газа:
1 – магистральный газопровод; 2 – газораспределительная станция;
3 – кольцевой газопровод; 4 – ответвления к потребителям;
5 – тупиковый газопровод

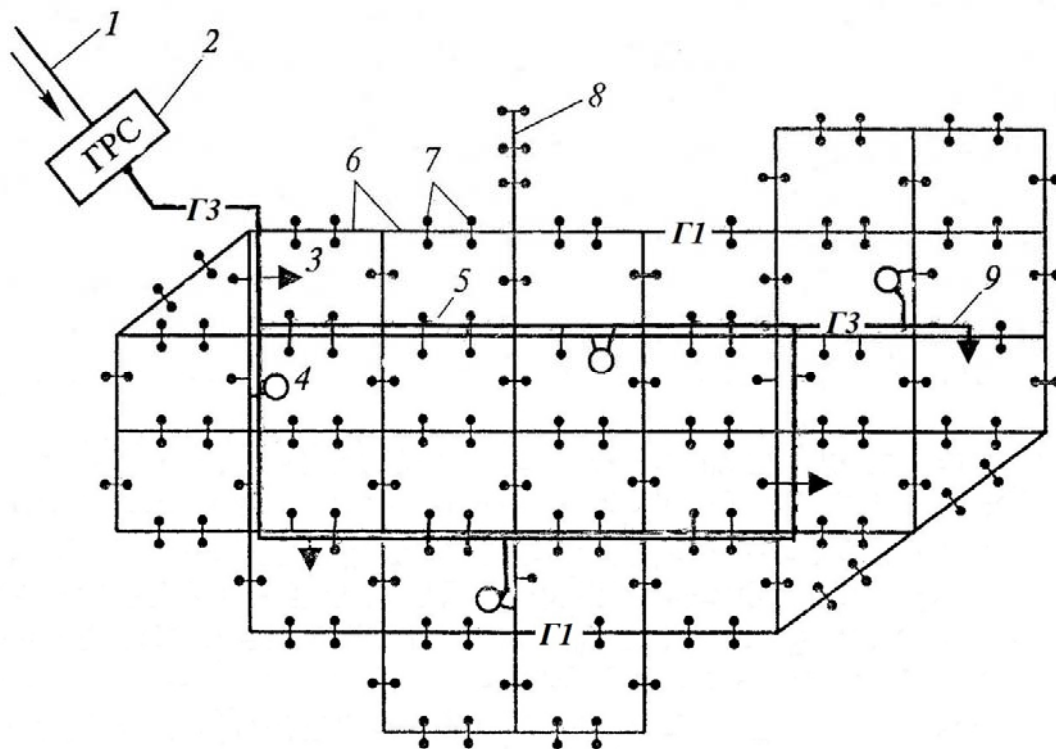


Рис.44. Схема двухступенчатой системы распределения газа:
 1 – магистральный газопровод; 2 – газораспределительная станция;
 3 – крупные потребители газа; 4 – городские ГРП; 5 – газопроводы высокого (среднего давления); 6 – кольцевые газопроводы низкого давления;
 7 – ответвления к потребителям; 8 – тупиковый газопровод низкого давления;
 9 – тупиковый газопровод высокого (среднего) давления

Сети газораспределения должны быть спроектированы и построены так, чтобы при восприятии в течение предполагаемого срока службы нагрузок и воздействий, были обеспечены их необходимые по условиям безопасности прочность, устойчивость и герметичность.

Выбор способа прокладки и материала труб для газопровода следует предусматривать с учетом пучинистости грунта и других гидрогеологических условий, а также температуры газа, подаваемого из ГРС.

Для сетей газораспределения и газопотребления и объектов СУГ должны применяться материалы, изделия, газоиспользующее оборудование и технические устройства по действующим стандартам и другим нормативным документам на их изготовление, поставку, сроки службы, характеристики, свойства и назначение (области применения) которых соответствуют условиям их эксплуатации.

Материал труб, запорной арматуры, соединительных деталей, сварочных материалов, крепежных элементов и других выбирают с учетом давления газа, расчетной температуры наружного воздуха в районе строительства и температуры стенки трубы при эксплуатации, грунтовых и природных условий, наличия вибрационных нагрузок и т.д.

Наружные газопроводы следует размещать по отношению к зданиям, сооружениям и сетям инженерно-технического обеспечения на расстоянии не менее нормативных. Прокладку газопроводов следует предусматривать подземной.

В исключительных случаях допускается надземная прокладка газопроводов по стенам зданий внутри жилых дворов и кварталов, а также на отдельных участках трассы, в том числе на участках переходов через искусственные и естественные преграды, при пересечении сетей инженерно-технического обеспечения. Таковую прокладку газопроводов допускается предусматривать при соответствующем обосновании и осуществлять в местах ограничения доступа посторонних лиц к газопроводу.

Прокладку газопроводов следует осуществлять на глубине не менее 0,8 м до верха газопровода или футляра. В местах, где не предусматривается движение транспорта и сельскохозяйственных машин, глубина прокладки стальных газопроводов допускается не менее 0,6 м. Расстояние по вертикали (в свету) между газопроводом (футляром) и подземными сетями инженерно-технического обеспечения и сооружениями в местах их пересечений следует принимать не менее нормативных.

В местах пересечения газопроводов с подземными коммуникационными коллекторами и каналами различного назначения, теплотрассами бесканальной прокладки, а также в местах прокладки газопроводов через стенки газовых колодцев газопровод следует прокладывать в футляре. Концы футляра должны выводиться на расстоянии не менее 2 м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений и коммуникаций, при пересечении стенок газовых колодцев – на расстоянии не менее 2 см. Концы футляра должны быть заделаны гидроизоляционным материалом. На одном конце футляра в верхней точке уклона (за исключением мест пересечения стенок колодцев) следует предусматривать контрольную трубку, выходящую под защитное устройство.

При прокладке полиэтиленовых газопроводов давлением до 0,6 МПа включительно заглубление должно быть не менее 0,9 м. При прокладке межпоселковых полиэтиленовых газопроводов давлением свыше 0,6 до 1,2 МПа включительно глубина прокладки должна быть не менее 1 м, а при прокладке на пахотных и орошаемых землях – не менее 1,2 м до верха трубы.

Подземные газопроводы всех давлений в местах пересечений с железнодорожными и трамвайными путями, автомобильными дорогами категорий I-IV, а также с магистральными улицами и дорогами следует прокладывать в футлярах. Футляры должны соответствовать требованиям к прочности и долговечности. На одном конце футляра предусматривают контрольную трубку, выходящую под защитное устройство.

Газопроводы на подводных переходах прокладывают с заглублением в дно пересекаемых водных преград. При необходимости производят балластировку трубопровода. Отметка верха газопровода (балласта, футе-

ровки) должна быть не менее чем на 0,5 м, а на переходах через судоходные и сплавные водные преграды – на 1,0 м ниже прогнозируемого на срок 25 лет профиля дна.

Отключающие устройства на наружных газопроводах следует предусматривать :

- перед отдельно стоящими или блокированными зданиями;
- для отключения стояков жилых зданий выше пяти этажей;
- перед наружным газоиспользующим оборудованием;
- перед пунктами редуцирования газа (ПРГ), за исключением ПРГ предприятий, на ответвлении газопровода к которым имеется отключающее устройство на расстоянии менее 100 м от ПРГ;
- на выходе из ПРГ, закольцованных газопроводом;
- на ответвлениях от газопроводов к населенным пунктам, отдельным микрорайонам, кварталам, группам жилых домов (при числе квартир более 400 к отдельному дому), а также на ответвлениях к производственным потребителям;
- при пересечении водных преград двумя нитками газопровода и более, а также одной ниткой при ширине водной преграды при меженном горизонте 75 м и более;
- при пересечении железных дорог общей сети и автомобильных дорог категорий I-II, если отключающее устройство, обеспечивающее прекращение подачи газа на участке перехода, расположено на расстоянии более 1000 м от дорог.

Для снижения и регулирования давления в системе газораспределения предусматриваются следующие ПРГ: газораспределительные пункты (ГРП), газорегуляторные пункты блочные (ГРПБ) заводского изготовления в зданиях контейнерного типа, газорегуляторные пункты шкафные (ГРПШ) и газорегуляторные установки (ГРУ).

Каждый ПРГ должен быть оснащен фильтром, предохранительным запорным клапаном (ПЗК), регулятором давления газа, предохранительным сбросным клапаном (ПСК), запорной арматурой, контрольными измерительными приборами (КИП), узлом учета расхода газа (при необходимости). Для обеспечения непрерывности подачи газа потребителям в ПРГ может предусматриваться резервная линия редуцирования, состав оборудования которой должен соответствовать рабочей линии.

8.3. Системы газопотребления.

Возможность размещения газоиспользующего оборудования в помещениях зданий различного назначения и требования к этим помещениям устанавливаются соответствующими строительными нормами и правилами по проектированию и строительству зданий с учетом требований

стандартов и других документов на поставку указанного выше оборудования, а также заводских паспортов и инструкций, определяющих область и условия его применения.

Газоиспользуемое оборудование для приготовления пищи или лабораторных целей, приготовления воды для бытовых нужд и отопления от индивидуальных источников тепла, работающее на природном газе, допускается предусматривать в зданиях жилых многоквартирных, многоквартирных и блокированных жилых домов, общественных, а также в административных и бытовых зданиях.

Не допускается размещение газоиспользующего оборудования в помещениях подвальных и цокольных этажей зданий (кроме многоквартирных и блокированных жилых зданий).

Помещения зданий всех назначений (кроме жилых), в которых устанавливается газоиспользующее оборудование, работающее в автоматическом режиме, должны быть оснащены системами контроля загазованности и обеспечения пожарной безопасности с автоматическим отключением подачи газа и выводом сигналов на диспетчерский пункт или в помещение с постоянным присутствием персонала.

Системы контроля загазованности и обеспечения пожарной безопасности с автоматическим отключением подачи газа в жилых зданиях при установке отопительного, водогрейного и климатического оборудования следует предусматривать:

- независимо от места установки – мощностью свыше 60 кВт;
- в подвальных, цокольных этажах и в пристройке к зданию – независимо от тепловой мощности.

При установке теплогенераторов с открытой камерой сгорания или отводом продуктов сгорания газа непосредственно в помещение должен быть дополнительно обеспечен технологический контроль уровня содержания оксида углерода в воздухе помещений с выдачей светового и звукового сигналов, а также с автоматическим отключением подачи газа к газоиспользующему оборудованию.

Сеть газопотребления – технологический комплекс газовой сети потребителя, расположенный от места присоединения к газораспределительной сети до газоиспользующего оборудования, и состоящий из наружных и внутренних газопроводов и технических устройств на них.

Устройство наружных газопроводов изложено выше. Внутренние газопроводы могут выполняться из стальных, медных и металлополимерных труб (при давлении природного газа до 0,005 МПа включительно).

Давление газа во внутренних газопроводах и перед газоиспользующим оборудованием должно соответствовать давлению, необходимому для устойчивой работы этого оборудования, указанному в паспортах предприятий-изготовителей, но не должно превышать значений, приведенных в табл. 22.

Максимальные значения величины давления природного газа в сетях
газопотребления

Потребители природного газа	Давление газа (МПа)
Газотурбинные и парогазовые установки	До 2,5 (включительно)
Газоиспользующее оборудование производственных зданий, в которых величина давления природного газа обусловлена требованиями производства	До 1,2 (включительно)
Газоиспользующее оборудование иных производственных зданий	До 0,6 (включительно)
Газоиспользующее оборудование:	
— котельных, отдельно стоящих на территории производственных предприятий	До 1,2 (включительно)
— котельных, отдельно стоящих на территории населенных пунктов	До 0,6 (включительно)
— котельных, пристроенных к производственным зданиям, встроенных в эти здания, и крышных котельных производственных зданий	До 0,6 (включительно)
— котельных, пристроенных к общественным зданиям, встроенных в эти здания, и крышных котельных общественных зданий	До 0,005 (включительно)
— котельных, пристроенных к жилым зданиям, и крышных котельных жилых зданий	До 0,005 (включительно)

Допускается присоединение к газопроводам бытовых газовых приборов, КИП, баллонов СУГ, газогорелочных устройств переносного и передвижного газоиспользующего оборудования гибкими рукавами, стойкими к транспортируемому газу при заданных давлении и температуре.

Соединения труб должны быть неразъемными. Разъемные соединения допускаются в местах присоединения газоиспользующего оборудования и технических устройств, а также на газопроводах обвязки газоиспользующего оборудования.

Вводы газопроводов следует предусматривать в помещения, в которых установлено газоиспользующее оборудование или в смежные с ним помещения, соединенные открытым проемом.

Не допускаются вводы газопроводов в помещения подвальных и цокольных этажей зданий, кроме вводов газопроводов природного газа и паровой фазы СУГ низкого давления в многоквартирные и блокированные жилые дома.

Не допускается прокладка газопроводов через фундаменты зданий (кроме оговоренных случаев) и под фундаментами.

Прокладку газопроводов следует производить открытой или скрытой в штрабе. При скрытой прокладке газопроводов из стальных и медных труб необходимо предусматривать дополнительные меры по их защите от

коррозии, обеспечить вентиляцию каналов и доступ к газопроводу в процессе эксплуатации.

В местах пересечения строительных конструкций зданий газопроводы следует прокладывать в футлярах.

Для газопроводов производственных и сельскохозяйственных зданий, котельных, общественных зданий и бытовых зданий производственного назначения следует предусматривать продувочные трубопроводы.

Прокладка газопроводов в помещениях, относящихся по взрывопожарной опасности к категориям А и Б; во взрывоопасных зонах всех помещений; в подвалах; в помещениях подстанций и распределительных устройств; через вентиляционные камеры, шахты и каналы; шахты лифтов и лестничные клетки, помещения мусоросборников, дымоходы; помещения и места, где возможно воздействие на газопровод агрессивных веществ и горячих продуктов сгорания или соприкосновение газопровода с нагретым или расплавленным металлом, не допускается.

Не допускается пересечение газопроводами вентиляционных решеток, оконных и дверных проемов, за исключением переплетов и импостов неоткрывающихся окон и оконных проемов, заполненных стеклоблоками.

Отключающие устройства на внутренних газопроводах следует предусматривать:

- перед газовыми счетчиками (если для отключения счетчика нельзя использовать отключающее устройство на вводе);
- перед газоиспользующим оборудованием и контрольно-измерительными приборами;
- перед горелками и запальниками газоиспользующего оборудования;
- на продувочных газопроводах;
- на вводе газопровода в помещение при размещении в нем ГРУ или газового счетчика с отключающим устройством на расстоянии более 10 м от места ввода.

Установка отключающих устройств на скрытых и транзитных участках газопровода не допускается.

Каждый объект, на котором устанавливается газоиспользующее оборудование, должен быть оснащен единым узлом учета газа в соответствии с нормативными правовыми документами Российской Федерации.

Вентиляция помещений, в которых предусматривается установка газоиспользующего оборудования, должна соответствовать требованиям к размещенному в них производству и обеспечивать воздухообмен не менее трехкратного в час для помещений котельных с постоянным присутствием обслуживающего персонала, а также для котельных, встраиваемых в здания другого назначения.

Вентиляция помещений, в которых устанавливается бытовое газоиспользующее оборудование, должна обеспечивать допустимые санитарным

законодательством Российской Федерации условия микроклимата и воздушной среды помещений.

Отвод продуктов сгорания (дымоудаление) от газоиспользующего оборудования производственных зданий и котельных следует предусматривать в соответствии с требованиями СП 89.13330.2012.

Отвод продуктов сгорания от бытового газоиспользующего оборудования должен осуществляться по дымоотводам и вертикальным дымоходам. В жилых домах отвод продуктов сгорания может производиться по дымоотводу через наружную стену здания.

8.4. Системы снабжения сжиженным газом

Газоснабжение потребителей на базе СУГ может быть по следующим вариантам:

- резервуарное газоснабжение с естественным испарением;
- резервуарное газоснабжение с искусственным испарением;
- баллонное газоснабжение от групповых установок;
- баллонное газоснабжение от индивидуальных установок.

В состав резервуарной установки входят резервуары в подземном или надземном исполнении, регуляторы давления газа, ПЗК, ПСК, КИП для контроля давления и уровня СУГ в резервуаре, запорная арматура, а также трубопроводы жидкой и паровой фаз. При технической необходимости в состав резервуарной установки включают испарительные установки СУГ.

Число резервуаров в установке должно быть не менее двух. Допускается установка одного резервуара, если по условиям эксплуатации допускаются перерывы в потреблении СУГ на длительное время.

Расстояние от резервуарных установок до зданий, сооружений различного назначения и сетей инженерно-технического обеспечения должны быть не менее нормативных.

Подземные резервуары следует устанавливать на глубине не менее 0,6 м от поверхности земли до верхней образующей резервуара. Резервуарные установки должны быть оборудованы проветриваемыми ограждениями из негорючих материалов высотой не менее 1,6 м.

Прокладка газопроводов может быть как подземной, так и надземной. Прокладку подземных газопроводов паровой фазы СУГ низкого давления от резервуарных установок осуществляют на такой глубине, где минимальная температура грунта выше температуры конденсации паровой фазы СУГ. При прокладке газопроводов выше глубины промерзания грунта следует предусматривать конденсатосборники, расположенные ниже глубины промерзания грунта.

Прокладку надземных газопроводов от резервуарных установок следует (при необходимости) предусматривать с тепловой изоляцией из негорючих

материалов и обогревом газопроводов. В пониженных местах надземных газопроводов следует предусматривать конденсатосборники.

Групповой баллонной установкой считается установка, в состав которой входит более двух баллонов, запорная арматура, регулятор давления газа, ПЗК, ПСК, манометр и трубопроводы паровой фазы СУГ. Максимальная общая вместимость всех баллонов должна быть не более нормативной. Установки следует размещать на расстояниях от зданий и сооружений не менее нормативных или у стен газифицируемых зданий на расстоянии не менее 3 м от оконных и дверных проемов.

Индивидуальной баллонной установкой считается установка, в состав которой входит не более двух баллонов. Установки следует размещать как снаружи, так и внутри зданий. Допускается размещение баллонов в квартирах жилого дома (не более одного баллона объемом 50 л в квартире) высотой не более двух этажей (без цокольных и подвальных этажей).

Индивидуальные баллонные установки следует размещать снаружи на расстоянии в свету по горизонтали не менее 0,5 м от оконных проемов и 1 м от дверных проемов первого этажа; не менее 3 м от дверных и оконных проемов цокольных и подвальных этажей, а также канализационных колодцев. Не допускается размещение баллонной установки у аварийных выходов, со стороны главных фасадов зданий.

Баллон следует размещать на расстоянии не менее 0,5 м от газовой плиты и 1 м – от отопительных приборов. При устройстве экрана между баллоном и отопительным прибором расстояние допускается уменьшать до 0,5 м. Экран должен быть изготовлен из негорючих материалов и обеспечивать защиту баллона от теплового воздействия отопительного прибора.

При установке баллона вне помещения его следует защищать от повреждений транспортом и нагрева свыше 45°C.

Баллоны в производственных помещениях следует устанавливать в местах, защищенных от повреждений внутрицеховым транспортом и брызгами металла, воздействия коррозионно-агрессивных жидкостей и газов, а также нагрева свыше 45°C.

Не допускается установка баллонов:

- в жилых комнатах и коридорах;
- в цокольных и подвальных помещениях и чердаках;
- в помещениях, расположенных в, под и над обеденными и торговыми залами предприятий общественного питания; аудиториями и учебными классами; зрительными (актовыми) залами зданий; больничными палатами и т.п.

Прокладка газопроводов от размещенных вне зданий баллонных установок должна быть, как правило, надземной.

8.5. Пример газоснабжения жилого дома сетевым природным газом

Проектная документация на домовое газовое оборудование, в том числе при переустройстве, должна разрабатываться на основании технических условий, выдаваемых газораспределительной организацией. Проектные решения по организации учета газа должны разрабатываться на основании технических условий, выдаваемых газоснабжающей организацией.

В проектной документации должны быть предусмотрены организационные и технические решения по обеспечению:

- 1) предупреждения аварий и несчастных случаев, чрезвычайных ситуаций;
- 2) возможности оперативного прекращения подачи газа по сети газопотребления, создания условий для локализации аварий;
- 3) предотвращения несанкционированного вмешательства в процессы подачи газа потребителю и (или) сжигания газа;
- 4) пожарной безопасности;
- 5) отвода продуктов сгорания, если это предусмотрено документацией изготовителей бытового газоиспользующего оборудования.

Пример проекта газоснабжения жилого дома приведен на рис. 45 (план газопровода) и рис. 46 (схема газопровода).

Проект выполнен на основании:

- технических условий;
- технического паспорта на дом;
- действующих нормативных документов.

Согласно техническим условиям газоснабжение жилого дома предусматривается от существующего надземного газопровода низкого давления диаметром 89×3. Фактическое давление в точке подключения составляет 1,8 кПа.

Проектом предусматривается установка в жилом доме отопительного водогрейного котла мощностью 24 кВт и бытовой газовой плиты 4-конфорочной. Установку газовых приборов следует производить в соответствии с требованиями сопроводительной документации заводов-изготовителей с соблюдением противопожарных требований.

Расход газа на котел – 2,5 м³/ч, на плиту – 1,2 м³/ч. Общий расход – 3,7 м³/ч. Учет расхода газа производится бытовым газовым счётчиком СГБ-G4 ($Q_{\max}=6$ м³/ч, $Q_{\min}=0,04$ м³/ч), устанавливаемом на отметке +1,6 м от уровня пола.

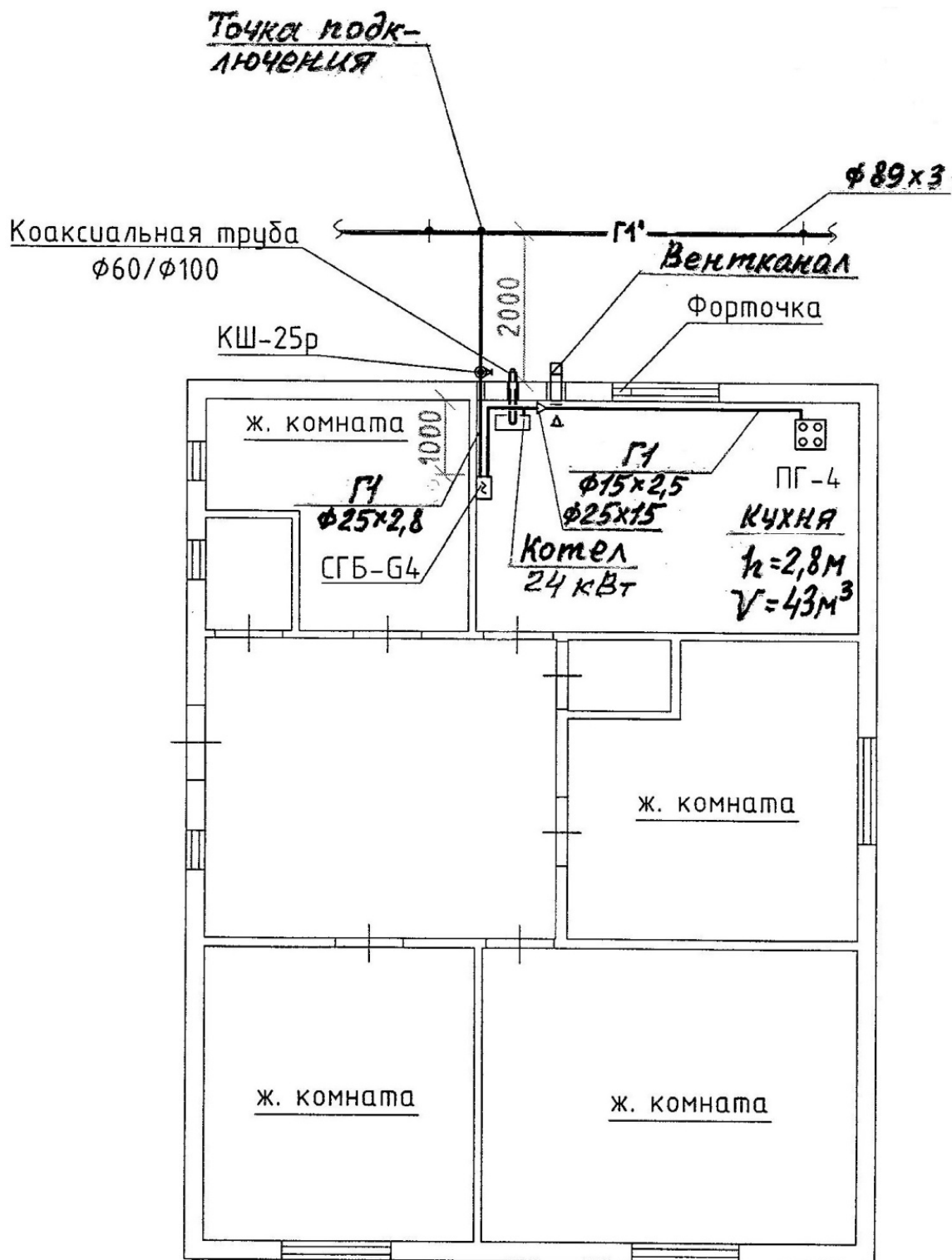


Рис.45. План газопровода:
 Г1' – газопровод низкого давления существующий; Г1 – газопровод низкого давления проектируемый; КШ-25р – кран шаровой резьбовой диаметром 25 мм;
 СГБ-Г4 – счетчик газовый бытовой типоразмер Г4;
 ПГ-4 – плита газовая 4-конфорочная

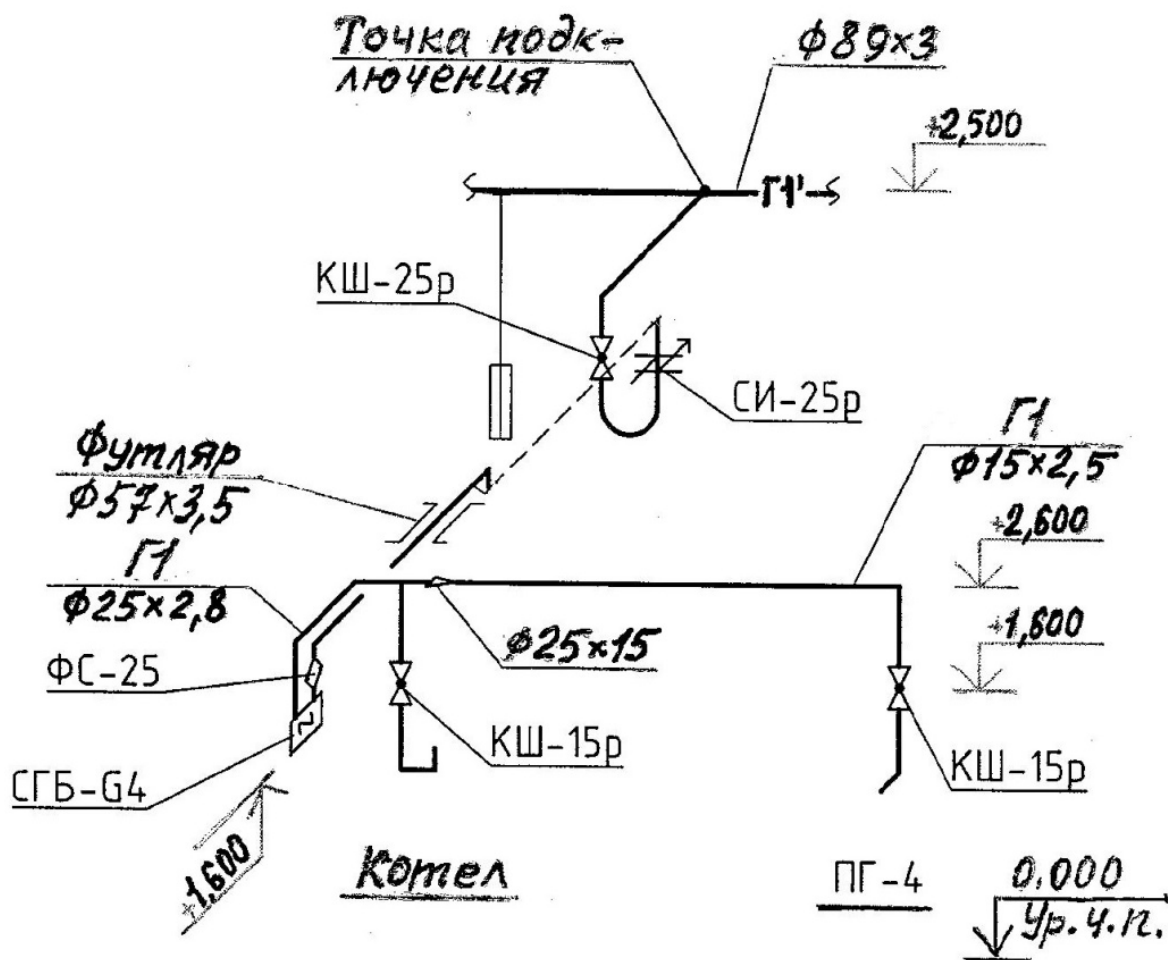


Рис.46. Схема газопровода:

Г1' – газопровод низкого давления существующий; Г1 – газопровод низкого давления проектируемый; КШ-25р – кран шаровой резьбовой диаметром 25 мм; СИ-25р – соединение изолирующее резьбовое диаметром 25 мм; ФС-25 – фильтр сетчатый диаметром 25 мм; КШ-15р – кран шаровой резьбовой диаметром 15 мм; СГБ-G4 – счетчик газовый бытовой типоразмер G4; Ур. ч. п. – уровень чистого пола

Газопровод прокладывается из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75*. Прокладка открытая над дверными и оконными проемами. Установка отключающих устройств предусматривается на вводе газопровода в дом и на подводках к газовым приборам. Также на вводе предусмотрено изолирующее соединение.

Крепление газопровода к стене дома выполняется по серии 5.905-18.05. При пересечении стены газопровод прокладывается в футляре по серии 5.905-25.05.

Вентиляция предусмотрена естественная через форточку в верхней части окна и вентиляционный канал сечением 150×150 мм, выполненный из листовой стали. Вентканал должен быть выведен из зоны ветрового

подпора, но не менее чем на 0,5 м над уровнем кровли; наружную часть следует покрыть тепловой изоляцией.

Отвод продуктов сгорания от котла и забор воздуха на горение производится через коаксиальный дымоотвод $\varnothing 100/\varnothing 60$.

Наружный газопровод следует защищать от атмосферной коррозии нанесением двух слоев грунтовки и двух слоев эмали для наружных работ. Внутренний газопровод окрасить масляной краской за 2 раза.

Монтаж, испытание и приемку в эксплуатацию должна производить специализированная монтажная организация в строгом соответствии с требованиями СП 62.13330.2011, СП 42-101-2003, Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления (утв. постановлением Правительства РФ от 29 октября 2010 г. №870).

9. ХАРАКТЕРИСТИКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

В курсовой работе необходимо запроектировать систему естественной канальной вытяжной вентиляции для кухни в жилом доме.

На рис. 47 показана принципиальная схема системы вытяжной естественной канальной вентиляции для 2-этажного здания. Она состоит из вертикальных внутрстенных или приставных каналов 2 с отверстиями, в которые вставлены жалюзийные решетки 1, сборного горизонтального воздуховода 3, прокладываемого в чердачном помещении или в подшивном потолке, и вертикальной вытяжной шахты 4. Над вытяжной шахтой устанавливают зонт или дефлектор 5.

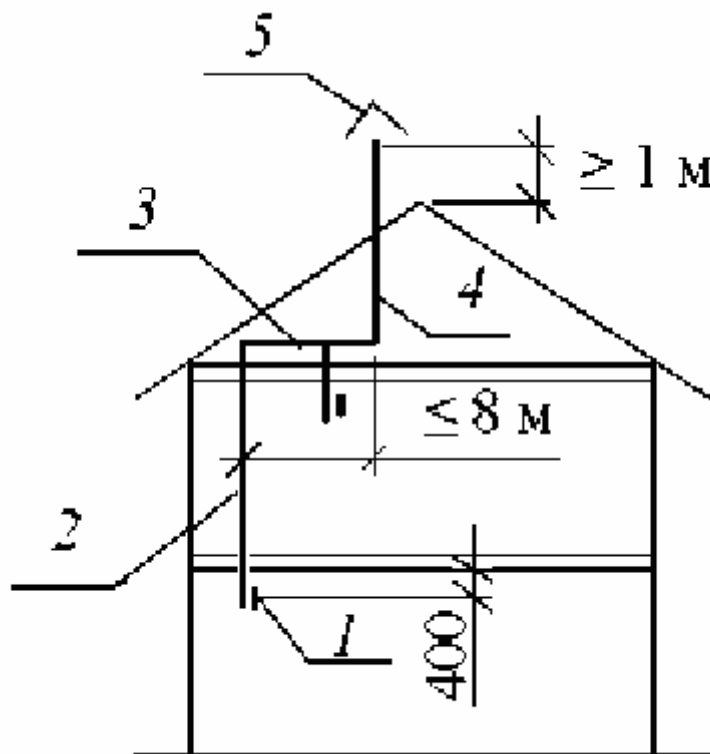


Рис. 47. Система вытяжной естественной канальной вентиляции малоэтажного здания

Схема естественной вентиляции квартир такова: поступление воздуха в помещение (приток) осуществляется через поры и неплотности наружных ограждений (инфильтрация) или приточные устройства (форточки, фрамуги), а удаление воздуха из помещения (вытяжка) – через решетки на вентиляционных каналах, установленные под потолком в кухнях, санузлах и ванных комнатах.

Радиус действия вытяжных систем естественной вентиляции (от оси вентиляционной шахты до оси наиболее удаленного вентиляционного канала) – невелик и составляет не более 8 м.

Одна система вентиляции может обслуживать только одноименные или близкие по назначению помещения. Не допускается присоединять вытяжные системы санитарных узлов к системам вентиляции кухонь.

В зданиях с кирпичными внутренними стенами вентиляционные каналы устраивают в толще стен или бороздах, заделываемых плитами (рис. 48, а, б). Минимально допустимый размер вентиляционных каналов в кирпичных стенах $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича. Толщина стенок канала принимается не менее $\frac{1}{2}$ кирпича. Для внутренних кирпичных стен, размеры встроенных каналов принимают 140×140 мм ($\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича), 140×270 мм ($\frac{1}{2} \times 1$ кирпич), 270×270 мм (1×1 кирпич), 270×400 мм (1×1½ кирпича) и т. д. Устройство каналов в наружных стенах не допускается.

