

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

**ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛОГО ДОМА**

Методические указания  
к курсовой и расчетно-графической работам  
для студентов строительных  
и экономических специальностей

Казань  
2008

УДК 696/697  
ББК 38.762; 38.762.1  
Д 88

Д 88 Отопление и вентиляция жилого дома: Методические указания к курсовой и расчетно-графической работам для студентов строительных и экономических специальностей / Сост.: Т.Г.Дымолазова, Ю.Х.Хабибуллин. Казань: КГАСУ, 2008.- 48 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Приводится методика теплотехнического расчета ограждающих конструкций и определения общей теплопотребности здания, а также указания по расчету и конструированию элементов систем отопления и вентиляции жилого дома. Методические указания одинаково пригодны как для студентов строительных специальностей, выполняющих курсовую работу, так и для студентов экономических специальностей, выполняющих расчетно-графическую работу.

Табл.6. Прилож. 16. Рис.12

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент кафедры теоретических основ теплотехники КазГТУ

**Р.Н.Максудов**

УДК 696/697  
ББК 38.762;38.762.1

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2008

© Дымолазова Т.Г., Хабибуллин Ю.Х., 2008

## Состав курсовой и расчетно-графической работы

Студенты строительных специальностей выполняют теплотехнический расчет, расчет систем отопления и вентиляции жилого трехэтажного дома. Студенты экономических специальностей выполняют соответствующие расчеты одноэтажного жилого дома. Расчетно-графическая и курсовая работы должны быть выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями.

*Расчетно-пояснительная записка содержит:* оглавление, введение, в котором даются краткое описание объекта и краткое описание выполненной работы с обоснованием принятых решений, расчеты в соответствии с разделами, излагаемыми далее, необходимые графические материалы, список использованных источников.

*Графическая часть (для курсовой работы) включает в себя:*

- планы здания с нанесением систем отопления и вентиляции в масштабе 1:100 (указываются размеры строительных конструкций, оси здания, диаметры и уклоны труб, размеры вентиляционных каналов, количество секций нагревательных приборов, номера стояков);

- схемы систем отопления и вентиляции с указанием отметок, диаметров и уклонов труб, размеров каналов, номеров расчетных участков, стояков и вентсистем.

Образцы оформления чертежей и условные обозначения элементов систем отопления и вентиляции содержатся в [ 1 ], а также в приложении 16 .

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с номером зачетной книжки. Район строительства выбирается по предпоследней цифре шифра зачетной книжки в соответствии с приложением 15. План здания и ориентация фасада раздаются преподавателем индивидуально.

#### *Расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха*

От указанных параметров зависит расчетная тепловая мощность систем отопления.

Для заданного географического пункта по [2] и приложению 15 определяют:

1. Температуру наружного воздуха  $t_n$ , °С, равную средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0.92 - для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и определения расчетной тепловой мощности системы отопления.

2. Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период  $t_{оп}$ , °С - для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и определения удельной теплоэнергопотребности здания за год.

3. Температуру внутреннего воздуха  $t_g$ , °С, для каждого помещения принимают по приложению 1.

## 1. ОТОПЛЕНИЕ

### 1.1 Теплотехнический расчет наружных ограждений

Цель расчета - подобрать такие наружные ограждающие конструкции здания, которые соответствовали бы требованиям СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" [3].

Теплотехнический расчет проводится для всех наружных ограждений (стен, полов, покрытий, окон, дверей). В данной расчетной (курсовой) работе достаточно провести расчет наружной стены (рассчитать сопротивление теплопередаче, коэффициент теплопередачи, подобрать материал утеплителя, рассчитать толщину утеплителя и толщину стены). Сопротивление теплопередаче полов, окон, покрытий и дверей принимаем в соответствии с [3] по приложению 2 методических указаний. Толщина этих ограждений в данной работе не рассчитывается.

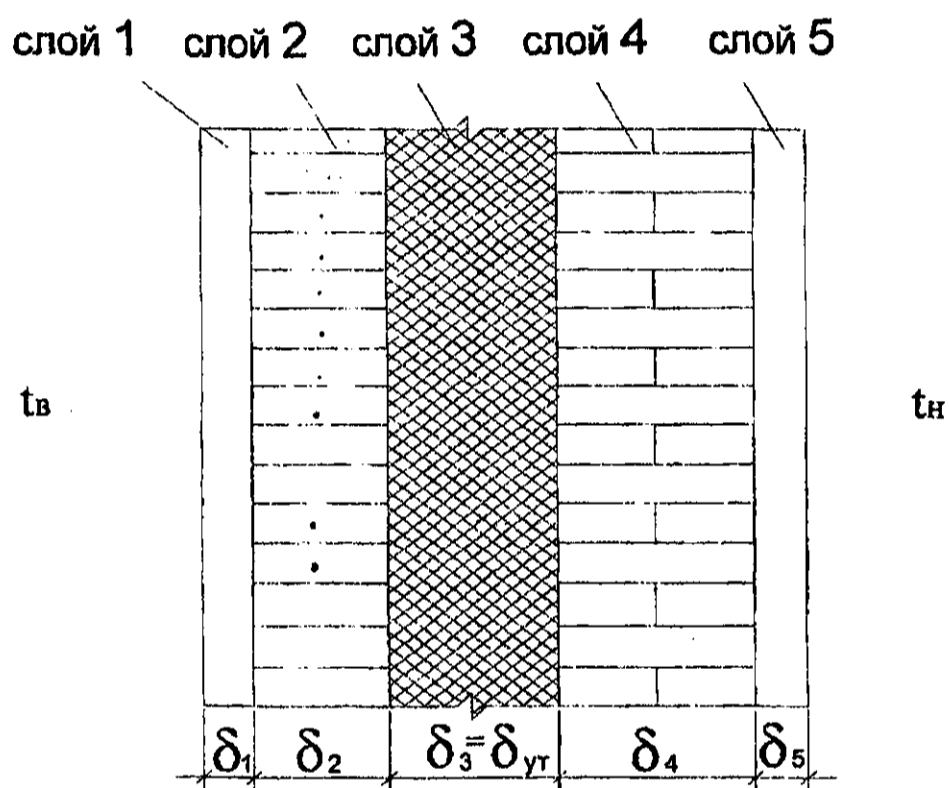


Рис.1. Ограждающая конструкция стены

Слой 1 – внутренняя штукатурка. Известково-песчаный раствор. Толщина слоя  $\delta_1 = 0,01$  м. Теплопроводность материала  $\lambda_1 = 0,81$  Вт/м·°С.

Слой 2 – кирпич силикатный. Толщина слоя  $\delta_2 = 0,12$  м. Теплопроводность материала  $\lambda_2 = 0,87$  Вт/м·°С.

Слой 3 – утеплитель. Подбирается самостоятельно в соответствии с таблицей 1.

Слой 4 – кирпич глиняный обыкновенный на цементно-шлаковом растворе. Толщина слоя  $\delta_4 = 0,25$  м. Теплопроводность материала  $\lambda_4 = 0,76$  Вт/м·°С.

Слой 5 – наружная штукатурка. Цементно-песчаный раствор. Толщина слоя  $\delta_5 = 0,01$  м. Теплопроводность материала  $\lambda_5 = 0,93$  Вт/м·°С.

Определяют требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены исходя из санитарно-гигиенических условий, по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_e - t_n) \times n}{\alpha_e \times \Delta t^H}, \quad \text{м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт} . \quad (1.1)$$

Затем определяют требуемое (приведенное) сопротивление теплопередаче, исходя из условий энергосбережения, по таблице 4 [3], приложению 2 в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода ГСОП ( $D_d$ ):

$$\text{ГСОП} = (t_e - t_{on}) Z_{on}, \quad \text{°C} \times \text{сут.} \quad (1.2)$$

В формулах (1.1) и (1.2):

$n$  - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности стены по отношению к наружному воздуху (табл.6[3], приложение 7);

$\Delta t^H$  - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены (табл.5[3], приложение 4);

$\alpha_e$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены, Вт/(м<sup>2</sup>×°C), (табл.7[3], приложение 5);

$t_{on}$ ,  $Z_{on}$  - средняя температура наружного воздуха, °C и, соответственно, продолжительность отопительного периода, сут., (табл.1 [2], приложение 15) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°С – при проектировании жилых зданий.

$t_e$  - температура внутреннего воздуха, °C. Для комнаты жилого дома принимается равной 20 °C, в соответствии с приложением 1.

Из двух полученных значений требуемого сопротивления для дальнейших расчетов выбирают большее. По этому значению, с учетом коэффициента теплотехнической однородности [4], табл.6а[6], определяют термическое сопротивление слоя утеплителя.

Общее сопротивление теплопередаче ограждения находится по формуле

$$R_0 = R_e + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_n = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n},$$

где  $R_e$  и  $R_n$  - соответственно сопротивления теплообмену на внутренней и наружной поверхностях ограждения,  $\frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ ;

$R_1 \dots R_n$  - сопротивления теплопроводности материала конструктивных слоев ограждения,  $\frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ ;

$\delta_1, \dots, \delta_n$  и  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  - толщины, в м, и коэффициенты теплопроводности, Вт/(м °С), конструктивных слоев ограждения.

Коэффициенты теплопроводности материалов  $\lambda$  принимаются по приложению Д [4] с учетом условий эксплуатации ограждения (табл.2 [3]), которые зависят от влажностного режима помещения (табл.1 [3]) и зоны влажности района строительства (приложение В [3]).

Выражают термическое сопротивление утеплителя :

$$R_{ут} = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = R_0^{тр} - \left( \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_н} \right), \frac{м^2 \times ^\circ С}{Вт} \quad (1.3)$$

Значение  $\lambda$ , Вт/(м °С) утеплителя выбирается по таблице 1.

$\alpha_н$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены в зимних условиях, Вт/(м<sup>2</sup>×°С), (приложение 6).

Таблица 1

Расчетные теплотехнические показатели некоторых теплоизоляционных материалов

Наименование материала	Расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С) (при условиях эксплуатации в соответствии СНиП 23-02)	
	А	Б
Пенополистирол (ГОСТ 15588)	0,041	0,05
Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	0,031	0,031
Пенополиуретан	0,041	0,041
Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэрофлекс»	0,04	0,054
Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», тип 35	0,029	0,030
Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	0,058	0,064
Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	0,06	0,064
Маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	0,043	0,05
Пакля	0,06	0,07
Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	0,15	0,165

Определяют необходимую толщину слоя утеплителя:

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут} \times R_{ут}, м \quad (1.4)$$

и принимают ближайшее большее стандартное значение.

Далее находят фактическое термическое сопротивление наружной стены, подставляя в формулу стандартную толщину утеплителя :

$$R_0^{\Phi} = \frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{ут}^{ст}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_n}, \frac{m^2 \times ^\circ C}{Вт} \quad (1.5)$$

Определяют коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{R_0^{\Phi}}, \frac{Вт}{m^2 \times ^\circ C} \quad (1.6)$$

Термические сопротивления бесчердачных перекрытий, чердачных покрытий, перекрытий над неотапливаемыми подвалами, окон, балконных и наружных входных дверей принимаются по табл.4 [3], приложению 2.

### 1.2. Определение теплопотерь через ограждающие конструкции здания

Потери теплоты через наружные ограждения равны

$$Q_{огр} = K \times F(t_v - t_n) \times n(1 + \Sigma\beta), Вт, \quad (1.7)$$

где  $K$  - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции,  $Вт/м^2 \times ^\circ C$ ;  
 $F$  - расчетная площадь ограждающей конструкции,  $м^2$ , вычисляемая с соблюдением определённых правил обмера, приведенных на рис. 3, приложения 3 методических указаний;

$\Sigma\beta$  - сумма добавочных потерь теплоты в долях от основных потерь (стр.110[8]):

$\beta_1$  - добавка на ориентацию стен, дверей и световых проемов по сторонам света. Величины добавок принимаются в соответствии с рис. 2.

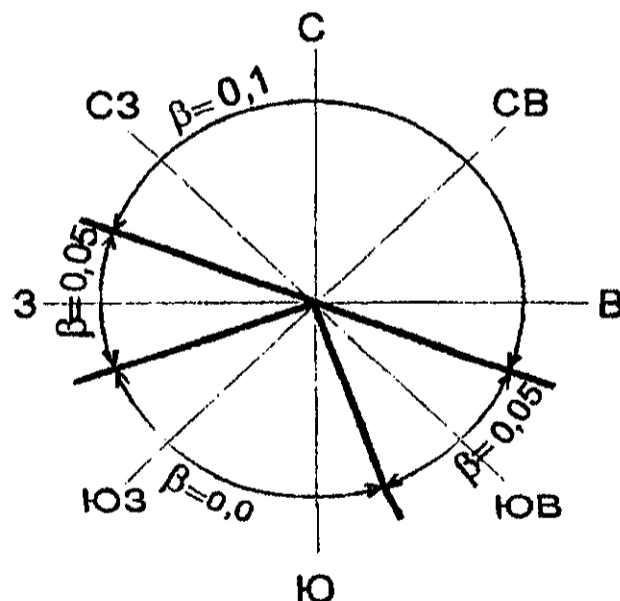


Рис.2 . График ориентации ограждающих конструкций по сторонам света

$\beta_2$  - добавка на поступление холодного воздуха через наружные двери.

При высоте здания  $H$ , м, принимается:

- для тройных дверей с двумя тамбурами  $\beta_2 = 0,2H$  ;
- для двойных дверей с тамбуром  $\beta_2 = 0,27H$  ;
- для двойных дверей без тамбура  $\beta_2 = 0,34H$  .