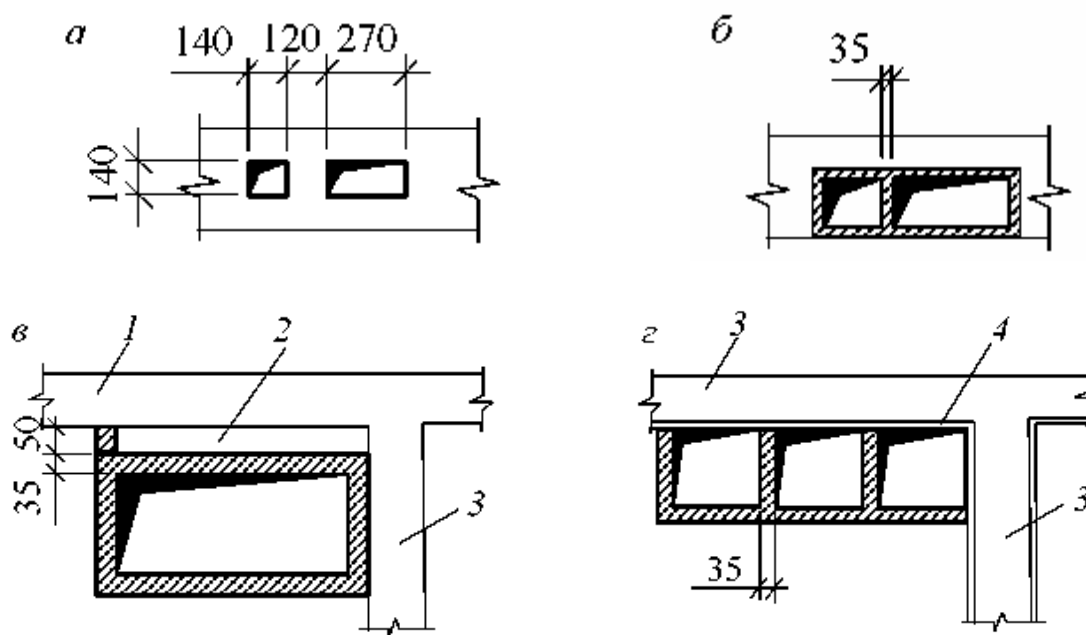


Рис. 48. Схема устройства вентиляционных каналов:
 а – в кирпичных стенах; б – в бороздах стены, заделываемых плитами;
 в – с воздушной прослойкой у наружной стены; г – у внутренней стены;
 1 – наружная стена; 2 – воздушная прослойка; 3 – внутренняя стена;
 4 – штукатурка

Если нет внутренних кирпичных стен, устраивают приставные воздуховоды из блоков или плит (рис. 48, в, г). Размеры приставных каналов принимают 100×150, 150×220, 150×320, 220×250, 220×350 мм при толщине плиты 35...40 мм. Приставные воздуховоды устраивают, как правило, у внутренних строительных конструкций. Если они по какой-либо причине размещаются у наружной стены, то между стеной и воздуховодом оставляют зазор не менее 50 мм или делают утепление.

Размер горизонтальных воздуховодов, расположенных на чердаках, следует принимать не менее 200×200 мм.

Для предотвращения охлаждения воздуха, перемещаемого по воздуховодам, сборные горизонтальные воздуховоды, прокладываемые на чердаках или в неотапливаемых помещениях, необходимо утеплять.

В бесчердачных зданиях каналы можно объединять в сборный воздуховод, устраивая его под потолком коридора, лестничных клеток и других вспомогательных помещений или в подшивном потолке. В бесчердачных жилых зданиях вентиляционные вертикальные каналы часто выводят без объединения в сборный воздуховод (рис. 49).

В канальных системах естественной вытяжной вентиляции воздух перемещается в воздуховодах под действием гравитационного давления, возникающего за счет разности плотностей наружного и внутреннего воздуха.

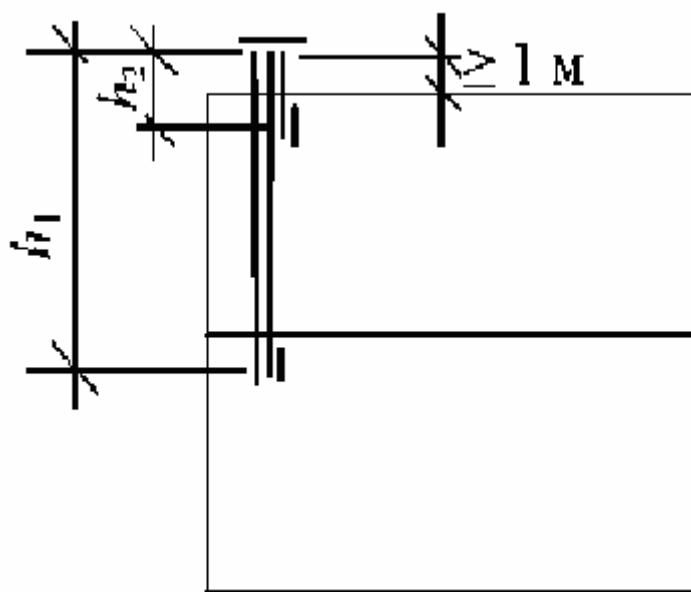


Рис. 49. Система вытяжной естественной вентиляции в бесчердачных зданиях

Гравитационное давление $\Delta p_{гр}$, Па, определяется по формуле

$$\Delta p_{гр} = h_i \cdot g (\rho_n - \rho_v), \quad (40)$$

где h_i – высота воздушного столба (см. рис. 49), принимаемая от центра вытяжного отверстия (жалюзийной решетки) в кухне данного этажа до устья вытяжной шахты, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ_n, ρ_v – плотность соответственно наружного (при температуре +5 °С) и внутреннего воздуха (при t_v для рассчитываемого помещения – кухни или санузла, см. табл. 9), кг/м³, определяется из выражения

$$\rho = \frac{353}{273 + t}. \quad (41)$$

При перемещении воздуха по воздуховодам (каналам) происходят потери давления $\Delta p_{\text{пот}}$, Па, на трение по длине и в местных сопротивлениях:

$$\Delta p_{\text{пот}} = a \sum (R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}} + Z), \quad (42)$$

где a – коэффициент запаса, равный 1,1...1,15;

R – удельные потери давления на трение по длине, Па/м;

l – длина воздуховода (канала), м;

$\beta_{\text{ш}}$ – коэффициент шероховатости внутренней поверхности воздуховода (канала), определяемый по табл. 23;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Т а б л и ц а 23

Значения коэффициентов шероховатости $\beta_{\text{ш}}$

Скорость движения воздуха, м/с	Коэффициент шероховатости $\beta_{\text{ш}}$ при материале воздуховода			
	шлакогипс	шлакобетон	кирпич	штукатурка по сетке
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
0,8	1,13	1,19	1,4	1,69
1,2	1,18	1,25	1,5	1,84
1,6	1,22	1,31	1,58	1,95

Потери давления в местных сопротивлениях определяются по формуле

$$Z = p_{\text{дин}} \cdot \Sigma \zeta, \quad (43)$$

где $\Sigma \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$p_{\text{дин}}$ – динамическое давление, Па.

Система естественной вытяжной вентиляции будет эффективно работать при условии, что величина гравитационного давления будет больше потерь давления:

$$\Delta p_{\text{гр}} \geq \Delta p_{\text{пот}}. \quad (44)$$

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ВОЗДУХООБМЕНА И АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ

При определении расчетного воздухообмена для заданного помещения (кухни) $L_{\text{кух}}$, м³/ч, исходя из того, что количество воздуха, необходимого для вентиляции квартиры жилого дома составляет 3 м³/ч на 1 м² жилой площади, и что часть воздуха удаляется из квартиры через вентиляционные каналы туалета, ванной комнаты:

$$L_{\text{кух}} = 3 \cdot \Sigma F_{\text{ж.к}} - 50, \quad (45)$$

где $\Sigma F_{\text{ж.к}}$ – суммарная площадь жилых комнат квартиры, м²;

50 м³/ч – суммарный расход воздуха, удаляемого из туалета, ванной комнаты или совмещенного санузла (табл. 24).

Полученное значение $L_{\text{кух}}$ необходимо сравнить с минимальным воздухообменом для оборудованной газовой плитой кухни L_{min} , который требуется для компенсации воздуха, расходуемого при сжигании газа (см. табл. 24).

За расчетный воздухообмен $L_{\text{расч}}$ принимается бóльшая из величин $L_{\text{кух}}$ и L_{min} . Последовательность аэродинамического расчета воздухопроводов (каналов):

1. На поэтажных планах и плане чердака наносятся внутрискрипные или приставные каналы (рис. 50), сборные короба и шахты. У вытяжных решеток помещений указывается количество воздуха, удаляемого по каналу (см. рис. 50).

2. Вычерчивается аксонометрическая схема системы вентиляции (рис. 51). В курсовой работе следует рассчитать воздухопроводы (каналы), по которым удаляется воздух с первого и с последнего этажей. Эти направления должны быть разбиты на расчетные участки. За расчетный участок в вентиляции принимается воздухопровод с неизменными расходом воздуха, сечением и материалом воздухопровода. На схеме в кружке у выносной черты ставится номер участка, над чертой указывается расход на участке $L_{\text{уч}}$, м³/ч, а под чертой – длина участка $l_{\text{уч}}$, м.

Т а б л и ц а 24

Расчетный минимальный воздухообмен в помещениях жилого здания по [13]

Назначение помещения	Минимальный воздухообмен L_{min} , м ³ /ч
Жилая комната	3 м ³ /ч на 1 м ² площади пола жилой комнаты
Кухня:	
в однокомнатной квартире	60
в двухкомнатной квартире	75
в трехкомнатной квартире	90
Ванная комната	25
Туалет	25
Совмещенный санузел	50

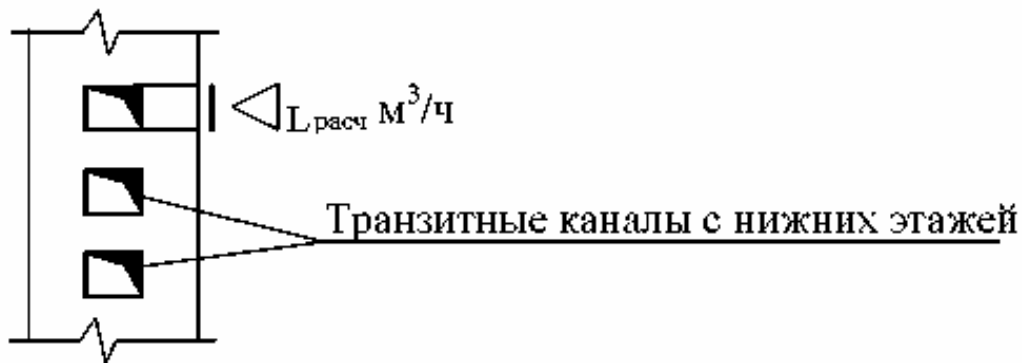


Рис. 50. Изображение на плане внутретенных каналов вытяжной естественной вентиляции

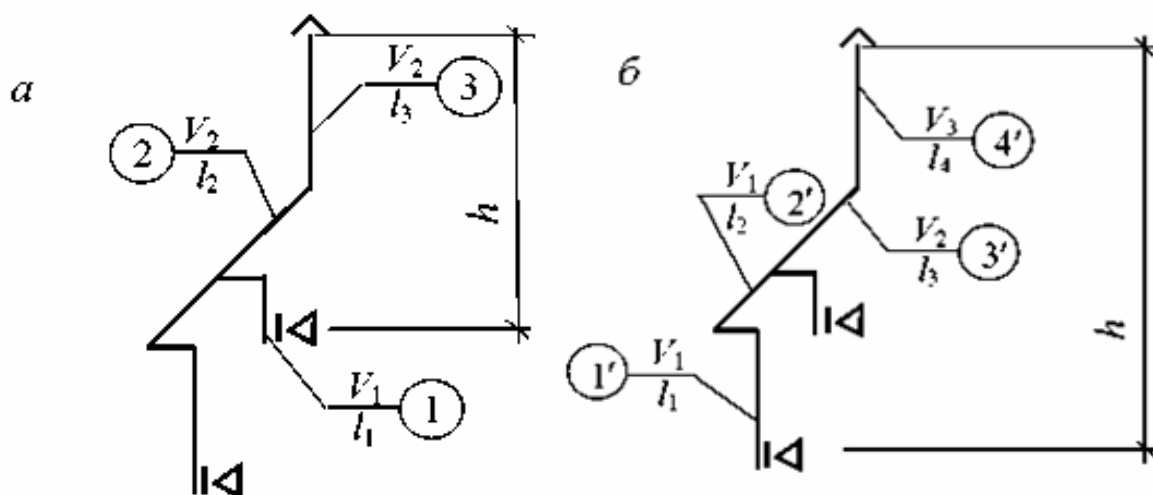


Рис. 51. Расчетная схема системы естественной вытяжной канальной вентиляции:
 а – для кухни верхнего этажа; б – для кухни нижнего этажа

3. Определяется предварительная площадь сечения воздуховода (канала) на расчетном участке $f_{\text{уч}}^{\text{пр}}$, м^2 , по известному расходу $L_{\text{уч}}$, рекомендуемой скорости движения воздуха $w_{\text{рек}}$. Обычно расчет начинается с самого удаленного участка расчетного направления. При этом могут быть приняты следующие скорости движения воздуха:

- в вертикальных каналах верхнего этажа – 0,5–0,6 м/с и далее для нижерасположенного этажа с увеличением на 0,1 м/с, но не выше 1 м/с (например, в трехэтажном здании для 2-го этажа – 0,6–0,7 м/с, для 1-го – 0,7–0,8 м/с);
- в сборных горизонтальных воздуховодах – 1 м/с;
- в вытяжных шахтах – до 1,5 м/с;

$$f_{\text{уч}}^{\text{пр}} = L_{\text{уч}} / (3600 w_{\text{рек}}). \quad (46)$$

По полученной величине $f_{\text{уч}}^{\text{пп}}$ подбирается ближайший по площади стандартный канал, принимается фактическая площадь $(A \times B) = f_{\text{уч}}^{\text{факт}}$ и уточняется скорость воздуха на участке $w_{\text{уч}}$, м/с:

$$W_{\text{уч}} = L_{\text{уч}} / (3600 f_{\text{уч}}^{\text{факт}}). \quad (47)$$

4. Рассчитывается эквивалентный по скорости диаметр канала $d_{\text{э}(w)}$, мм, в котором при той же скорости воздуха будут такие же потери располагаемого давления на трение по длине, что и в расчетном канале прямоугольного сечения:

$$d_{\text{э}(w)} = \frac{2 \cdot A \cdot B}{A + B}, \quad (48)$$

где A, B – размеры прямоугольного канала, мм.

5. По номограмме (рис. 52) находятся удельные потери давления на трение по длине R , Па/м, и динамическое давление $p_{\text{дин}}$, Па, на участке.

6. Определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений на каждом расчетном участке $(\Sigma \zeta)_{\text{уч}}$, значения которых приведены в табл. 25.

7. Вычисляются потери давления на трение по длине и в местных сопротивлениях на участке $(R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}} + Z)_{\text{уч}}$.

8. Суммарные потери давления $a \Sigma (R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}} + Z)_{\text{уч}}$ расчетного направления сравниваются с располагаемым гравитационным давлением $\Delta p_{\text{гр}}$. Если окажется, что $a \Sigma (R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}} + Z)_{\text{уч}} \geq \Delta p_{\text{гр}}$, то на отдельных участках расчетного направления следует увеличить сечение канала-воздуховода.

Результаты аэродинамического расчета воздуховодов (каналов) заносятся в табл. 26.

Т а б л и ц а 25

Коэффициенты местных сопротивлений
некоторых фасонных частей воздуховодов

Местное сопротивление	Эскиз	Коэффициент местного сопротивления
1	2	3
Внезапное расширение		$\zeta = (1 - f/F)^2$
Внезапное сужение		$\zeta = 0,5(1 - f/F)$
Вытяжная шахта с зонтом		$\zeta = 1,3$
Дефлектор		$\zeta = 0,64$

Окончание табл. 25

1	2	3						
Колено круглое, квадратное, прямоугольное		α	90					
		ζ	1,2					
		Для прямоугольных колен ζ умножить на c						
		b/a	0,25	0,5	1	1,5		
		c	1,1	1,07	1	0,95		
Тройник прямой 90° вытяжного прямоугольного сечения		F_o/F_n	ζ_o (в числителе) и ζ_n (в знаменателе) при V_o/V_c					
				0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
		0,1	0,3/0,2	0,9/0,5	1/0,9	1/1,5	1/2,5	
		0,2	-1,7/0,2	0,6/0,4	1/0,8	1/1,3	1/2,1	
		0,4	-2,4/0,2	-0,6/0,4	0,7/0,6	1/1	1,1/1,6	
		0,6	-21/0,2	-2,7/0,4	0,1/0,6	0,9/0,8	1,1/1,3	
		0,8	-37/0,8	-5,5/0,4	-0,7/0,5	0,6/0,7	1,1/1,1	
		1	-50/0,3	-8,8/0,4	-1,7/0,5	0,3/0,7	1,1/1	
		F_o/F_n	ζ_o (в числителе) и ζ_n (в знаменателе) при V_o/V_c					
			0,6	0,7	0,8	0,9	1	
		0,1	1/4,4	1/8,4	1/20	1/82	1/∞	
		0,2	1/3,7	1/7,1	1/16,7	1/69	1/∞	
		0,4	1,1/2,8	1,1/5,2	1,1/12,3	1,1/51	1,1/∞	
		0,6	1,1/2,2	1,2/4,1	1,2/9,5	1,2/39	1,2/∞	
		0,8	1,2/1,8	1,3/3,3	1,3/7,6	1,2/31	1,2/∞	
		1	1,3/1,6	1,3/2,8	1,3/6,3	1,3/25	1,3/∞	
Жалюзийная решетка			$\zeta = 2$					

Результаты аэродинамического расчета вентиляционных каналов

Номер участка	Расчетный воздухообмен L , м ³ /ч	Вентиляционный канал-воздуховод			Скорость воздуха в канале w , м/с	Длина участка l , м	Коэффициент шероховатости $\beta_{ш}$	Удельные потери давления на трение по длине R , Па/м	Потери давления на трение по длине $R \cdot l \cdot \beta_{ш}$, Па	Динамическое давление $\rho_{дин}$, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Z , Па	Потери давления в местных сопротивлениях Z , Па	Полные потери давления ($R \cdot l \cdot \beta_{ш} + Z$), Па
		Габаритные размеры $A \times B$, мм	Эквивалентный по скорости диаметр участка $d_{э(в)}$	Площадь сечения f , м ²									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1													
2													
3													
и т. д.													

$$\Sigma(R \cdot l \cdot \beta_{ш} + Z), \text{ Па}$$

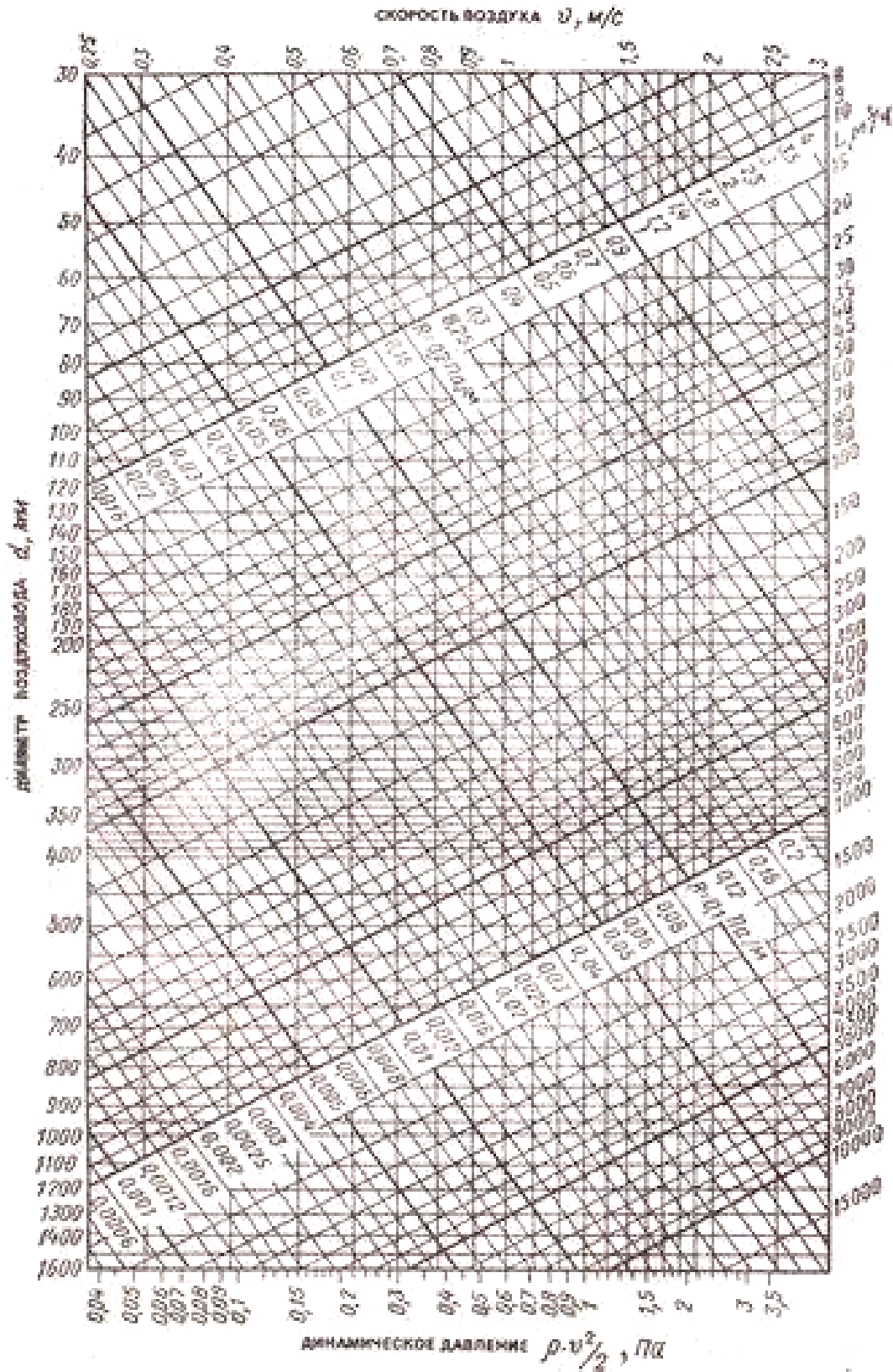


Рис.52. Номограмма для расчёта круглых стальных воздуховодов

11. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

11.1. Общие сведения

Кондиционирование воздуха – инженерные системы для создания и поддержания всех или отдельных параметров воздушной среды с целью обеспечения *оптимальных* метеорологических условий наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, сохранности ценностей культуры, искусства.

В отличие от вентиляции системы кондиционирования воздуха (СКВ) создают оптимальные параметры воздуха в помещениях, системы вентиляции – допустимые параметры воздушной среды внутри зданий [1].

Оптимальные параметры воздуха – это такое их сочетание, при котором система терморегулирования человека работает без напряжения, они создают ощущение комфорта.

Допустимые параметры воздуха не приводят к нарушению состояния здоровья, но при этом могут ощущаться элементы дискомфорта

В состав СКВ входят технические средства забора воздуха, подготовки, то есть придания необходимых кондиций (фильтры, теплообменники, увлажнители или осушители воздуха), перемещения (вентиляторы) и его распределения, а также средства холодо- и теплоснабжения, автоматики, дистанционного управления и контроля. СКВ больших общественных, административных и производственных зданий обслуживаются, как правило, комплексными автоматизированными системами управления. Автоматизированная система кондиционирования поддерживает заданное состояние воздуха в помещении независимо от колебаний параметров окружающей среды (атмосферных условий). Основное оборудование системы кондиционирования для подготовки и перемещения воздуха агрегируется (компонуется в едином корпусе) в аппарат, называемый кондиционером. Во многих случаях все технические средства для кондиционирования воздуха скомпонованы в одном блоке или двух блоках, и тогда понятия "СКВ" и "кондиционер" однозначны [1,2].

Общепризнанной классификации СКВ нет. Приведем их основные группы.

По назначению СКВ подразделяются на комфортные и технологические. Комфортные СКВ предназначены для создания и автоматического поддержания температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, наиболее отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям в гражданских зданиях; технологические СКВ предназначены для обеспечения параметров воздуха, в максимальной степени отвечающих требованиям производства продукции, т.е. для промышленных зданий [2].

По типу кондиционеров, используемых для приготовления воздуха, системы подразделяются на автономные и неавтономные.

Автономные кондиционеры имеют все необходимые узлы для тепловлажностной обработки воздуха: источники для получения холода (встроенную холодильную машину), устройства для получения или передачи теплоты (электронагреватели или водяные (паровые) воздухонагреватели). Неавтономные кондиционеры снабжаются холодом и теплотой от посторонних источников.

В зависимости от расположения кондиционеров по отношению к обслуживаемым помещениям СКВ делятся на центральные, местные и центрально-местные.

Центральные СКВ, получившие наибольшее распространение, имеют неавтономные кондиционеры, снабжаемые извне холодом (доставляемых холодной водой или рассолом), теплотой (доставляемых горячей водой или паром) и электрической энергией для привода вентиляторов и насосов. Центральные кондиционеры монтируют в отдельных помещениях, и они применяются для кондиционирования помещений больших объемов (дворцы спорта, зрительные залы кинотеатров, цеха текстильных производств, полиграфии и др.).

Центрально-местные кондиционеры проектируют для зданий с многокомнатным расположением помещений (гостиницы, поликлиники, лабораторные корпуса, банки и др.).

Местные кондиционеры располагают непосредственно в обслуживаемом помещении, т.е. по месту. К ним относятся кондиционеры для обслуживания жилых, административных и общественных зданий: оконного типа, сплит-системы, а также кондиционеры для промышленных зданий.

Местные СКВ могут быть неавтономными и автономными, последние снабжаются извне только электрической энергией.

Неавтономные системы подразделяются на воздушные, при которых в обслуживаемые помещения подается только воздух, и водовоздушные, при которых в кондиционируемые помещения подводятся воздух и вода, несущие тепло или холод.

По давлению, создаваемому вентиляторами центральных кондиционеров, СКВ подразделяются на системы низкого давления (до 1000 Па), среднего давления (от 1000 до 3000 Па) и высокого давления (выше 3000 Па).

По режиму работы – кондиционеры круглогодичного действия и сезонного действия (для работы только в теплый или холодный период года).

Применяют и другие признаки классификации [2].

В последние годы в России наибольшее распространение получили кондиционеры сплит-системы. Их устройство, работа и обслуживание приведено в следующем разделе.

11.2. Кондиционеры сплит-системы

Кондиционеры сплит-системы ("Split" по английски – раздельный) применяются для кондиционирования воздуха в жилых и общественных (офисных) помещениях. Они состоят из внешнего блока (компрессорно-конденсаторного агрегата) и внутреннего блока (испарительного) [1].

Во внешнем блоке находятся компрессор, конденсатор и вентилятор. Внешний блок может быть установлен на стене здания, на крыше или чердаке, в подсобном помещении или на балконе, т.е. в таком месте, где горячий конденсатор может продуваться атмосферным воздухом более низкой температуры.

Внутренний блок устанавливается непосредственно в кондиционируемом помещении и предназначен для охлаждения, осушения или нагрева воздуха, фильтрации его и создания необходимой подвижности воздуха в помещении.

Блоки соединены между собой двумя тонкими медными трубками в теплоизоляции, которые проводятся, как, правило, в подвесных потолках, за панелями или закрываются декоративными пластиковыми коробами.

Конструктивное и дизайнерское исполнение внутренних блоков весьма разнообразно, что позволяет решать практически любые задачи по кондиционированию помещений от 15 до 140 м², учитывая при этом интерьер помещений и индивидуальные требования потребителя.

Внутренние блоки сплит-систем эффективно поддерживают заданную температуру, обеспечивают равномерное распределение воздуха в помещении и работают практически бесшумно.

Основным преимуществом кондиционеров сплит-систем является относительная простота конструкции, позволяющая получить достаточно низкую стоимость кондиционера при быстрой и легкой его установке.

Недостатком таких кондиционеров можно считать невозможность подачи в помещение свежего воздуха. Только модели большой мощности и настенно-потолочного типа позволяют организовать подмешивание небольшого количества свежего воздуха (до 10 %).

Классификация кондиционеров сплит-систем приведена на рис. 53.

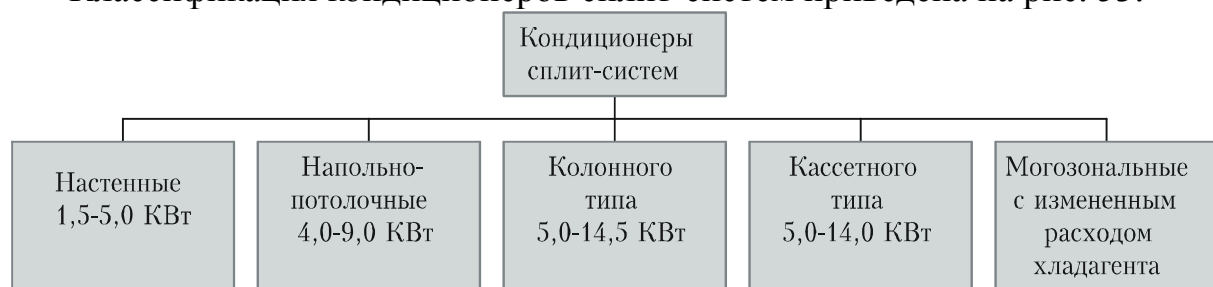


Рис. 53. Классификация кондиционеров сплит-систем

Наибольшее распространение получили настенные кондиционеры, в которых к одному наружному блоку подключается один внутренний блок.

При кондиционировании нескольких соседних комнат могут использоваться модели, в которых к одному наружному блоку подключены два внутренних блока и даже три-четыре блока, так называемые мультисплит-системы. Дальнейшее развитие сплит-систем привело к созданию многоканальных систем с изменяемым расходом хладагента, позволяющее подсоединять к одному наружному блоку до нескольких десятков испарителей. Холодопроизводительность выносного блока меняется в зависимости от текущей нагрузки, для чего компрессор снабжен инвертором, позволяющим в широком диапазоне менять холодо-и теплопроизводительность (в режиме теплового насоса).

Управление работой настенного кондиционера производится с пульта дистанционного управления. Общий вид его приведен на рис.54 [1].

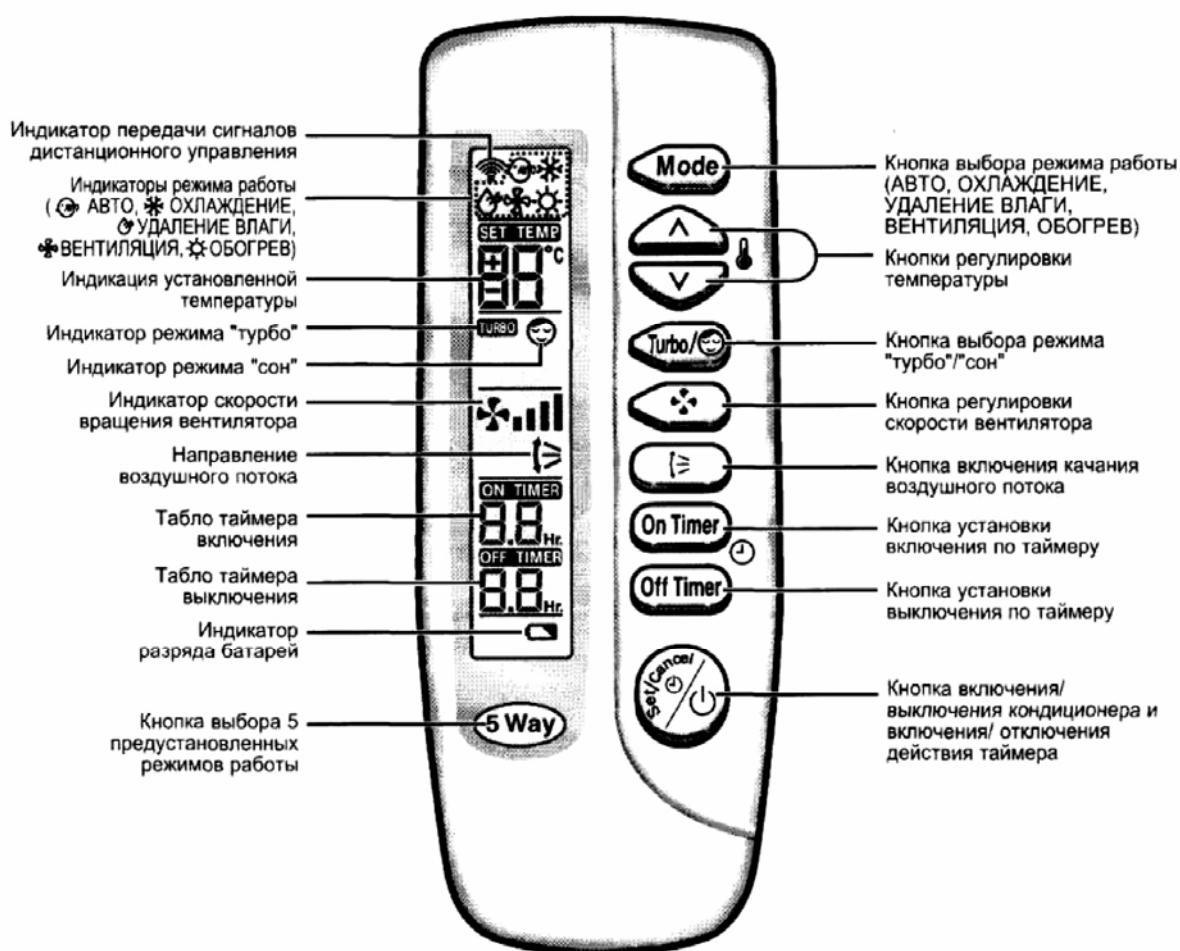


Рис.54. Общий вид пульта дистанционного управления

Исполнение и возможности пультов управления отличаются друг от друга, но, как правило, все они позволяют:

– задать режим работы кондиционера: обогрев, охлаждение, осушку, вентиляцию, а также ночной режим;

- определить фактическую температуру в помещении (в зоне нахождения пульта дистанционного управления) и задать кондиционеру требуемую температуру, которую он должен автоматически поддерживать;
- выбрать режим работы вентилятора;
- настроить таймер, который включит или выключит кондиционер в заданное время, что позволяет, например, к приходу сотрудников создать необходимые условия и автоматически выключать кондиционер в конце рабочего дня;
- автоматически регулировать положение направляющих шторок и изменять, таким образом, направление воздушного потока.

Мощность настенных кондиционеров ограничена, так как сильная струя холодного воздуха, характерная для кондиционеров большой мощности, может вызвать неприятные ощущения у потребителя.

Поэтому в помещениях, где необходима установка более мощного кондиционера, или в вытянутых помещениях, устанавливаются кондиционеры напольно-потолочного типа, позволяющие направить сильную струю вдоль стены или потолка и таким образом обеспечить равномерное распределение температуры в помещении.

В больших помещениях – залах, ресторанах, холлах, особенно там, где нет подвесных потолков, часто используются кондиционеры колонного типа. Они имеют большую холодопроизводительность и создают сильный воздушный поток, который может первоначально подаваться в потолочное пространство, а затем равномерно распространяться на весь объем помещения. Как правило, такие кондиционеры имеют распределительные жалюзи с автоматическим регулированием направления воздушного потока.

Еще один тип сплит-системы – кондиционеры кассетного типа, специально разработанные для больших помещений с подвесным потолком, – операционных залов банков, офисов, супермаркетов. Они хорошо вписываются в интерьер помещения и во многих случаях их использование – единственное решение проблемы кондиционирования помещения.