Добавка не учитывается, если дверь является летней или запасной.

Температура внутреннего воздуха для угловых помещений (имеющих две наружные стены и более) принимается на два градуса больше нормируемой.

Теплопотери подсчитываются через наружные стены (НС), окна двойные (ДО) или тройные (ТО), перекрытия над неотапливаемым подвалом (ПЛ), потолок (ПТ), балконные и наружные входные двери (БД и НД).

Расчет производят для каждой комнаты в отдельности.

Теплозатраты на нагревание инфильтрующегося воздуха определяют по формуле

$$Q_{инф} = 0,28L_{инф} \times \rho \times c(t_v - t_n), \text{ Вт}, \quad (1.8)$$

где  $L_{инф}$  - расход воздуха, удаляемого естественной вытяжной вентиляцией, принимаемый равным  $3 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  площади жилых помещений и кухни;  
 $\rho$  - плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , рассчитываемая по формуле

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

$c$  - теплоемкость воздуха, принимаемая равной  $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ .

При определении тепловой мощности системы отопления учитывают бытовые тепловыделения  $Q_{быт}$  (приготовление пищи, электробытовые приборы и т.п.), которые определяются для всех помещений, кроме лестничных клеток, по формуле

$$Q_{быт} = k \times F_{пл} \text{ ,Вт}, \quad (1.9)$$

где  $k$  - норма тепlopоступлений, равная  $10 \div 17 \text{ Вт}$  на  $1 \text{ м}^2$  площади пола. Для элитного жилья принимается равной  $10$ .

$F_{пл}$  - площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ .

Тепловая мощность системы отопления каждого помещения  $Q_{полн}$  определяется по потерям теплоты через наружные ограждения, теплозатратам на нагревание инфильтрующегося воздуха, за вычетом бытовых тепловыделений и рассчитывается по формуле

$$Q_{полн} = Q_{пот} + Q_{инф} - Q_{быт}, \text{ Вт}. \quad (1.10)$$

Величина  $Q_{полн}$  определяет тепловую нагрузку на отопительные приборы  $Q_{пр}$ , т.е.  $Q_{полн} = Q_{пр}$ .



Запись расчета теплотерь помещений следует производить в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2

Таблица расчётов теплотерь помещений

Номер помещения	Наименование помещения и его температура	Характеристика ограждения				Коэффициент теплопередачи К, Вт/(м <sup>2</sup> °С)	Разность температур (t <sub>в</sub> -t <sub>н</sub> ), °С	Коэффициент п	Дополнительные теплотери		1+Σβ	Теплотери ограждения Q <sub>отр</sub> , Вт	Потери теплоты помещения Q <sub>пот</sub> , Вт (равны сумме теплотерь ограждений)	Теплозатраты на нагревание инфильтрующегося воздуха Q <sub>инф</sub>	Бытовые тепловыделения Q <sub>быт</sub>	Полные теплотери Q <sub>полн</sub>
		Наименование ограждения	Ориентация	Размеры, А×В, м	Площадь F, м <sup>2</sup>				Добавка на ориентацию β <sub>1</sub>	На открывание наружных дверей β <sub>2</sub>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Для теплотехнической оценки конструктивно-планировочного решения здания определяют удельные показатели расхода тепла по формулам:

$$q_{уд} = Q_{полн} / V_H (t_v - t_n), \frac{Вт}{м^3 \times ^\circ C}; \quad (1.11)$$

$$q_{уд} = \frac{Q_{полн}}{F}, \frac{Вт}{м^2}, \quad (1.12)$$

где V<sub>H</sub> - объем здания по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;  
F - площадь отапливаемых помещений, м<sup>2</sup>.

Удельную теплоэнергопотребность здания за год (отопительный период) q<sub>он</sub> определяют по формуле

$$q_{он} = \left( \frac{Q_{полн} \times (t_v - t_{он})}{t_v - t_n} \right) / \frac{ГСОП}{F}, \frac{Вт}{м^2 \times ^\circ C \times сут} \quad (1.13)$$

Чем меньше эта величина, тем более энергоэкономично здание.

### 1.3 Выбор и расчет отопительных приборов

В жилых зданиях в качестве отопительных приборов рекомендуется применять радиаторы и конвекторы. Отопительные приборы следует располагать у наружных стен, преимущественно под окнами. В зданиях до четырех этажей приборы в лестничных клетках следует устанавливать только на первом этаже у входа и присоединять к самостоятельному стояку. Пример размещения радиаторов показан на рисунке 12 приложения 16.

Поверхность нагрева приборов определяется по формуле

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \times \beta_1 \times \beta_2, \text{ м}^2, \quad (1.14)$$

где:  $q_{np}$  - расчетная плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;

$$q_{np} = q_{ном} \times \varphi_1 \times \varphi_2 \times c_{np} \times b \times p = q_{ном} \times \left( \frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \times \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^m \times c_{np} \times b \times p, \quad (1.15)$$

где:  $q_{ном}$  - номинальная плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;

360 – нормированный массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/ч;

$n, m$  – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя;

Коэффициенты  $n, m$  и поправочные коэффициенты  $c_{np}, \beta_1, \beta_2$  принимаются по приложению 9 в зависимости от того, какой вид приборов выбран для расчета;

$b$  – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние атмосферного давления на тепловой поток прибора (приложение 9);

$p$  – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи прибора от количества секций (площади) при движении теплоносителя по различным схемам (приложение 9);

$\Delta t_{cp}$  - средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха  $t_g$ , °С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_g = t_{ex} - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_g, \quad (1.16)$$

где:  $t_{ex}, t_{вых}$  - температура воды, соответственно, входящей в прибор и выходящей из прибора, °С;

$\Delta t_{np}$  - перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора, °С;

$t_g$  - расчетная температура помещения, принимаемая в соответствии с приложением 1;

$G_{np}$  - расход воды в приборе, кг/ч:

$$G_{np} = \frac{3.6 \times Q_{np}}{c \times (t_2 - t_o)}, \quad (1.17)$$

где:  $t_2, t_o$  - температура воды в системе отопления, соответственно, горячей и охлажденной, °С;

$c$  - теплоемкость воды, принимаемая равной 4,187 кДж/(кг×°С).

Далее находят число секций выбранного радиатора:

$$N = \frac{F_{np} \times \beta_3}{f_c}, \quad (1.18)$$

$\beta_3$  - поправочный коэффициент, учитывающий число секций в одном приборе (приложение 9);

$f_c$  - поверхность нагрева одной секции (для секционных радиаторов).

Полученное по формуле (1.18) дробное значение  $N$  округляют в большую сторону. Тепловой поток от отопительного прибора нельзя принимать меньшим, чем на 5%, или на 60 Вт от требуемого по расчету. Результаты расчетов заносят в табл.3.

Таблица 3

Таблица для расчёта отопительных приборов

№ пом.	$Q_{np}$ , Вт	$G_{np}$ , кг/ч	$\Delta t_{cp}$ , °С	$q_{np}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$F_{np}$ , м <sup>2</sup>	$\beta_3$	$f_c$	N, шт	Число приборов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### 1.4. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления

Система водяного отопления представляет собой разветвленную закольцованную сеть трубопроводов и приборов, заполненных теплоносителем (водой). Пример построения аксонометрической схемы системы отопления показан в приложении 16.

Гидравлический расчет проводится по законам гидравлики и заключается в подборе диаметров труб, достаточных для подачи нужного количества воды в приборы системы. Общие потери давления при перемещении требуемого количества воды по трубам принятых диаметров определяют гидравлическое сопротивление системы, которое должно соответствовать расчетному (располагаемому) циркуляционному давлению.

Располагаемое циркуляционное давление обеспечивает перемещение воды по отдельным кольцам системы отопления и может быть искусственным (насосным) или естественным.

Насосное циркуляционное (располагаемый перепад) давление  $\Delta P_p$ , Па, определяется по формулам:

- в насосной однетрубной системе

$$\Delta P_p = P_n + \Delta P_e, \text{ Па}, \quad (1.19)$$

- в насосных двухтрубной и горизонтальной однетрубной системах

$$\Delta P_p = P_n + 0,4\Delta P_e, \text{ Па}, \quad (1.20)$$

- в гравитационной (при естественной циркуляции)

$$\Delta P_p = \Delta P_e, \quad (1.21)$$

где  $P_n$  - давление, создаваемое насосом, принимаемое 10÷12 кПа. Для небольших систем его можно приближенно принимать равным:

$$\Delta P_n = 100 \times \sum l, \quad (1.22)$$

где  $\sum l$  - сумма длин участков главного (большого) циркуляционного кольца, м;

$\Delta P_e$  - естественное циркуляционное давление, Па, определяемое по формулам:

а) при нижней разводке

$$\Delta P_e = h \times (\rho_o - \rho_2) \times g, \text{ Па}; \quad (1.23)$$

б) при верхней разводке

$$\Delta P_e = h \times (\rho_o - \rho_2) \times g + \Delta P, \text{ Па}, \quad (1.24)$$

где  $h$  - вертикальное расстояние от оси водонагревателя до середины отопительного прибора первого этажа, м;

$\rho_o$  и  $\rho_2$  - соответственно, плотности охлажденной и горячей воды, кг/м<sup>3</sup>. При температуре горячей воды  $t_2=95$  °С,  $\rho_2=961,92$  кг/м<sup>3</sup>, при температуре охлажденной воды  $t_o=70$  °С,  $\rho_o=977,8$  кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\Delta P$  - дополнительное давление от остывания воды в трубах, принимаемое по приложению 4 [8].

Гидравлическое сопротивление системы отопления складывается из сопротивлений отдельных участков главного циркуляционного кольца. Потери давления на отдельных участках системы определяют различными методами.

Гидравлический расчет двухтрубных систем отопления предлагается выполнять *методом удельных линейных потерь* давления, когда подбирают

диаметр труб при равных перепадах температуры воды во всех стояках и ветвях  $\Delta t_{cm}$ , таких же, как расчетный перепад температуры воды во всей системе  $\Delta t_c$ ,  $\Delta t_{cm} = \Delta t_c$ , причем  $\Delta t_c = t_2 - t_0$ .

Расчет начинают с основного циркуляционного кольца, то есть определения располагаемого циркуляционного давления. При расчете системы за главное циркуляционное кольцо принимают то, для которого располагаемое циркуляционное давление на 1 м длины трубопровода оказывается наименьшим.

В вертикальной *двухтрубной* системе при *тупиковом* движении воды главным обычно оказывается циркуляционное кольцо, проходящее через нижний прибор наиболее нагруженного из удаленных от теплового пункта стояков.

В *тупиковых* схемах *однотрубных* систем за главное принимается кольцо, проходящее через дальний стояк.

В схемах с *попутным* движением воды протяженность колец через приборы нижнего этажа для всех стояков приблизительно одинаковая. В этом случае удобно в качестве главного принимать кольцо, проходящее через нижний прибор (в *двухтрубной* системе) одного из средних наиболее нагруженных стояков. Именно этот стояк в схемах с *попутным* движением (в том числе и *однотрубных* систем) оказывается наиболее невыгодным в гидравлическом отношении.

Потеря давления на отдельных участках  $\Delta P_y$ , Па, складывается из потерь на трение о стенки труб и местных сопротивлений и определяется по формуле

$$\Delta P_y = R \times l + Z, \quad \text{Па}, \quad (1.25)$$

где:  $R = \frac{\lambda}{d} \times \frac{\rho v^2}{2}$  - удельная потеря давления на трение на длине 1 м, Па/м;

$Z = \sum \xi_y \times \frac{\rho v^2}{2}$  - потери давления на местные сопротивления, Па;

$\frac{\rho v^2}{2}$  - динамическое давление ( $P_d$ ), Па;

$\lambda$  - коэффициент сопротивления трения;

$d$  - диаметр трубопровода, м;

$\sum \xi_{yc}$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

$v$  - скорость теплоносителя, м/с;

$l$  - длина участка, м.

Сумма коэффициентов местных сопротивлений ( $\sum \xi$ ) для каждого участка находится по приложению 11.11-11.20 [10] или прил.5[8], а по приложению 7[8] -  $P_d$  для расчета потерь давления в местных сопротивлениях.

Расход теплоносителя по участкам определяется по формуле

$$G_y = \frac{3,6 \times Q_y}{c \times \Delta t_c}, \text{ кг/ч,} \quad (1.25)$$

где:  $Q_{yч}$  - тепловая нагрузка участка, Вт;

$c$  - теплоемкость воды, кДж/кг $\times$  $^{\circ}$ C, ( $c=4,187$ );

По  $R_{cp}$  и  $G_{yч}$  по табл. 10.7 [10] или приложению 6[8] подбираются возможные диаметры трубопровода для расчетного кольца. Для этого диаметра при данном расходе устанавливается фактическое  $R$  и соответствующая данному режиму скорость. Диаметры труб желательно выбирать так, чтобы скорость не превышала допустимых значений:

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

По приложению 11 для стояков и подводок к приборам студент может подобрать трубы из металлопласта.

В заключении определяются суммарные потери давления в расчетном кольце по формуле

$$\sum P_{y,i} = \sum (R \times l + Z), \text{ Па,} \quad (1.26)$$

где  $i$  - число участков главного циркуляционного кольца.

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

$$\frac{\Delta P_p - \sum P_{yi}}{\Delta P_p} \times 100\% \leq 10\% . \quad (1.27)$$

Запас располагаемого давления необходим на случай неучтенных в расчете гидравлических сопротивлений.