Внутренний блок монтируется в пространстве за подвесным потолком, при этом видна только декоративная решетка с размерами, как правило, соответствующими стандартному размеру 600×600 мм потолочной панели.

Воздух из помещения забирается через центральную решетку внутреннего блока, проходит в нем все виды обработки и затем распределяется по четырем направлениям через регулируемые жалюзи, что обеспечивает равномерный воздухообмен в помещении.

В кассетных кондиционерах предусмотрена возможность подсоединения воздухопроводов как для подачи небольшого количества свежего воздуха (до 10%), так и для распределения подготовленного воздуха через дополнительные вентиляционные решетки.

11.3. Методика расчета (подбора) сплит-системы

Подбор кондиционера сплит-системы осуществляется на основе расчета холодильной мощности его испарительного блока, если в здании устанавливается несколько испарительных блоков, то их суммарной холодопроизводительности должен соответствовать компрессорно-конденсаторный блок.

Холодильная мощность испарительного блока $Q_{\text{хол}}$, кВт определяется на основе суммарных теплоступлений в помещении в теплый период года.

Источниками теплоступлений в помещении могут быть люди, солнечная радиация, искусственное освещение, бытовые приборы (например, компьютер, телевизор и др.).

Расчет теплоступлений осуществляют по формулам [49, 50]:

- теплоступления от людей $Q_{\text{л}}$, Вт

$$Q_{\text{л}} = \sum q_{\text{пол}} \cdot n, \quad (49)$$

где $q_{\text{пол}}$ – количество полной теплоты, выделяемого одним человеком, Вт, определяется в зависимости от внутренней температуры в помещении, вида выполняемой работы, а также пола (мужчина, женщина, ребенок). Коэффициент удельных тепловыделений от женщин принимают равным 0,85 от удельных тепловыделений мужчин; от детей его соответственно принимают 0,7;

n – число людей;

- теплоступления от солнечной радиации $Q_{\text{рад}}$, Вт, рассчитывают в соответствии с методикой, приведенной в справочной литературе.

Приближенный (ориентировочный) расчет теплоступлений от солнечной радиации можно осуществить по уравнению [50]:

$$Q_{\text{рад}} = Fhq_{\text{уд}}, \quad (50)$$

где F – площадь помещения, м²;

h – высота помещения, м;

$q_{\text{уд}}$ – удельные тепловыделения, возникающие за счет разности температур наружного воздуха и внутреннего воздуха и солнечной радиации, Вт/м³;

Принимается:

$q_{\text{уд}} = 30\text{--}35$ Вт/м³, если нет прямого солнечного воздействия на помещение (ориентация стены помещения на север);

$q_{\text{уд}} = 35$ Вт/м³, при среднем значении солнечного воздействия;

$q_{\text{уд}} = 35\text{--}40$ Вт/м³, если большое остекление с солнечной стороны (ориентация стены помещения на юг);

- теплоступления от искусственного освещения $Q_{\text{осв}}$, Вт,

$$Q_{\text{осв}} = q_{\text{осв}} EF, \quad (51)$$

где $q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, Вт/(м²·лк);
 E – освещенность помещения, лк;
 - тепlopоступления от оборудования $Q_{\text{об}}$, Вт

$$Q_{\text{об}} = \sum q_{\text{об}} n', \quad (52)$$

где $q_{\text{об}}$ – тепловыделение от единицы оборудования, Вт, определяют по справочной литературе [2], например, тепловыделение от одного компьютера составляет 300 Вт;

n' – количество единиц однотипного оборудования, шт.

Суммарные тепlopоступления в помещении $\sum Q$, кВт:

$$\sum Q = (Q_{\text{л}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}}) \cdot 10^{-3}. \quad (53)$$

Холодильная мощность испарительного блока $Q_{\text{хол}}$, кВт составит

$$Q_{\text{хол}} = \sum Q.$$

По величине холодильной мощности испарительного блока осуществляют подбор кондиционера сплит-системы по каталогу типового оборудования фирм производителей. Также выбор кондиционера сплит-систему может быть осуществлен по прил. 6.

Ниже приведен пример расчета (подбора) сплит-системы.

Пример. Произвести расчет и подобрать кондиционер сплит-систему для жилой комнаты коттеджа размерами (5×4×3) м, имеющей одну наружную стену с оконными проемами с ориентацией на юг. В качестве искусственного источника света применяется диффузионно-рассеянный свет (от люстр). В качестве бытовой техники в комнате находятся персональный компьютер, телевизор, бильярд, которые могут использоваться одновременно. Также в комнате могут находиться четверо взрослых (двое мужчин, две женщины) и двое детей (подростков). Температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 20$ °С.

Расчет кондиционера сплит-системы

Для определения суммарных тепlopоступлений в помещении $\sum Q$, кВт, по формуле (49) предварительно рассчитаем:

а) тепlopоступления от людей $Q_{\text{л}}$, Вт

$$Q_{\text{л}} = \sum q_{\text{пол}} \cdot n = 150 \cdot 2 + 150 \cdot 0,85 \cdot 2 + 150 \cdot 2 \cdot 0,7 = 465 \text{ Вт},$$

где $q_{\text{пол}} = 150$ Вт – полные тепловыделения от мужчин при выполнении легкой работы при $t_{\text{в}} = 20$ °С [3, табл. 20].

б) тепlopоступления от солнечной радиации $Q_{\text{рад}}$, Вт

$$Q_{\text{рад}} = Fh q_{\text{уд}} = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 40 = 2400 \text{ Вт}$$

в) тепlopоступления от искусственного освещения $Q_{\text{осв}}$, Вт

$$Q_{\text{осв}} = q_{\text{осв}} E F = 0,116 \cdot 300 \cdot (5 \cdot 4) = 696 \text{ Вт},$$

где $q_{\text{осв}} = 0,116 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$ – удельные тепловыделения от люминесцентных ламп;

$E = 300 \text{ лк}$ – освещенность помещения.

г) тепlopоступления от оборудования $Q_{\text{об}}$, Вт

$$Q_{\text{об}} = \sum q_{\text{об}} n' = 300 \cdot 1 + 300 \cdot 1 = 600 \text{ Вт}$$

Суммарные тепlopоступления в помещении составят

$$\begin{aligned} \sum Q &= (Q_l + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}}) \cdot 10^{-3} = \\ &= (465 + 2400 + 696 + 600) 10^{-3} = 4,161 \text{ кВт} \end{aligned}$$

В соответствии с прил. 6 выбираем кондиционер сплит-систему ASW-(H)18B4/ EQ.

Техническая характеристика

Мощность охлаждения 5,3 кВт.

Производительность по воздуху 850 м³/ч.

Уровень шума 46 дБ.

Вес нетто / брутто 15/17 кг.

12. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Расчетно-пояснительная записка выполняется на стандартных листах писчей бумаги формата 210×297 мм (А4) с оставлением слева свободного поля и брошюруется. Записка должна быть изложена по разделам кратко, четкими фразами, со смысловыми абзацами, написана чернилами или напечатана, иметь титульный лист, нумерацию листов, список литературных источников и оглавление по разделам.

Графическая часть работы выполняется в карандаше, в туши или с использованием компьютерных программ на листе формата А1. Лист оформляется в соответствии с требованиями «Системы проектной документации для строительства (СПДС)» [5] и должен иметь рамку и помещенную в правом нижнем углу основную надпись. Образец заполнения основной надписи на чертеже приведен на рис. 55.



Рис. 55. Основная надпись на строительных чертежах

Буквенные обозначения, порядок нанесения размеров, шрифты, основная надпись, правила графики и прочее должны соответствовать стандартам ЕСКД и СПДС.

На планах первого этажа, подвала и чердака, выполненных в масштабе 1:100, должны быть показаны [5]:

- 1) координационные оси здания и размеры между ними;
- 2) нумерация помещений;
- 3) строительные конструкции;
- 4) отметки чистых полов этажей;
- 5) отопительные приборы;
- 6) размерные привязки воздухопроводов, основных трубопроводов к координационным осям или элементам конструкций здания;

7) обозначения вытяжных систем вентиляции с естественным побуждением (ВЕ1 и т. д.);

8) буквенно-цифровые обозначения магистральных трубопроводов (Т1, Т2);

9) диаметры (размеры сечения) воздуховодов и трубопроводов;

10) обозначения стояков системы отопления (Ст1 и т.д.), главного стояка (ГСт). Допускается индексация стояков прописными буквами в пределах обозначения стояка (например, Ст 2А, Ст 2Б).

На планах воздуховоды, трубопроводы и другие элементы систем изображаются толстой основной линией. Строительные конструкции и технологическое оборудование на планах изображаются упрощенно тонкой линией (рис. 56).

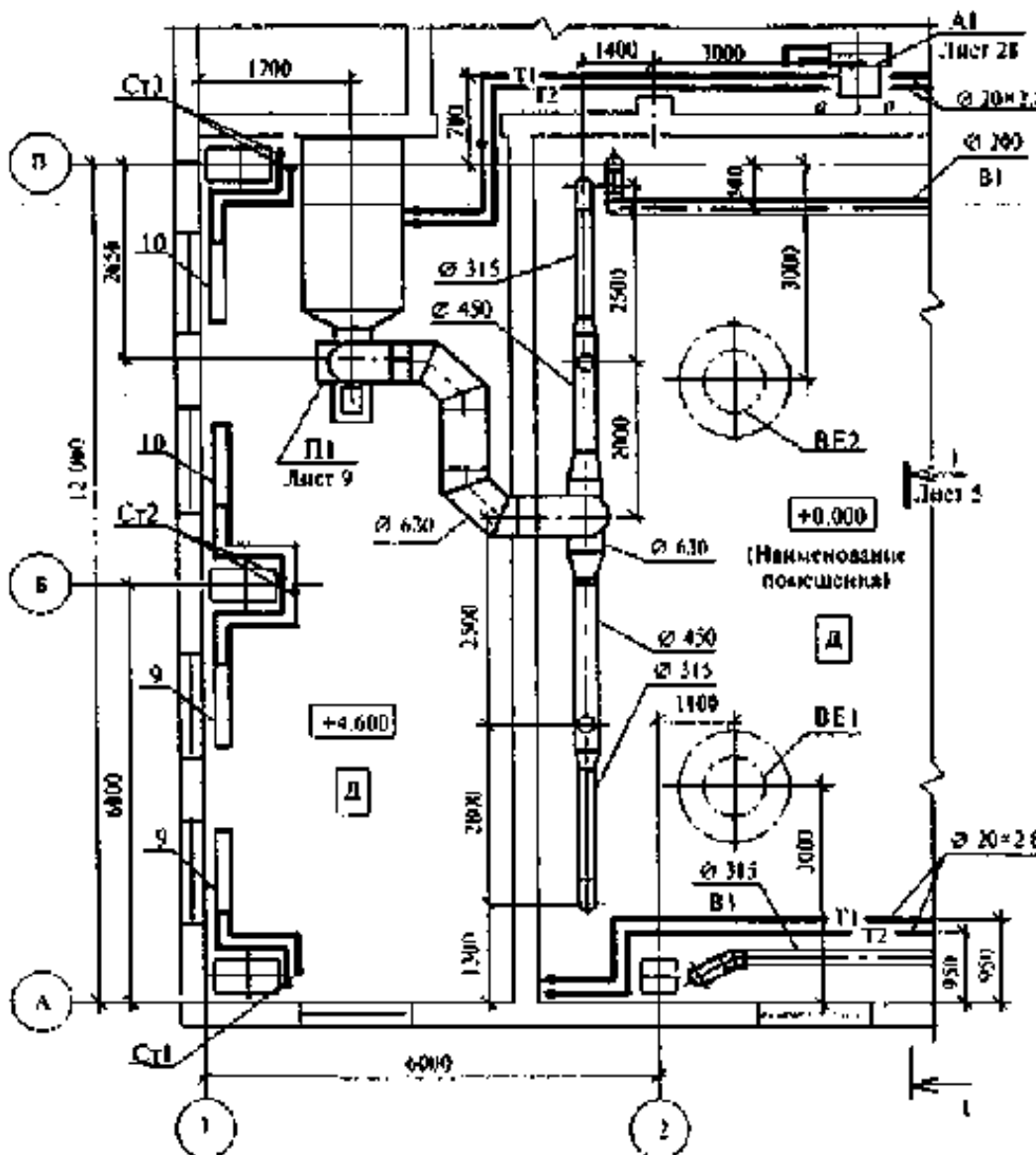


Рис. 56. Пример выполнения плана систем отопления и вентиляции

На схеме системы водяного отопления (фронтальная изометрическая проекция без уменьшения профильной проекции), выполняемой в масштабе 1:100 (рис. 57), должны быть показаны:

- 1) номера, тепловая нагрузка, длина и диаметр расчетных участков основного циркуляционного кольца;
- 2) уклоны и буквенно-цифровые обозначения магистральных трубопроводов;
- 3) запорно-регулирующая арматура;
- 4) устройства для выпуска воздуха и воды на стояках и магистралях;
- 5) номера стояков;
- 6) отопительные приборы расчетного стояка основного циркуляционного кольца;
- 7) теплоизоляция магистральных теплопроводов.

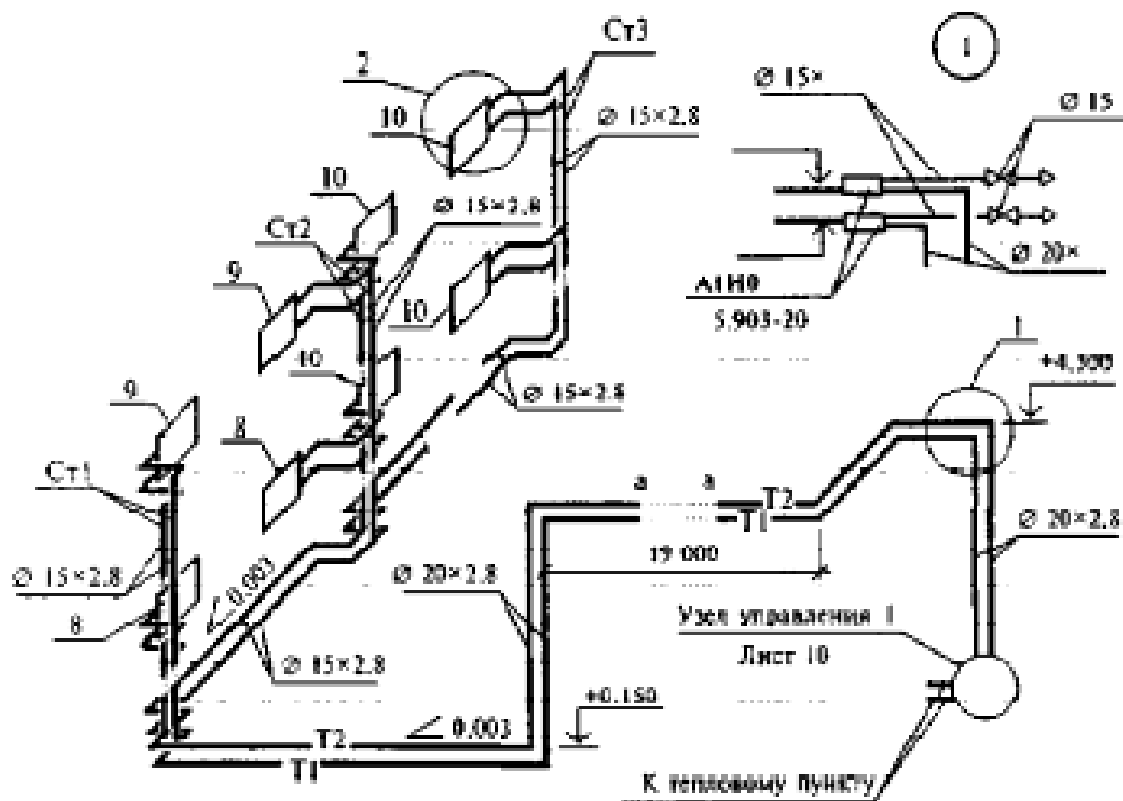


Рис. 57. Пример выполнения схемы системы отопления

Трубопроводы и другие элементы системы отопления на схеме изображаются толстой основной линией.

На схеме системы естественной вытяжной вентиляции, выполняемой в масштабе 1:100, должны быть показаны:

- 1) номера участков, их нагрузка и длина
- 2) вытяжные отверстия с указанием напротив них количества удаляемого по каналу воздуха;

- 3) вытяжная шахта с зонтом или дефлектором;
- 4) отметки центров вентиляционных решеток, сборного магистрального воздуховода и устья вентиляционной шахты, м.

При изображении трубопровода на чертеже (схеме) буквенно-цифровые обозначения указываются на полках линий-выносок (рис. 58, *а*) или в разрывах линий трубопроводов (рис. 58, *б*).

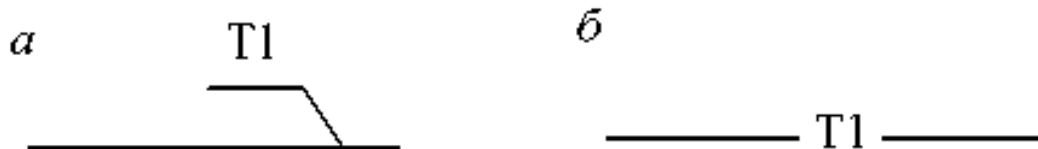


Рис. 58. Обозначение трубопровода на чертеже

При указании величины диаметра перед размерным числом следует писать знак \varnothing . Диаметр трубопровода или воздуховода наносится на полке линии-выноски (рис. 59, *а*). В том случае, когда на полке линии-выноски наносят буквенно-цифровое обозначение трубопровода, его диаметр указывается под полкой линии-выноски (рис. 59, *б*).



Рис. 59. Указания размера диаметра трубопровода

На планах и схемах перед размерным числом, определяющим величину уклона, наносится знак \angle , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона. Величина уклона наносится непосредственно над линией контура (рис. 60, *а*) или на полке линии-выноски (рис. 60, *б*).



Рис. 60. Нанесение величины уклона

Трубопроводы, выполненные условными графическими обозначениями (в одну линию) и расположенные друг над другом в одной плоскости, на

планах чертежей систем условно изображаются параллельными линиями (рис. 61).

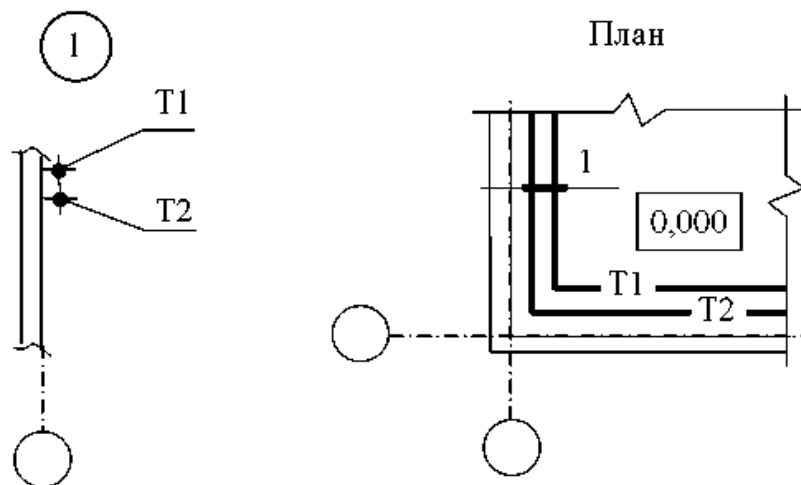


Рис. 61. Изображение трубопроводов, расположенных друг над другом в одной плоскости

При большой протяженности и (или) сложном расположении воздухопроводов и трубопроводов допускается изображать их с разрывом в виде пунктирной линии. Места разрывов воздухопроводов и трубопроводов обозначаются строчными буквами (рис. 62). При этом на горизонтальных участках обязательно указывается фактическое расстояние между фиксированными точками.

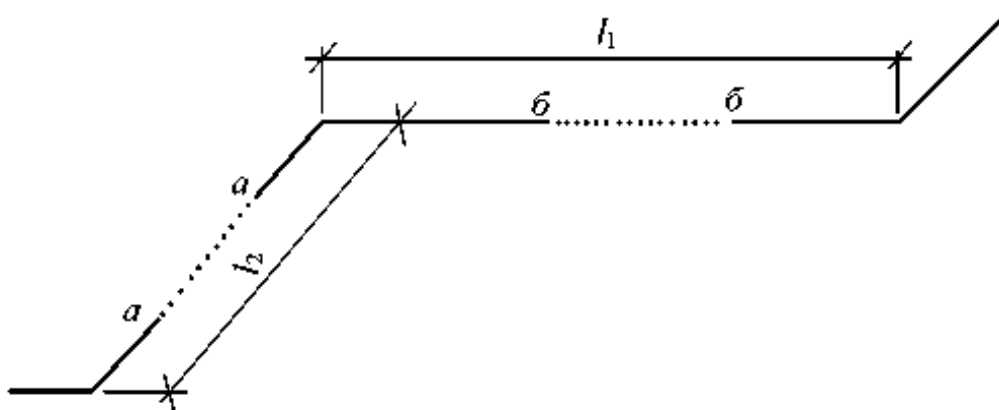


Рис. 62. Изображение разрывов воздухопроводов и трубопроводов

Заключение

Учебное пособие по дисциплине «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Строительство», и содержит материалы для самостоятельной работы студентов по курсу.

В учебном пособии приводятся методики теплотехнического расчета, расчета тепловых потерь помещениями зданий, характеристики современных систем отопления и рекомендации по гидравлическому расчету, даются рекомендации по их конструированию, приводятся сведения по проектированию системы естественной вентиляции, рассматриваются вопросы газоснабжения, теплоснабжения и кондиционирования жилого дома.

Для более полного освоения дисциплины рекомендуется изучение основной и дополнительной литературы, материалов периодической печати.

Авторы пособия будут очень признательны читателям и пользователям за предложения и замечания, которые можно направлять по адресу:

440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.

ПГУАС, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Отопление и вентиляция

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Текст].
2. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника / Госстрой России [Текст]. – М.: ГУП ЦПП, 1998. – 29 с.
3. СП 60.13330.2012. Отопление вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Текст].
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Текст].
5. ГОСТ 21.602–2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования [Текст]. – М.: МНТКС, 2004. – 35 с.
6. ГОСТ 30494–96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст].
7. СТО 00044807-001–2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий [Текст]. – М.: РОИС, 2006. – 64 с.
8. Апарцев, М.М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения [Текст]: справочно-метод. пособие / М.М. Апарцев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 204 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч. [Текст] / В.Н. Богословский [и др.]; под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – Ч. 1. – 344 с. – (Справочник проектировщика).
10. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч. [Текст] / В.Н. Богословский [и др.]; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – Ч. 3. – Кн. 1. – 319 с. (Справочник проектировщика).
11. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч. Вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст]/ Б.В. Баркалов [и др.]; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – Ч. 3. – Кн. 2. – 416 с. (Справочник проектировщика).
12. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст]: учеб. для вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.
13. Васильев, В.Р. Отопление и вентиляция жилого здания [Текст]: учеб. пособие / В.Р. Васильев, Ю.В. Иванова, И.И. Суханова. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 72 с.
14. Баканова, С.В. Отопление и вентиляция жилого дома [Текст]: учеб.-метод. пособие / С.В. Баканова. – Пенза: ПГУАС, 2009.

Кондиционирование воздуха

1. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика [Текст] / под ред. В.А., Ананьева. – М.: Евроклимат, 2003. – 416 с.

2. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3 ч. Ч.3, Кн.1, 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст] / Б.В. Баркалов [и др.]; под ред. Н.Н., Павлова и Ю.И., Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

3. Краснов, Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования [Текст]/ Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская, А.В. Антипов. – М.: Термокул, 2004. – 373 с.

4. Кондиционеры сплит-системы. Samsung. Каталог [Текст]. – М.: Каталог, 2010. – 28 с.

Газоснабжение»

1. О газоснабжении в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.03.99 г. №69-ФЗ [Текст].

2. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 [Текст].

3. Стаскевич, Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа [Текст] / Н.Л. Стаскевич, Г.Н. Северинец, Д.Я. Вигдорчик. – Л.: Недра, 1990. – 762 с.

4. Технический регламент «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления», утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.10.2010 г. №870 [Текст].

5. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб [Текст].

6. СП 89.13330.2012. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76 [Текст].

Подбор автономного источника тепла

для индивидуального жилого дома

1. Полонский, В.М. Автономное теплоснабжение [Текст]: учеб. пособие / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский. – М.: Изд-во АСВ, 2007.

2. Аржаева, Н.В. Теплогенерирующие установки. Курсовое и дипломное проектирование [Текст]: учеб. пособие / Н.В. Аржаева. – Пенза: ПГУАС, 2009.

3. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод [Текст]. – М.: Энегррия, 1973.

4. Аэродинамический расчет котельных установок. Нормативный метод [Текст]. – Л.: Энергия, 1977.

5. СП 89.13330.2013. Котельные установки. (Актуализированная редакция СНиП II-35-76*. Нормы проектирования). СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 1999.

6. СП 41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения [Текст]. – М.: Госстрой России, 2001.

7. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов [Текст]. – М.: МПО ОБТ, 2003.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Климатические характеристики местности и расчетные параметры
наружного воздуха

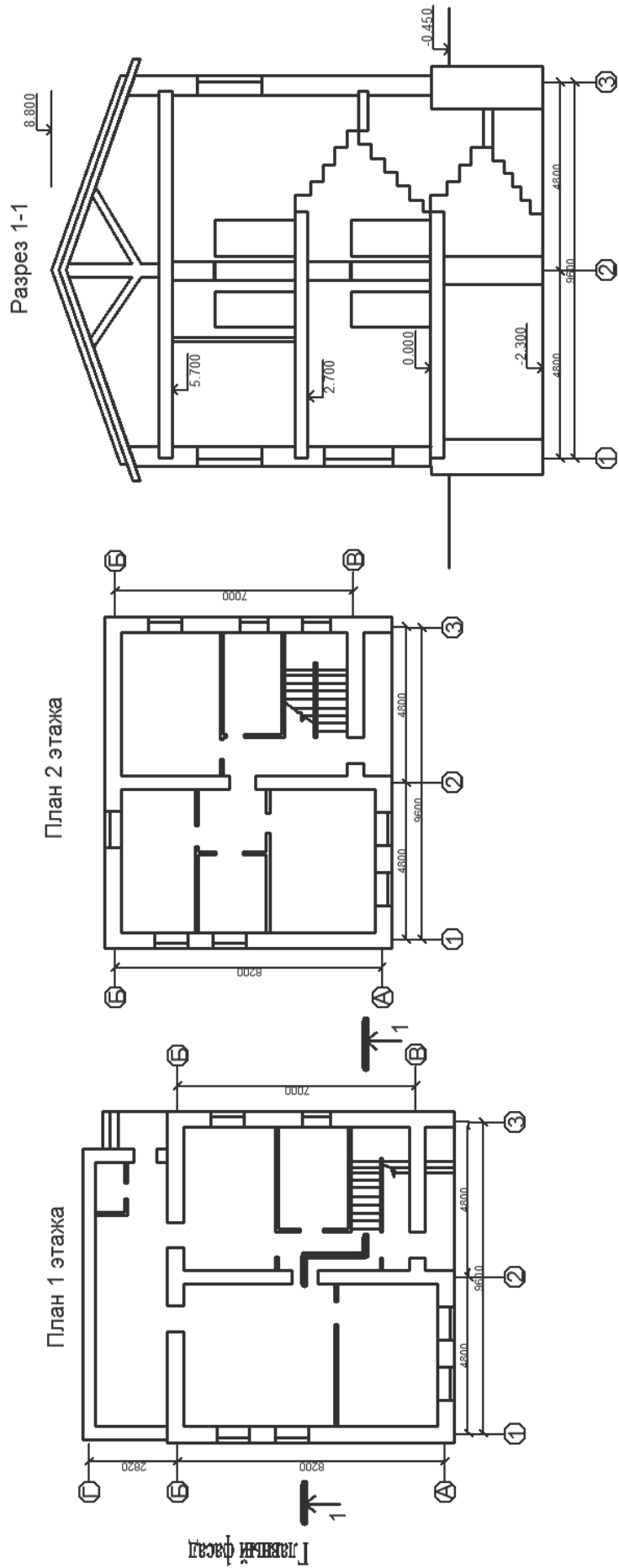
Номер задания		Город и влажностные условия эксплуатации ограждений зданий (А, Б) (по СП 50.13330.2012)		Расчетная температура наружного воздуха (СП 131.133302012) $t_n, ^\circ\text{C}$	Продолжительность и средняя температура воздуха отопительного периода (СП 131.133302012)	
					$Z_{оп}, \text{сут}$	$t_{оп}, ^\circ\text{C}$
1	2	3		4	5	6
01	51	Архангельск	Б	-33	250	-4,5
02	52	Барнаул	А	-38	216	-7,8
03	53	Белгород	А	-23	191	-1,9
04	54	Благовещенск	Б	-33	210	-10,7
05	55	Братск	А	-43	249	-8,6
06	56	Брянск	А	-24	199	-2
07	57	Владивосток	Б	-23	198	-4,3
08	58	Владимир	Б	-28	213	-3,5
09	59	Вологда	А	-32	228	-4
10	60	Волгоград	А	-22	176	-2,3
11	61	Воронеж	А	-24	190	-2,5
12	62	иваново	Б	-30	219	-3,9
13	63	Инкурск	А	-33	232	-7,7
14	64	Казань	Б	-31	208	-4,8
15	65	Калуга	А	-19	188	1,2
16	66	Калининград	Б	-27	210	-2,9
17	67	Кисловодск	Б	-16	179	0,4
18	68	Кострома	А	-31	222	-3,9
19	69	Краснодар	Б	-14	14	2,
20	70	Красноярск	А	-37	233	-6,7
21	71	КУрск	Б	-24	194	-2,3
22	72	Липецк	А	-27	202	-3,4
23	73	Москва	Б	-27	214	-3,1
24	74	Мурманск	Б	-30	27	-3,4
25	75	Великий Новгород	Б	-28	221	-2,3
26	76	Новосибирск	А	-37	225	-8,1
27	77	Омск	А	-37	216	-8,1
28	78	Оренбург	А	-32	195	-6,1
29	79	Охотск	Б	-32	274	-9,6
30	80	Пенза	А	-27	200	-4,1
31	81	Пермь	Б	-35	22	-5,5
32	82	Петрозаводск	Б	-28	248	-4,2
33	83	Псков	Б	-26	208	-1,3
34	84	Рязань	Б	-27	208	-3,5
35	85	Салехард	Б	-43	285	-11,5

Окончание прил. 1

1	2	3		4	5	6
36	86	Санкт-Петербург	Б	-24	213	-1,3
37	87	Саранск	А	-30	209	4,5-
38	88	Саратов	А	-25	188	-3,5
39	89	Смоленск	А	-25	209	-2
40	90	Тамбов	А	-28	201	-3,7
41	91	Томск	Б	-39	233	-7,9
42	92	Тула	А	-27	207	-3
43	93	Тюмень	А	-3	223	-6,9
44	94	Ульяновск	А	-31	212	-5,4
45	95	Уфа	А	-33	209	-6
46	96	Чебоксары	Б	-32	217	-4,9
47	97	Челябинск	А	-34	218	-6,5
48	98	Чита	А	-38	238	-11,3
49	99	Харабовск	Б	-29	204	-9,5
50	100	Ярославль	Б	-31	221	-4

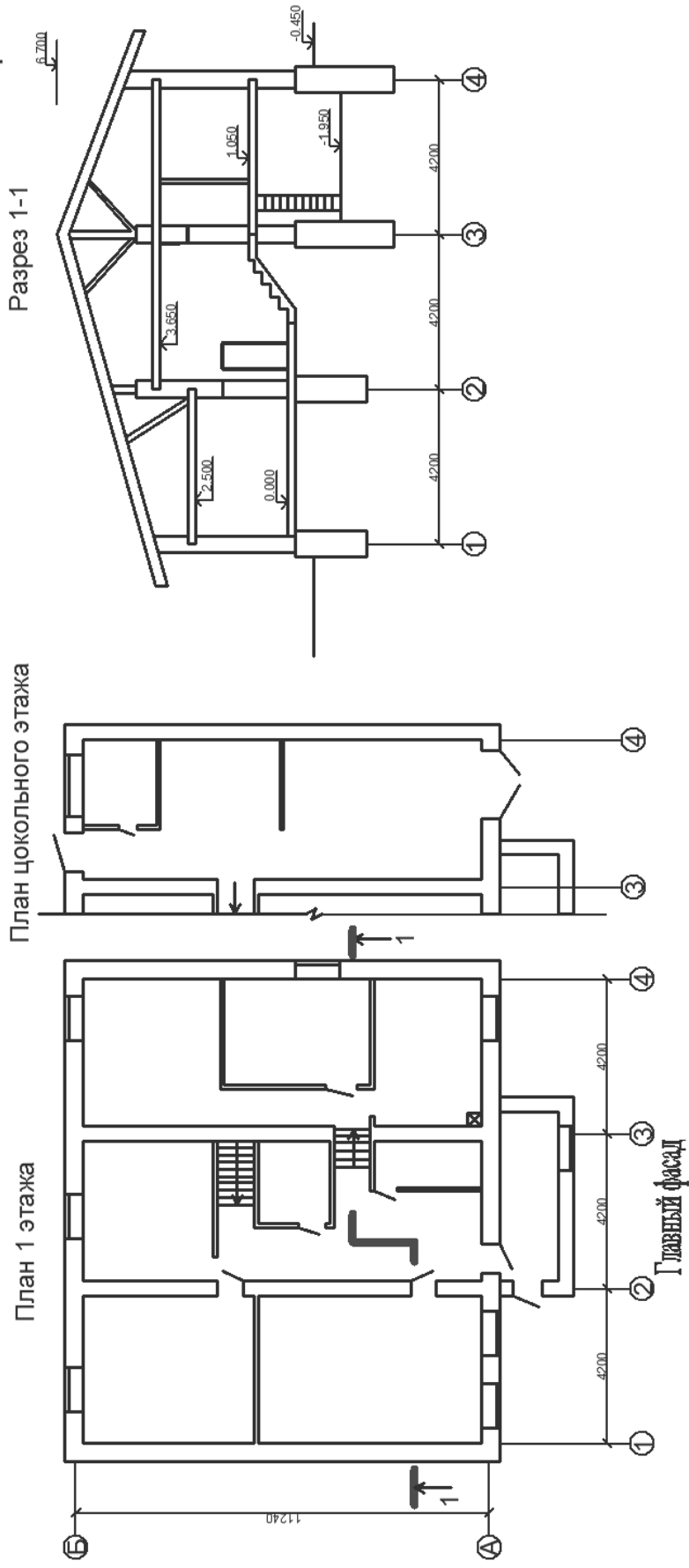
Варианты планов и разрезов жилого здания