Аналогично проводится расчет малого циркуляционного кольца (через нижний прибор ближнего к тепловому узлу стояка) и определяются потери давления  $\sum P'_{y,i}$ , Па.

Потери давления в главном и малом циркуляционных кольцах не должны отличаться более, чем на 25%, т.е.:

$$\frac{\sum P_{yi} - \sum P'_{yi}}{\sum P_{yi}} \times 100\% \leq 25\% . \quad (1.28)$$

Гидравлический расчет производится в табличной форме (табл.4).

Таблица 4

Таблица гидравлического расчета циркуляционного кольца

№ уч.	$Q_{уч}$ , Вт	$G_{уч}$ , кг/ч	$l$ , м	$d$ , мм	$v$ , м/с	$R$ , Па/м	$Rl$ , Па	$\Sigma\xi$	$Z$ , Па	$Rl+Z$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

При расчете отдельных участков трубопровода необходимо иметь в виду следующее:

- а) местное сопротивление тройников, крестовин относят лишь к расчетным участкам с наименьшим расходом воды;
- б) местные сопротивления отопительных приборов, котлов учитывают поровну в каждом примыкающем к ним трубопроводе.

### 1.5. Подбор оборудования

После выполнения гидравлического расчета подбирается насос по приложению 12. Подбор насоса осуществляется в зависимости от общего напора и расхода теплоносителя системы отопления.

В курсовой работе для многоэтажного жилого здания (*строительные специальности*) следует предусматривать подключение системы отопления к тепловой сети по зависимой схеме. Схема теплового узла представлена в приложении 13.

*Независимая схема* присоединения насосного отопления имеет много преимуществ, самыми важными из которых являются местное качественное регулирование, удобство устранения аварийного повреждения, значительное уменьшение коррозионной активности воды. Основным недостатком является дороговизна системы.

*Зависимая схема* присоединения системы отопления со смешением воды проще по конструкции и значительно дешевле (благодаря исключению таких элементов, как теплообменники и подпиточный насос). Однако эта система имеет достаточно много недостатков, таких как незащищенность системы от повышения в ней гидростатического давления; сокращение сроков эксплуатации из-за загрязнения системы некачественной водой, поступающей с ТЭЦ.

При выполнении курсовой работы студенту необходимо разобраться в схеме теплового узла.

Студенты *экономических специальностей* рассчитывают индивидуальную систему отопления для частного одноэтажного дома. В этом случае в качестве источника тепла используются водонагреватели (котлы) различных

модификаций. Котлы подбираются в зависимости от тепловой нагрузки по приложениям 8.

Тепловую нагрузку котла можно рассчитать по формуле:

$$Q_{\text{котла}} = 1,15 \times \Sigma Q_{\text{полн}}, \text{ Вт.} \quad (1.29)$$

## 2. ВЕНТИЛЯЦИЯ

### 2.1. Выбор системы вентиляции

В жилых зданиях обычно устраивают естественную вытяжную вентиляцию по специально предусмотренным каналам. Вытяжная естественная канальная вентиляция состоит из вертикальных внутристенных или приставных каналов с отверстиями, закрытыми решетками, сборных горизонтальных воздуховодов и вытяжной шахты. Схема одного из вариантов такой системы приведена в приложении 16. Вытяжные системы устраивают в помещениях кухонь, санитарных узлов и ванных комнатах, которые должны быть рассчитаны на удаление воздуха из жилых комнат.

Вентиляционные решетки устанавливают на расстоянии 200-500 мм от потолка. Вертикальные вытяжные каналы должны выводиться самостоятельно выше крыши или в сборную вытяжную шахту, которую обычно располагают на чердаке.

Рекомендуется объединять в одну систему каналы из комнат, выходящих окнами на одну сторону здания. Допускается объединение каналов ванной и санузла одной квартиры. Радиус действия одной вытяжной шахты должен быть не более 8 м.

Если внутренние капитальные стены кирпичные, то каналы устраивают в толще стены. Размеры канала следует принимать кратными размеру кирпича. Наименьший размер каналов в кирпичных стенах  $1/2 \times 1/2$  кирпича.

В крупнопанельных зданиях применяются вентиляционные панели с каналами различной формы.

Приток воздуха в жилых зданиях неорганизованный, через форточки и неплотности в ограждающих конструкциях.

### 2.2. Определение воздухообменов

Необходимый воздухообмен для жилых зданий определяется по кратности воздухообмена

$$L = V \times K_p, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.1)$$

где:  $L$  – объем удаляемого воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$K_p$  – кратность воздухообмена (приложение 1);

$V$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ .



Данные расчета воздухообмена заносятся в таблицу 5.

Таблица 5

Таблица определения воздухообмена

№ помеще-ния	Наим. помещ.	Размеры помеще-ния, м			Объем поме-щения, $V$ м <sup>3</sup>	Нормиру емый воздухо-обмен, м <sup>3</sup> /ч	крат-ность возду-хооб-мена, ч <sup>-1</sup>	Объем уда-ляемого воздуха $L$ , м <sup>3</sup> /ч	Размеры сечения каналов, мм (по расче-ту 2.3.)	Число кана-лов
		А	В	h						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### 2.3. Аэродинамический расчет каналов

Цель расчета - определение; размеров вытяжного канала для удаления нормируемого объема воздуха при расчетных условиях.

Расчёт каналов следует произвести, исходя из располагаемого давления,  $\Delta P_e$ , Па, при расчетной наружной температуре  $t_n = +5^\circ \text{C}$ :

$$\Delta P_e = h \times (\rho_n - \rho_v) \times g, \quad (2.2)$$

где:  $\rho_n$  - плотность наружного воздуха при температуре  $t_n = +5^\circ \text{C}$  равна 1,27 кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{int}$  - плотность внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>,

$$\rho_v = \frac{353}{273 + t_v},$$

$h$  - высота от оси жалюзийной решетки до верха вытяжной шахты, м.

Расчет каналов ведется по аксонометрической схеме с разбивкой по участкам. Расчет начинается с канала, для которого  $\Delta P_e$  получилось наименьшим.

Зная объем удаляемого воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, определяют сечение каналов:

$$F = \frac{L}{3600 \times v'}, \text{ м}^2, \quad (2.3)$$

где  $v'$  - нормируемая скорость движения воздуха по каналам, изменяется от 0,5 до 1,0 м/с.

Для каналов верхних этажей принимается меньшее значение скорости, а для нижних - большее. В сборных каналах и вытяжной шахте - 1÷1,5 м/с.

После расчета сечения канала, мы округляем полученное значение до стандартного (приложение 14) и уже по подобранному стандартному сечению находим фактическую скорость, снова используя формулу (2.3).

Определяется эквивалентный диаметр для прямоугольных каналов

$$d_3 = \frac{2 \times a \times b}{a + b}, \text{ мм}, \quad (2.4)$$

где  $a$  и  $b$  - стороны канала, мм.

По  $d_3$  и  $v$  находят удельную потерю давления на трение  $R$ , Па/м, по номограмме, приведенной на рис. 14.9 [8]. При применении неметаллических каналов в значение потерь давления на трение необходимо ввести поправку на шероховатость  $\beta$  (табл. 14.3 [8]).

Потери давления в местных сопротивлениях определяются по формуле

$$Z = \sum \xi \times \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па}, \quad (2.5)$$

где  $\sum \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, которые принимаются по приложению 9 [8];

$\frac{\rho v^2}{2} = p_d$  динамическое давление, Па, принимаемое по номограмме рис. 14.9 [8], приложение 15.

После определения потерь давления на трение и в местных сопротивлениях их сравнивают с располагаемым давлением по формуле

$$\sum ((R \times l) \beta + Z) \times a \leq \Delta P_t, \quad (2.6)$$

где  $l$  - длина расчетного участка, м;

$a$  - коэффициент запаса, равный 1,1÷1,15;

$\beta$  - коэффициент шероховатости, принимаемый по приложению 14.

Если условие (2.6) не выполняется, то сечения каналов некоторых участков следует увеличить или, наоборот, уменьшить в зависимости от того, оказались ли потери давления меньше или больше располагаемого давления.

Примеры расчета приведены на стр. 261 [8].

Результаты расчетов заносим в таблицу 6.

Таблица 6

Таблица аэродинамического расчета каналов

№ уч.	L м <sup>3</sup> /ч	l, м	a×b, мм	d <sub>3</sub> , м	F <sub>2</sub> , м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	R×l×β, Па	p <sub>v</sub> , Па	∑ξ	Z, Па	R×l×β+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

### РАСЧЁТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОБЪЁМЫ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ

Помещение	Расчётная температура в помещении в холодный период года, °С	Объём или кратность воздухообмена за 1 ч, м <sup>3</sup> /ч	
		Вытяжка	Приток
Жилая комната	20-22	1	-
Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже	21-23	1	-
Кухни в квартирах и общежитиях	18-21	100 на 1 газовую плиту +1	-
Ванная	25	25	-
Уборная индивидуальная	19-21	25	-
Совместное помещение уборной и ванной	24-26	50	-
То же, с индивидуальным нагревателем	20	50	-
Умывальная общая	20	0,5	-
Душевая общая	25	5	-
Уборная общая	19	50 на 1 унитаз и 25 на 1 писсуар	-
Вестибюль, общий коридор в общежитии	18-20	-	-
То же, в квартирном доме		-	-
Лестничная клетка	16-18	-	-
Постирочная	18	7	По расчету, не менее 4
Гладильная, сушильная в общежитиях	18	3	По расчету, не менее 2

**НОРМИРУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ  $R_0$  ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$	Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ (ГСОП), °С·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_0$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
	$a$	-	0,00035	0,0005	0,00045	-
$b$	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
	$a$	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005
$b$	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
	$a$	-	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025
$b$	-	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

**Примечания:**

1 Значения  $R_0$  для величин  $D_d$  отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_0 = a D_d + b,$$

где  $D_d$  - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

$a$ ,  $b$  - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С·сут:  $a = 0,000075$ ,  $b = 0,15$ ; для интервала 6000 - 8000 °С·сут:  $a = 0,00005$ ,  $b = 0,3$ ; для интервала 8000 °С·сут и более:  $a = 0,000025$ ;  $b = 0,5$ .

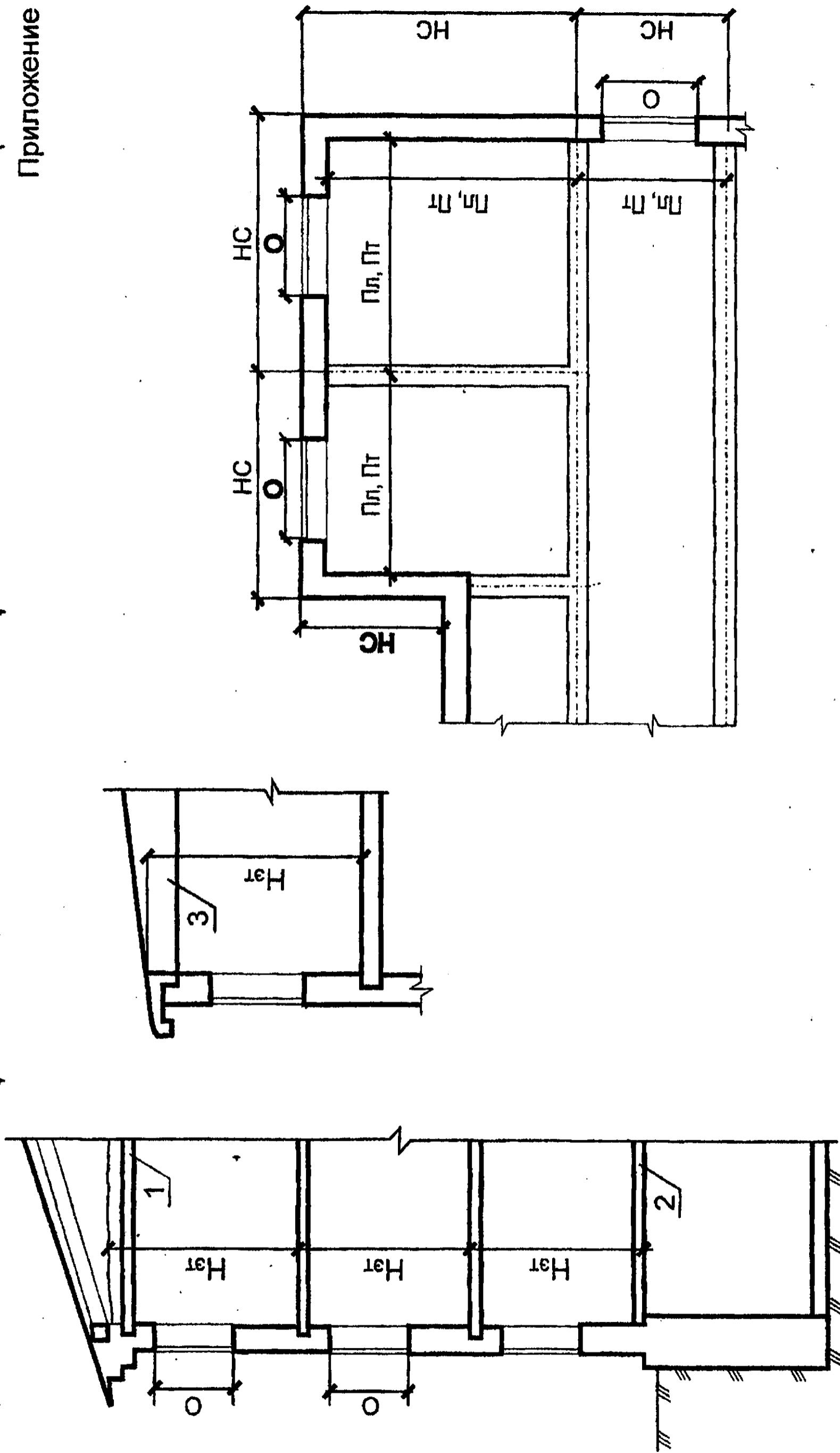


Рис. 3. Обмер площадей в плане и по высоте:

- 1 - чердачное перекрытие; 2 - пол над неотпливаемым подпольем;
- 3 - бесчердачное покрытие

Приложение 4

НОРМИРУЕМЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРОЙ  
ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА И ТЕМПЕРАТУРОЙ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ  
ОГРАЖДАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

$$\Delta t^n, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t^n, \text{ } ^\circ\text{C}$ , для			
	наружных стен	Покрытий и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_{int}-t_d$
2. Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_{int}-t_d$
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_{int}-t_d$ но не более 7	$0,8(t_{int}-t_d)$ , но не более 6	2,5	$t_{int}-t_d$
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int}-t_d$	$0,8 t_{int}-t_d$	2,5	-
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м <sup>3</sup> ) и расчётной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50 %	12	12	2,5	$t_{int}-t_d$

Приложение 5

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОТДАЧИ ВНУТРЕННЕЙ  
ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

$$\alpha_B, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{ } ^\circ\text{C})$$

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_B, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{ } ^\circ\text{C})$
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими рёбрами при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию $a$ между гранями соседних рёбер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими рёбрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окон	8,0
4. Зенитных фонарей	9,9

**КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОТДАЧИ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

$\alpha_n, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий $\alpha_n, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительноклиматической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

**КОЭФФИЦИЕНТ  $n$ , УЧИТЫВАЮЩИЙ ЗАВИСИМОСТЬ  
ПОЛОЖЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ  
ПО ОТНОШЕНИЮ К НАРУЖНОМУ ВОЗДУХУ**

Ограждающие конструкции	коэффициент $n$
1. Наружные стены и покрытия ( в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными ( с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительноклиматической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проёмами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проёмов в стенах, расположенных выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Газовые напольные чугунные секционные котлы **JUNKERS**

**SUPRALINE K 34...56-8 E23**

Показатель		K34-8E	K40-8E	K45-8E	K51-8E	K56-8E
Номинальная тепловая мощность,	кВт	34	40	45	51	56
КПД	%	91,4	91,6	91,8	92,0	92,1
Расход природного газа	м <sup>3</sup> /ч	4,0	4,7	5,3	6,0	6,6
Макс. температура подачи отопления	°С	90	90	90	90	90
Присоединение дымохода	мм	150	180	180	180	180
Объем воды в котле	л	12,2	13,9	15,6	17,3	19
Количество секций	шт	6	7	8	9	10
Количество труб горелки	шт	5	6	7	8	9
Подключение питания	В/Гц	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50
Подключение подающей и обратной линии	R''	1	1	1	1	1
Подключение газа		1/2	3/4	3/4	3/4	3/4
Размеры:						
Высота	мм	850	850	850	850	850
Ширина	мм	596	740	740	884	884
Глубина	мм	737	737	737	737	737
Вес (без упаковки)	кг	131	147	164	183	200

**SUPRASTAR KN 45...117-8 DM/GM23**

		KN 90-8	KN 99-8	KN 108-8	KN 117-8E
Номинальная тепловая мощность	кВт	90	99	108	117
КПД	%	95	95	95	95,5
Расход газа	м <sup>3</sup> /ч	10,39	11,41	12,43	13,46
Номинальное давление газа(природный газ),	мбар	18-24	18-24	18-24	18-24
Макс. температура подачи отопления	°С	90	90	90	90
Объем воды в котле	л	43	47	51	54
Количество секций	шт	11	12	13	14
Количество труб горелки	шт	10	11	12	13
Высота	мм	930	930	930	930
Ширина	мм	1234	1234	1401	1401
Глубина	мм	842	842	842	842
Вес (без упаковки)	кг	346	368	407	435



**SUPRAMAX****К 144...306-8 D**

Показатель		К 144-8	К180-8	К 234-8	К306-8E
Номинальная тепловая мощность,	кВт	144	180	234	306
КПД	%	93	93	93	93
Расход газа,	м <sup>3</sup> /ч	19,05	23,78	30,88	40,29
Номинальное давление газа(природный газ)	мбар	18-24	18-24	18-24	18-24
Макс. температура подачи отопления	°С	90	90	90	90
Присоединение дымохода	мм	250	300	350	350
Объем воды в котле	л	68	84	106	137
Количество секций	шт	9	11	14	18
Подключение питания	В/Гц	230/50	230/50	230/50	230/50
Подключение газа	R''	1	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	2
Высота	мм	1210	1310	1310	1310
Ширина	мм	1132	1308	1572	1924
Глубина	мм	965	965	965	965
Вес (без упаковки)	кг	635	750	920	1150

**Напольные чугунные отопительные котлы атмосферного типа  
на газовом топливе BUDERUS**

**Logano G 124 X**

Артикул		BU 7 851 030	BU 7 851 040	BU 7 851 050	BU 7 851 060
Типоразмер	кВт	71	90	110	130
Ширина	мм	880	1060	1240	1420
Длина	мм	750	775	800	800
Отвод газа AA	DN	38			
E	мм	200	225	250	250
F	мм	151	175	200	200
Вес		344	422	496	572

**Logano G 334 X**

Артикул		BU 8197200	BU 8197202	BU 8197204	BU 8197206	BU 8197208	BU 8197210	BU 8197212
Типоразмер	кВт	9	13	16	20	24	28	32
Ширина	мм							
Длина, L	мм	748	748	748	768	768	788	788
Отвод газа AA	DN	100	110	110	130	130	150	150
N	мм	120	120	120	130	130	140	140
C	мм	188	188	188	208	208	228	228
Расстояние D	мм	291	291	291	201	201	111	111
	мм	291	221	221	131	131	41	41
	мм	221	120	120	120	120	120	120
Вес	кг	78	102	102	127	127	151	151

Газовые напольные котлы **FONDITAL****Elba**

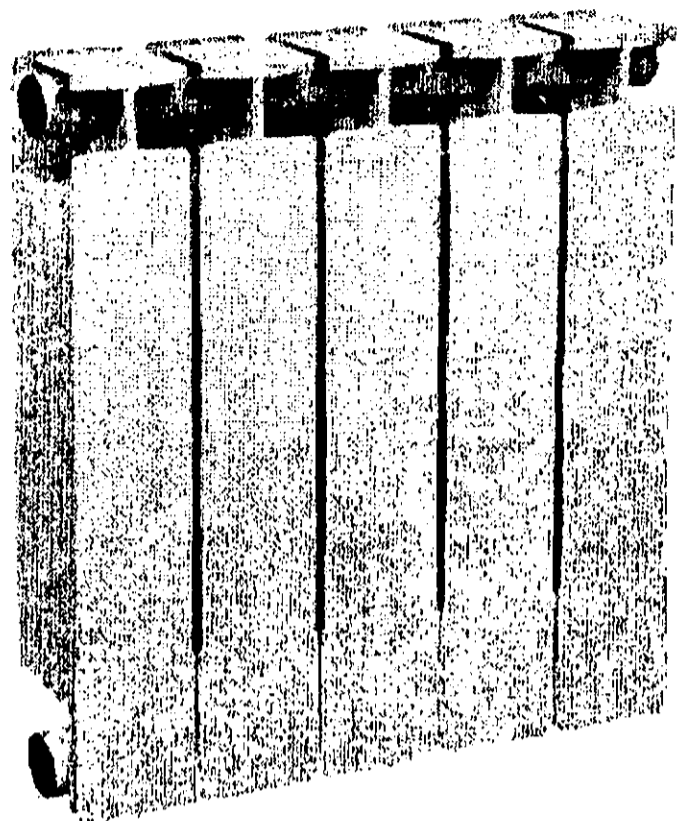
Одноконтурные (только для отопления) напольные чугунные котлы  
Комплектуется дизельными или газовыми вентиляторными горелками  
Шесть моделей мощностью от 23,5 кВт до 73,2 кВт

Модель	Ед. изм	23	33	43	53	63	73
Полезная мощность	кВт	24,0	33,0	43,6	53,0	63,0	74,5
КПД	%	90	91	92	92	93	93
Температура отходящих газов при работе с дизельной горелкой	°С	215	190	187	184	175	170
Объем теплоносителя в котле	л	14,6	18,2	21,8	25,4	29	32,6
Макс. рабочее давление	Бар	4	4	4	4	4	4
Диапазон регулирования температуры теплоносителя	°С	42-86	42-86	42-86	42-86	42-86	42-86
Напряжение и частота питающей сети	В/Гц	220/50	220/50	220/50	220/50	220/50	220/50
Вес нетто	кг	121	150	177	202	230	259

**Alor**

Модель	Ед. изм	80	100	120	140	160
Полезная мощность	кВт	82	98	114	132	150
КПД	%	91,1	91,2	91,4	91,6	91,7
Температура отходящих газов при работе с дизельной горелкой	°С	180	179	177	175	175
Объем теплоносителя в котле	л	71,7	82,3	92,9	104	114
Макс. рабочее давление	Бар	5	5	5	5	5
Диапазон регулирования температуры теплоносителя	°С	90	90	90	90	90
Мин. рабочая температура теплоносителя	°С	60	60	60	60	60
Напряжение и частота питающей сети	В/Гц	220/50	220/50	220/50	220/50	220/50
Вес нетто	кг	340	380	425	470	510
Глубина (L)	мм	885	1010	1130	1250	1375

**Биметаллические секционные радиаторы «Сантехпром БМ»**  
(производитель – ОАО «САНТЕХПРОМ», г.Москва)



Максимальное рабочее давление теплоносителя:

- 1,6 МПа при серийном выпуске;
- 4,0 МПа по заказу для систем с повышенным давлением теплоносителя;
- 6,0 МПа по заказу для систем с повышенным давлением теплоносителя.

Максимальная температура теплоносителя 130°C.

Рис.4. Секционный радиатор ЧМ

**Основные технические характеристики секций биметаллических радиаторов «Сантехпром БМ»**

Наименование показателей и их размерность	Значения показателей для радиаторов	
	РБС-500	РБС-300
Габаритные размеры, мм: монтажная высота $H_m$	500	300
высота $H$	578	378
глубина $B$	100	100
длина $l_c$	80	80
Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ (с учётом эксплуатационных испытаний), кВт	0,195	0,13
Теплоплотность (по длине секции), Вт/м	2438	1625
Площадь наружной поверхности $f_c$ , м <sup>2</sup>	0,48	0,302
Коэффициент теплопередачи при нормальных условиях $K_{ну}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	5,8	6,15
Масса * (без учёта массы пробок), не более, кг	2,7	2,0
Удельная масса (без учёта массы пробок), не более, кг/кВт	13,85	15,4
Объём воды, л	0,23	0,178

\*) Масса комплекта из двух глухих и двух проходных пробок и четырёх прокладок составляет около 350 г.

**Значения коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$**

Модель радиатора	$\beta_1$	$\beta_2$	
		У наружной стены	У наружного остекления
ЧМ-300	1,01	1,02	1,07
ЧМ-500	1,02		

**Усреднённые значения показателей степени  $n$  и  $m$   
и коэффициентов  $c$ ,  $p$  при различных схемах движения  
теплоносителя в радиаторах**

Схема движения теплоносителя	Модель радиатора	$n$	$c$	$m$	$p$			
					2	3	4	5 и более
Сверху-вниз	РБС-300	0,25	1	0,04	1			
	РБС-500	0,3	1	0,04	1			
Снизу-вверх	РБС-300	0,3	0,9	0,07	при количестве секций			
					2	3	4	5 и более
					1,03	1,02	1,01	1
	РБС-500	0,32	0,9	0,07	при количестве секций			
					2	3	4	5 и более
					1,055	1,035	1,02	1
Снизу-вниз	РБС-300	0,3	0,94	0,01	1			
	РБС-500	0,3	0,94	0,01	1			

**Поправочный коэффициент  $b$**

Модель радиатора	$b$ при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)							
	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
РБС-300	0,972	0,975	0,98	0,985	0,991	0,994	1	1,007
РБС-500	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	0,993	1	1,012

**Значение коэффициента  $\beta_3$**

Модель радиатора	Значение $\beta_3$ при количестве секций					
	3	4	5-7	8-10	11-12	13 и более
РБС-300	1,03	1,015	1,01	1	0,99	0,98
РБС-500	1,05	1,02	1	0,99	0,98	0,97

**Усреднённые гидравлические характеристики РБС-300 и РБС-500**

Схема движения теплоносителя	Количество секций в радиаторе	Коэффициент местного сопротивления $\zeta$ при условном диаметре подводок		Характеристика сопротивления $S \times 10^4, \text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$ , при условном диаметре подводок	
		$d_v=15 \text{ мм}$	$d_v=20 \text{ мм}$	$d_v=15 \text{ мм}$	$d_v=20 \text{ мм}$
При $M_{гр} = 360 \text{ кг/ч}$ (0,1 кг/с)					
«Сверху-вниз» и «снизу-верх»	2	1,7	2,6	2,33	1,07
	3	1,65	2,55	2,26	1,05
	4 и более	1,6	2,5	2,19	1,03
«Снизу-вниз»	5 и более	1,8	2,6	2,47	1,07
При $M_{гр} = 60 \text{ кг/ч}$ (0,017 кг/с)					
«Сверху-вниз» и «снизу-верх»	2	2,5	3,8	3,43	1,56
	3	2,3	3,5	3,15	1,44
	4 и более	2,1	3,2	2,88	1,32
«Снизу-вниз»	5 и более	2,4	3,6	3,29	1,48

**Чугунные секционные радиаторы отопления CHE. RAD**

Производитель - ОАО "Чебоксарский агрегатный завод" (ЧАЗ) изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 8690-94

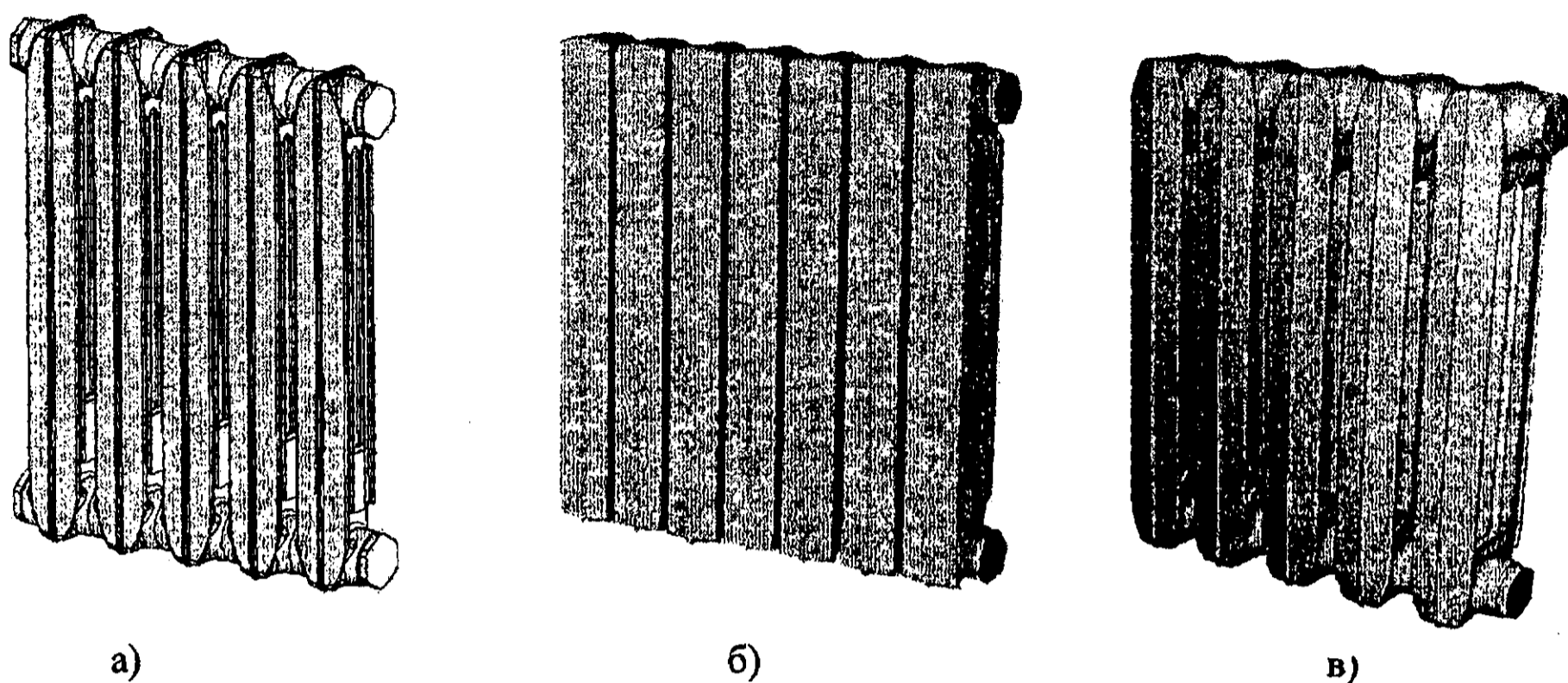


Рис. 5 Общий вид чугунных радиаторов:  
а) одноканальный ЧМ1; б) двухканальный ЧМ2; в) трехканальный ЧМ3

Пример условного обозначения чугунного радиатора с одноканальными секциями глубиной 70 мм монтажной высотой 300 мм, максимальным рабочим избыточным давлением теплоносителя 1,2 МПа, с количеством секций 9: Радиатор ЧМ1-70-300-1,2-9 ГОСТ 8690-94.

**Основные технические характеристики секций чугунных секционных радиаторов серии ЧМ**

Параметр	Обозначение					
	ЧМ1-70-300	ЧМ1-70-500	ЧМ2-100-300	ЧМ2-100-500	ЧМ3-120-300	ЧМ3-120-500
Тип секции	Одноканальная прямоугольная		Двухканальная прямоугольная		Трехканальная прямоугольная	
Масса секции, кг	3,3	4,8	4,5	6,3	4,8	7,0
Емкость 1 секции, л	0,66	0,9	0,7	0,95	0,95	1,38
Площадь поверхности нагрева 1 секции $f$ , м <sup>2</sup>	0,103	0,165	0,148	0,207	0,155	0,246
Номинальный тепловой поток 1 секции $q_{10}$ , кВт	0,075	0,110	0,1009	0,1426	0,1083	0,1568
- монтажная высота приборов Н, мм	300	500	300	500	300	500
- высота Н <sub>1</sub> , мм	370	570	372	572	370	570
- глубина, мм	70	70	100	100	120	120
- ширина секции, мм	80	80	80	80	90	90

**Значения коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$**

Модель радиатора	$\beta_1$	$\beta_2$	
		У наружной стены	У наружного остекления
ЧМ-300	1,01	1,02	1,07
ЧМ-500	1,02		

Усреднённые значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициента  $c$  при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах серии ЧМ

Схема движения теплоносителя	Значения показателей для радиаторов					
	ЧМ1-70-300, ЧМ2-100-300, ЧМ3-120-300			ЧМ1-70-500, ЧМ2-100-500, ЧМ3-120-500		
	$n$	$m$	$c$	$n$	$m$	$c$
«Сверху-вниз»	0,3	0	1	0,3	0	1
«Снизу-вверх»	0,33	0,05	0,9	0,33	0,05	0,91
«Снизу-вниз»	0,3	0	0,95	0,3	0	0,95

Усреднённые значения поправочного коэффициента  $b$

Атмосферное давление	ГПа	920	933	947	960	973	987	1000	1013,3	1040
	ммрт.ст	690	700	710	720	730	740	750	760	780
$b$		0,959	0,965	0,970	0,976	0,982	0,988	0,994	1	1,011

Усреднённые значения коэффициента  $\beta_3$ , учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток

Тип радиатора	Значения $\beta_3$ при количестве секций в радиаторе						
	3	4	5-6	7-8	9-12	13-18	19-22
ЧМ1-70-300 ЧМ2-100-300 ЧМ3-120-300	1,03	1,02	1,015	1,01	1	0,99	0,97
ЧМ1-70-500 ЧМ2-100-500 ЧМ3-120-500	1,035	1,025	1,015	1	0,99	0,98	0,96

Усреднённые значения поправочного коэффициента  $p$

Тип радиатора	при количестве секций в радиаторе и движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»				по схеме «сверху-вниз»
	3	4	5	6 и более	
ЧМ1-70-300 ЧМ2-100-300 ЧМ3-120-300	1,03	1,015	1,01	1	1
ЧМ1-70-500 ЧМ2-100-500 ЧМ3-120-500	1,02	1,01	1,005	1	1

$\varphi_2 = c \cdot (G_{np}/360)^m$  - при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» для всех типоразмеров радиаторов  $\varphi_2 = 1$ ; при движении теплоносителя «снизу-вниз» -  $\varphi_2 = 0,95$ .

При гидравлическом расчете радиаторов серии ЧМ коэффициент сопротивления принимаем соответственно  $\zeta = 1,5 \dots 1,8$ .

**Стальные настенные отопительные  
конвекторы с кожухом «Универсал ТБ»  
(производитель – ОАО «САНТЕХПРОМ», г.Москва)**

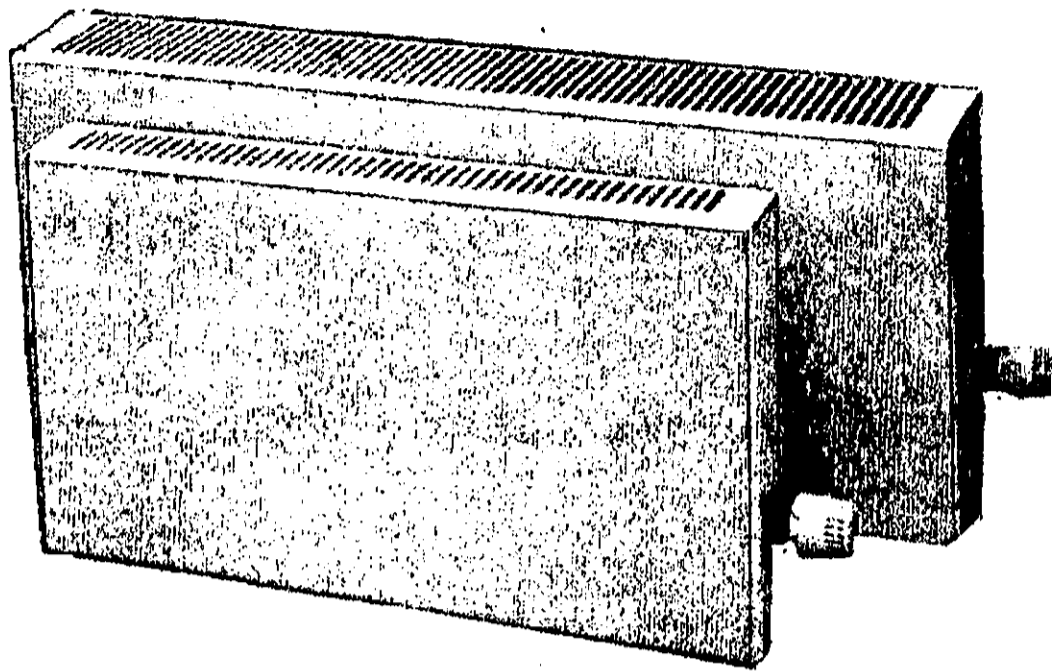


Рис. 6. Конвектор КСК

**Номенклатура, тепловой поток и размеры конвекторов  
малой глубины «Универсал ТБ»**

Обозначение конвектора		Монтажный №	Номинальный тепловой поток, $Q_{\text{тп}}$ , кВт	Объем воды в конвекторе, $V$ , л	Площадь поверхности нагрева, $F$ , $\text{м}^2$	Размеры, мм					Масса (с кронштейнами), справочная, кг	
концевых	проходных					Длина кожуха, $L$	Длина элемента по оребрению $L_1$	Общая длина конвектора $L_2$		Шаг пластин оребрения, $L_3$	Концевой	Проходной
								концевых	проходных			
КСК 20-0,4 К	КСК 20-0,4 П	У1	0,400	0,5	0,972	646	468	758	813	12	8,2	8,3
КСК 20-0,479 К	КСК 20-0,479 П	У2	0,479	0,57	1,159	742	564	854	909	12	9,2	9,3
КСК 20-0,655 К	КСК 20-0,655 П	У3	0,655	0,5	2,075	646	540	758	813	6	10,5	10,6
КСК 20-0,787 К	КСК 20-0,787 П	У4	0,787	0,57	2,433	742	636	854	909	6	11,8	11,9
КСК 20-0,918 К	КСК 20-0,918 П	У5	0,918	0,64	2,836	838	744	950	1005	6	13,3	13,4
КСК 20-1,049 К	КСК 20-1,049 П	У6	1,049	0,7	3,194	934	840	1046	1101	6	14,7	14,8
КСК 20-1,18 К	КСК 20-1,18 П	У7	1,18	0,77	3,552	1030	936	1142	1197	6	16,1	16,2
КСК 20-1,311 К	КСК 20-1,311 П	У8	1,311	0,84	3,91	1126	1032	1238	1293	6	17,5	17,6
КСК 20-1,442 К	КСК 20-1,442 П	У9	1,442	0,91	4,268	1222	1128	1334	1389	6	18,9	19,0
КСК 20-1,573 К	КСК 20-1,573 П	У10	1,573	0,98	4,648	1318	1230	1430	1485	6	20,3	20,4
КСК 20-1,704 К	КСК 20-1,704 П	У11	1,704	1,04	5,006	1414	1326	1526	1581	6	21,7	21,8
КСК 20-1,835 К	КСК 20-1,835 П	У12	1,835	1,11	5,364	1510	1422	1622	1677	6	23,1	23,2
КСК 20-1,966 К	КСК 20-1,966 П	У13	1,966	1,18	5,744	1606	1524	1718	1773	6	24,5	24,6