1 вариант



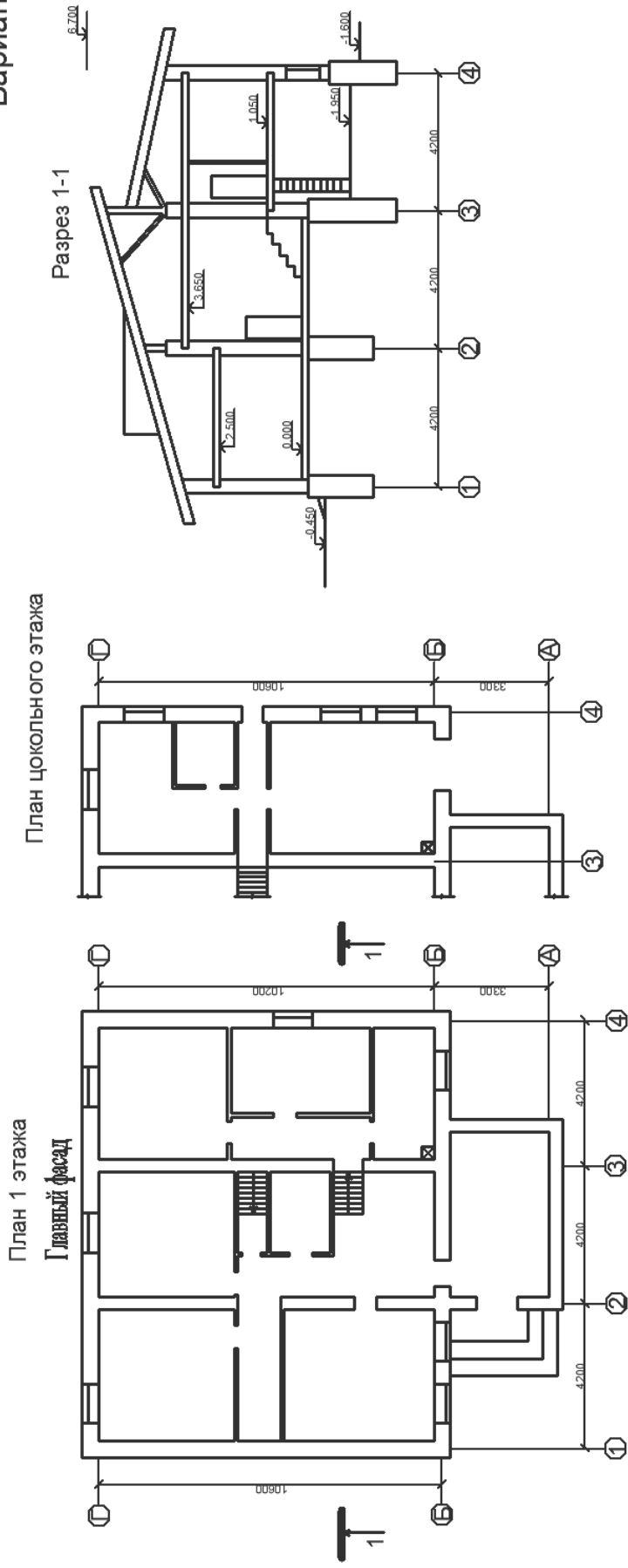
Продолжение прил. 2

Вариант 2



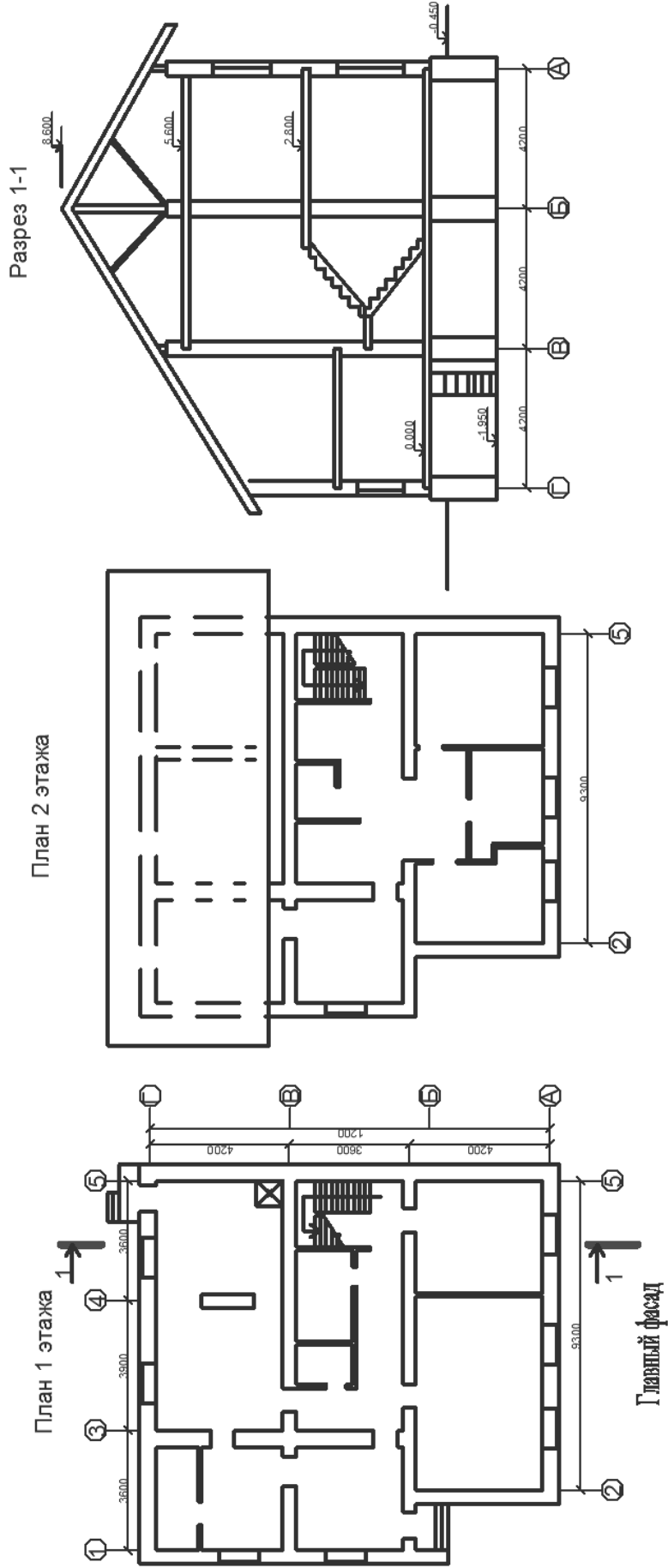
Продолжение прил. 2

Вариант 3



Продолжение прил. 2

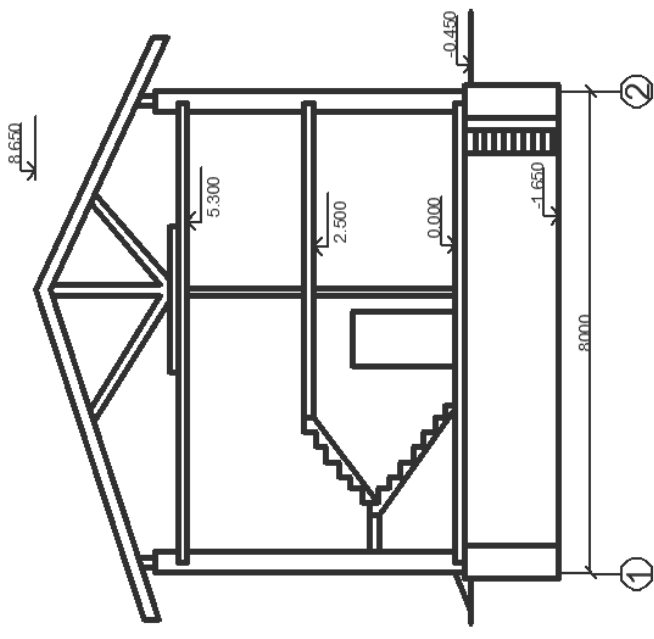
Вариант 4



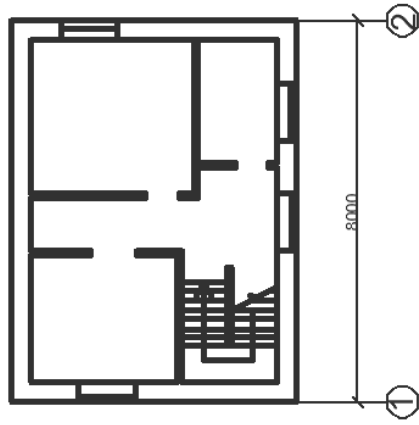
Продолжение прил. 2

Вариант 5

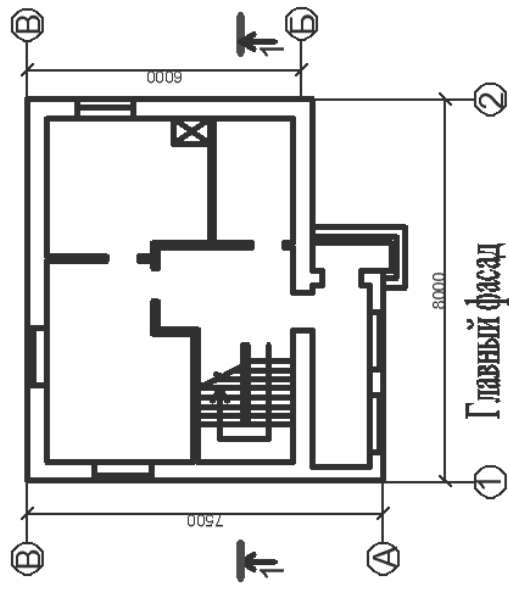
Разрез 1-1



План 2 этажа

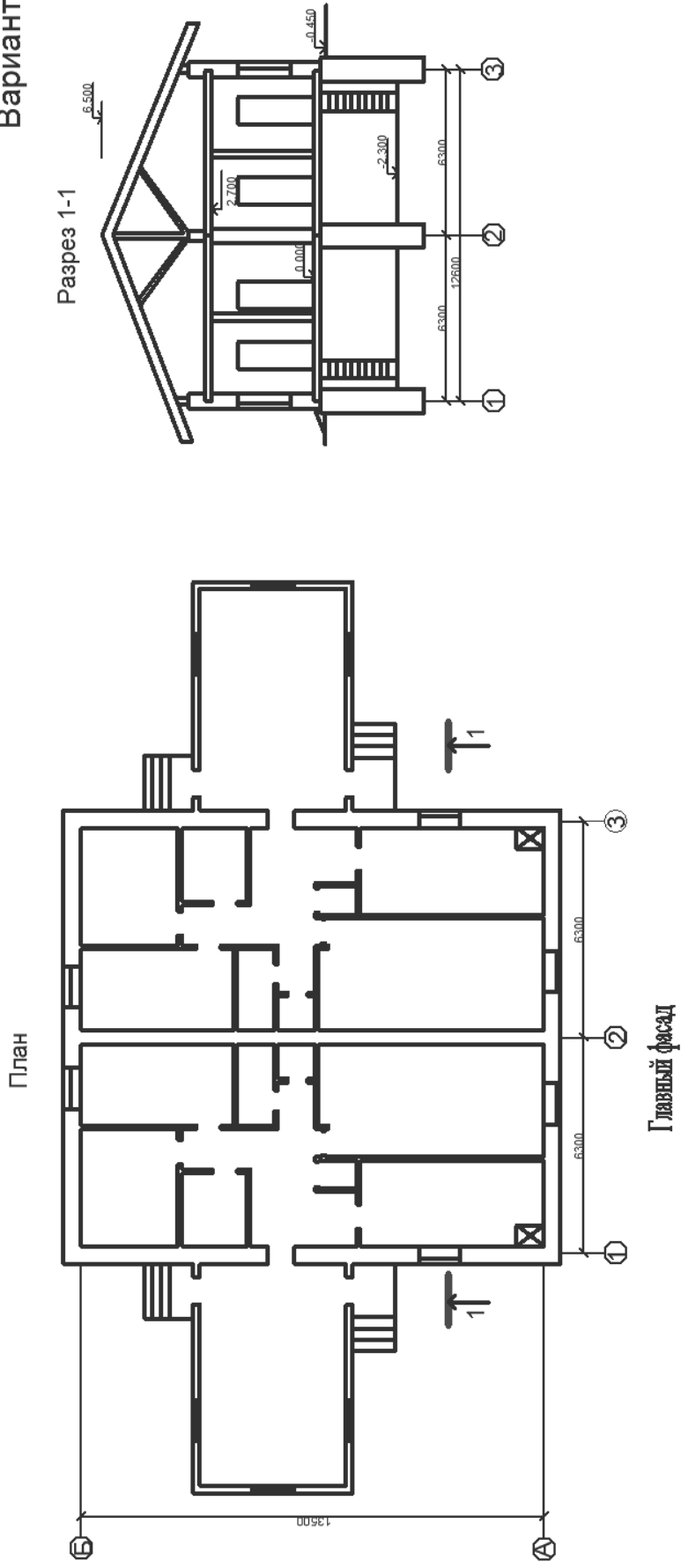


План 1 этажа



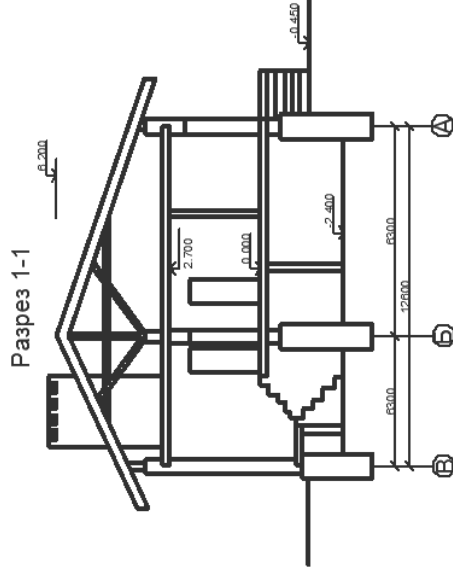
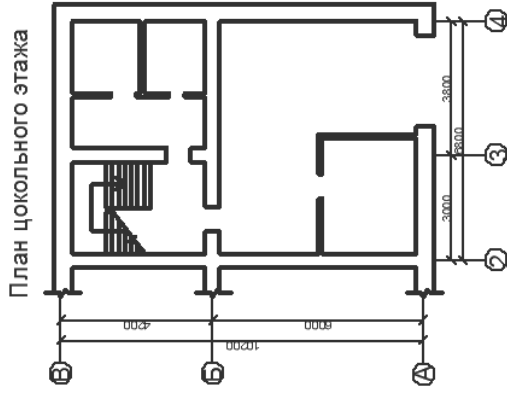
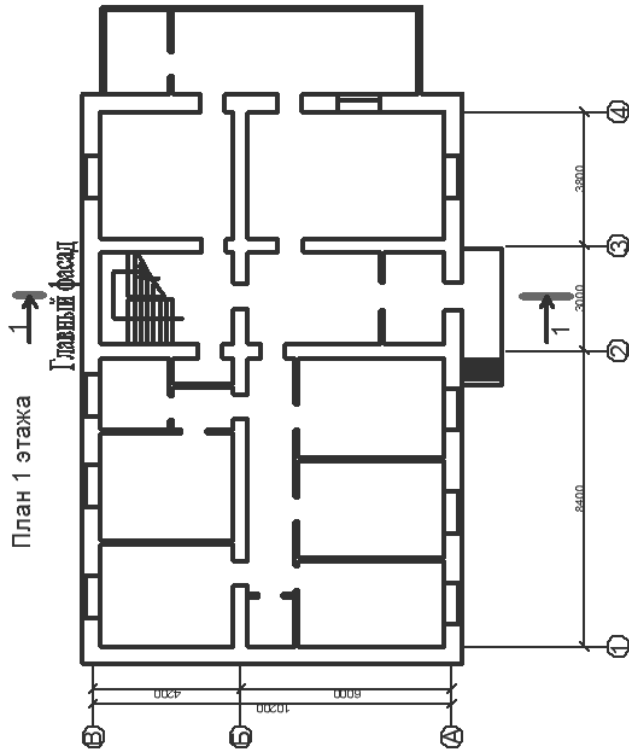
Продолжение прил. 2

Вариант 6



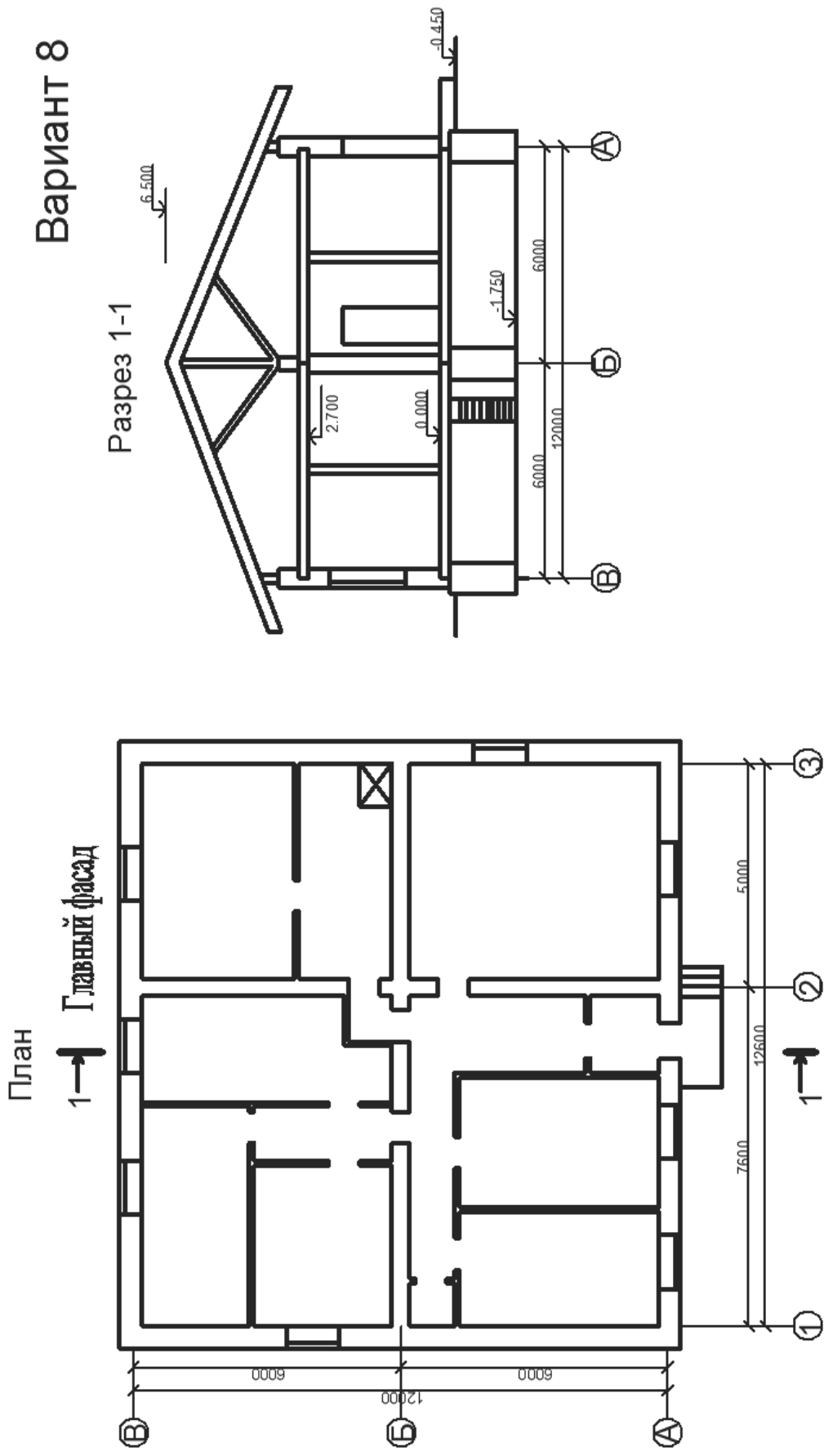
Продолжение прил. 2

Вариант 7



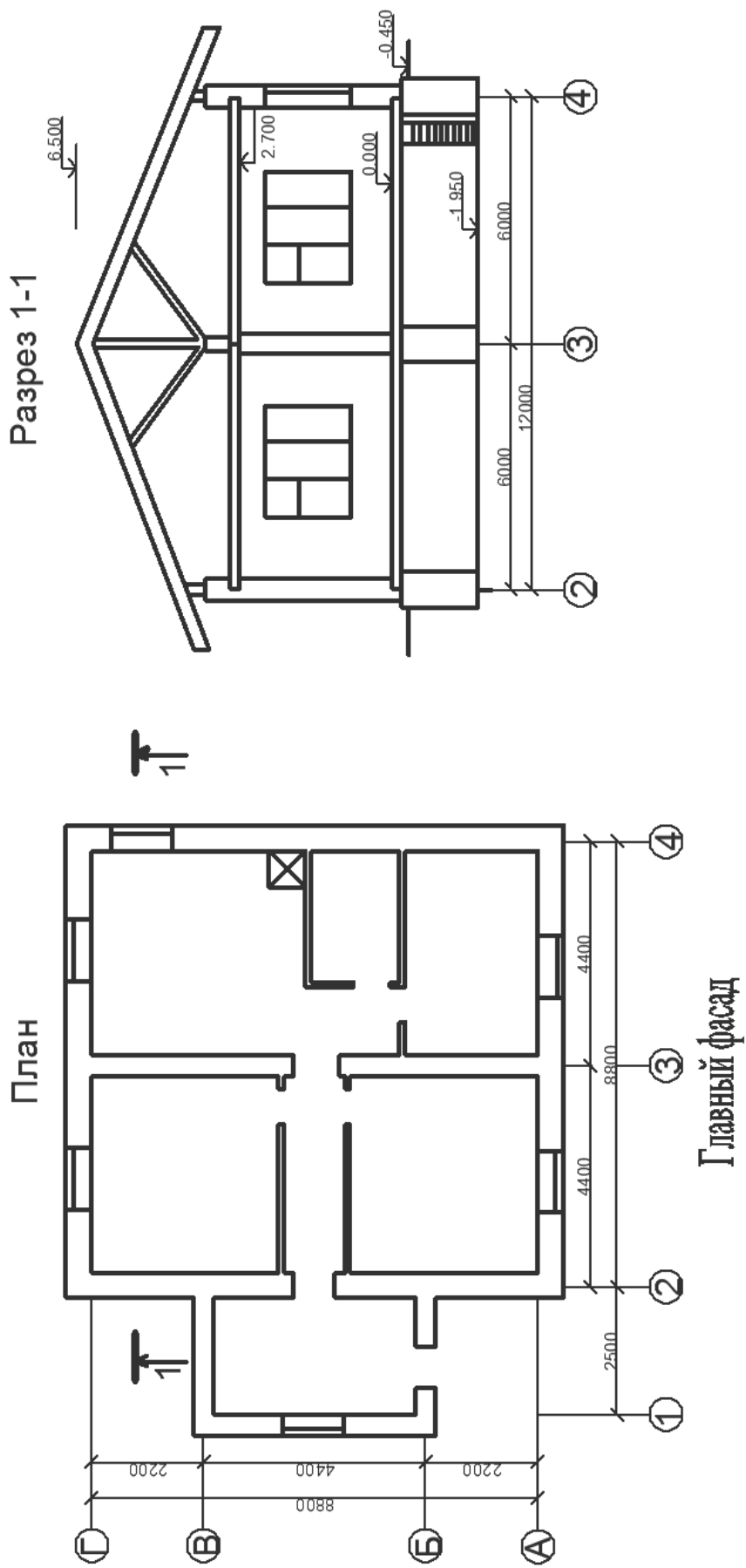
Продолжение прил. 2

Вариант 8



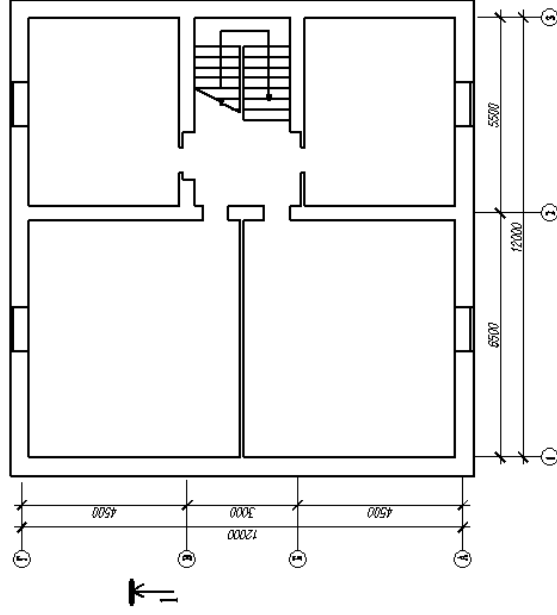
Продолжение прил. 2

Вариант 9

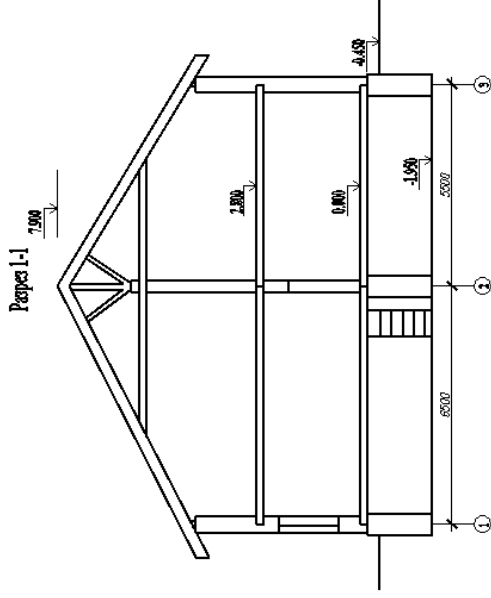
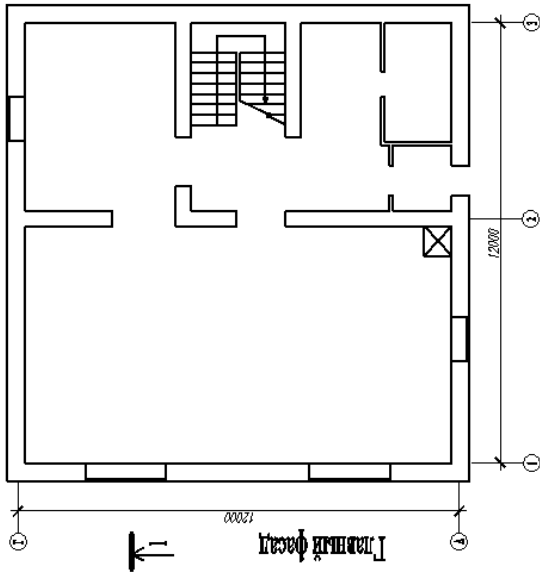


Вариант 10

План 2-этажа

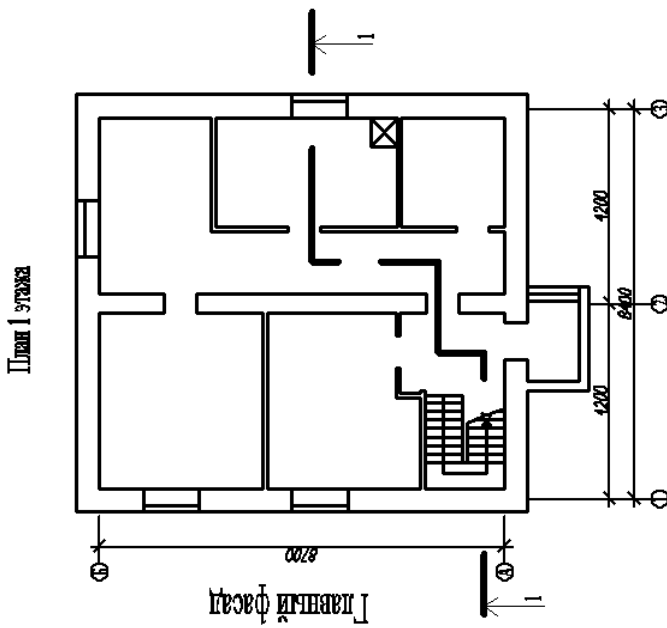
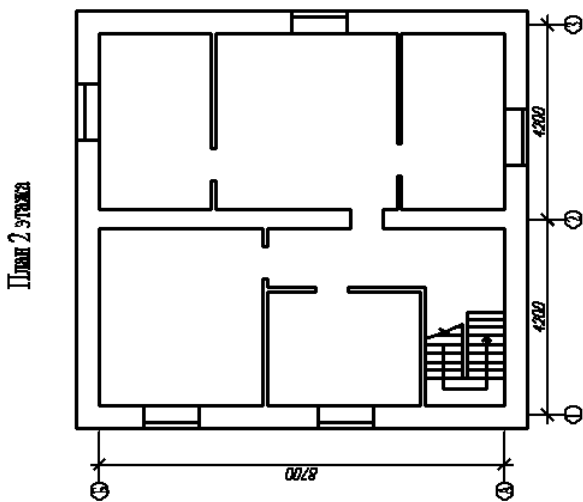
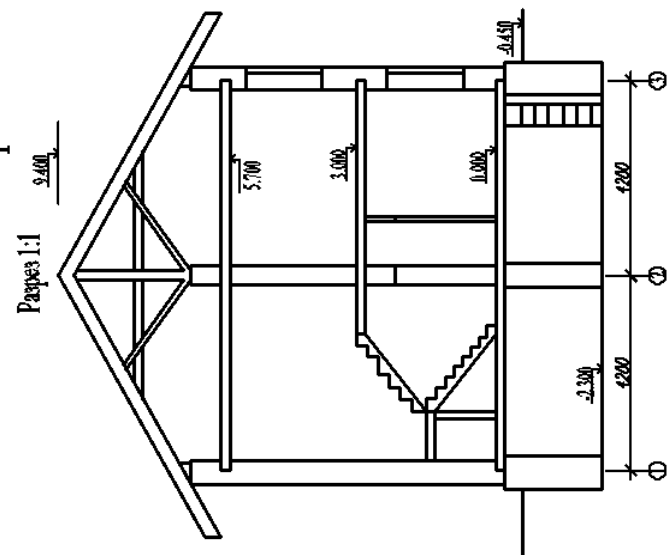


План 1-этажа



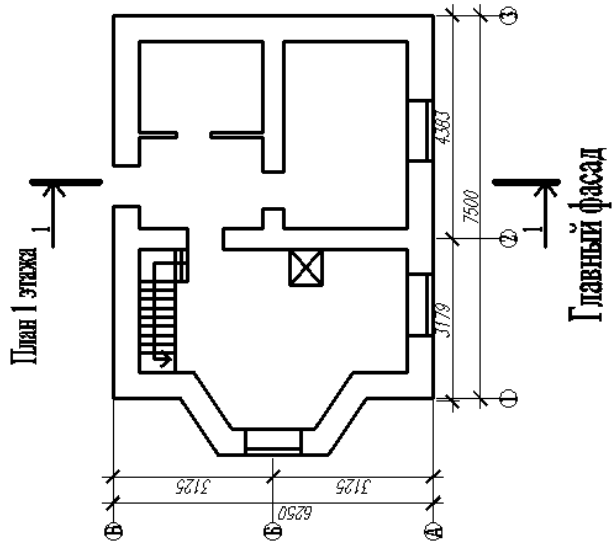
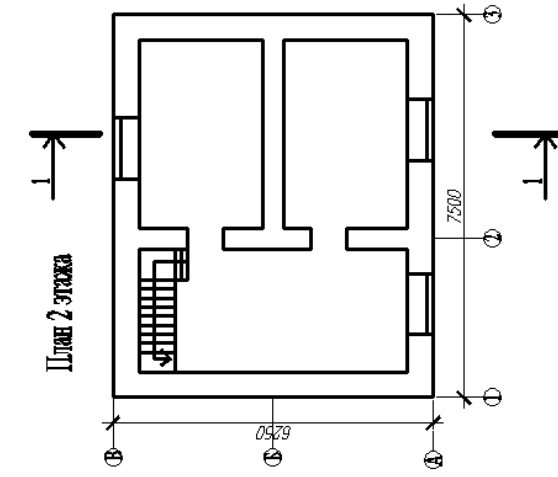
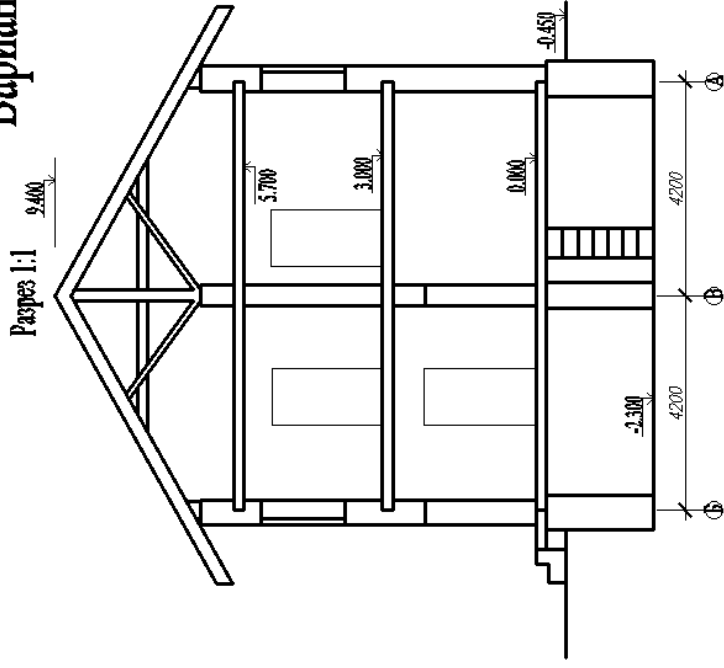
Продолжение прил. 2

Вариант 11



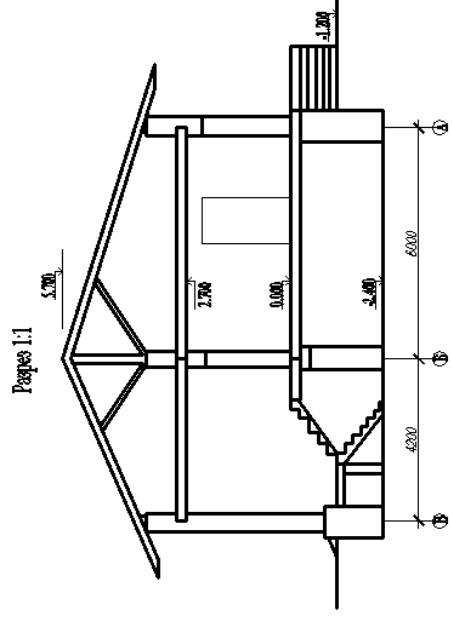
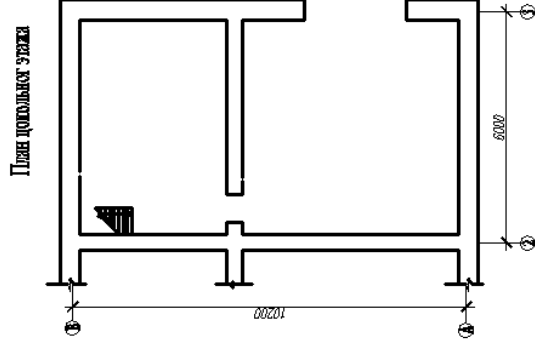
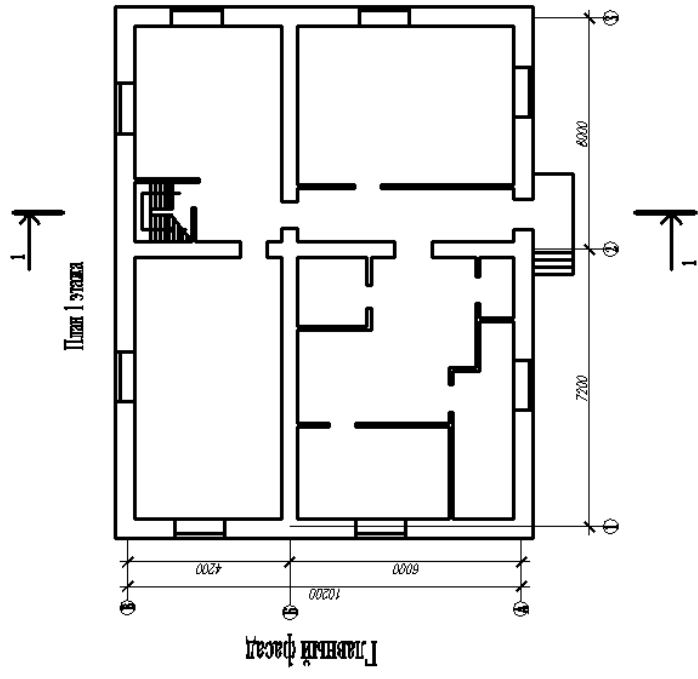
Продолжение прил. 2