### Номенклатура, тепловой поток и размеры конвекторов средней глубины «Универсал ТБ-С»

Обозначение конвектора		Монтажный №	Номинальный тепловой поток $Q_{тр}$ , кВт	Объем воды в конвекторе, $V$ , л	Площадь поверхности нагрева, $F$ , м <sup>2</sup>	Размеры, мм					Масса (с кронштейнами),	
концевых	проходных					Дли-на кожуха, $L$	Длина элемента по ребрению $L_1$	Общая длина конвектора $L_2$		Шаг пластин ребрения, $L_3$	Концевой	Проходной
								концевых	проходных			
КСК 20-0,7 К	КСК 20-0,7 П	У14А	0,700	0,88'	1,61	601	396	713	768	12	11,8	13,5
КСК 20-0,85 К	КСК 20-0,85 П	У15А	0,850	1,02	1,97	697	492	809	864	12	13,5	15,2
КСК 20-1,0 К	КСК 20-1,0 П	У16А	1,000	1,15	2,33	793	588	905	960	12	15,2	16,9
КСК 20-1,226 К	КСК 20-1,226 П	У14	1,226	1,09	4,381	793	594	905	912	6	19,4	20,6
КСК 20-1,348 К	КСК 20-1,348 П	У15	1,348	1,15	4,725	841	642	953	960	6	20,6	21,8
КСК 20-1,471 К	КСК 20-1,471 П	У16	1,471	1,22	5,069	889	690	1001	1008	6	21,8	23,0
КСК 20-1,593 К	КСК 20-1,593 П	У17	1,593	1,29	5,413	937	738	1049	1056	6	23,0	24,2
КСК 20-1,716 К	КСК 20-1,716 П	У18	1,716	1,36	5,757	985	786	1097	1104	6	24,2	25,4
КСК 20-1,838 К	КСК 20-1,838 П	У19	1,838	1,42	6,101	1033	834	1145	1152	6	25,4	26,6
КСК 20-1,961 К	КСК 20-1,961 П	У20	1,961	1,49	6,445	1081	882	1193	1200	6	26,6	27,8
КСК 20-2,083 К	КСК 20-2,083 П	У21	2,083	1,56	6,789	1129	930	1241	1248	6	27,8	29,0
КСК 20-2,206 К	КСК 20-2,206 П	У22	2,206	1,63	7,133	1177	978	1289	1296	6	29,0	30,2
КСК 20-2,328 К	КСК 20-2,328 П	У23	2,328	1,7	7,477	1225	1026	1337	1344	6	30,2	31,4

Значение коэффициента  $c$  и показателей степеней  $m$ ,  $n$  при различных расходах теплоносителя

Пределы расхода теплоносителя $G_{пр}$		$c$	$m$	$n$
кг/с	кг/ч			
0,0261-0,15	94-540	1	0,07	0,3
0,00417-0,0261	15-94	0,91	0	0,3

Значение коэффициента  $\beta_1$  и  $\beta_2$

$\beta_1$	$\beta_2$	
1,025	конвекторы малой глубины	конвекторы средней глубины
	1,02	1,015

Поправочный коэффициент  $b$ , с помощью которого учитывается влияние расчетного атмосферного давления воздуха на тепловой поток конвектора

Атмосферное давление	гПа	920	933	947	960	973	987	1000	1013,3	1040
	мм рт.ст	690	700	710	720	730	740	750	760	780
$b$		0,947	0,954	0,961	0,968	0,975	0,983	0,992	1	1,015

Безразмерный коэффициент  $p$  при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» по сравнению с нормированной схемой движения «сверху-вниз» ( $p = 1 - 0,002\Delta t_{пр}$ ). При перепаде температур в нагревательном элементе конвектора меньше  $5^\circ\text{C}$  можно принять равным 1.



Гидравлические характеристики конвекторов  
малой глубины «Универсал ТБ» при подводках  $d_y=20$  мм  
и расходе теплоносителя через прибор 0,1 кг/с (360 кг/ч)

Тип конвектора		Коэффициент местного сопротивления $\zeta$ при условном диаметре подводок		Характеристика сопротивления $S_{\text{нп}} \times 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup>	
Концевой	Проходной	Концевой	Проходной	Концевой	Проходной
КСК20-0,4 К	КСК20-0,4 П	4,6	1,38	1,895	0,57
КСК20-0,479 К	КСК20-0,479 П	5,0	1,55	2,04	0,64
КСК20-0,655 К	КСК20-0,655 П	4,6	1,38	1,895	0,57
КСК20-0,787 К	КСК20-0,787 П	5,0	1,55	2,04	0,64
КСК20-0,918 К	КСК20-0,918 П	5,3	1,72	2,18	0,71
КСК20-1,049 К	КСК20-1,049 П	5,63	1,89	2,32	0,78
КСК20-1,18 К	КСК20-1,18 П	5,97	2,06	2,46	0,85
КСК20-1,311 К	КСК20-1,311 П	6,33	2,23	2,61	0,92
КСК20-1,442 К	КСК20-1,442 П	6,67	2,42	2,75	0,995
КСК20-1,573 К	КСК20-1,573 П	7,0	2,6	2,89	1,07
КСК20-1,704 К	КСК20-1,704 П	7,35	2,77	3,03	1,14
КСК20-1,835 К	КСК20-1,835 П	7,72	2,94	3,18	1,21
КСК20-1,966 К	КСК20-1,966 П	8,06	3,12	3,32	1,28

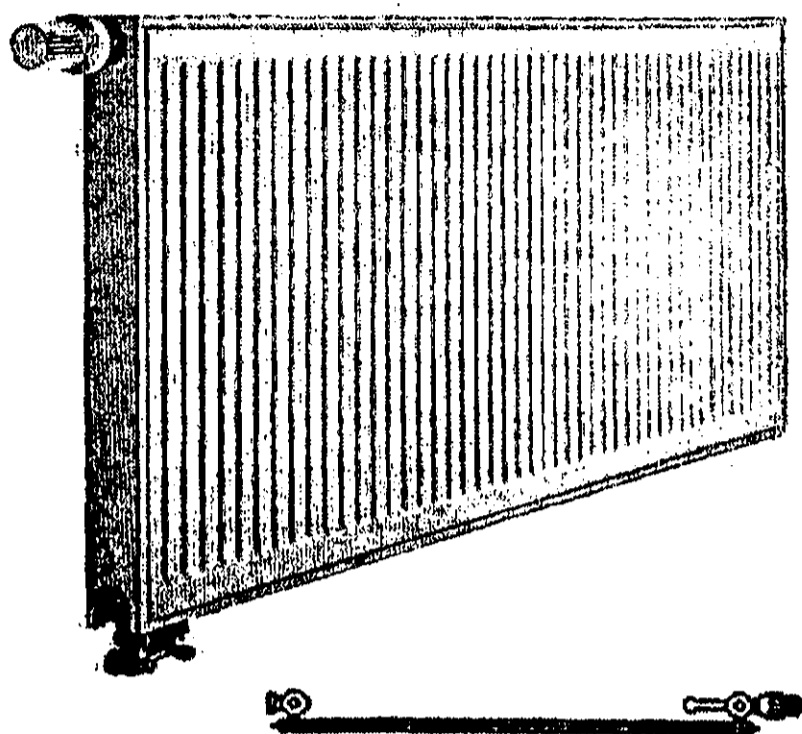
Гидравлические характеристики конвекторов  
средней глубины «Универсал ТБ-С» при подводках  $d_y=20$  мм  
и расходе теплоносителя через прибор 0,1 кг/с (360 кг/ч)

Тип конвектора		Коэффициент местного сопротивления $\zeta$ при условном диаметре подводок		Характеристика сопротивления $S_{\text{нп}} \times 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup>	
Концевой	Проходной	Концевой	Проходной	Концевой	Проходной
КСК20-0,7 К	КСК20-0,7 П	10,95	2,45	4,58	1,01
КСК20-0,85 К	КСК20-0,85 П	11,82	2,48	4,87	1,02
КСК20-1,0 К	КСК20-1,0 П	12,5	2,5	5,15	1,03
КСК20-1,226 К	КСК20-1,226 П	12,5	2,5	5,15	1,03
КСК20-1,348 К	КСК20-1,348 П	12,84	2,52	5,29	1,04
КСК20-1,471 К	КСК20-1,471 П	13,20	2,55	5,44	1,05
КСК20-1,593 К	КСК20-1,593 П	13,54	2,57	5,58	1,06
КСК20-1,716 К	КСК20-1,716 П	13,88	2,6	5,72	1,07
КСК20-1,838 К	КСК20-1,838 П	14,22	2,62	5,86	1,08
КСК20-1,961 К	КСК20-1,961 П	14,59	2,65	6,01	1,09
КСК20-2,083 К	КСК20-2,083 П	14,93	2,67	6,15	1,10
КСК20-2,206 К	КСК20-2,206 П	15,27	2,69	6,29	1,11
КСК20-2,328 К	КСК20-2,328 П	15,61	2,72	6,43	1,12

Гидравлические характеристики конвекторов при расходах теплоносителя меньших 0,025 кг/с (90 кг/ч) возрастают в среднем на 25 %

## Стальные панельные радиаторы «KERMI GmbH» (производство Германия)

Рис.7. Панельный радиатор «Kermi»



По глубине и исполнению радиаторы обозначаются согласно принятой в Европе практике:

**тип 10** (FLO 10, PLO 10, FLV 10 и PLO 10) – однорядный, без оребрения и боковых стенок общей глубиной 46 мм (FLO 10 и FLV 10) или 48 мм (PLO 10 и PLV 10);

**тип 11** – однорядный, с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели. Глубиной 59 мм;

**тип 12** – двухрядный с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной панели, глубиной 64 мм;

**тип 21** – двухрядный, с одним рядом конвективного оребрения (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями) глубиной 100 мм;

**тип 22** – двухрядный с двумя рядами конвективного оребрения, глубиной 100 мм;

**тип 33** – трёхрядный с тремя рядами конвективного оребрения между панелями, глубиной 155 мм.

С учётом типа краски рекомендуемая максимальная температура теплоносителя 110°C.

### Номенклатура и технические характеристики стальных панельных радиаторов «Profil-Kompakt» (FKO) фирмы «Kermi» высотой 500 мм

Условное обозначение радиатора FKO	Номинальный тепловой поток $Q_{пу}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Объём воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
11-05-04	534	500	400	6,41	1,56	1,08
11-05-05	668		500	7,97	1,98	1,35
11-05-06	801		600	9,54	2,39	1,62
11-05-07	935		700	11,11	2,81	1,89
11-05-08	1068		800	12,67	3,22	2,16
11-05-09	1202		900	14,24	3,64	2,43
11-05-10	1335		1000	15,81	4,06	2,7
11-05-12	1602		1200	18,94	4,89	3,24
11-05-14	1869		1400	22,07	5,72	3,78
11-05-16	2136		1600	25,2	6,55	4,32
11-05-18	2403		1800	28,33	7,38	4,86
11-05-20	2670		2000	31,46	8,21	5,4
11-05-23	3070		2300	36,16	9,46	6,21
11-05-26	3471		2600	40,86	10,71	7,02
11-05-30	4005		3000	47,13	12,37	8,1
12-05-04	668		500	400	10,5	1,63
12-05-05	835	500		12,9	2,07	2,7

Продолжение приложения 9

12-05-06	1002	500	600	15,3	2,5	3,24
12-05-07	1169		700	17,7	2,89	3,78
12-05-08	1336		800	20,1	3,36	4,32
12-05-09	1503		900	22,5	3,79	4,86
12-05-10	1670		1000	24,9	4,22	5,4
12-05-12	2004		1200	29,7	5,09	6,48
12-05-14	2338		1400	34,5	5,95	7,56
12-05-16	2672		1600	39,3	6,81	8,64
12-05-18	3006		1800	44,1	7,68	9,72
12-05-20	3340		2000	48,9	8,54	10,8
12-05-23	3841		2300	56,1	9,83	12,42
12-05-26	4342		2600	63,3	11,3	14,04
12-05-30	5010	3000	72,9	12,86	16,2	
22-05-04	900	500	400	12,95	2,32	2,16
22-05-05	1125		500	15,0	2,96	2,7
22-05-06	1350		600	17,76	3,59	3,24
22-05-07	1575		700	20,51	4,22	3,78
22-05-08	1800		800	23,27	4,85	4,32
22-05-09	2025		900	26,02	5,49	4,86
22-05-10	2250		1000	28,78	6,12	5,4
22-05-12	2700		1200	34,29	7,38	6,48
22-05-14	3150		1400	39,8	8,65	7,56
22-05-16	3600		1600	45,31	9,91	8,64
22-05-18	4050		1800	50,82	11,18	9,72
22-05-20	4500		2000	56,33	12,44	10,8
22-05-23	5175	2300	64,59	14,34	12,42	
22-05-26	5850	2600	72,86	16,24	14,04	
22-05-30	6750	3000	83,88	18,77	16,2	
33-05-04	1270	500	400	18,26	3,49	3,24
33-05-05	1588		500	22,47	4,44	4,05
33-05-06	1905		600	26,69	5,39	4,86
33-05-07	2222		700	30,90	6,33	5,67
33-05-08	2540		800	35,12	7,28	6,48
33-05-09	2858		900	39,33	8,23	7,29
33-05-10	3175		1000	43,55	9,18	8,1
33-05-12	3810		1200	51,98	11,08	9,72
33-05-14	4445		1400	60,41	12,98	11,34
33-05-16	5080		1600	68,84	14,87	12,96
33-05-18	5715		1800	77,27	16,77	14,58
33-05-20	6350		2000	85,70	18,67	16,2
33-05-23	7302	2300	98,35	21,52	18,63	
33-05-26	8255	2600	110,99	24,36	21,06	
33-05-30	9525	3000	127,85	28,16	24,3	

### Значения поправочного коэффициента $b$

Типы радиаторов	S	$b$ при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)							
		933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
11	0,35	0,968	0,974	0,979	0,984	0,99	0,995	1	1,01
12, 22	0,25	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33	0,15	0,958	0,966	0,972	0,979	0,986	0,993	1	1,013

Примечание: S – лучистая (радиационная) составляющая теплового потока панельного радиатора.

Усреднённые значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициентов  $c$ ,  $p$  при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя $M_{гр}$		$n$	$c$	$m$	$p$
	кг/с	кг/ч				
Сверху-вниз	0,015-0,15	54-540	0,3	1	0	1
Снизу-вверх	0,015-0,15	54-540	0,33	0,78	0,1	1
Снизу-вниз	0,015-0,1	54-360	0,28	0,96	0	1

Значения поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	Средний номенклатурный шаг, кВт	$\beta_1$	$\beta_2$	
				При установке у наружной стены	При установке у наружного остекления
11	500	0,167	1,036	1,03	1,08
	600	0,196	1,051		
12	500	0,209	1,078	1,02	1,06
	600	0,243	1,084		
22	300	1,188	1,047	1,015	1,04
	400	0,236	1,078		
	500	0,281	1,115		
	600	0,328	1,18		
33	500	0,387	1,22	1,01	1,02
	600	0,457	1,28		

При использовании теплоизолированных защитных экранов можно принимать  $\beta_2=1$ .

Усреднённые гидравлические характеристики стальных панельных радиаторов «Profil-Kompakt», «Plan-Kompakt» и «Plan-Hygiene» при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм

Типы радиаторов	Коэффициент местного сопротивления $\zeta_{ну}$ при расходе теплоносителя через прибор $G_{гр}$		Характеристика сопротивления $S_{ну} \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , при расходе теплоносителя через прибор $G_{гр}$	
	60 кг/ч	360 кг/ч	60 кг/ч	360 кг/ч
10 и 11	30	24	41,1	32,88
12	16,9	13,5	23,15	18,5
20 и 22	14,4	11,5	19,73	15,76
30 и 33	13,3	11	18,22	15,07

скорость воздуха  $v$ , м/с

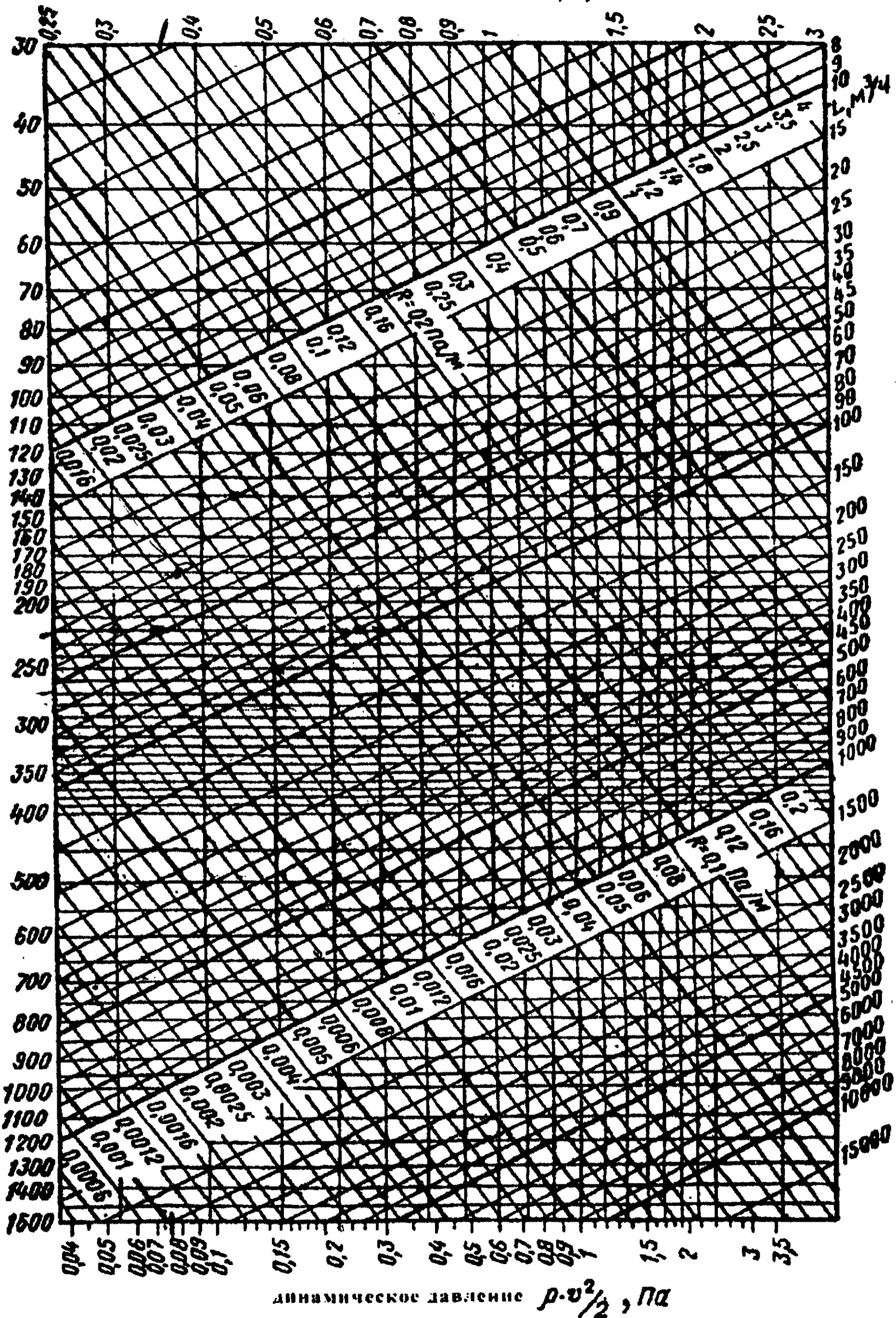


Рис.8. Номограмма для расчета круглых стальных воздуховодов

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБ СОЕСКЛІМА SUPERK® (МЕТАЛЛОПЛАСТ)**

Диаметр наружный DN	10	12	14	15,5	20	26	32	41	51	60	73	90
Размеры, мм	14 x 2	16 x 2	18 x 2	20x 2,25	25 x 2,5	32 x 3	40 x 4	50 x 4,5	63 x 6	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10
Внутренний диаметр, мм	10	12	14	15,5	20	26	32	41	51	60	73	90
Длина бухты, м	200	200/500	200	100	50	50	-	-	-	-	-	-
Длина отрезка, м	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Наружный диаметр бухты, см	80	80	80	100	120	120	-	-	-	-	-	-
Вес бухты (отрезка), г/м	92	107 (120)	125 (134)	153 (164)	210 (222)	325	508	720	1220	1780	2556	3624
Вес с водой 10 С бухты (отрезка), г/м	169	218 (231)	277 (288)	340 (351)	523 (535)	862	1320	2050	3263	4600	6741	9986
Вес бухты, кг	18,4	21,4	25,0	15,3	10,5	16,3	-	-	-	-	-	-
Вес отрезка, кг	-	0,60	0,67	0,82	1,11	1,63	2,54	3,60	6,10	8,90	12,78	18,12
Объем воды, л/м	0,078	0,113	0,153	0,19	0,314	0,531	0,803	1,320	2,042	2,826	4,185	6,362
Шероховатость, мм	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Теплопроводность, Вт/мк	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Коэффициент температурного удлинения, мм/мк	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6	2,5 x 10-6
Макс. Рабочая температура, С	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Рабочее давление, бар	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Мин. Радиус изгиба от руки 5xd, мм	70	80	90	100	125	-	-	-	-	-	-	-
Мин. Радиус изгиба с помощью пружины 4xd, мм	56	64	72	80	100	-	-	-	-	-	-	-
Мин. Радиус изгиба с помощью изгибающего приспособления, мм	55	60	60	105	105	-	-	-	-	-	-	-
Мин. Радиус изгиба с помощью гибочной установки, мм	50	55	65	75	95	125	150	180	252	-	-	-
Макс. Расстояние между креплениями, м	1,20	1,20	1,30	1,30	1,50	1,60	1,70	2,00	2,20	2,40	2,40	2,40

### Гидравлические характеристики металлопластиковых труб

Из диаграммы по данному объемному расходу графическим путем можно определить потери давления по длине трубопровода в зависимости от диаметра и скорости потока.

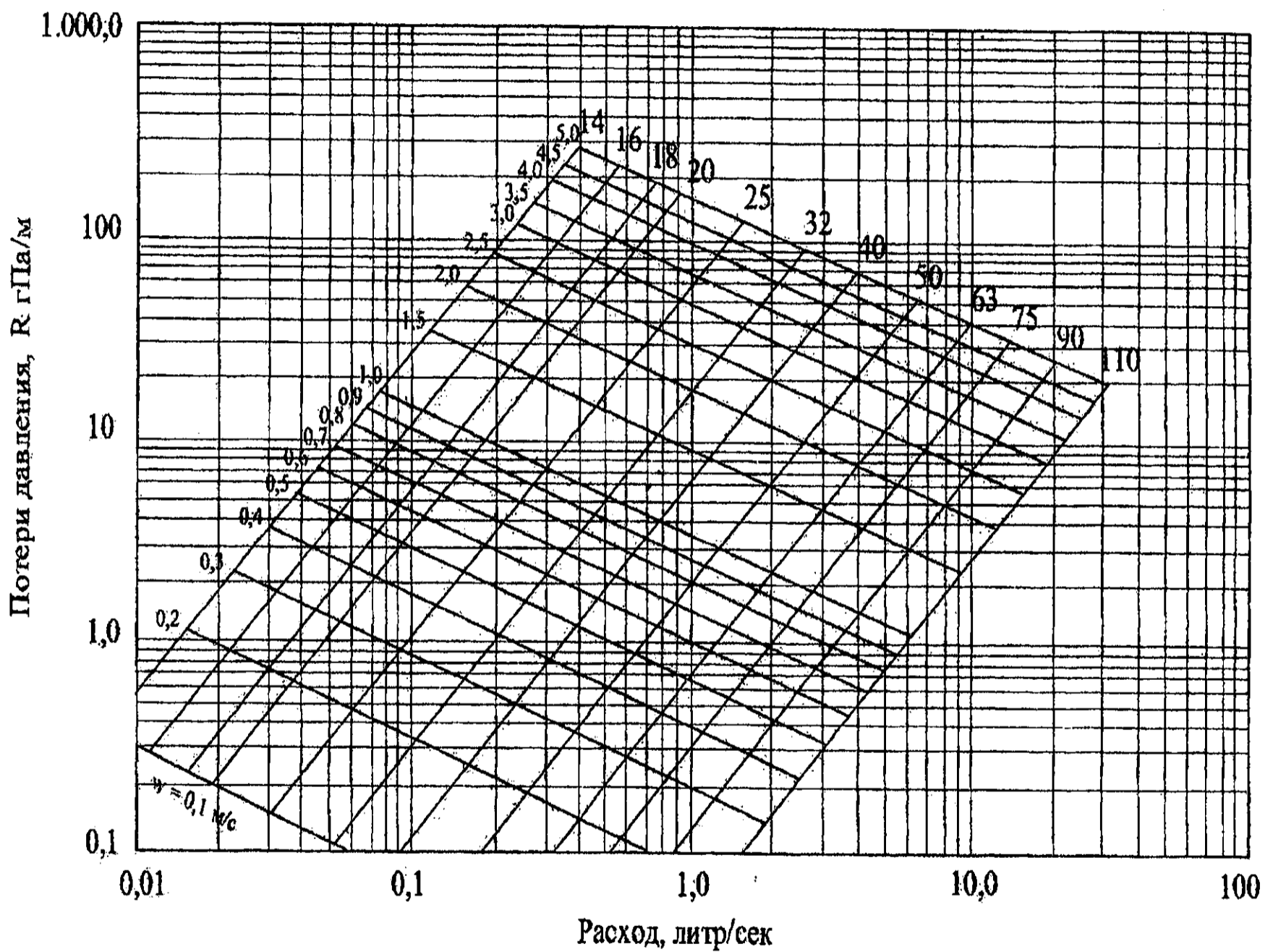
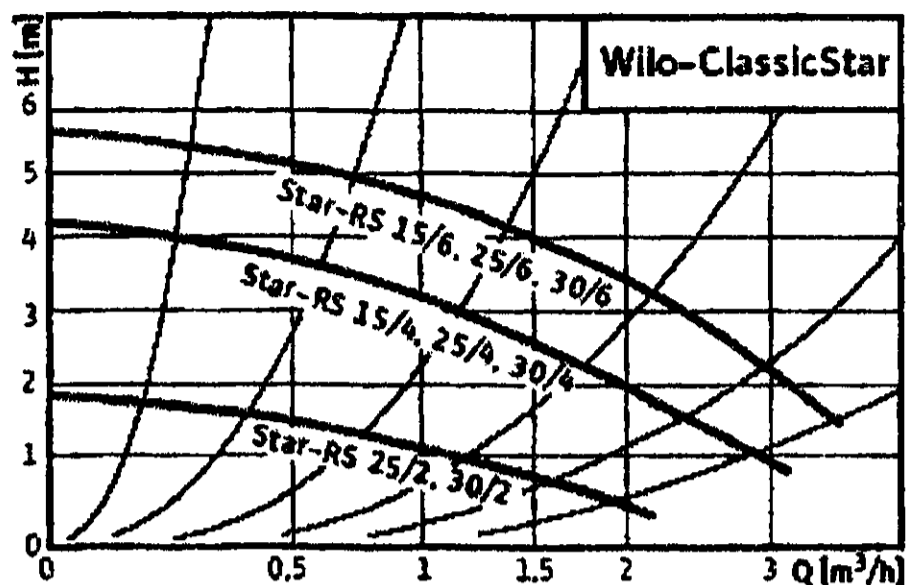
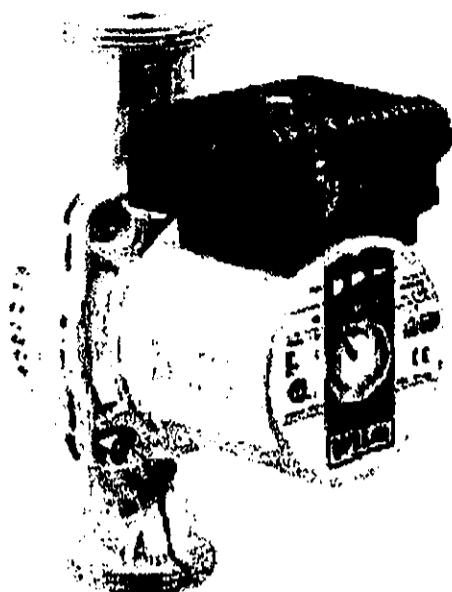