Вариант 12



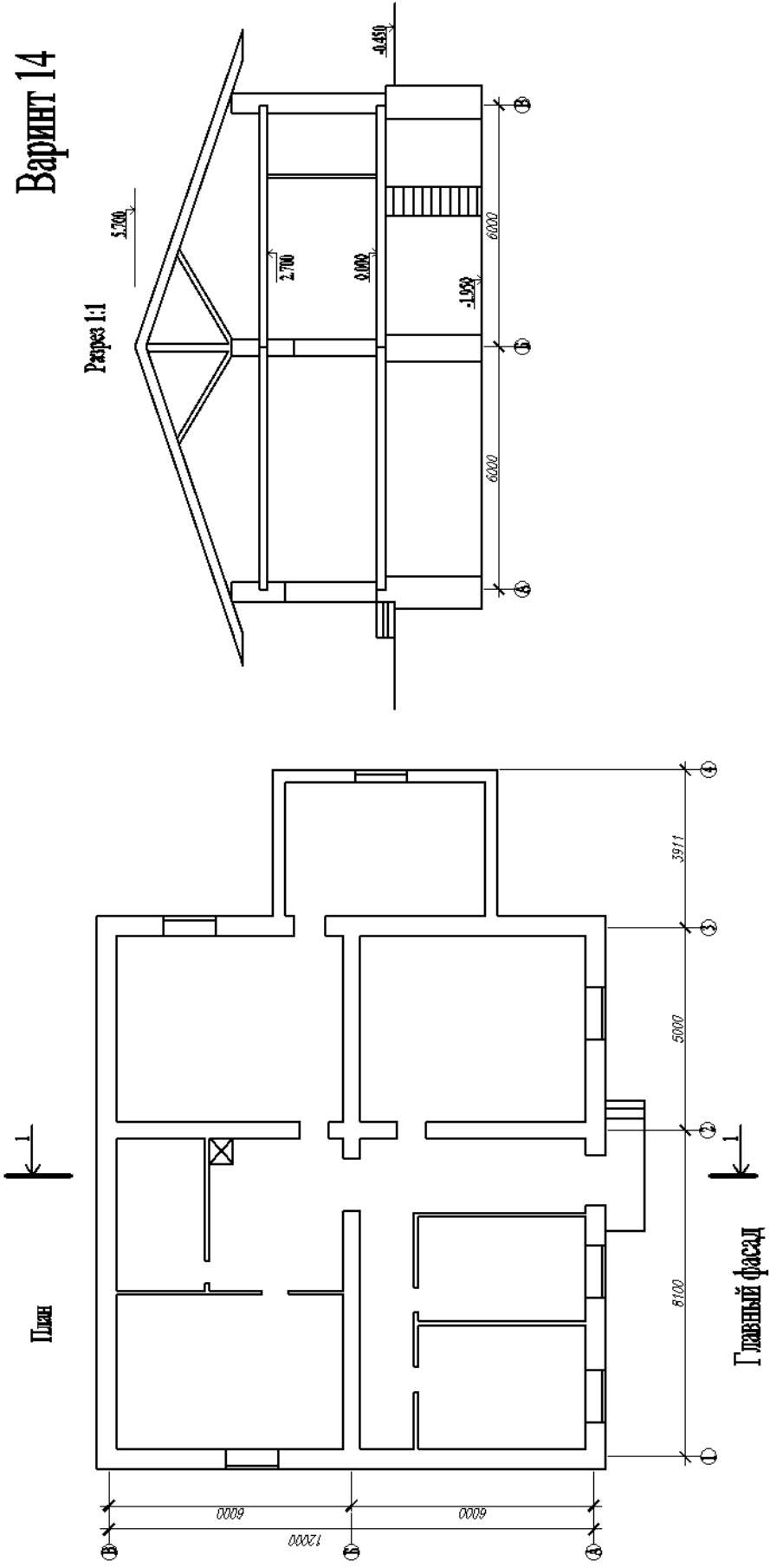
Продолжение прил. 2

Вариант 13



Продолжение прил. 2

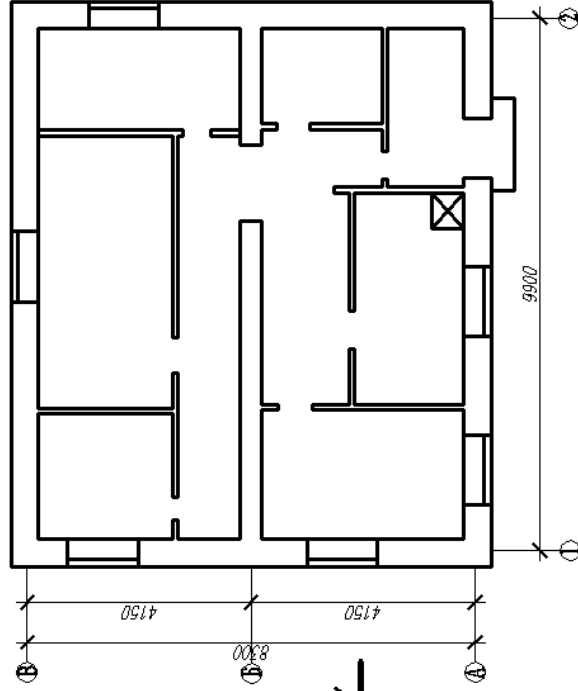
Вариант 14



Продолжение прил. 2

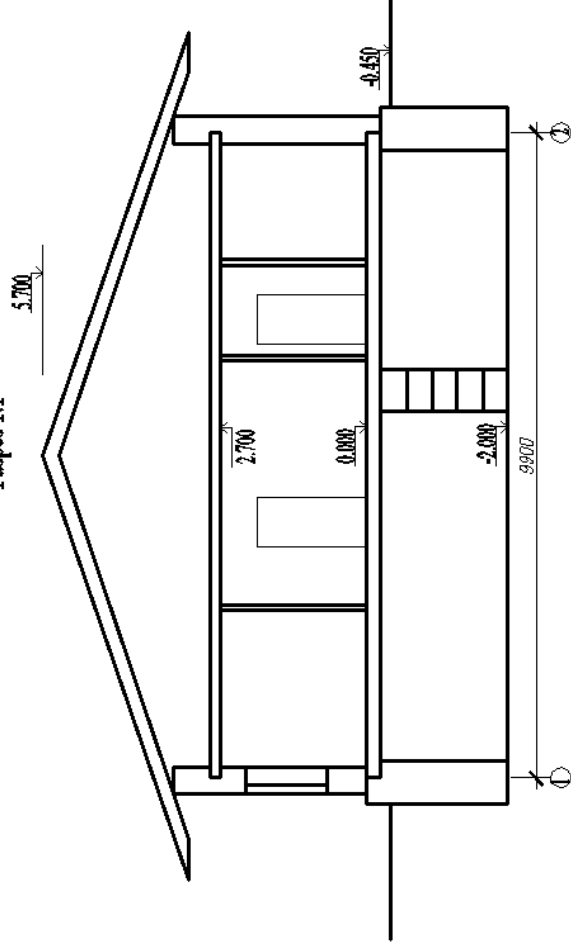
Вариант 15

План



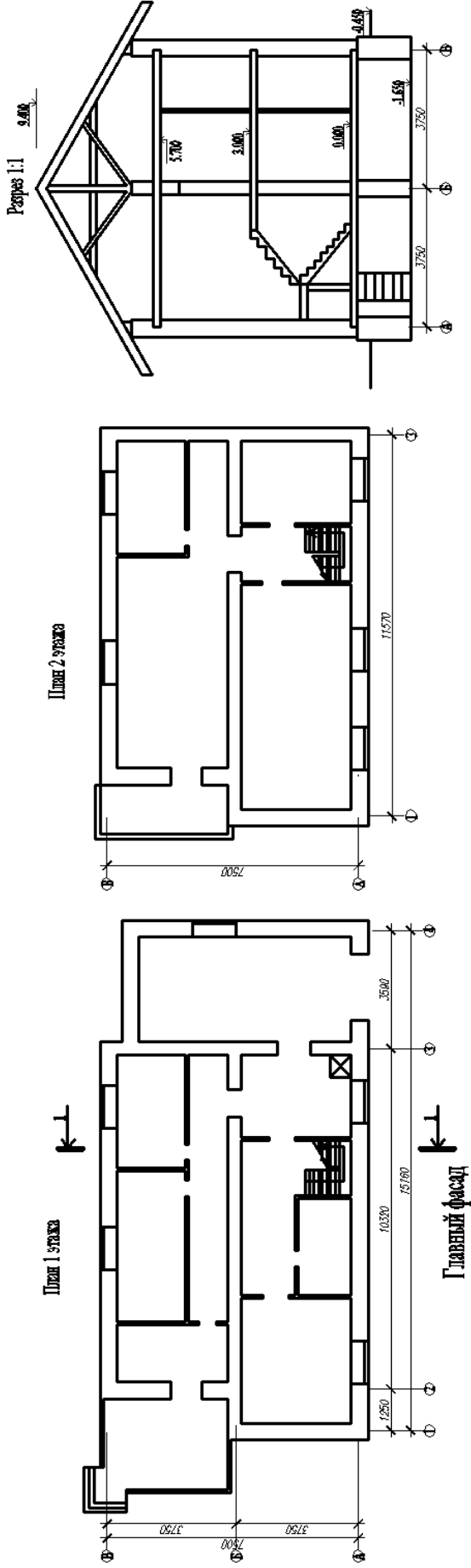
Главный фасад

Разрез 1:1



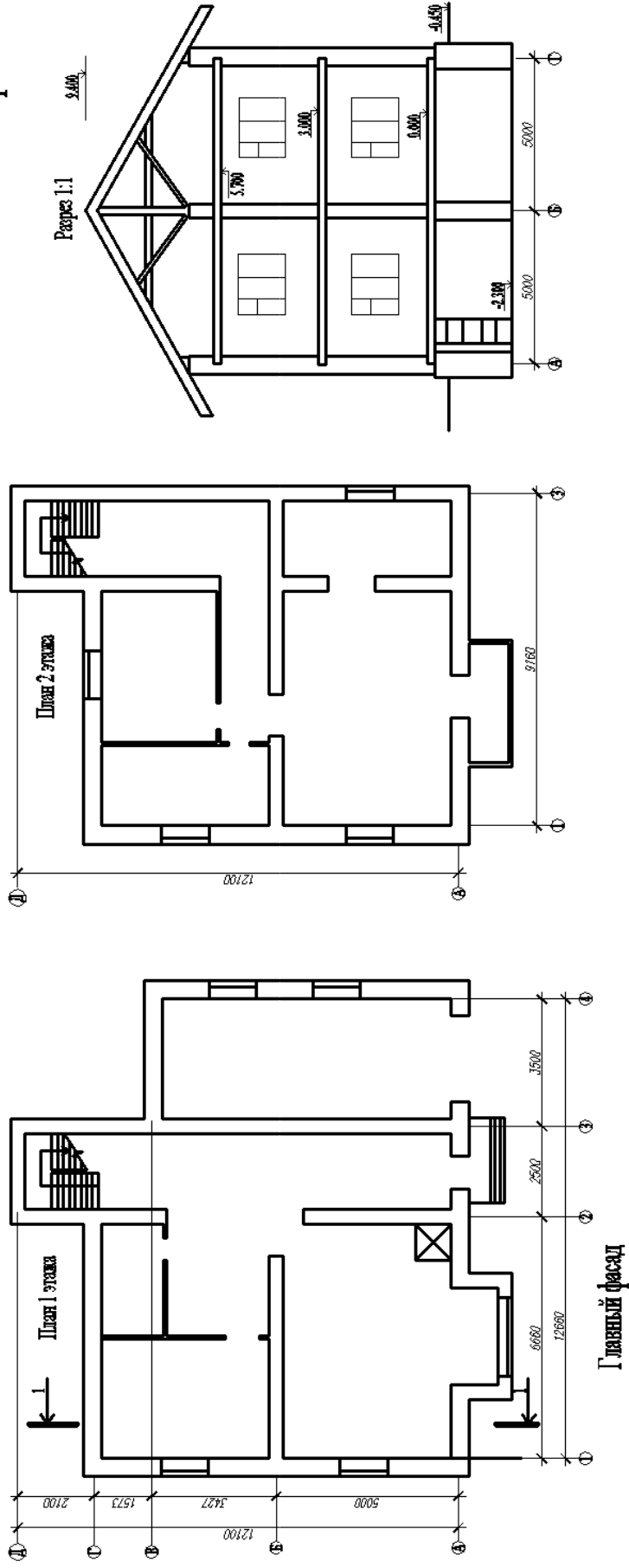
Продолжение прил. 2

Вариант 16



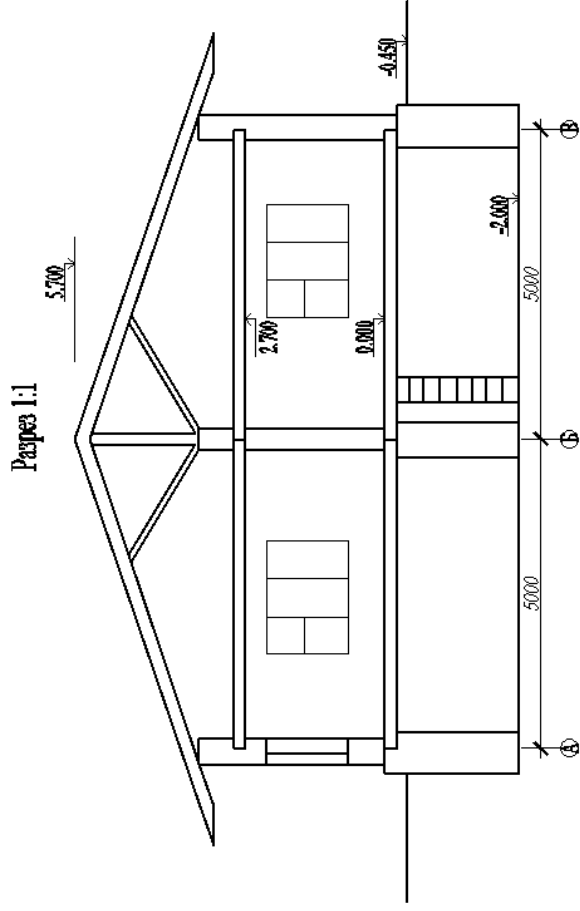
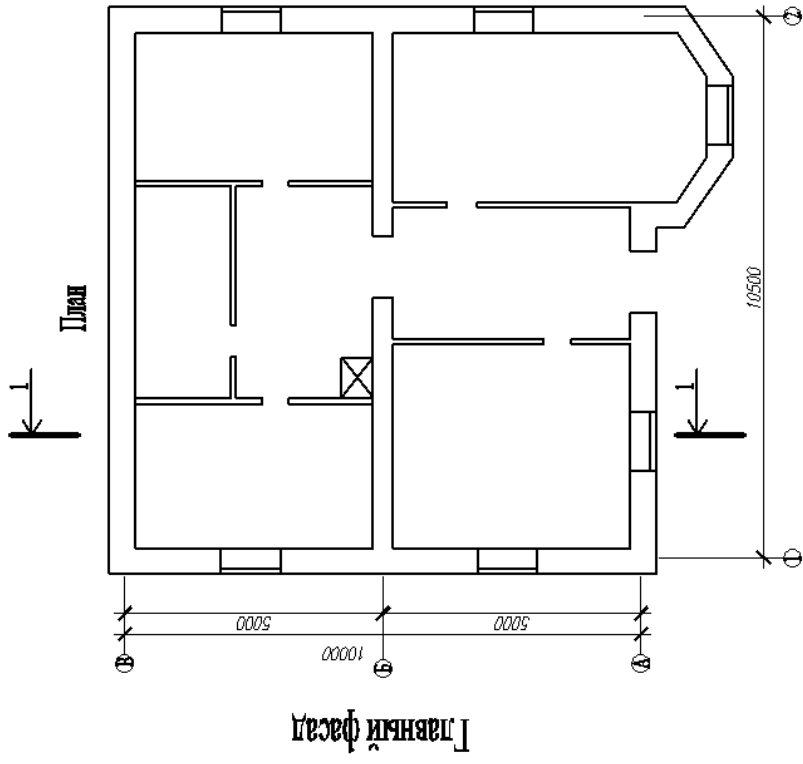
Продолжение прил. 2

Вариант 17



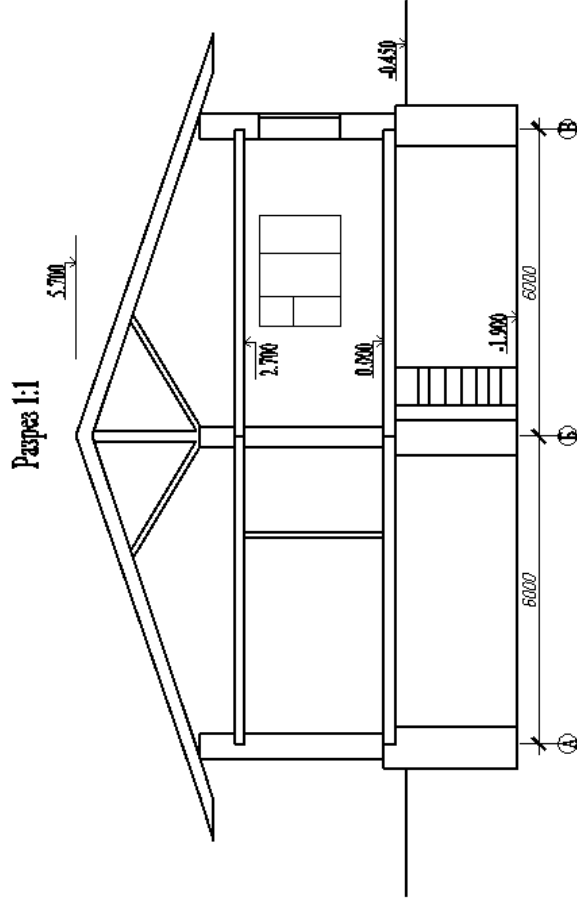
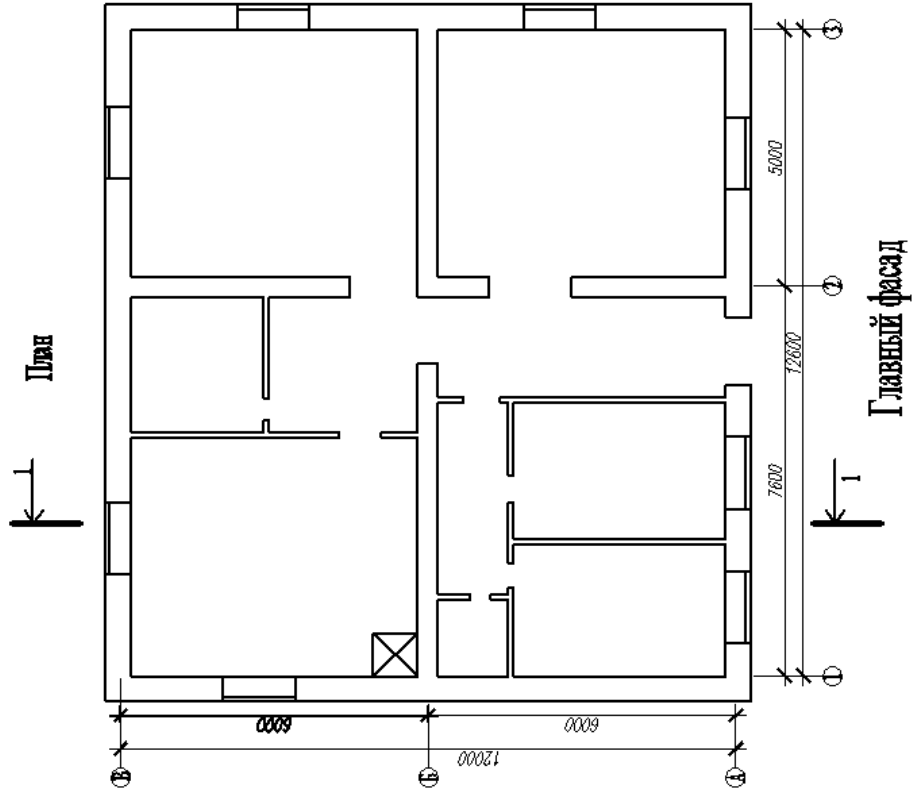
Продолжение прил. 2

Вариант 18



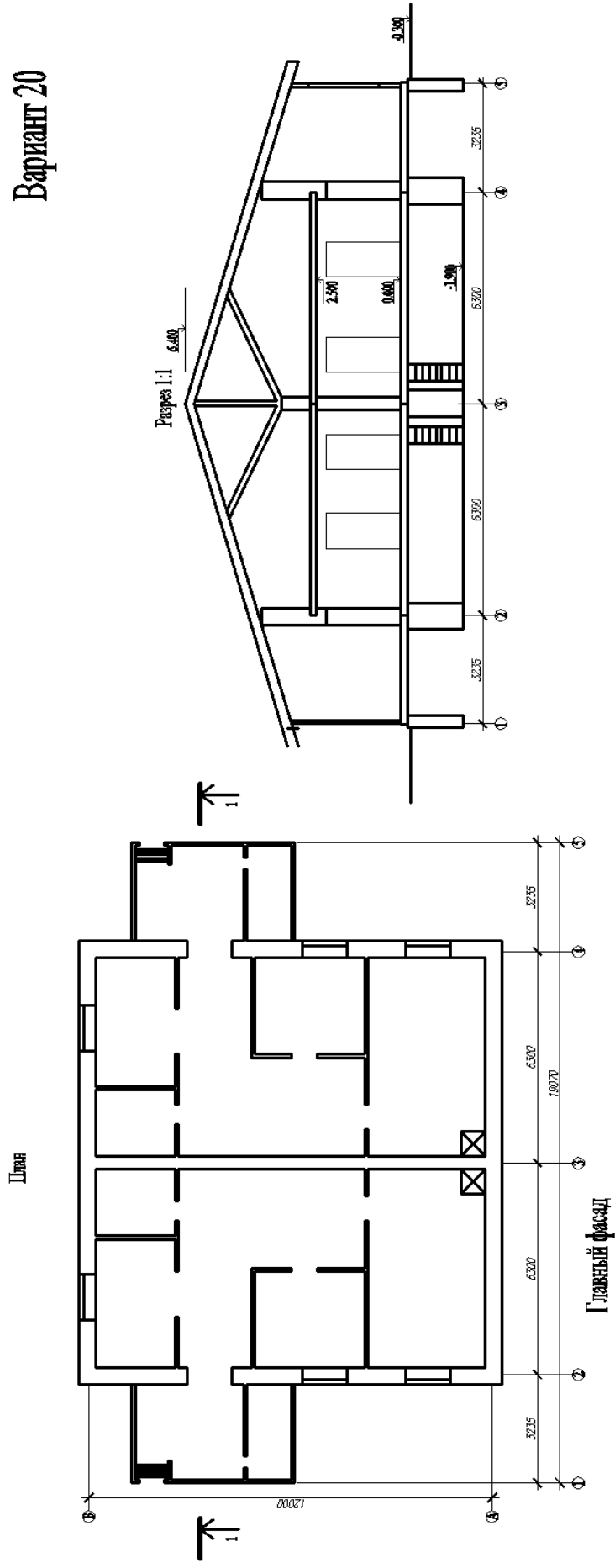
Продолжение прил. 2

Вариант 19

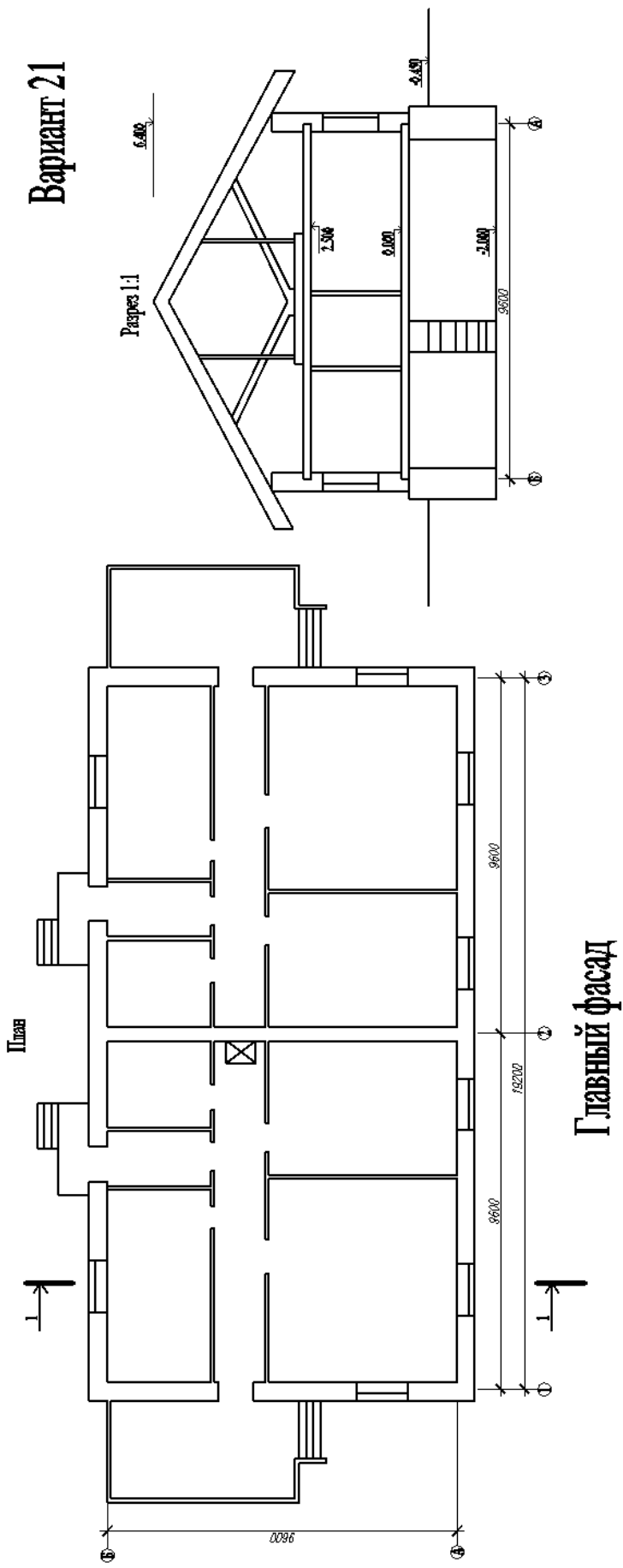


Продолжение прил. 2

Вариант 20

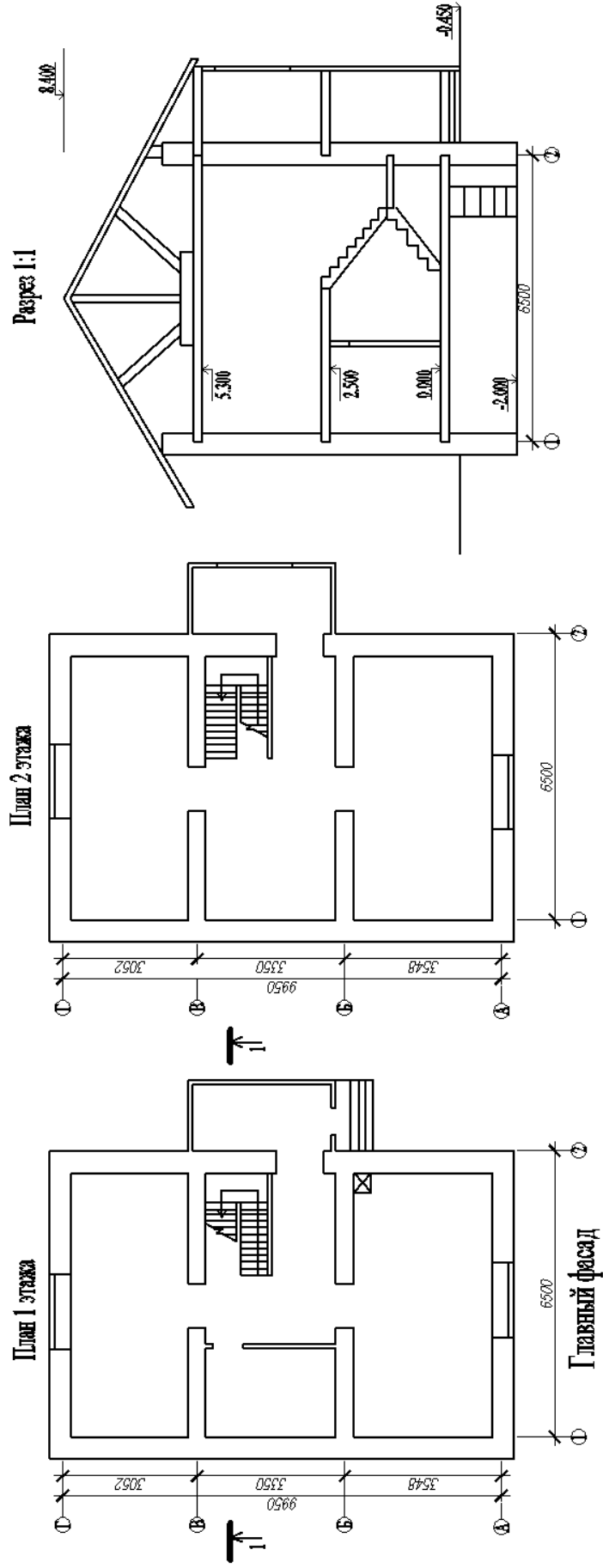


Продолжение прил. 2



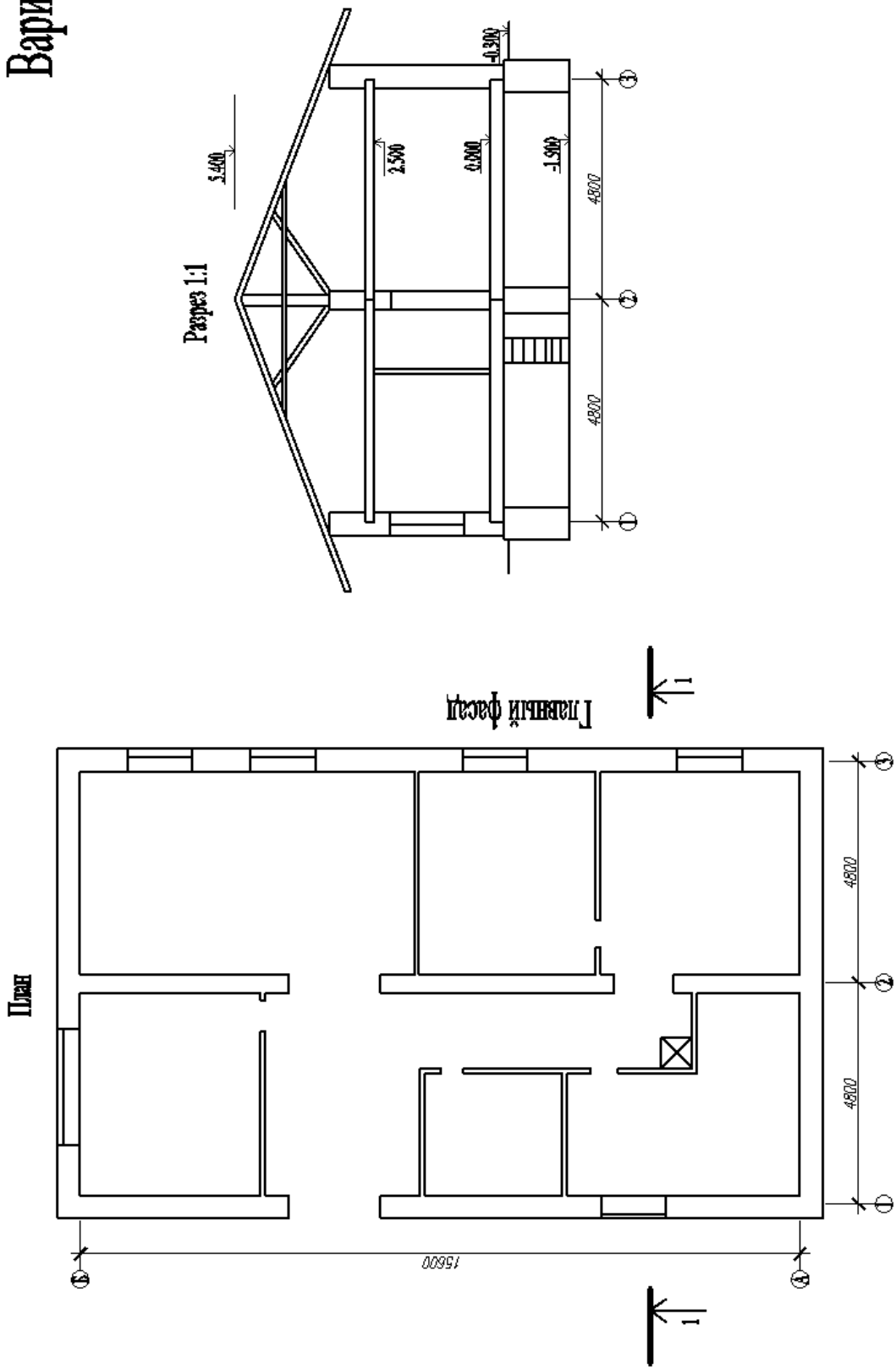
Продолжение прил. 2

Вариант 22



Продолжение прил. 2

Вариант 23



Приложение 3

Таблицы для гидравлического расчета систем отопления трубопроводов водяного отопления при перепадах температуры воды в системе 95-70 °С, 105-70 °С и $k_{ш}=0,2$ мм

Таблица 1

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-75*) условным проходом, мм													
	легким					обыкновенным								
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,5	2,3 0,005	5,8 0,008	19 0,014	51,9 0,024	121 0,033	161 0,033	288 0,036	2,0 0,005	5,0 0,007	17 0,014	46,1 0,023	117 0,033	154 0,033	274 0,035
0,55	2,5 0,005	6,4 0,009	20,9 0,016	57,1 0,026	125 0,034	162 0,034	303 0,37	2,2 0,005	5,5 0,008	18,7 0,015	50,7 0,25	121 0,034	159 0,034	288 0,037
0,6	2,8 0,006	7,0 0,009	22,8 0,017	62,2 0,029	127 0,035	171 0,035	319 0,039	2,4 0,006	6,0 0,009	20,4 0,016	55,3 0,027	124 0,035	168 0,036	303 0,039
0,65	3,0 0,006	7,6 0,01	24,7 0,019	67,4 0,031	129 0,035	174 0,036	333 0,041	2,6 0,006	6,5 0,009	22,1 0,018	59,9 0,029	127 0,036	172 0,037	317 0,041
0,7	3,2 0,007	8,1 0,011	26,6 0,020	72,6 0,034	135 0,036	175 0,036	347 0,043	2,8 0,006	7,0 0,01	23,8 0,019	64,5 0,032	131 0,037	173 0,037	329 0,042
0,75	3,5 0,007	8,7 0,012	28,6 0,022	78,5 0,036	139 0,037	181 0,037	360 0,044	3,0 0,007	7,5 0,011	25,5 0,02	69,1 0,034	133 0,037	176 0,038	342 0,044
0,8	3,7 0,008	9,3 0,013	30,5 0,023	80,6 0,037	140 0,037	187 0,038	374 0,046	3,2 0,007	8,0 0,012	27,2 0,022	75,9 0,037	135 0,038	177 0,038	355 0,046
0,85	3,9 0,008	9,9 0,013	32,4 0,025	82,8 0,038	141 0,038	194 0,040	387 0,048	3,4 0,008	8,5 0,012	28,9 0,023	75,9 0,037	136 0,038	182 0,039	368 0,047
0,9	4,2 0,009	10,5 0,014	34,3 0,026	82,8 0,038	142 0,038	200 0,041	400 0,049	3,7 0,008	9,0 0,013	3,06 0,024	77,9 0,038	140 0,039	188 0,040	380 0,049

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,95	4,4 0,009	11,1 0,015	36,2 0,027	85,8 0,039	147 0,039	207 0,042	412 0,051	3,9 0,009	9,5 0,014	32,3 0,026	80,0 0,039	143 0,040	194 0,041	392 0,050
1,00	4,6 0,010	11,6 0,016	38,1 0,029	87,1 0,040	153 0,041	213 0,043	424 0,052	4,1 0,009	10,0 0,015	34,0 0,027	82,0 0,040	147 0,041	199 0,043	403 0,052
1,10	5,1 0,011	12,8 0,017	41,9 0,032	89,3 0,041	155 0,042	225 0,046	448 0,055	4,5 0,010	11,0 0,016	37,4 0,030	84,0 0,041	150 0,042	211 0,045	426 0,055
1,2	5,5 0,012	14,0 0,019	45,7 0,035	91,5 0,042	163 0,044	237 0,048	469 0,058	4,9 0,011	12,0 0,017	40,8 0,033	86,1 0,042	154 0,043	222 0,047	445 0,057
1,3	6,0 0,013	15,1 0,020	49,5 0,037	93,6 0,043	171 0,046	246 0,050	490 0,061	5,3 0,012	13,0 0,019	44,2 0,035	88,1 0,043	161 0,045	231 0,049	466 0,060
1,4	6,5 0,014	16,3 0,022	53,3 0,040	95,8 0,044	177 0,047	257 0,052	511 0,063	5,7 0,013	14,0 0,020	47,6 0,038	90,2 0,044	167 0,047	241 0,052	486 0,062
1,5	6,9 0,015	17,5 0,024	57,7 0,044	97,9 0,045	184 0,049	267 0,055	531 0,066	6,1 0,014	15,0 0,022	51,0 0,041	92,2 0,045	174 0,049	250 0,054	505 0,065
1,6	7,4 0,016	18,6 0,025	59,0 0,045	100 0,046	191 0,051	277 0,057	551 0,068	6,5 0,015	16,0 0,023	54,4 0,044	94,2 0,046	180 0,050	260 0,056	523 0,067
1,7	7,8 0,017	19,8 0,027	60,3 0,046	102 0,047	198 0,053	287 0,059	570 0,070	6,9 0,016	17,0 0,025	57,2 0,046	96,3 0,047	186 0,052	268 0,057	541 0,069
1,8	8,3 0,018	20,9 0,028	61,7 0,047	103 0,048	205 0,055	296 0,060	588 0,073	7,3 0,017	18,0 0,026	58,4 0,047	98,3 0,048	193 0,054	277 0,059	559 0,072
1,9	8,8 0,019	22,1 0,030	63,0 0,048	105 0,049	211 0,056	305 0,062	606 0,075	7,7 0,017	19,0 0,028	59,7 0,048	100 0,049	199 0,055	286 0,061	576 0,074
20,0	9,2 0,020	23,3 0,032	64,3 0,049	107 0,049	217 0,058	314 0,064	623 0,077	8,1 0,018	20,0 0,029	60,9 0,049	102 0,050	204 0,057	294 0,063	592 0,076
2,2	10,1 0,022	25,6 0,035	67,0 0,051	108 0,051	230 0,061	332 0,068	655 0,081	8,9 0,020	22,0 0,032	62,2 0,050	103 0,050	216 0,060	311 0,067	623 0,080

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,4	11,0 0,024	27,9 0,038	68,3 0,052	114 0,053	240 0,064	347 0,071	688 0,085	9,7 0,022	24,0 0,035	64,7 0,052	105 0,051	226 0,063	325 0,070	654 0,084
2,6	12,0 0,026	30,3 0,041	69,6 0,053	118 0,055	251 0,067	363 0,074	718 0,089	10,5 0,024	26,0 0,038	65,9 0,053	110 0,054	236 0,066	340 0,073	683 0,088
2,8	12,9 0,027	32,6 0,044	72,2 0,055	123 0,057	262 0,070	378 0,077	749 0,092	11,4 0,026	28,0 0,041	67,2 0,054	114 0,056	246 0,069	354 0,076	712 0,091
3,0	13,8 0,029	34,9 0,047	73,6 0,056	128 0,059	272 0,073	293 0,080	778 0,096	12,2 0,028	30,0 0,044	69,7 0,056	118 0,058	256 0,071	368 0,079	739 0,095
3,2	14,8 0,031	37,2 0,050	74,9 0,057	133 0,061	282 0,075	407 0,083	805 0,099	13,3 0,029	31,9 0,047	70,9 0,057	123 0,060	265 0,074	381 0,082	766 0,098
3,4	15,7 0,033	39,6 0,054	76,2 0,058	138 0,064	292 0,078	421 0,086	833 0,103	13,8 0,031	33,9 0,050	72,1 0,058	127 0,062	274 0,077	394 0,084	792 0,101
3,6	16,6 0,035	40,8 0,055	78,8 0,060	142 0,066	301 0,080	435 0,089	859 0,106	14,6 0,033	35,9 0,052	73,4 0,059	131 0,064	283 0,079	407 0,087	817 0,105
3,8	17,5 0,037	42,3 0,057	80,2 0,061	146 0,068	310 0,083	448 0,091	885 0,109	15,4 0,035	37,9 0,056	74,6 0,060	135 0,066	292 0,082	419 0,090	842 0,108
4,0	18,4 0,039	43,0 0,058	81,5 0,062	151 0,070	319 0,085	460 0,094	910 0,112	16,2 0,037	39,2 0,057	75,9 0,061	139 0,068	300 0,084	431 0,092	865 0,111
4,5	20,8 0,044	45,3 0,061	82,1 0,062	161 0,074	341 0,091	492 0,100	968 0,119	18,3 0,041	41,2 0,060	77,1 0,062	149 0,073	321 0,90	461 0,099	920 0,118
5,0	23,1 0,049	46,7 0,063	86,7 0,066	171 0,079	360 0,096	519 0,106	1025 0,126	20,3 0,046	43,3 0,063	80,3 0,064	158 0,077	339 0,095	486 0,104	974 0,125
5,5	25,4 0,054	48,2 0,064	91,6 0,069	197 0,083	379 0,101	546 0,112	1079 0,133	22,3 0,051	44,6 0,065	84,8 0,068	166 0,081	357 0,100	512 0,110	1026 0,131
6,0	27,7 0,059	49,7 0,067	95,7 0,072	188 0,087	398 0,106	573 0,117	1131 0,140	24,3 0,056	46,0 0,067	88,6 0,071	174 0,085	374 0,105	537 0,115	1076 0,138

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6,5	30,0 0,064	51,2 0,069	100 0,076	197 0,091	416 0,111	599 0,122	1181 0,146	26,4 0,060	47,4 0,069	92,7 0,074	182 0,089	391 0,109	561 0,120	1123 0,144
7,0	31,8 0,068	52,6 0,071	104 0,079	205 0,095	433 0,116	624 0,127	1230 0,152	28,4 0,064	48,8 0,071	96,6 0,077	189 0,093	408 0,114	584 0,125	1169 0,150
7,5	32,7 0,070	54,1 0,073	108 0,082	213 0,099	449 0,120	648 0,132	1276 0,158	30,4 0,069	49,4 0,072	100 0,080	198 0,097	423 0,118	607 0,130	1214 0,155
8,0	33,6 0,072	54,9 0,074	112 0,084	221 0,102	465 0,124	671 0,137	1321 0,163	31,1 0,071	50,8 0,074	104 0,083	204 0,100	438 0,122	628 0,135	1256 0,161
8,5	34,1 0,073	56,3 0,076	116 0,088	228 0,106	481 0,129	693 0,141	1365 0,168	32,0 0,073	52,2 0,076	108 0,086	211 0,103	453 0,127	649 0,139	1298 0,166
9,0	35,1 0,075	57,8 0,078	120 0,091	236 0,109	496 0,133	715 0,146	1407 0,174	32,4 0,074	52,9 0,077	111 0,089	218 0,107	467 0,130	670 0,143	1338 0,171
9,5	36,0 0,077	59,3 0,080	124 0,094	243 0,112	511 0,136	736 0,150	1448 0,179	33,3 0,076	54,2 0,079	114 0,092	224 0,110	481 0,134	689 0,148	1378 0,176
10,0	36,5 0,078	60,0 0,081	127 0,096	250 0,115	525 0,140	756 0,154	1489 0,184	34,2 0,078	54,9 0,080	118 0,094	230 0,113	495 0,138	709 0,152	1416 0,181
11,0	37,9 0,081	60,4 0,082	134 0,101	262 0,121	552 0,147	795 0,162	1564 0,193	35,1 0,080	55,5 0,080	124 0,099	242 0,119	520 0,145	745 0,159	1487 0,191
12,0	38,8 0,083	63,1 0,086	140 0,106	275 0,127	578 0,155	833 0,170	1638 0,202	36,4 0,083	56,9 0,083	130 0,104	254 0,125	545 0,152	780 0,167	1558 0,200
13,0	40,2 0,086	66,0 0,089	147 0,111	287 0,133	604 0,161	869 0,177	1710 0,211	37,3 0,085	59,50,087	136 0,109	265 0,130	569 0,159	815 0,174	1626 0,280
14,0	41,2 0,088	68,8 0,093	153 0,116	299 0,138	629 0,168	905 0,185	1778 0,219	38,6 0,088	62,1 0,091	142 0,113	276 0,135	592 0,165	848 0,182	1691 0,217
15,0	42,1 0,090	71,5 0,097	159 0,120	310 0,144	652 0,174	939 0,192	1845 0,228	39,5 0,090	64,5 0,094	147 0,118	287 0,141	615 0,172	880 0,188	1754 0,225

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16,0	43,0 0,092	74,1 0,100	164 0,124	322 0,149	675 0,180	972 0,198	1909 0,236	40,4 0,092	66,8 0,098	152 0,122	297 0,146	636 0,178	910 0,195	1815 0,233
17,0	44,0 0,094	76,6 0,104	170 0,129	332 0,154	698 0,186	1003 0,205	1971 0,243	41,3 0,094	69,1 0,101	157 0,126	307 0,150	657 0,184	940 0,201	1875 0,240
18,0	44,9 0,096	79,1 0,107	175 0,133	343 0,158	719 0,192	1034 0,211	2031 0,25	42,2 0,096	71,3 0,104	162 0,130	317 0,155	678 0,189	969 0,208	1932 0,248
19,0	46,3 0,099	81,5 0,110	180 0,137	353 0,163	740 0,198	1064 0,217	2090 0,258	43,0 0,098	73,5 0,107	167 0,134	326 0,160	698 0,195	998 0,214	1988 0,255
20,0	46,8 0,100	83,8 0,114	186 0,140	363 0,168	7610,203	1094 0,223	2147 0,265	43,9 0,100	75,6 0,110	172 0,138	335 0,167	717 0,200	1025 0,219	2042 0,262
22,0	47,3 0,101	88,1 0,119	195 0,148	381 0,176	799 0,214	1149 0,234	2255 0,278	44,5 0,101	79,5 0,116	181 0,145	352 0,173	753 0,210	1077 0,231	2145 0,275
24,0	49,6 0,106	92,4 0,125	204 0,155	399 0,185	837 0,224	1203 0,245	2361 0,291	45,5 0,103	83,4 0,122	189 0,152	369 0,181	789 0,220	1128 0,241	2246 0,288
26,0	51,9 0,110	96,5 0,131	213 0,162	417 0,193	873 0,233	1255 0,256	2462 0,304	47,6 0,108	87,1 0,127	198 0,158	385 0,189	832 0,230	1176 0,252	2342 0,300
28,0	54,0 0,115	100 0,136	222 0,168	434 0,200	906 0,243	1305 0,266	2560 0,316	49,6 0,112	90,7 0,132	206 0,165	401 0,196	856 0,239	1224 0,262	2435 0,312
30,0	56,2 0,120	104 0,141	230 0,175	450 0,208	942 0,252	1354 0,276	2654 0,328	51,5 0,117	94,2 0,138	214 0,171	416 0,204	888 0,248	1269 0,272	2525 0,323
32,0	58,1 0,124	108 0,146	239 0,181	466 0,215	975 0,260	1400 0,286	2745 0,339	53,4 0,121	97,6 0,142	221 0,177	430 0,211	919 0,257	1313 0,281	2611 0,335
34,0	60,1 0,128	112 0,151	246 0,187	481 0,222	1006 0,269	1446 0,295	2833 0,350	55,2 0,125	101 0,147	228 0,183	444 0,218	948 0,265	1355 0,290	2695 0,345
36,0	62,0 0,132	115 0,156	254 0,192	496 0,229	1037 0,277	1490 0,304	2919 0,360	56,9 0,129	104 0,152	236 0,189	458 0,225	978 0,273	1396 0,299	277 0,356

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
38,0	63,9 0,136	119 0,161	262 0,198	510 0,236	1067 0,285	1532 0,313	3003 0,371	58,6 0,133	107 0,156	243 0,194	472 0,231	1006 0,281	1437 0,308	2856 0,366
40,0	65,7 0,140	122 0,165	269 0,204	524 0,042	1096 0,293	1574 0,321	3084 0,381	60,3 0,137	110 0,161	249 0,200	484 0,237	1033 0,289	1476 0,316	2934 0,376
45,0	69,8 0,149	130 0,176	286 0,216	557 0,257	164 0,311	1672 0,341	3274 0,404	64,1 0,145	117 0,171	265 0,212	515 0,252	1097 0,306	1567 0,336	3115 0,399
50,0	73,9 0,257	137 0,186	302 0,229	589 0,272	1230 0,329	1767 0,360	3459 0,427	67,9 0,154	124 0,181	280 0,224	544 0,267	1160 0,324	1656 0,355	3290 0,422
55,0	77,9 0,166	144 0,196	317 0,241	619 0,286	1293 0,346	1856 0,376	3634 0,449	71 0,162	130 0,190	294 0,236	572 0,280	1213 0,340	1740 0,373	3457 0,443
60,0	81,6 0,174	151 0,205	333 0,252	648 0,300	1353 0,362	1942 0,396	3802 0,469	74,9 0,170	136 0,199	308 0,247	599 0,294	1276 0,356	1821 0,390	3617 0,463
65,0	85,2 0,181	157 0,214	347 0,263	675 0,312	1411 0,377	2025 0,413	3963 0,489	78,2 0,177	142 0,208	322 0,258	624 0,306	1330 0,372	1899 0,407	3770 0,483
65,0	85,2 0,181	157 0,214	347 0,263	675 0,312	1411 0,377	2025 0,413	3963 0,489	78,2 0,177	142 0,208	322 0,258	624 0,306	1330 0,372	1899 0,407	3770 0,483
70,0	88,7 0,189	164 0,223	361 0,274	702 0,325	1467 0,392	2105 0,430	4118 0,508	81,4 0,185	148 0,217	335 0,268	649 0,318	1383 0,386	1973 0,423	3917 0,502
75,0	92,0 0,196	170 0,231	374 0,284	728 0,337	1520 0,406	2181 0,445	4267 0,527	84,5 0,192	153 0,225	347 0,278	679 0,330	1433 0,400	2045 0,438	4060 0,520
80,0	95,3 0,203	176 0,239	387 0,294	753 0,348	1572 0,420	2256 0,460	4411 0,545	87,5 0,198	156 0,233	359 0,288	696 0,341	1482 0,414	2115 0,453	4197 0,538
85,0	98,4 0,210	182 0,247	400 0,303	777 0,360	1622 0,434	2328 0,475	4551 0,562	90,3 0,205	164 0,240	371 0,297	719 0,352	1529 0,427	2182 0,467	4330 0,555
90,0	101 0,216	188 0,254	412 0,312	801 0,371	1672 0,447	2397 0,489	4688 0,579	93,1 0,211	169 0,248	382 0,306	741 0,363	1576 0,440	2248 0,481	4460 0,571

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
95,0	104 0,222	193 0,262	424 0,321	824 0,381	1719 0,459	2465 0,503	4820 0,595	96,0 0,217	174 0,255	393 0,315	762 0,374	1620 0,453	2312 0,495	4586 0,588
100	107 0,228	198 0,269	435 0,330	846 0,391	1765 0,472	2532 0,517	4949 0,611	98,0 0,223	179 0,262	404 0,324	783 0,384	1664 0,465	2374 0,508	4708 0,603
110	113 0,240	208 0,282	457 0,46	889 0,411	1853 0,495	2658 0,542	5194 0,641	103 0,235	188 0,275	421 0,346	822 0,403	1747 0,488	2492 0,534	4942 0,633
120	118 0,251	218 0,296	478 0,363	930 0,430	1938 0,518	2779 0,567	5431 0,670	108 0,246	197 0,288	444 0,356	860 0,421	1827 0,510	2606 0,558	5168 0,662
130	123 0,262	227 0,308	499 0,378	969 0,448	2020 0,540	2897 0,591	5659 0,669	113 0,256	206 0,300	463 0,371	896 0,439	1904 0,532	2716 0,582	5384 0,690
140	128 0,273	236 0,321	519 0,393	1007 0,466	2099 0,561	3009 0,611	5878 0,726	117 0,267	213 0,312	481 0,385	931 0,457	1979 0,553	2822 0,604	5593 0,717
150	132 0,283	245 0,332	538 0,407	1044 0,483	2175 0,581	3118 0,636	6090 0,752	122 0,277	221 0,324	499 0,400	965 0,473	2051 0,573	2924 0,626	5795 0,742
160	137 0,293	254 0,344	556 0,421	1079 0,499	2248 0,601	3223 0,658	6295 0,777	126 0,286	229 0,335	516 0,413	998 0,489	2120 0,592	3022 0,647	5989 0,767
170	142 0,302	262 0,355	574 0,435	1113 0,515	2320 0,620	3325 0,678	6492 0,801	130, 295	236 0,346	532 0,426	1030 0,505	2187 0,611	3118 0,668	6178 0,792
180	146 0,311	269 0,366	591 0,448	1147 0,530	2389 0,638	3424 0,699	6685 0,825	134 0,304	244 0,356	548 0,439	1061 0,520	2252 0,629	3211 0,688	6361 0,815
190	150 0,320	277 0,376	608 0,461	1179 0,545	2456 0,656	3520 0,718	6872 0,348	138 0,313	250 0,366	564 0,452	1091 0,535	2316 0,647	3301 0,707	6539 0,838
200	154 0,329	285 0,386	624 0,473	1211 0,560	2521 0,674	3614 0,737	7055 0,871	142 0,322	257 0,376	579 0,464	1120 0,549	2377 0,664	3389 0,726	6713 0,860
220	162 0,346	299 0,408	655 0,497	1271 0,588	2646 0,707	3792 0,774	7403 0,914	149 0,338	270 0,395	608 0,487	1176 0,576	2495 0,697	3556 0,762	7044 0,903

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
240	169 0,362	313 0,424	685 0,519	1329 0,615	2767 0,740	3965 0,809	7739 0,95	156 0,354	283 0,413	636 0,510	1230 0,603	2609 0,729	3718 0,796	7364 0,944
260	177 0,377	326 0,442	714 0,541	1385 0,641	2883 0,770	4131 0,843	8061 0,995	162 0,369	295 0,431	663 0,531	1281 0,628	2718 0,759	3874 0,830	7671 0,983
280	184 0,392	339 0,460	742 0,562	1439 0,66	2994 0,800	4290 0,875	8371 1,033	169 0,383	306 0,448	689 0,552	1331 0,653	2823 0,789	4023 0,862	7966 1,021
300	190 0,406	351 0,477	769 0,583	1491 0,690	3102 0,829	4444 0,907	8671 1,070	175 0,397	317 0,464	714 0,572	1379 0,676	2925 0,817	4168 0,892	8251 1,057
320	197 0,420	363 0,491	795 0,603	1541 0,713	3206 0,857	4593 0,937	8960 1,106	181 0,411	328 0,480	738 0,591	1426 0,699	3023 0,844	4307 0,922	8526 1,092
340	203 0,434	375 0,508	820 0,622	1590 0,735	3307 0,884	4737 0,967	9240 1,141	187 0,424	339 0,495	761 0,610	1471 0,721	3118 0,871	4443 0,951	8793 1,127
360	209 0,447	386 0,524	845 0,640	1637 0,757	3405 0,910	4877 0,995	9513 1,174	192 0,437	349 0,510	784 0,628	1514 0,742	3210 0,897	4574 0,979	9052 1,160
380	215 0,460	397 0,539	869 0,658	1683 0,778	3500 0,935	5013 1,023	9936 1,226	198 0,449	359 0,525	806 0,646	1557 0,763	3300 0,92	4702 1,007	9304 1,192
400	221 0,472	408 0,553	892 0,676	1728 0,799	3593 0,960	5146 1,050	10194 1,258	203 0,462	369 0,539	827 0,663	1598 0,783	3388 0,946	4826 1,033	9702 1,243
450	235 0,501	433 0,587	947 0,717	1834 0,848	3812 1,019	5460 1,114	10813 1,335	216 0,490	391 0,572	878 0,704	1696 0,831	3592 1,004	5121 1,097	10291 1,319
500	248 0,529	457 0,620	999 0,757	1935 0,895	4023 1,075	5761 1,176	11397 1,407	228 0,518	413 0,604	927 0,743	1790 0,878	3793 1,059	5403 1,157	10848 1,390
550	261 0,556	480 0,65	1049 0,795	2032 0,940	4223 1,128	6145 1,254	11954 1,475	239 0,544	434 0,634	974 0,780	1880 0,921	3982 1,112	5765 1,234	11377 1,458
600	273 0,581	502 0,681	1097 0,831	2124 0,982	4414 0,180	6419 1,310	12485 1,541	250 0,569	454 0,663	1018 0,816	1965 0,963	4162 1,162	6021 1,289	11883 1,523

Продолжение прил. 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
650	284 0,606	523 0,709	1143 0,866	2212 1,023	4672 0,248	6681 1,363	12995 1,604	261 0,593	473 0,691	1061 0,850	2047 1,003	4406 1,231	6267 1,342	12368 1,585
700	295 0,629	543 0,737	1187 0,899	2297 1,062	4848 0,296	6933 1,415	13486 1,665	271 0,616	491 0,718	1101 0,882	2126 1,042	4573 1,277	6504 1,393	12835 1,645
750	306 0,652	563 0,763	1230 0,932	2380 1,1	5018 1,341	7176 1,464	13959 1,723	281 0,638	509 0,744	1141 0,914	22,02 1,079	4733 1,322	6732 1,441	13286 1,702
800	316 0,674	582 0,789	1272 0,963	2459 1,137	5183 1,385	7412 1,512	14417 1,779	290 0,660	526 0,769	1179 0,945	2275 1,115	4888 1,365	6953 1,489	13721 1,758
850	326 0,695	600 0,814	1311 0,993	2536 1,173	5342 1,428	7640 1,559	14861 1,834	300 0,680	543 0,793	1216 0,974	2346 1,15	5039 1,407	7167 1,535	14144 1,812
900	226 0,716	618 0,838	1349 0,022	2653 1,227	5497 1,469	7861 1,604	15291 1,887	309 0,701	559 0,817	1252 1,003	2415 1,184	5185 1,448	7375 1,579	14554 1,865
950	345 0,736	635 0,861	1387 1,051	2726 1,261	5648 1,509	8077 1,648	15710 1,939	317 0,720	574 0,839	1287 1,031	2523 1,237	5327 1,488	7577 1,622	14953 1,916
1000	354 0,756	652 0,884	1424 1,079	2797 1,293	5794 1,548	8286 1,691	16119 1,989	326 0,740	590 0,862	1321 1,058	2589 1,269	5465 1,526	7774 1,664	153,41 1,966
1100	372 0,793	685 0,928	1494 1,132	2933 1,357	6077 1,624	8691 1,773	16905 2,087	342 0,776	619 0,904	1386 1,110	2715 1,331	5732 1,601	8153 1,746	16090 2,062
1200	389 0,829	716 0,970	1562 1,183	3064 1,417	6348 1,696	9077 1,852	17657 2,179	358 0,811	647 0,945	1449 1,161	2836 1,39	5987 1,67	8516 1,823	16805 2,153
1300	405 0,864	745 1,01	1653 1,252	3189 1,475	6607 1,766	9448 1,928	18378 2,268	372 0,845	674 0,985	1534 1,229	2951 1,447	6231 1,740	8863 1,898	17492 2,241
1400	421 0,897	774 1,049	1715 1,299	3309 1,530	6856 1,832	9805 2,001	19072 2,354	387 0,87	700 1,023	1592 1,275	3063 1,501	6467 1,806	9198 1,969	18162 2,326
1500	436 0,93	802 1,087	1776 1,345	3426 1,584	7097 1,896	10149 2,071	19741 2,437	401 0,910	725 1,059	1648 1,320	3170 1,554	6694 1,869	9521 2,039	18789 2,407

Продолжение прил. 3
Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1600	451 0,963	829 1,123	1834 1,389	3538 1,636	7330 1,959	10482 2,139	20389 2,517	414 0,940	749 1,096	1702 1,363	3274 1,605	6913 1,931	9833 2,105	19405 2,486
1700	465 0,991	855 1,158	1890 1,432	3647 1,686	7555 2,019	10804 2,204	21016 2,594	427 0,97	773 1,129	1755 1,405	3375 1,654	7126 1,99	10136 1,17	20003 2,563
1800	479 1,020	880 1,192	1945 1,473	3753 1,735	7774 2,077	11118 2,268	21626 2,668	440 0,998	795 1,162	1805 1,446	3473 1,702	7333 2,048	10430 2,233	20582 2,637
1900	492 1,049	919 1,246	1999 1,514	3855 1,783	7988 2,134	11422 2,331	22219 2,742	453 1,026	818 1,194	1855 1,486	3568 1,749	7534 2,104	10716 2,294	21147 2,709
2000	505 1,076	943 1,278	2051 1,553	3956 1,829	8195 2,190	11719 2,391	22796 2,814	465 1,053	853 1,246	1904 1,524	3661 1,794	7730 2,159	10994 2,354	21696 2,780
2100	518 1,103	967 1,309	2101 1,591	4054 1,874	8398 2,244	12009 2,450	23358 2,883	476 1,080	874 1,277	1951 1,562	3752 1,839	7921 2,212	11266 2,412	22232 2,848
2200	531 1,130	989 1,340	2151 1,629	4149 1,918	8595 2,297	12291 2,508	23908 2,951	488 1,106	894 1,307	1997 1,599	3840 1,882	8107 2,264	11531 2,469	22755 2,916
2300	543 1,156	1012 1,370	2199 1,665	4242 1,962	8788 2,348	12568 2,564	24446 3,017	499 1,131	915 1,336	2041 1,635	3927 1,924	8289 2,315	11790 2,524	23266 2,981
2400	555 1,181	1033 1,400	2246 1,701	4334 2,004	8977 2,399	12858 2,619	24971 3,082	510 1,156	935 1,365	2085 1,670	4011 1,966	8468 2,365	12044 2,759	23767 3,045

Продолжение прил.3
Таблица 2

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																	
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
0,5	1,1 0,003	3,1 0,006	16,3 0,013	52,6 0,024	96,4 0,030	154 0,033	259 0,035	259 0,043	945 0,049	1655 0,057	2935 0,066	4792 0,075	11557 0,093	21308 0,109	34392 0,123	50688 0,135	70674 0,147	
0,55	1,2 0,004	3,4 0,006	18 0,015	57,9 0,027	97,5 0,030	159 0,034	274 0,036	628 0,046	996 0,052	1739 0,06	3072 0,069	5029 0,078	12127 0,098	22298 0,114	35947 0,129	53069 0,142	74023 0,154	
0,6	1,3 0,004	3,7 0,007	19,6 0,016	63,1 0,029	103 0,032	168 0,035	288 0,038	659 0,048	1041 0,054	1817 0,062	3224 0,072	5275 0,082	12715 0,103	23372 0,120	37670 0,135	55603 0,149	77545 0,161	
0,65	1,4 0,004	4,1 0,007	21,3 0,017	68,4 0,031	106 0,033	102 0,036	301 0,04	686 0,05	1089 0,056	1899 0,065	3369 0,076	5512 0,086	13281 0,107	24404 0,125	39324 0,141	58035 0,155	80925 0,168	
0,7	1,5 0,005	4,4 0,008	22,9 0,019	73,7 0,034	112 0,035	1 0,036	312 0,042	716 0,052	1135 0,059	1979 0,068	3510 0,079	5740 0,089	13824 0,112	25397 0,130	40917 0,147	60376 0,161	84180 0,175	
0,75	1,6 0,005	4,7 0,009	24,5 0,02	78,8 0,036	119 0,037	176 0,037	325 0,043	744 0,054	1179 0,061	2056 0,071	3646 0,082	5961 0,093	14350 0,116	26357 0,135	42455 0,152	62637 0,167	87323 0,182	
0,8	1,7 0,005	5,0 0,009	26,2 0,021	81 0,037	123 0,038	177 0,038	337 0,045	771 0,056	1223 0,063	2131 0,073	3777 0,085	6174 0,096	14869 0,12	27285 0,14	43944 0,157	64825 0,173	90364 0,188	
0,85	1,8 0,006	5,3 0,01	27,8 0,023	83,2 0,038	126 0,039	182 0,039	349 0,046	798 0,058	1265 0,065	2204 0,076	3905 0,088	6382 0,099	15353 0,124	28186 0,144	45388 0,163	66948 0,179	93313 0,194	
0,9	1,9 0,006	5,6 0,010	29,4 0,024	83,2 0,038	129 0,040	188 0,040	360 0,048	824 0,060	1305 0,068	2274 0,078	4029 0,090	6584 0,103	15833 0,128	29061 0,149	46791 0,168	69009 0,184	96178 0,200	

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,95	2,0 0,006	5,9 0,011	31,1 0,025	85,3 0,039	130 0,041	194 0,041	372 0,049	849 0,062	1345 0,70	2343 0,080	4149 0,093	6780 0,106	16300 0,132	29913 0,153	48156 0,172	71015 0,190	98966 0,206
1,00	2,2 0,007	6,2 0,011	32,7 0,027	87,5 0,040	132 0,041	199 0,043	383 0,051	874 0,063	1384 0,072	2410 0,083	4267 0,096	6971 0,109	16755 0,135	30743 0,158	49486 0,177	72970 0,195	101682 0,211
1,10	2,4 0,007	6,9 0,013	36,0 0,029	89,7 0,041	135 0,042	211 0,045	404 0,054	919 0,067	1455 0,75	2534 0,087	4485 0,101	7326 0,114	17604 0,142	32296 0,166	51979 0,186	76640 0,205	106788 0,222
1,2	2,6 0,008	7,5 0,014	39,2 0,032	91,9 0,042	138 0,043	222 0,047	425 0,057	965 0,070	1527 0,079	2658 0,091	4703 0,106	7680 0,120	18446 0,149	33831 0,173	54440 0,195	80253 0,214	111818 0,233
1,3	2,8 0,009	8,1 0,015	42,5 0,035	94,1 0,043	138 0,043	231 0,049	442 0,059	1009 0,073	1596 0,83	2777 0,095	4912 0,110	8020 0,125	19255 0,156	35305 0,181	56799 0,203	83720 0,224	116624 0,243
1,4	3,0 0,009	8,7 0,016	45,8 0,037	96,2 0,044	144 0,045	241 0,052	461 0,061	1051 0,076	1662 0,086	2892 0,099	5114 0,115	8347 0,130	20033 0,162	36724 0,188	59072 0,212	87058 0,233	121260 0,252
1,5	3,2 0,010	9,4 0,017	49,0 0,040	98,4 0,045	150 0,047	250 0,054	479 0,064	1092 0,079	1727 0,089	3003 0,103	5309 0,119	8663 0,135	20785 0,168	38093 0,195	61265 0,219	90280 0,241	125735 0,261
1,6	3,4 0,011	10,0 0,018	52,3 0,043	101 0,046	155 0,048	260 0,056	497 0,066	1131 0,082	1789 0,093	3110 0,107	5498 0,123	8969 0,140	21512 0,174	39419 0,202	63387 0,227	93397 0,250	130064 0,270
1,7	3,7 0,011	10,6 0,028	55,3 0,045	101 0,046	161 0,050	268 0,057	514 0,068	1170 0,085	1849 0,096	3214 0,110	5681 0,128	9266 0,144	22218 0,180	40704 0,209	65445 0,234	96419 0,258	134262 0,279
1,8	3,9 0,012	11,2 0,021	56,5 0,046	103 0,047	166 0,052	277 0,059	530 0,071	1207 0,088	1908 0,099	3316 0,114	5858 0,132	9555 0,149	22903 0,185	41529 0,215	67444 0,242	99354 0,265	138339 0,288
1,9	4,1 0,013	11,9 0,022	57,8 0,047	105 0,048	171 0,053	286 0,061	547 0,073	1244 0,090	1965 0,102	3414 0,117	6032 0,135	9835 0,153	23570 0,191	43167 0,221	69389 0,249	102210 0,273	142305 0,296
2,0	4,3 0,013	12,5 0,025	59,0 0,048	106 0,049	176 0,055	294 0,063	562 0,075	1279 0,093	2021 0,105	3510 0,120	6200 0,139	10109 0,157	24220 0,196	44351 0,227	71243 0,255	104992 0,281	146169 0,304
2,2	4,7 0,015	13,7 0,025	61,4 0,50	109 0,050	186 0,058	311 0,067	591 0,079	1344 0,098	2124 0,110	3689 0,127	6515 0,146	10620 0,165	25439 0,206	46576 0,239	74853 0,268	110421 0,295	153467 0,319
2,4	5,2 0,016	15,0 0,028	62,7 0,051	115 0,053	196 0,061	325 0,070	621 0,083	1410 0,102	2227 0,115	3867 0,133	6827 0,153	11126 0,173	26640 0,215	48763 0,250	78353 0,281	115379 0,308	160601 0,334

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2,6	5,6 0,017	16,2 0,030	65,1 0,053	119 0,055	204 0,063	340 0,073	649 0,086	1473 0,107	2326 0,120	4038 0,139	7126 0,160	11612 0,181	27793 0,225	50861 0,261	81711 0,293	120308 0,321	167444 0,348
2,8	6,0 0,019	17,5 0,032	66,3 0,054	125 0,057	212 0,066	354 0,076	676 0,090	1534 0,111	2422 0,125	4202 0,144	7415 0,166	12079 0,188	28902 0,234	52880 0,271	84942 0,304	125052 0,334	174031 0,362
3,0	6,5 0,020	18,7 0,034	67,6 0,055	130 0,059	221 0,069	368 0,079	702 0,093	1593 0,116	2514 0,130	4361 0,150	7693 0,173	12530 0,195	29973 0,242	54829 0,281	88061 0,315	129630 0,346	180386 0,375
3,2	6,9 0,021	20,0 0,037	68,8 0,056	134 0,062	229 0,071	381 0,082	727 0,097	1650 0,200	2603 0,163	4515 0,155	7963 0,179	12967 0,202	31009 0,251	56715 0,219	91078 0,326	134059 0,358	186535 0,388
3,4	7,3 0,023	21,2 0,039	71,2 0,058	139 0,064	237 0,074	394 0,084	752 0,100	1705 0,124	2690 0,139	4664 0,160	8224 0,185	13391 0,209	32014 0,259	58543 0,300	94003 0,337	138352 0,370	192494 0,400
3,6	7,8 0,024	22,5 0,041	72,5 0,059	144 0,066	244 0,074	407 0,087	776 0,103	1758 0,128	2774 0,144	4809 0,165	8478 0,190	13802 0,215	32989 0,267	60318 0,309	96844 0,347	142521 0,381	198282 0,412
3,8	8,2 0,025	23,7 0,044	73,7 0,060	148 0,068	252 0,078	419 0,090	799 0,106	1811 0,131	2855 0,148	4950 0,170	8725 0,196	14202 0,221	33939 0,274	62046 0,318	99607 0,357	146576 0,357	203912 0,424
4,0	8,6 0,027	25,0 0,046	74,9 0,061	152 0,070	259 0,081	431 0,092	822 0,109	1862 0,135	2935 0,152	5087 0,175	8965 0,201	14592 0,227	34863 0,282	63728 0,327	102299 0,366	150527 0,402	209396 0,435
4,5	9,7 0,030	28,1 0,052	74,0 0,060	163 0,075	277 0,086	461 0,099	874 0,116	1978 0,144	3119 0,161	5404 0,185	9523 0,214	15498 0,241	37021 0,299	67664 0,347	108607 0,389	159799 0,427	222283 0,462
5,0	10,8 0,033	31,2 0,057	78,2 0,064	173 0,079	294 0,091	486 0,104	925 0,123	2094 0,152	3300 0,171	5717 0,196	10071 0,226	16386 0,255	39124 0,316	71488 0,366	114724 0,411	168774 0,451	234740 0,488
5,5	11,8 0,087	34,4 0,063	82,6 0,067	181 0,083	308 0,096	512 0,110	975 0,130	2204 0,160	3474 0,180	6015 0,206	10593 0,238	17230 0,268	41124 0,332	75126 0,385	120542 0,432	177310 0,474	246587 0,513
6,0	12,9 0,140	35,6 0,065	86,8 0,071	190 0,087	323 0,101	537 0,115	1022 0,136	2310 0,168	3639 0,188	6300 0,216	11091 0,249	18037 0,281	43036 0,348	78602 0,403	126100 0,452	185467 0,496	257907 0,536
6,5	14,0 0,043	36,7 0,067	90,3 0,074	198 0,091	338 0,105	561 0,120	1067 0,142	2411 0,175	3798 0,196	6573 0,226	11569 0,260	18811 0,293	44869 0,363	81936 0,420	131432 0,471	193290 0,516	268764 0,559
7,0	5,1 0,047	37,8 0,069	94,1 0,077	207 0,095	352 0,109	584 0,125	1111 0,148	2509 0,182	3950 0,204	6855 0,235	12029 0,270	19556 0,305	46634 0,377	85145 0,436	136563 0,489	200817 0,537	279211 0,581

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7,5	16,2 0,0501	38,8 0,071	97,8 0,080	215 0,099	365 0,114	607 0,130	1153 0,153	2603 0,189	4098 0,212	7089 0,243	12473 0,280	20275 0,316	48337 0,391	88241 0,452	141514 0,507	208080 0,556	289291 0,602
8,0	17,2 0,053	39,0 0,073	101 0,083	223 0,102	378 0,118	628 0,135	1194 0,159	2694 0,196	4240 0,219	7335 0,252	12903 0,290	20970 0,327	49984 0,404	91236 0,468	146302 0,524	215106 0,575	299041 0,622
8,5	18,3 0,056	40,5 0,074	105 0,086	230 0,106	391 0,122	649 0,139	1233 0,164	2782 0,202	4379 0,260	7573 0,260	13320 0,299	21645 0,337	51581 0,417	94138 0,482	150944 0,541	221915 0,593	308491 0,642
9,0	19,4 0,060	41,6 0,076	108 0,088	238 0,109	403 0,126	670 0,143	1271 0,169	2868 0,208	4513 0,234	7804 0,268	13724 0,308	22299 0,347	53131 0,430	96957 0,497	155451 0,557	228527 0,611	317667 0,661
9,5	20,5 0,063	42,1 0,077	112 0,091	245 0,112	415 0,129	689 0,148	1309 0,174	2951 0,214	4644 0,240	8029 0,276	14118 0,317	22936 0,357	54639 0,442	99699 0,511	159834 0,572	234958 0,628	326591 0,679
10,0	21,5 0,066	42,7 0,078	115 0,094	252 0,116	427 0,133	709 0,152	1345 0,179	3033 0,220	4771 0,247	8248 0,283	14501 0,326	23557 0,367	26108 0,454	102369 0,525	164104 0,588	241222 0,645	335284 0,697
11,0	23,7 0,073	44,3 0,081	121 0,099	265 0,122	449 0,140	745 0,159	1413 0,188	3185 0,231	5011 0,259	8661 0,297	15225 0,342	24731 0,385	58896 0,476	107445 0,551	172292 0,617	253152 0,676	351852 0,732
12,0	25,8 0,080	45,9 0,084	127 0,103	278 0,127	470 0,146	780 0,167	1480 0,197	3335 0,242	5246 0,271	9065 0,311	15933 0,358	25876 0,403	61606 0,498	112370 0,576	180104 0,645	264704 0,707	367881 0,765
13,0	26,5 0,082	47,0 0,086	132 0,108	290 0,133	491 0,153	815 0,174	1545 0,206	3480 0,253	5472 0,283	9453 0,324	16612 0,373	26974 0,420	64205 0,519	117095 0,600	187656 0,672	275782 0,737	383253 0,797
14,0	27,2 0,084	48,1 0,088	138 0,113	302 0,139	511 0,159	848 0,182	1607 0,214	3618 0,263	5689 0,294	9827 0,337	17265 0,388	28031 0,437	66707 0,539	121641 0,623	194923 0,698	286442 0,765	398044 0,828
15,0	28,1 0,087	49,7 0,091	143 0,117	314 0,144	531 0,165	880 0,188	1668 0,222	3752 0,272	5898 0,305	10187 0,350	17895 0,402	29051 0,453	69120 0,559	126027 0,646	201935 0,723	296727 0,793	412316 0,857
16,0	28,8 0,089	48,8 0,090	148 0,121	325 0,149	549 0,171	910 0,195	1725 0,230	3882 0,282	6101 0,316	10536 0,362	18505 0,416	30038 0,468	71455 0,578	130269 0,668	208716 0,748	306674 0,819	426118 0,886
17,0	29,4 0,091	50,4 0,093	153 0,125	336 0,154	568 0,177	940 0,201	1781 0,237	4008 0,091	6298 0,326	10874 0,373	19096 0,429	30994 0,483	73717 0,596	134381 0,689	215289 0,771	316315 0,845	439496 0,914
18,0	30,1 0,093	52,0 0,096	158 0,129	346 0,159	585 0,182	969 0,208	1836 0,244	4129 0,300	6489 0,336	11202 0,384	19670 0,442	31922 0,497	75914 0,614	138374 0,709	221671 0,794	325676 0,870	452485 0,941

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19,0	30,7 0,095	53,6 0,098	163 0,133	356 0,164	602 0,188	998 0,214	1889 0,251	4248 0,308	6674 0,345	11521 0,395	20228 0,454	32825 0,511	78051 0,631	142257 0,729	227878 0,815	334780 0,895	465118 0,967
20,0	31,0 0,096	55,2 0,101	168 0,137	366 0,168	619 0,193	1025 0,219	1941 0,258	4364 0,317	6855 0,355	11832 0,406	20772 0,466	33705 0,525	80133 0,648	146039 0,748	233924 0,838	343648 0,918	477422 0,993
22,0	32,3 0,100	58,0 0,106	176 0,144	385 0,177	650 0,202	1077 0,231	2038 0,271	4582 0,333	7197 0,372	12421 0,426	21804 0,490	35376 0,551	84096 0,680	153251 0,785	245464 0,879	360588 0,964	500940 1,042
24,0	33,3 0,103	60,9 0,112	185 0,151	403 0,185	681 0,212	1128 0,241	2134 0,284	4795 0,348	7531 0,390	12995 0,446	22808 0,512	36999 0,576	87934 0,711	160225 0,821	256610 0,919	376934 1,007	523621 1,089
26,0	34,3 0,106	63,6 0,117	193 0,157	421 0,193	711 0,221	1176 0,252	2226 0,296	5000 0,363	7851 0,406	13545 0,465	23769 0,534	38555 0,601	91615 0,741	166913 0,855	267299 0,957	39612 1,049	545373 1,134
28,0	34,9 0,108	66,2 0,122	201 0,164	438 0,201	739 0,230	1224 0,262	2314 0,308	5197 0,377	8160 0,422	14075 0,483	24695 0,555	40052 0,624	95157 0,769	173347 0,88	277584 0,994	407696 1,089	566301 1,178
30,0	35,9 0,111	68,8 0,126	208 0,170	454 0,209	767 0,239	1269 0,272	2399 0,319	5387 0,391	8457 0,438	14586 0,501	25588 0,575	41497 0,646	98574 0,797	179556 0,920	287507 1,030	422250 1,128	595751 1,239
32,0	36,9 0,114	71,3 0,131	216 0,176	470 0,216	794 0,247	1313 0,281	2482 0,330	5571 0,405	8744 0,452	15080 0,518	26452 0,594	42895 0,668	101879 0,824	185561 0,951	297104 1,064	436325 1,064	615289 1,280
34,0	37,8 0,117	73,7 0,135	223 0,182	486 0,223	819 0,255	1355 0,290	2562 0,341	5749 0,417	9023 0,467	15559 0,534	27290 0,613	44249 0,689	105082 0,849	191380 0,981	306406 1,097	457144 1,222	634226 1,319
36,0	37,9 0,117	76,0 0,140	230 0,187	500 0,230	844 0,263	1396 0,299	2639 0,351	5922 0,430	9294 0,481	16024 0,550	28103 0,631	45564 0,710	108193 0,875	197031 1,010	315437 1,130	470397 1,257	652613 1,357
38,0	38,3 0,118	78,3 0,144	236 0,193	515 0,236	869 0,236	1437 0,308	2715 0,361	6090 0,442	9557 0,495	16476 0,566	28894 0,649	46843 0,730	111218 0,899	202527 1,038	324220 1,261	483288 1,219	670496 1,394
40,0	39,4 0,122	80,5 0,148	243 0,198	529 0,243	893 0,278	1476 0,316	2788 0,371	6254 0,454	9814 0,508	16917 0,581	29664 0,666	48089 0,749	114164 0,923	207879 1,065	332776 1,192	495842 1,325	687914 1,431
45,0	42,1 0,130	85,5 0,157	258 0,211	562 0,258	948 0,295	1567 0,336	2960 0,394	6639 0,482	10417 0,539	17956 0,616	31483 0,707	51034 0,795	121145 0,979	220580 1,130	358622 1,284	525920 1,405	729643 1,517
50,0	44,4 0,137	90,6 0,166	273 0,223	594 0,273	1002 0,312	1656 0,355	3127 0,416	7011 0,509	11000 0,569	18956 0,651	33231 0,746	53851 0,839	127830 1,033	232721 1,193	378021 1,354	54369 1,481	769112 1,600

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
55,0	46,8 0,144	95,4 0,175	287 0,234	625 0,287	1053 0,328	1740 0,373	3286 0,437	7365 0,535	11553 0,598	19907 0,683	34893 0,784	56549 0,881	134186 1,085	248096 1,271	396471 1,420	581426 1,554	806651 1,678
60,0	49,1 0,151	99,9 0,184	300 0,246	654 0,300	1102 0,343	1821 0,390	3438 0,458	7703 0,559	120820, 625	20816 0,714	36482 0,819	59117 0,921	140259 0,134	259128 0,328	414100 1,483	607280 1,623	842519 1,752
65,0	51,3 0,158	104 0,192	314 0,256	682 0,313	1149 0,358	1899 0,407	3583 0,477	8028 0,583	12590 0,651	21687 0,744	38005 0,853	61580 0,959	146083 1,181	269709 1,382	431009 1,544	632077 1,689	876921 1,824
70,0	53,4 0,165	108 0,199	326 0,266	709 0,326	1195 0,372	1973 0,423	3723 0,496	8340 0,606	13078,2 0,677	222526 0,773	39471 0,886	63950 0,996	154092 1,246	279890 1,434	447280 1,602	655937 1,753	910025 1,893
75,0	55,4 0,171	112 0,207	338 0,276	735 0,338	1239 0,386	2045 0,438	3859 0,514	8641 0,628	13549 0,701	23335 0,801	40885 0,918	66237 1,032	159500 1,289	289714 1,485	462978 1,658	678960 1,814	941965 1,959
80,0	57,4 0,177	116 0,214	350 0,286	760 0,349	1281 0,399	2115 0,453	3989 0,531	8933 0,649	14005 0,725	24118 0,949	42252 0,949	68448 1,066	164731 1,332	299215 1,533	478162 1,713	701227 1,874	972857 2,023
85,0	59,3 0,183	120 0,221	361 0,295	785 0,361	1322 0,412	2182 0,467	4116 0,548	9215 0,669	14446 0,748	24876 0,854	43578 0,979	70592 1,100	169801 1,373	308424 1,581	492878 1,765	722808 1,931	1002798 2,086
90	61,1 0,189	124 0,228	373 0,304	809 0,371	1362 0,424	2248 0,481	4239 0,564	9490 0,689	14875 0,770	25613 0,879	44365 1,007	72673 1,132	174724 1,412	317366 1,627	507168 1,816	743764 1,987	1031871 2,146
95	62,9 0,194	127 0,235	383 0,313	832 0,382	1401 0,436	2312 0,495	4359 0,580	9756 0,708	15292 0,791	26329 0,904	46117 1,036	74697 1,164	179512 1,451	326062 1,671	521065 1,866	764144 2,042	1060146 2,205
100	64,7 0,200	131 0,241	394 0,321	855 0,392	1443 0,448	2374 0,508	4476 0,596	10015 0,727	15698 0,813	27026 0,928	47336 1,063	76668 1,194	184175 1,489	334553 1,714	534602 1,915	783996 2,095	1087687 2,262
110	67,9 0,210	137 0,253	413 0,338	897 0,412	1510 0,470	2492 0,534	4697 0,625	10511 0,763	16473 0,852	28359 0,973	49667 1,115	81707 1,273	193165 1,562	350861 1,798	560695 2,008	822261 2,197	1140776 2,372
120	71,2 0,220	144 0,265	433 0,353	939 0,431	1580 0,492	2606 0,558	4912 0,654	10989 0,798	17222 0,891	29645 1,018	51914 1,166	85341 1,329	201754 1,631	366463 1,878	585627 2,097	858824 2,295	1191502 2,478
130	74,3 0,229	150 0,277	451 0,368	979 0,449	1647 0,513	2716 0,582	5118 0,681	11449 0,832	17940 0,928	30878 1,060	54942 1,234	88826 1,384	209992 1,698	381426 1,955	609540 2,183	893892 2,389	1240155 2,579
140	77,0 0,238	156 0,288	469 0,383	1017 0,467	1711 0,533	2822 0,604	5317 0,708	11890 0,863	18631 0,863	32065 1,101	57015 1,280	92179 1,762	217919 1,762	395825 2,029	632549 2,265	927636 2,479	1286969 2,677

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
150	80,2 0,247	162 0,298	486 0,397	1054 0,484	1773 0,552	2924 0,626	5508 0,733	12317 0,894	19298 0,999	33209 1,140	59017 1,325	95141 1,486	225567 1,823	409718 2,100	654751 2,345	960195 2,566	1332140 2,770
160	82,9 0,256	168 0,309	503 0,411	1090 0,500	1833 0,571	3022 0,647	5693 0,758	12729 0,924	19942 1,032	24317 1,178	60952 1,369	98543 1,535	232965 1,883	423155 2,169	676224 2,422	991685 2,650	1375828 2,861
170	85,6 0,264	173 0,319	519 0,424	1125 0,516	1891 0,589	3118 0,668	5873 0,782	13129 0,953	20567 1,064	35957 1,234	62828 1,411	101576 1,582	240135 1,941	436178 2,235	697035 2,496	1022205 2,496	1418171 2,949
180	88,3 0,272	178 0,328	534 0,436	1158 0,532	1948 0,606	3211 0,688	6047 0,805	13517 0,982	21174 1,096	36999 1,270	64650 1,452	104521 1,628	247097 1,998	448823 2,300	717244 2,569	1051840 2,811	1459286 3,035
190	90,8 0,280	183 0,338	550 0,449	1191 0,547	2002 0,624	3301 0,707	6216 0,827	13894 1,009	21764 1,126	38013 1,305	66421 1,492	107385 1,673	353868 2,052	461122 2,363	736898 2,639	1080664 2,888	
200	93 0,288	188 0,347	564 0,461	1223 0,561	2056 0,640	3389 0,726	6381 0,849	14261 1,036	22339 1,156	39001 1,339	68147 1,530	110174 1,716	260463 2,106	473101 2,425	756041 2,708	1108737 2,963	
220	98,0 0,302	198 0,364	592 0,484	1283 0,589	2158 0,672	3556 0,762	6696 0,891	14964 0,087	23821 1,233	40904 1,404	71473 1,605	115552 1,800	273176 2,208	496193 2,543	792943 2,840	1162853 3,107	
240	102 0,317	207 0,381	620 0,506	1342 0,616	2256 0,703	3718 0,796	7000 0,932	15641 1,136	24880 1,287	42723 1,466	74651 1,676	120690 1,880	285323 2,307	518257 2,656	828202 2,966		
260	107 0,330	216 0,398	646 0,528	1399 0,642	2351 0,732	3874 0,830	7292 0,971	16291 1,183	25896 1,340	44468 1,526	77699 1,745	125618 1,957	296973 2,401	539441 2,765	862019 3,087		
280	111 0,343	225 0,413	672 0,548	1453 0,667	2442 0,760	4023 0,862	7573 1,008	17187 1,248	26874 1,391	46147 1,584	80632 1,811	130360 2,031	308184 2,491	559781 2,869			
300	115 0,356	233 0,428	696 0,568	1505 0,691	2530 0,787	4168 0,892	7843 1,044	17791 1,292	27817 1,439	47766 1,640	83462 1,874	134936 2,102	319001 2,579	579429 2,970			
320	119 0,368	241 0,443	719 0,587	1556 0,714	2615 0,814	4307 0,922	8105 1,079	18374 1,334	28730 1,487	49333 1,693	86200 1,936	139361 2,171	329462 2,663	598431 3,067			
340	123 0,380	249 0,457	742 0,606	1605 0,737	2697 0,840	4443 0,951	8359 1,113	18940 1,375	29614 1,532	50851 1,745	88852 1,995	143650 2,238	339602 2,745				
360	126 0,392	256 0,471	764 0,624	1653 0,759	2777 0,865	4574 0,979	8606 1,145	19489 1,415	30472 1,577	52325 1,796	91428 2,053	147815 2,303	349448 2,825				

Продолжение прил.3
Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
380	130 0,403	263 0,484	786 0,642	1699 0,780	2855 0,889	4702 1,177	8845 1,177	20023 1,454	31307 1,620	53759 1,845	93934 2,366	151865 2,366	359023 2,902				
400	134 0,414	270 0,497	807 0,659	1744 0,801	2930 0,912	4826 1,033	9226 1,228	20543 1,492	32121 1,662	55156 1,893	96374 1,164	155810 2,427	368350 2,978				
450	142 0,439	287 0,528	1851 0,850	3109 0,968	5121 1,097	9785 1,302	21789 1,582	34069 1,763	58502 2,008	102220 2,008	165262 2,574	390694 3,158					
500	150 0,464	303 0,557	904 0,738	1954 0,897	3281 1,022	5403 1,157	10315 1,373	22968 1,668	35912 1,858	61666 2,117	107750 2,420	174201 2,714					
550	158 0,487	318 0,585	949 0,775	2051 0,942	3445 1,073	5765 1,234	10818 1,440	24089 1,749	37665 1,949	64676 2,220	113009 2,538	182704 2,846					
600	165 0,510	333 0,612	992 0,810	2144 0,985	3601 1,121	6021 1,289	11299 1,504	25160 1,827	39340 2,036	67552 2,319	118034 2,650	190828 2,973					
650	172 0,531	347 0,638	1034 0,844	2234 1,026	3750 1,168	6267 1,342	11761 1,565	26187 1,902	40946 2,119	70310 2,413	122853 2,759	198620 3,094					
700	179 0,552	361 0,663	1074 0,877	2319 1,065	3958 1,232	6504 1,393	12204 1,624	27176 1,973	42492 2,199	72964 2,504	127491 2,863						
750	185 0,572	374 0,687	1112 0,908	2402 1,103	4097 1,276	6734 1,441	12633 1,681	28130 2,043	43983 2,276	75525 2,592	131966 2,963						
800	191 0,592	386 0,710	1150 0,939	2483 1,140	4231 1,317	6953 1,489	13047 1,737	29052 2,11	45426 2,351	78002 2,677	136294 3,061						
850	197 0,610	398 0,732	1186 0,968	2560 1,176	4361 1,358	7167 1,535	13449 1,790	29946 2,175	46824 2,423	80403 2,760							
900	203 0,629	410 0,754	1221 0,997	2679 1,230	4488 1,397	7375 1,579	13839 1,842	30815 2,238	48181 2,493	82734 2,840							
950	209 0,646	422 0,775	1255 1,024	2752 1,264	4611 1,436	7577 1,622	14218 1,892	31659 2,299	49502 2,561	85001 2,918							
1000	215 0,664	433 0,796	1288 1,052	2824 1,296	4731 1,473	7774 1,664	14587 1,942	32481 2,359	50788 2,628	87209 2,993							

Окончание прил.3
Окончание табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1100	225 0,696	454 0,835	1352 1,103	2962 1,360	4962 1,545	8153 1,745	15299 2,036	34067 2,474	53266 2,756	91466 3,139							
1200	236 0,728	475 0,873	1413 1,153	3093 1,420	5182 1,614	8516 1,823	15980 2,127	35582 2,584	55635 2,879								
1300	245 0,759	495 0,910	1496 1,221	3220 1,478	5394 1,679	8863 1,898	16632 2,214	30735 2,689	57903 2,996								
1400	255 0,788	514 0,945	1552 1,267	3341 1,534	5597 1,743	9198 1,969	17260 2,297	38433 2,791	60093 3,109								
1500	264 0,816	532 0,979	1607 1,312	3458 1,588	5794 1,804	9521 2,039	17866 2,378	39782 2,889									
1600	273 0,844	550 1,011	1660 1,355	3572 1,640	5984 1,863	9833 2,105	18452 2,456	41086 2,984									
1700	282 0,870	568 1,043	1711 1,397	3682 1,690	6188 1,921	10136 2,17	19020 2,532	42351 3,075									
1800	290 0,896	584 1,074	1760 1,437	3789 1,739	6347 1,976	10403 2,233	19571 2,605										
1900	298 0,921	601 1,100	1809 1,476	3893 1,787	6521 2,030	10716 2,294	20108 2,676										
2000	306 0,946	617 1,133	1856 1,515	3994 1,833	6691 2,083	10994 2,354	20630 2,746										
2100	314 0,969	632 1,161	1902 1,552	4093 1,876	6856 2,135	11266 2,412	21139 2,814										
2200	321 0,993	648 1,189	1947 1,589	4189 1,923	7017 2,185	11532 2,469	21637 2,880										
2300	329 1,015	673 1,236	1990 1,624	4283 1,966	7175 2,234	11790 2,524	22423 2,945										
2400	336 0,038	688 1,263	2033 1,659	4375 2,008	7329 2,282	12044 2,579	22599 3,008										

Приложение 4

Потери давления на местные сопротивления
для расчета трубопроводов водяного отопления.

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэффициентов местных сопротивлений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,010	0,05	0,10	0,15	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49
0,015	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10
0,020	0,19	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	0,37	1,56	1,76	1,96
0,025	0,30	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	2,65	3,06
0,030	0,44	0,88	1,32	1,76	2,20	2,64	3,08	3,52	3,96	4,40
0,035	0,60	1,20	1,80	2,39	2,99	3,59	4,19	4,79	5,39	5,99
0,040	0,78	1,56	2,35	3,13	3,91	4,69	5,48	6,26	7,04	7,82
0,045	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
0,050	1,22	2,24	3,67	4,89	6,11	7,33	8,56	9,78	11,0	12,2
0,055	1,48	2,96	4,44	5,92	7,39	8,87	10,4	11,8	13,3	14,8
0,060	1,76	3,25	5,28	7,04	8,80	10,6	12,3	14,1	15,8	17,6
0,065	2,06	4,13	6,19	8,26	10,33	12,4	14,5	16,5	18,6	20,7
0,070	2,39	4,79	7,18	9,58	12,0	14,4	16,8	19,1	21,6	24,0
0,075	2,75	5,50	8,25	10,1	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
0,080	3,13	6,26	9,39	12,5	15,6	18,8	21,9	25,0	28,2	31,5
0,085	3,53	7,06	12,6	14,1	17,7	21,2	24,7	28,3	31,8	35,3
0,090	3,96	7,92	11,8	15,8	19,8	23,8	27,7	31,7	35,6	39,6
0,095	4,41	8,82	13,2	17,6	22,1	26,5	30,9	35,3	39,7	44,1
0,10	4,89	9,78	14,7	19,6	24,4	29,3	34,2	39,1	44,0	48,9
0,105	5,39	10,8	16,2	21,6	26,9	32,3	37,7	43,1	48,5	53,9
0,110	5,91	11,8	17,7	23,7	29,6	35,5	41,4	47,3	53,2	59,2
0,115	6,46	12,9	19,4	25,9	32,3	38,8	45,3	51,7	58,2	64,7
0,120	7,04	14,1	21,1	28,2	35,2	42,2	49,3	56,3	63,4	70,4
0,125	7,64	15,3	22,9	30,0	38,2	45,8	53,5	61,1	74,3	82,6
0,130	8,26	16,5	24,8	33,0	41,3	49,6	57,8	66,1	74,3	82,6
0,135	8,91	17,8	26,7	35,6	44,5	53,5	62,4	71,3	80,2	89,1
0,140	9,58	19,2	28,7	38,3	47,9	57,5	67,1	76,6	86,2	95,8
0,145	10,3	20,6	30,8	41,1	51,4	61,7	71,9	82,2	92,5	102
0,150	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,155	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,160	12,5	25,0	37,5	50,1	62,6	75,1	87,6	100	113	125
0,165	13,3	26,6	40,0	53,2	66,5	79,9	93,2	106	120	133
0,170	14,1	28,3	42,4	56,5	70,6	84,8	98,9	113	127	141
0,175	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	104	120	135	150
0,180	16,7	33,5	50,2	67,0	83,7	100	117	133	150	167
0,185	15,8	31,7	47,5	63,4	89,2	95,0	111	127	143	158

Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,190	17,6	35,3	53,0	70,6	88,2	105	123	141	159	176
0,195	18,6	37,2	55,8	74,3	93,0	111	130	148	167	186
0,200	19,6	39,1	58,7	78,2	97,8	117	136	156	176	198
0,205	20,5	41,1	61,1	82,2	102	123	143	164	184	205
0,210	21,6	43,1	64,7	86,2	107	129	151	172	194	215
0,215	22,6	45,2	67,8	90,6	112	135	158	180	203	226
0,220	23,7	47,5	71,0	94,6	118	142	166	189	213	237
0,225	24,7	49,5	74,2	99,0	123	148	173	198	223	247
0,230	25,9	51,7	77,6	103	129	155	181	207	233	259
0,235	27,0	54,0	81,0	107	135	162	189	216	243	270
0,240	28,1	56,3	84,5	112	141	169	197	225	253	281
0,245	29,3	58,7	88,0	117	147	176	205	235	265	293
0,250	30,5	61,1	91,7	122	152	183	214	244	275	305
0,255	31,5	63,6	95,4	127	159	191	222	254	286	318
0,260	33,0	66,1	99,1	132	165	198	231	264	297	330
0,265	34,3	68,6	103	137	172	206	240	275	309	343
0,270	35,6	71,3	106	142	178	214	249	285	321	356
0,275	37,0	74,0	110	148	185	221	259	296	333	370
0,280	38,3	76,6	115	153	192	230	268	307	345	383
0,285	39,7	79,4	119	159	198	238	278	318	357	397
0,290	41,1	82,2	123	164	205	247	288	329	370	411
0,295	42,5	85,1	128	170	213	225	298	340	383	425
0,300	44,0	88,0	132	176	220	264	308	352	396	440
0,305	45,5	90,9	136	182	227	273	318	364	409	455
0,310	47,0	94,0	140	188	235	282	329	375	423	470
0,315	48,5	97,0	145	194	242	291	339	388	436	485
0,320	50,0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,325	51,6	103	155	206	258	310	361	413	465	516
0,330	53,2	106	159	213	266	319	373	426	479	532
0,335	54,9	109	164	219	274	329	384	439	494	549
0,340	56,5	113	169	226	282	339	395	452	508	565
0,345	58,2	116	174	232	291	349	407	465	524	582
0,350	59,9	120	180	239	299	359	419	479	539	599
0,355	61,6	123	184	246	308	369	431	493	554	616
0,360	63,3	127	190	253	317	380	443	507	570	633
0,365	65,1	130	195	260	325	391	456	521	586	651
0,370	66,9	134	201	268	335	401	468	535	602	669
0,375	68,7	137	206	275	344	412	481	550	619	687
0,380	70,6	141	212	282	353	423	494	565	635	706
0,385	72,5	145	217	290	362	435	507	580	652	724
0,390	74,3	149	223	297	371	446	520	595	669	743
0,395	76,3	152	229	305	381	458	534	610	686	763

Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,400	78,2	156	234	313	391	469	547	626	704	782
0,405	80,1	160	240	321	401	481	561	641	722	802
0,410	82,2	164	246	328	411	493	575	657	739	822
0,415	84,2	168	252	337	412	505	589	673	758	842
0,420	86,2	172	259	345	431	517	604	690	776	862
0,425	88,3	176	265	353	441	530	618	706	795	883
0,430	90,4	181	271	361	452	542	633	723	813	904
0,435	92,5	185	277	370	462	555	647	740	832	925
0,440	94,6	189	284	378	473	568	662	757	852	946
0,445	96,8	194	290	387	484	581	678	774	871	968
0,450	99,0	198	297	396	495	594	693	792	891	990
0,455	101	202	303	404	506	607	708	809	911	1012
0,460	103	207	310	414	517	621	724	827	931	1034
0,465	105	211	317	423	528	634	740	846	951	1057
0,470	107	216	324	431	540	648	756	864	972	1080
0,475	110	220	331	441	551	662	772	882	993	1103
0,480	112	225	338	450	563	670	788	901	1014	1126
0,485	115	230	345	460	575	690	805	920	1035	1150
0,490	117	235	352	469	587	704	821	939	1056	1174
0,495	120	239	359	479	599	719	838	958	1078	1197
0,500	122	244	367	489	611	733	855	978	1100	1222
0,51	127	254	381	509	636	763	890	1017	1144	1271
0,52	132	264	397	529	661	793	925	1057	1189	1322
0,53	137	275	412	549	687	824	961	1098	1236	1373
0,54	142	285	427	570	712	855	998	1140	1283	1425
0,55	148	296	444	591	739	887	1035	1183	1331	1479
0,56	153	306	460	613	766	919	1073	1226	1380	1533
0,57	159	318	476	635	794	963	1111	1271	1429	1588
0,58	164	329	493	658	822	987	1151	1316	1480	1644
0,59	170	340	510	681	851	1021	1191	1361	1531	1701
0,60	176	352	528	704	880	1056	1232	1408	1584	1760
0,61	182	364	545	728	909	1091	1273	1455	1637	1819
0,62	188	376	564	752	940	1127	1315	1503	1691	1879
0,63	194	388	582	776	970	1164	1358	1552	1746	1940
0,64	200	400	600	801	1001	1201	1401	1602	1802	2002
0,65	206	413	619	826	1032	1239	1445	1652	1859	2065
0,66	213	426	639	852	1065	1278	1491	1703	1916	2129
0,67	219	439	658	878	1097	1316	1536	1775	1975	2194
0,68	226	452	678	904	1130	1356	1582	1808	2034	2260
0,69	233	465	698	931	1164	1396	1629	1862	2095	2327
0,70	239	479	719	958	1198	1437	1677	1916	2156	2395
0,71	246	493	739	985	1232	1478	1725	1971	2218	2464

Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,72	253	507	760	1014	1267	1520	1774	2027	2281	2534
0,73	260	521	781	1042	1302	1563	1824	2084	2344	2605
0,74	268	535	803	1071	1338	1606	1873	2141	2409	2677
0,75	275	550	825	1100	1375	1650	1925	2200	2475	2750
0,76	282	564	847	1129	1412	1694	1976	2259	2571	2823
0,77	290	580	869	1159	1449	1739	2029	2319	2609	2898
0,78	297	594	892	1190	1487	1784	2082	2379	2676	2974
0,79	305	610	915	1220	1525	1830	2136	2441	2746	3051
0,80	313	626	939	1251	1564	1877	2190	2503	1816	3129
0,85	353	706	1059	1413	1766	2119	2472	2826	3179	3532
0,90	396	792	1188	1584	1980	2376	2772	3168	3564	3960
0,95	441	882	1323	1765	2226	2647	3088	3529	3971	4412
1,00	489	978	1466	1955	2444	2933	3422	3911	4400	4888
1,05	539	1078	1617	2156	2695	3234	3773	4311	4850	5390
1,10	592	1183	1775	2366	2958	3549	4141	4732	5324	5915
1,15	646	1293	1939	2586	3232	3879	4526	5172	5818	6465
1,20	704	1408	2112	2816	3520	4024	4928	5631	6335	7039
1,25	764	1528	2292	3055	3819	4583	5347	6111	6874	7638
1,30	826	1652	2478	3304	4131	4957	5783	6609	7435	8261
1,35	891	1782	2673	3564	4455	5346	6237	7127	8018	8909
1,40	958	1916	2874	3832	4791	5749	6707	7665	8623	9581
1,45	1028	2056	3083	4111	5139	6167	7194	8222	9250	10278
1,50	1100	2200	3300	4400	5500	6600	7700	8800	9900	10999
1,55	1174	2349	3523	4698	5872	7047	8221	9396	10570	11744
1,60	1251	2503	3754	5006	6257	7509	8760	10011	11263	12514
1,65	1331	2662	3993	5324	6654	7985	9316	10647	11978	13309
1,70	1413	2826	4238	5651	7064	8477	9889	11302	12715	14127
1,75	1497	2994	4491	5988	7485	8982	10480	11977	13473	14971
1,80	1583	3167	4751	6335	7919	9503	11087	12671	14254	15838
1,85	1673	3346	5019	6692	8365	10038	11711	13384	15058	16731
1,90	1764	3529	5294	7060	8824	10588	12353	14118	15883	17647
1,95	1859	3718	5577	7435	9294	11153	13012	14870	16730	18588
2,00	1955	3911	5866	7821	9777	11732	13687	15643	17598	19554
2,05	2054	4109	6163	8218	10272	12326	14381	16435	18498	20544
2,10	2156	4312	6467	8623	10779	12935	15090	17247	19402	21558
2,15	2260	4619	6779	9039	11298	13558	15818	18078	20337	22597
2,20	2366	4732	7098	9464	11830	14196	16562	18928	21294	23660
2,25	2475	4950	7424	9899	12374	14848	17324	19798	22273	24748
2,30	2586	5172	7758	10344	12930	15516	18102	20688	23274	25860
2,35	2700	5399	8099	10798	13498	16198	18897	21597	24297	26997
2,40	2816	5641	8447	11263	14079	16895	19710	22526	25342	28158
2,45	2934	5868	8803	11737	14672	17606	20540	23475	26409	29343

Окончание прил. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2,50	3055	6111	9165	12212	15276	18331	21387	24442	27498	30553
2,55	3179	6357	9536	12715	15894	19072	22251	25430	28608	31787
2,60	3305	6609	9914	12318	16523	19827	23132	26437	29741	33046
2,65	3433	6866	10299	13731	17164	20597	24031	27464	30896	34329
2,70	3564	7127	10691	14254	17818	21382	24946	28510	32073	35637
2,75	3697	7394	11091	14788	18485	22182	25878	29565	33272	36969
2,80	3833	7665	11498	15330	19163	22996	26826	30661	34493	38325
2,85	3971	7941	11912	15883	19853	23824	27794	31765	35736	39706
2,90	4111	8222	12333	16444	20556	24667	28778	32889	37001	41112
2,95	4254	8508	12763	17017	21271	25525	29779	34034	38288	42542
3,00	4399	8799	13199	17599	21998	26397	30797	35197	39596	43996

Приложение 5
Теплоотдача открыто проложенных трубопроводов
(вертикальных – верхняя, горизонтальных – нижняя строка)
систем водяного отопления

$t_{\Gamma} - t_{\text{В}}$	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт/м, при $t_{\Gamma} - t_{\text{В}}$, °С, через 1°С									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	10	$\frac{15}{20}$	$\frac{16}{23}$	$\frac{17}{23}$	$\frac{17}{24}$	$\frac{18}{25}$	$\frac{18}{26}$	$\frac{20}{28}$	$\frac{21}{28}$	$\frac{21}{29}$	$\frac{22}{30}$
		$\frac{20}{26}$	$\frac{21}{28}$	$\frac{21}{29}$	$\frac{22}{30}$	$\frac{23}{31}$	$\frac{24}{32}$	$\frac{24}{34}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{26}{36}$	$\frac{28}{37}$
	20	$\frac{23}{32}$	$\frac{24}{34}$	$\frac{25}{35}$	$\frac{26}{36}$	$\frac{28}{38}$	$\frac{29}{39}$	$\frac{31}{41}$	$\frac{32}{42}$	$\frac{34}{43}$	$\frac{35}{44}$
		$\frac{31}{39}$	$\frac{32}{41}$	$\frac{34}{43}$	$\frac{35}{44}$	$\frac{36}{45}$	$\frac{37}{47}$	$\frac{38}{49}$	$\frac{41}{51}$	$\frac{42}{52}$	$\frac{43}{53}$
	32	$\frac{39}{47}$	$\frac{41}{50}$	$\frac{43}{52}$	$\frac{44}{54}$	$\frac{45}{56}$	$\frac{47}{58}$	$\frac{50}{60}$	$\frac{51}{63}$	$\frac{52}{64}$	$\frac{54}{67}$
		$\frac{51}{53}$	$\frac{53}{56}$	$\frac{56}{58}$	$\frac{58}{60}$	$\frac{60}{63}$	$\frac{63}{65}$	$\frac{65}{67}$	$\frac{67}{69}$	$\frac{69}{72}$	$\frac{72}{74}$
	50	$\frac{56}{65}$	$\frac{58}{67}$	$\frac{60}{69}$	$\frac{63}{73}$	$\frac{65}{77}$	$\frac{67}{78}$	$\frac{69}{81}$	$\frac{72}{84}$	$\frac{74}{87}$	$\frac{77}{90}$
		$\frac{10}{31}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{24}{32}$	$\frac{24}{34}$	$\frac{25}{35}$	$\frac{25}{36}$	$\frac{27}{37}$	$\frac{28}{38}$	$\frac{28}{39}$	$\frac{29}{41}$
40	15	$\frac{28}{38}$	$\frac{30}{39}$	$\frac{30}{41}$	$\frac{31}{42}$	$\frac{32}{43}$	$\frac{34}{44}$	$\frac{34}{44}$	$\frac{35}{46}$	$\frac{36}{47}$	$\frac{37}{49}$
		$\frac{36}{46}$	$\frac{37}{47}$	$\frac{38}{50}$	$\frac{39}{52}$	$\frac{41}{53}$	$\frac{42}{55}$	$\frac{43}{57}$	$\frac{44}{58}$	$\frac{45}{59}$	$\frac{46}{60}$
	25	$\frac{44}{57}$	$\frac{46}{59}$	$\frac{47}{63}$	$\frac{49}{65}$	$\frac{51}{66}$	$\frac{52}{68}$	$\frac{53}{71}$	$\frac{55}{72}$	$\frac{56}{74}$	$\frac{58}{75}$
		$\frac{56}{74}$	$\frac{58}{77}$	$\frac{60}{79}$	$\frac{61}{81}$	$\frac{64}{84}$	$\frac{65}{86}$	$\frac{67}{89}$	$\frac{68}{92}$	$\frac{71}{94}$	$\frac{73}{96}$
	40	$\frac{64}{77}$	$\frac{66}{79}$	$\frac{68}{80}$	$\frac{70}{84}$	$\frac{72}{86}$	$\frac{74}{88}$	$\frac{77}{89}$	$\frac{78}{92}$	$\frac{80}{94}$	$\frac{82}{97}$
		$\frac{79}{93}$	$\frac{82}{95}$	$\frac{85}{99}$	$\frac{87}{101}$	$\frac{88}{105}$	$\frac{93}{107}$	$\frac{95}{110}$	$\frac{97}{113}$	$\frac{100}{115}$	$\frac{103}{118}$
	10	$\frac{30}{41}$	$\frac{30}{42}$	$\frac{31}{43}$	$\frac{32}{44}$	$\frac{32}{45}$	$\frac{34}{46}$	$\frac{35}{47}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{36}{50}$	$\frac{37}{50}$
50		$\frac{38}{50}$	$\frac{38}{51}$	$\frac{39}{52}$	$\frac{41}{53}$	$\frac{41}{56}$	$\frac{43}{57}$	$\frac{44}{58}$	$\frac{44}{59}$	$\frac{45}{60}$	$\frac{46}{61}$
	$\frac{47}{60}$	$\frac{49}{61}$	$\frac{50}{64}$	$\frac{51}{65}$	$\frac{52}{66}$	$\frac{53}{68}$	$\frac{54}{70}$	$\frac{56}{71}$	$\frac{57}{73}$	$\frac{58}{74}$	
	$\frac{59}{73}$	$\frac{60}{74}$	$\frac{62}{76}$	$\frac{64}{79}$	$\frac{65}{80}$	$\frac{67}{82}$	$\frac{68}{85}$	$\frac{70}{86}$	$\frac{72}{88}$	$\frac{73}{91}$	
	$\frac{74}{91}$	$\frac{76}{92}$	$\frac{78}{94}$	$\frac{80}{96}$	$\frac{82}{99}$	$\frac{84}{101}$	$\frac{86}{103}$	$\frac{88}{106}$	$\frac{91}{108}$	$\frac{92}{112}$	
	$\frac{85}{100}$	$\frac{86}{102}$	$\frac{88}{106}$	$\frac{91}{108}$	$\frac{93}{110}$	$\frac{96}{113}$	$\frac{97}{116}$	$\frac{99}{118}$	$\frac{101}{121}$	$\frac{103}{124}$	
	$\frac{106}{122}$	$\frac{108}{125}$	$\frac{111}{129}$	$\frac{114}{132}$	$\frac{117}{135}$	$\frac{120}{138}$	$\frac{123}{141}$	$\frac{125}{144}$	$\frac{128}{148}$	$\frac{131}{151}$	

Продолжение прил. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	10	$\frac{38}{52}$	$\frac{38}{52}$	$\frac{39}{53}$	$\frac{41}{54}$	$\frac{42}{56}$	$\frac{42}{57}$	$\frac{43}{58}$	$\frac{44}{59}$	$\frac{44}{60}$	$\frac{45}{62}$
	15	$\frac{47}{63}$	$\frac{49}{65}$	$\frac{50}{66}$	$\frac{51}{67}$	$\frac{52}{69}$	$\frac{53}{70}$	$\frac{55}{71}$	$\frac{55}{73}$	$\frac{56}{74}$	$\frac{57}{75}$
	20	$\frac{59}{77}$	$\frac{61}{79}$	$\frac{63}{80}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{65}{83}$	$\frac{66}{85}$	$\frac{67}{86}$	$\frac{68}{88}$	$\frac{70}{89}$	$\frac{72}{92}$
	25	$\frac{74}{92}$	$\frac{76}{94}$	$\frac{78}{96}$	$\frac{79}{98}$	$\frac{81}{100}$	$\frac{83}{102}$	$\frac{85}{104}$	$\frac{86}{106}$	$\frac{88}{108}$	$\frac{89}{110}$
	32	$\frac{94}{114}$	$\frac{96}{115}$	$\frac{98}{118}$	$\frac{100}{121}$	$\frac{102}{123}$	$\frac{105}{125}$	$\frac{106}{128}$	$\frac{108}{130}$	$\frac{110}{132}$	$\frac{113}{135}$
	40	$\frac{107}{127}$	$\frac{109}{129}$	$\frac{111}{132}$	$\frac{114}{135}$	$\frac{116}{137}$	$\frac{119}{141}$	$\frac{121}{143}$	$\frac{123}{145}$	$\frac{125}{149}$	$\frac{128}{151}$
	50	$\frac{134}{155}$	$\frac{137}{157}$	$\frac{141}{160}$	$\frac{143}{164}$	$\frac{146}{167}$	$\frac{149}{171}$	$\frac{152}{174}$	$\frac{156}{177}$	$\frac{158}{182}$	$\frac{162}{185}$
	10	$\frac{46}{63}$	$\frac{48}{64}$	$\frac{49}{65}$	$\frac{49}{66}$	$\frac{50}{67}$	$\frac{51}{68}$	$\frac{52}{70}$	$\frac{52}{71}$	$\frac{53}{73}$	$\frac{55}{73}$
70	15	$\frac{59}{77}$	$\frac{60}{79}$	$\frac{61}{80}$	$\frac{63}{81}$	$\frac{64}{82}$	$\frac{65}{84}$	$\frac{66}{86}$	$\frac{67}{87}$	$\frac{68}{89}$	$\frac{70}{91}$
	20	$\frac{74}{93}$	$\frac{75}{95}$	$\frac{77}{96}$	$\frac{78}{97}$	$\frac{80}{100}$	$\frac{81}{102}$	$\frac{83}{103}$	$\frac{84}{105}$	$\frac{86}{107}$	$\frac{87}{108}$
	25	$\frac{93}{113}$	$\frac{94}{114}$	$\frac{96}{116}$	$\frac{97}{118}$	$\frac{100}{121}$	$\frac{101}{123}$	$\frac{103}{125}$	$\frac{107}{128}$	$\frac{107}{128}$	$\frac{109}{131}$
	32	$\frac{117}{138}$	$\frac{119}{141}$	$\frac{121}{143}$	$\frac{123}{145}$	$\frac{125}{148}$	$\frac{128}{151}$	$\frac{130}{153}$	$\frac{133}{156}$	$\frac{135}{159}$	$\frac{137}{162}$
	40	$\frac{132}{155}$	$\frac{135}{157}$	$\frac{137}{160}$	$\frac{140}{163}$	$\frac{143}{166}$	$\frac{145}{168}$	$\frac{148}{172}$	$\frac{151}{174}$	$\frac{152}{178}$	$\frac{154}{180}$
	50	$\frac{165}{187}$	$\frac{167}{191}$	$\frac{171}{194}$	$\frac{174}{198}$	$\frac{178}{202}$	$\frac{180}{205}$	$\frac{185}{208}$	$\frac{187}{213}$	$\frac{191}{215}$	$\frac{194}{218}$
	10	$\frac{56}{75}$	$\frac{57}{75}$	$\frac{58}{78}$	$\frac{58}{79}$	$\frac{59}{80}$	$\frac{60}{81}$	$\frac{61}{82}$	$\frac{63}{84}$	$\frac{64}{85}$	$\frac{65}{86}$
80	15	$\frac{71}{92}$	$\frac{72}{93}$	$\frac{73}{94}$	$\frac{74}{96}$	$\frac{75}{98}$	$\frac{77}{100}$	$\frac{78}{101}$	$\frac{79}{101}$	$\frac{81}{102}$	$\frac{81}{105}$
	20	$\frac{88}{109}$	$\frac{89}{111}$	$\frac{92}{114}$	$\frac{93}{115}$	$\frac{94}{117}$	$\frac{96}{120}$	$\frac{98}{121}$	$\frac{99}{123}$	$\frac{101}{125}$	$\frac{102}{127}$
	25	$\frac{110}{134}$	$\frac{113}{136}$	$\frac{114}{138}$	$\frac{116}{141}$	$\frac{119}{143}$	$\frac{120}{145}$	$\frac{122}{146}$	$\frac{124}{149}$	$\frac{125}{151}$	$\frac{128}{153}$
	32	$\frac{139}{164}$	$\frac{142}{166}$	$\frac{144}{170}$	$\frac{146}{172}$	$\frac{149}{174}$	$\frac{151}{178}$	$\frac{153}{180}$	$\frac{156}{182}$	$\frac{153}{180}$	$\frac{156}{182}$
	40	$\frac{158}{184}$	$\frac{160}{186}$	$\frac{165}{189}$	$\frac{166}{192}$	$\frac{169}{195}$	$\frac{173}{198}$	$\frac{174}{201}$	$\frac{177}{204}$	$\frac{180}{208}$	$\frac{182}{210}$
	50	$\frac{196}{223}$	$\frac{200}{227}$	$\frac{203}{230}$	$\frac{207}{235}$	$\frac{210}{238}$	$\frac{214}{242}$	$\frac{217}{246}$	$\frac{221}{250}$	$\frac{224}{253}$	$\frac{228}{257}$
	10	$\frac{65}{87}$	$\frac{66}{88}$	$\frac{67}{91}$	$\frac{68}{91}$	$\frac{70}{93}$	$\frac{71}{93}$	$\frac{72}{95}$	$\frac{72}{96}$	$\frac{73}{97}$	$\frac{74}{99}$
90	15	$\frac{82}{107}$	$\frac{84}{108}$	$\frac{86}{110}$	$\frac{87}{112}$	$\frac{88}{114}$	$\frac{89}{115}$	$\frac{91}{117}$	$\frac{92}{119}$	$\frac{93}{120}$	$\frac{94}{122}$
	20	$\frac{103}{128}$	$\frac{106}{131}$	$\frac{107}{132}$	$\frac{108}{135}$	$\frac{110}{137}$	$\frac{112}{138}$	$\frac{114}{141}$	$\frac{115}{143}$	$\frac{116}{144}$	$\frac{118}{146}$

Продолжение прил. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	25	$\frac{130}{156}$	$\frac{131}{158}$	$\frac{134}{160}$	$\frac{136}{163}$	$\frac{137}{164}$	$\frac{138}{167}$	$\frac{139}{170}$	$\frac{142}{172}$	$\frac{146}{175}$	$\frac{148}{177}$
	32	$\frac{164}{191}$	$\frac{166}{194}$	$\frac{168}{196}$	$\frac{171}{200}$	$\frac{173}{201}$	$\frac{175}{204}$	$\frac{179}{208}$	$\frac{181}{212}$	$\frac{184}{214}$	$\frac{186}{216}$
	40	$\frac{186}{214}$	$\frac{188}{217}$	$\frac{190}{220}$	$\frac{194}{223}$	$\frac{196}{227}$	$\frac{200}{229}$	$\frac{202}{232}$	$\frac{206}{236}$	$\frac{208}{238}$	$\frac{212}{242}$
	50	$\frac{231}{260}$	$\frac{235}{265}$	$\frac{238}{270}$	$\frac{243}{272}$	$\frac{246}{275}$	$\frac{250}{280}$	$\frac{253}{284}$	$\frac{257}{288}$	$\frac{260}{293}$	$\frac{264}{296}$
	10	$\frac{75}{101}$	$\frac{77}{102}$	$\frac{78}{103}$	$\frac{79}{105}$	$\frac{80}{106}$	$\frac{81}{107}$	$\frac{82}{108}$	$\frac{83}{110}$	$\frac{84}{112}$	$\frac{85}{113}$
	15	$\frac{95}{122}$	$\frac{97}{124}$	$\frac{99}{126}$	$\frac{100}{128}$	$\frac{100}{129}$	$\frac{101}{131}$	$\frac{102}{134}$	$\frac{103}{135}$	$\frac{105}{136}$	$\frac{106}{138}$
100	20	$\frac{120}{149}$	$\frac{122}{152}$	$\frac{123}{155}$	$\frac{124}{156}$	$\frac{127}{158}$	$\frac{129}{159}$	$\frac{130}{162}$	$\frac{132}{164}$	$\frac{134}{166}$	$\frac{136}{169}$
	25	$\frac{149}{180}$	$\frac{150}{182}$	$\frac{152}{186}$	$\frac{154}{188}$	$\frac{157}{191}$	$\frac{159}{194}$	$\frac{162}{195}$	$\frac{164}{199}$	$\frac{166}{200}$	$\frac{167}{203}$
	32	$\frac{188}{222}$	$\frac{191}{224}$	$\frac{193}{228}$	$\frac{196}{231}$	$\frac{199}{235}$	$\frac{202}{237}$	$\frac{204}{239}$	$\frac{206}{243}$	$\frac{209}{246}$	$\frac{212}{250}$
	40	$\frac{214}{246}$	$\frac{217}{250}$	$\frac{220}{253}$	$\frac{223}{257}$	$\frac{227}{260}$	$\frac{230}{265}$	$\frac{233}{267}$	$\frac{236}{271}$	$\frac{239}{274}$	$\frac{242}{278}$
	50	$\frac{268}{300}$	$\frac{272}{305}$	$\frac{275}{309}$	$\frac{279}{314}$	$\frac{284}{318}$	$\frac{287}{322}$	$\frac{292}{327}$	$\frac{295}{330}$	$\frac{299}{335}$	$\frac{303}{339}$
	10	$\frac{86}{113}$	$\frac{87}{115}$	$\frac{88}{116}$	$\frac{89}{118}$	$\frac{90}{119}$	$\frac{91}{120}$	$\frac{93}{122}$	$\frac{94}{124}$	$\frac{95}{125}$	$\frac{96}{126}$
15	$\frac{108}{139}$	$\frac{109}{140}$	$\frac{110}{142}$	$\frac{111}{144}$	$\frac{113}{145}$	$\frac{115}{147}$	$\frac{116}{149}$	$\frac{117}{151}$	$\frac{118}{153}$	$\frac{120}{154}$	
110	20	$\frac{136}{169}$	$\frac{137}{171}$	$\frac{139}{173}$	$\frac{140}{175}$	$\frac{142}{177}$	$\frac{144}{180}$	$\frac{146}{182}$	$\frac{148}{184}$	$\frac{150}{187}$	$\frac{152}{189}$
	25	$\frac{169}{205}$	$\frac{172}{208}$	$\frac{174}{211}$	$\frac{176}{214}$	$\frac{178}{216}$	$\frac{180}{219}$	$\frac{182}{221}$	$\frac{184}{224}$	$\frac{187}{227}$	$\frac{189}{230}$
	32	$\frac{207}{244}$	$\frac{210}{246}$	$\frac{212}{251}$	$\frac{216}{254}$	$\frac{218}{258}$	$\frac{222}{260}$	$\frac{224}{262}$	$\frac{226}{266}$	$\frac{229}{269}$	$\frac{232}{274}$
	40	$\frac{235}{271}$	$\frac{239}{275}$	$\frac{242}{278}$	$\frac{245}{282}$	$\frac{249}{286}$	$\frac{253}{291}$	$\frac{256}{293}$	$\frac{259}{297}$	$\frac{262}{300}$	$\frac{265}{304}$
	50	$\frac{295}{330}$	$\frac{299}{335}$	$\frac{302}{339}$	$\frac{306}{345}$	$\frac{312}{349}$	$\frac{315}{354}$	$\frac{321}{359}$	$\frac{324}{362}$	$\frac{327}{368}$	$\frac{330}{370}$
	10	$\frac{98}{128}$	$\frac{99}{130}$	$\frac{100}{131}$	$\frac{101}{133}$	$\frac{102}{135}$	$\frac{104}{136}$	$\frac{105}{138}$	$\frac{106}{140}$	$\frac{107}{141}$	$\frac{108}{143}$
120	15	$\frac{122}{156}$	$\frac{123}{158}$	$\frac{124}{160}$	$\frac{126}{162}$	$\frac{128}{164}$	$\frac{129}{166}$	$\frac{130}{168}$	$\frac{132}{170}$	$\frac{134}{172}$	$\frac{135}{173}$
	20	$\frac{154}{191}$	$\frac{156}{193}$	$\frac{157}{195}$	$\frac{159}{198}$	$\frac{160}{200}$	$\frac{162}{202}$	$\frac{164}{205}$	$\frac{166}{207}$	$\frac{168}{209}$	$\frac{170}{212}$
	25	$\frac{192}{233}$	$\frac{194}{235}$	$\frac{197}{238}$	$\frac{199}{241}$	$\frac{201}{244}$	$\frac{204}{247}$	$\frac{206}{249}$	$\frac{208}{252}$	$\frac{211}{255}$	$\frac{213}{257}$
	32	$\frac{226}{266}$	$\frac{229}{269}$	$\frac{231}{273}$	$\frac{234}{276}$	$\frac{237}{280}$	$\frac{240}{282}$	$\frac{242}{284}$	$\frac{244}{288}$	$\frac{247}{291}$	$\frac{251}{295}$
	40	$\frac{257}{295}$	$\frac{260}{300}$	$\frac{263}{302}$	$\frac{266}{307}$	$\frac{270}{310}$	$\frac{274}{315}$	$\frac{277}{317}$	$\frac{280}{321}$	$\frac{283}{325}$	$\frac{286}{329}$

Окончание прил. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	50	$\frac{321}{360}$	$\frac{326}{366}$	$\frac{329}{369}$	$\frac{333}{375}$	$\frac{338}{379}$	$\frac{341}{383}$	$\frac{347}{388}$	$\frac{350}{391}$	$\frac{354}{397}$	$\frac{358}{401}$
		10	$\frac{97}{131}$	$\frac{100}{132}$	$\frac{101}{133}$	$\frac{102}{135}$	$\frac{103}{136}$	$\frac{104}{137}$	$\frac{105}{138}$	$\frac{106}{141}$	$\frac{107}{143}$
130	15	$\frac{123}{159}$	$\frac{125}{160}$	$\frac{128}{163}$	$\frac{129}{165}$	$\frac{129}{166}$	$\frac{130}{168}$	$\frac{130}{171}$	$\frac{132}{173}$	$\frac{134}{174}$	$\frac{135}{176}$
	20	$\frac{156}{194}$	$\frac{158}{197}$	$\frac{159}{200}$	$\frac{160}{201}$	$\frac{163}{203}$	$\frac{166}{204}$	$\frac{167}{208}$	$\frac{169}{210}$	$\frac{171}{212}$	$\frac{173}{215}$
	25	$\frac{194}{324}$	$\frac{194}{236}$	$\frac{197}{241}$	$\frac{200}{242}$	$\frac{202}{246}$	$\frac{204}{249}$	$\frac{208}{250}$	$\frac{210}{255}$	$\frac{212}{256}$	$\frac{213}{259}$
	32	$\frac{244}{289}$	$\frac{248}{290}$	$\frac{249}{295}$	$\frac{253}{298}$	$\frac{256}{303}$	$\frac{259}{304}$	$\frac{261}{306}$	$\frac{264}{311}$	$\frac{267}{314}$	$\frac{270}{319}$
	40	$\frac{278}{320}$	$\frac{281}{324}$	$\frac{284}{327}$	$\frac{288}{331}$	$\frac{292}{334}$	$\frac{295}{340}$	$\frac{300}{342}$	$\frac{302}{347}$	$\frac{305}{350}$	$\frac{308}{354}$
	50	$\frac{348}{390}$	$\frac{352}{395}$	$\frac{355}{400}$	$\frac{360}{405}$	$\frac{365}{409}$	$\frac{369}{414}$	$\frac{374}{419}$	$\frac{378}{422}$	$\frac{382}{428}$	$\frac{386}{432}$
	50	$\frac{348}{390}$	$\frac{352}{395}$	$\frac{355}{400}$	$\frac{360}{405}$	$\frac{365}{409}$	$\frac{369}{414}$	$\frac{374}{419}$	$\frac{378}{422}$	$\frac{382}{428}$	$\frac{386}{432}$

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНДИЦИОНЕРОВ AUX
Внутренний блок кондиционера AUX ASW (H) EQ

Модель	ASW-(H)07 A 4/ EQ	ASW- (H)09A4/ EQ	ASW- (H)12A4/ EQ	ASW- (H)18B4/ EQ	ASW- (H)24B4/ EQ
Мощность охлаждения / обогрев, Вт	2100/2200	2500/2750	3200/3520	5300/5800	7000/7700
Потребляемая мощность охлаждение / обогрев, Вт	750/720	980/980	1250/1220	2080/2050	2700/2700
Рабочий ток охлаждение / обогрев, А	3,3/3,2	4,35/4,35	5,4/5,3	9,5/9,4	12,5/12,5
Производительность по воздуху, м ³ /ч	380	420	520	850	1000
Размер блока, мм	680x250x210	745x250x210	745x250x210	1095x312x205	
Размер упаковки, мм	800x320x280	800x320x280	800x320x280	1160x375x275	
Вес нетто / брутто, кг	9,5/11	9,5/11	9,5/11	15/17	
Уровень шума, дБ/А	35	37	40	46	49
Диаметр труб жидкость / газ, мм	6,35/9,52		6,35/9,52 (12,7)	6,35/12,7	9,52/15,88

Наружный блок кондиционера AUX ASW (H) EQ

Мощность блока, БТЕ	7000	9000	12000	18000	24000
Размер блока, мм	600x250x490	600x250x490	760x260x540	800x300x590	800x300x590
Размер упаковки, мм	730x370x560	730x370x560	880x370x600	940x420x650	940x420x650
Вес нетто / брутто, кг	25/28	26/29	33/36	45/48	51/56,5
Уровень шума, дБ/А	49	50	51	57	60

Примечание. Кондиционеры AUX производятся на заводе AUX Group в Китае с 1994 года. На внешний рынок впервые были экспортированы в 2001 году. В России продажи начались с 2004 года.

Варианты системы отопления и географической ориентации главного фасада здания

Параметр	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Характеристика системы отопления: 1 тр – однотрубная 2 тр – двухтрубная НР – с нижней разводкой ВР – с верхней разводкой Т – тупиковая ПД – с попутным движением теплоносителя	1 тр		1 тр		2 тр		2 тр		1 тр	
	ВР	НР	НР	ВР	ВР	НР	НР	ВР	ВР	НР
	Т	ПД	ПД	Т	ПД	Т	ПД	Т	Т	ПД
Ориентация главного фасада	С	Ю	В	З	СВ	СЗ	ЮВ	ЮЗ	Ю	С

Характеристики строительных материалов [7]

Номер задания	Наименование материала	Плотность в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности при условиях эксплуатации А или Б λ , Вт/(м·°С)	
			А	Б
1	2	3	4	5
Основной конструктивный слой наружной стены				
1	Плотный силикатный бетон	1800	0,99	1,16
2	Кирпич керамический пустотелый	1200	0,33	0,42
3	Пемзобетон	1600	0,62	0,68
4	Керамзитобетон на кварцевом песке	1200	0,52	0,58
5	Кирпич керамический полнотелый	1800	0,57	0,69
6	Перлитобетон	1200	0,44	0,50
7	Ячеистые газо- и пенобетон (блоки)	1000	0,23	0,25
8	Кирпич керамический пустотелый на цементно-песчаном растворе	1400	0,64	0,76
9	Кирпич керамический пустотелый на цементно-перлитовом растворе	1300	0,4	0,47
0	Шлаковый кирпич и камень на цементно-песчаном растворе	1500	0,64	0,70
Теплоизоляционный слой наружной стены				
1, 2	Пенополиуретан	75	0,03	0,03
3, 4	Пенополистирол	100	0,041	0,052
5, 6	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 1880)	75	0,06	0,064
7, 8	ROCKWOOL (плиты)	100	0,045	0,045
9, 0	Минераловатные плиты полужесткие П-125	90	0,042	0,045
Теплоизоляционный слой чердачного перекрытия				
1, 2	ROCKWOOL (маты)	50	0,047	0,047
3, 4	Пенополиуретан (напыляемый)	45–70	0,028	0,028
5, 6	Базальтовая изоляция «Термолайт» (плиты мягкие)	40	0,038	0,044
7, 8	Стеклянное штапельное волокно «Флайдер-Чудово» (плита П-45)	45	0,045	0,045
9, 0	Маты минераловатные прошивные	50	0,052	0,06
Теплоизоляционный слой перекрытия над подвалом				
1, 2	Пенополистирол	40	0,041	0,05
3, 4	Пенополистирол «Пеноплекс»	43	0,031	0,032
5, 6	Пенопласт (плиты, ГОСТ 20916)	40	0,041	0,06
7, 8	Пенопласт (плиты, ГОСТ 20916)	50	0,05	0,064
9, 0	Пенополиуретан	45–70	0,028	0,028
Облицовочный слой наружной стены				
0-9	Кирпич силикатный на цементно-песчаном растворе	1300	0,50	0,61

Окончание прил. 8

1	2	3	4	5
0-9	Кирпич керамический пустотелый одинарный	1200	0,33	0,42
0-9	Кирпич керамический полнотелый одинарный	1650	0,64	0,73
0-9	Смальта	2500	0,76	0,76
Пароизоляция				
0-9	Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь (ГОСТ 10999)	600	0,17	0,17
0-9	Битум нефтяной кровельный (ГОСТ 6617)	1000	0,17	0,17
Покрытия для полов				
0-9	Линолеум поливинил-хлоридный многослойный (ГОСТ 14632)	1600	0,33	0,33
		1800	0,38	0,38
0-9	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове (ГОСТ 7251)	1400	0,23	0,23
0-9	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, 9463)	500	0,14	0,18
0-9	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, 2695)	700	0,18	0,23
0-9	Плиты древесно-волокнистые и древесностружечные (ГОСТ 4598, 10632)	1000	0,23	0,29
		800	0,19	0,23
		600	0,13	0,16
Остальные слои наружных ограждений				
0-9	Железобетон	2500	1,92	2,04
0-9	Цементно-песчаный раствор	1800	0,76	0,93
0-9	Сложный раствор (песок, известь, цемент)	1700	0,70	0,87
0-9		Известково-песчаный раствор	1600	0,70
0-9	Цементно-шлаковый раствор	1400	0,52	0,62
		1200	0,47	0,58
0-9	Цементно-перлитовый раствор	1000	0,26	0,30
		800	0,21	0,26
0-9	Гипсоперлитовый раствор	600	0,19	0,23
0-9	Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1200	0,41	0,47
		1000	0,29	0,35
0-9	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	800	0,19	0,21

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	6
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ	6
3. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯМИ ЗДАНИЯ	16
4. ХАРАКТЕРИСТИКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	21
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	27
6. РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	35
7. ПОДБОР АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА	40
7.1. Общие сведения	40
7.2. Теплогенераторы для систем автономного теплоснабжения	42
7.3. Определение требуемой теплопроизводительности	54
7.4. Размещение теплогенераторов	59
7.4.1. Требования к размещению теплогенераторов	59
7.4.2. Требования пожарной безопасности	60
7.4.3. Электроснабжение котлоагрегатов	61
7.4.7. Автоматизация и защита оборудования	61
7.4.5. Водопровод и канализация	62
7.5. Дымоудаление при поквартирном отоплении	62
7.6. Рекомендации по расчету системы дымоудаления	68
8. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА	70
8.1. Общие положения	70
8.2. Системы газораспределения	71
8.3. Системы газопотребления	75
8.4. Системы снабжения сжиженным газом	79
8.5. Пример газоснабжения жилого дома сетевым природным газом	81
9. ХАРАКТЕРИСТИКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ	85
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ВОЗДУХООБМЕНА И АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ	89

11. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА	95
11.1. Общие сведения.....	95
11.2. Кондиционеры сплит-системы	97
11.3. Методика расчета (подбора) сплит-системы.....	100
12. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	103
Заключение	108
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	109
ПРИЛОЖЕНИЯ	111

Учебное издание

Баканова Светлана Викторовна
Аржаева Наталья Владимировна
Прохоров Сергей Григорьевич
Аверкин Александр Григорьевич

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ С ОСНОВАМИ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Учебное пособие

Редактор В.С. Кулакова
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 21.10.2014. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 9,88. Уч.-изд.л. 10,625. Тираж 80 экз.
Заказ № 354.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