Рис. 9. Диаграмма потерь давления труб Coesklima superk® (металлопласт)

Подбор насосов

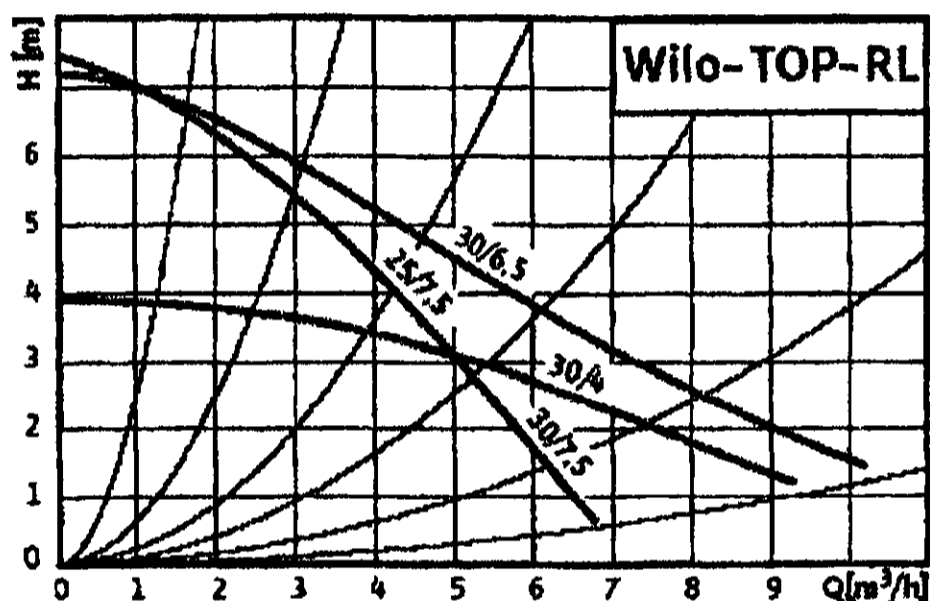
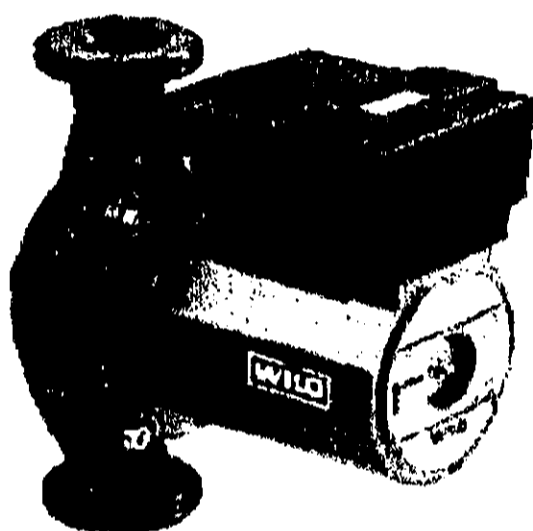
Серия Wilo-Star-RS (ClassicStar)

Рабочее поле



Серия Wilo-TOP-RL

Рабочее поле



Серия Wilo-TOP-S

Рабочее поле

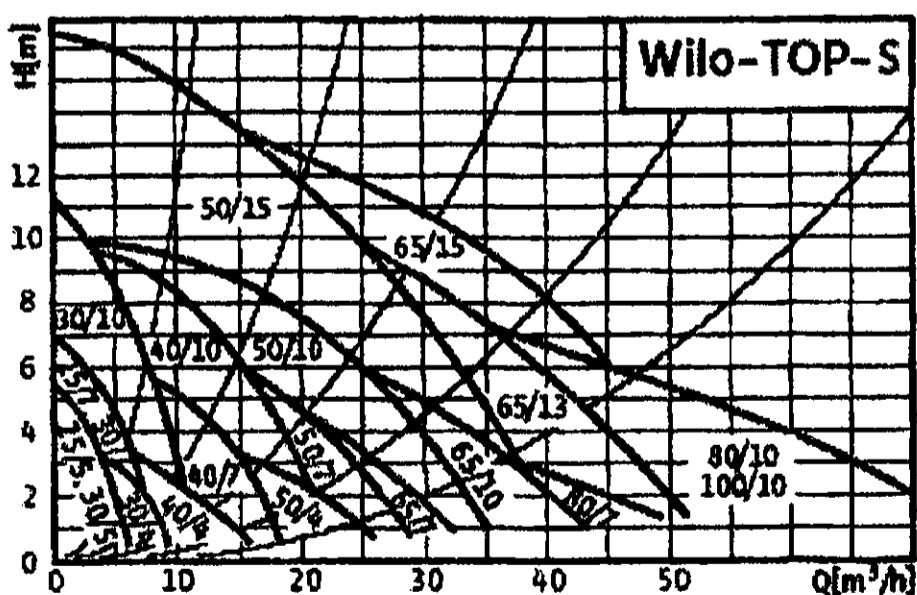
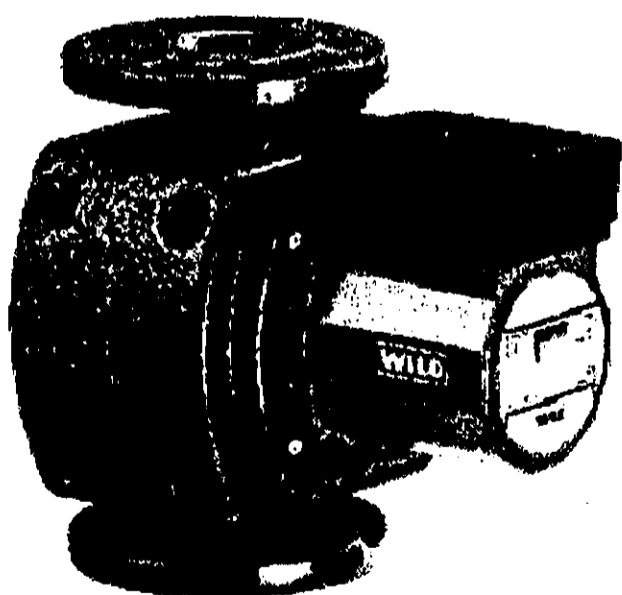


Рис. 10. Характеристики насосов фирмы Wilo

Примечание: 1 метр водного столба = 9,8 кПа.



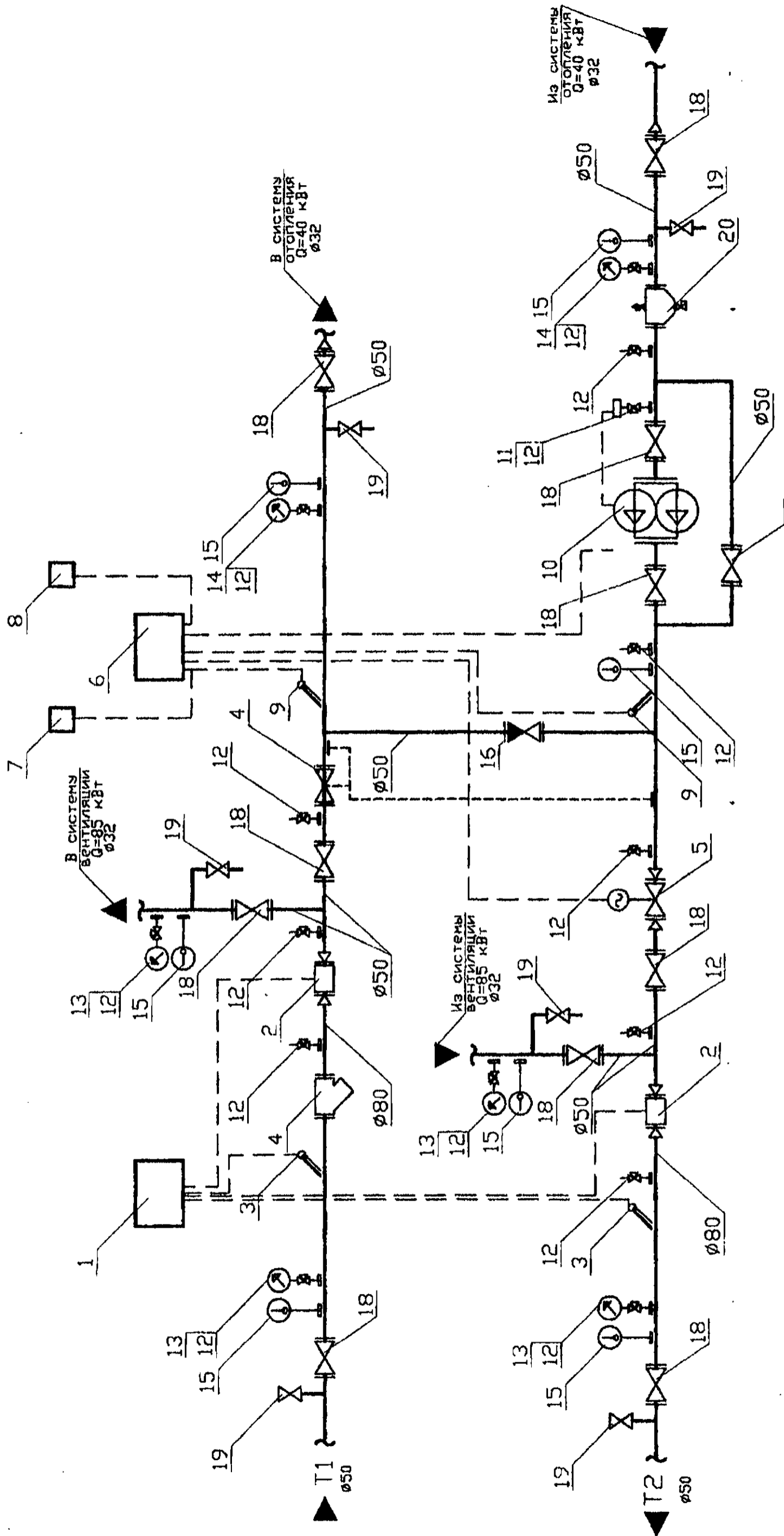


Рис.11. Схема теплового узла открытой насосной системы отопления с регулирующим клапаном Dn20

## Спецификация теплового узла

Марка, поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Приме- чание
1	ВЗЛЕТ ТСП-031	Теплосчетчик ВЗЛЕТ	1		
2	ВЗЛЕТ ЭРСВ-520Л	Преобразователь расхода Ду=15	2		
3	ВЗЛЕТ ТПС	Термопреобразователь	2		
4	Danfoss	Регулятор давления АВ-QM Ду=32	1		
5	Danfoss	Регулирующий клапан Dn20			
	VB2	с риводом AMV13(отопление)	1		
6	Danfoss ECL 200	Регулятор температуры	1		
7	Danfoss ESM-10	Датчик наружного воздуха	1		
8	Danfoss ESM-10	Датчик комнатной температуры	1		
9	Danfoss Pt-1000	Температурный датчик	2		
10	WILO	Насос циркуляционный			
	Wilo-TOP-ED 50/1-7 LON PN6/1	Q=6,38 м <sup>3</sup> /ч; H=4,8м; P=0,6кВт	1	36,5	Со шка- фом управле- ния
11	Danfoss KPI-35	Реле давления	1		
12		Отборное устройство для манометра с трехходовым краном	15		
13	МП100	Манометр	4		16 бар
14	МП100	Манометр	2		10 бар
15	Wika A-4500	Термометр биметаллический	7		120°С
16		Обратный клапан Ду50	1		
17					
18		Кран шаровый Ду50	11		
19		Кран шаровый Ду15	6		
20		Грязевик Ду32	1		

Приложение 14

РАЗМЕРЫ КАНАЛОВ ИЗ КИРПИЧА

Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>	а×в	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>	а×в
0,02	140×140	0,143	270×530
0,038	140×270	0,16	400×400
0,073	270×270	0,21	400×530
0,111	270×400	0,26	400×650

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ШЕРОХОВАТОСТИ β

Скорость движения воздуха, м/с	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	1,40	1,69
1,2	1,18	1,25	1,50	1,84

Приложение 15

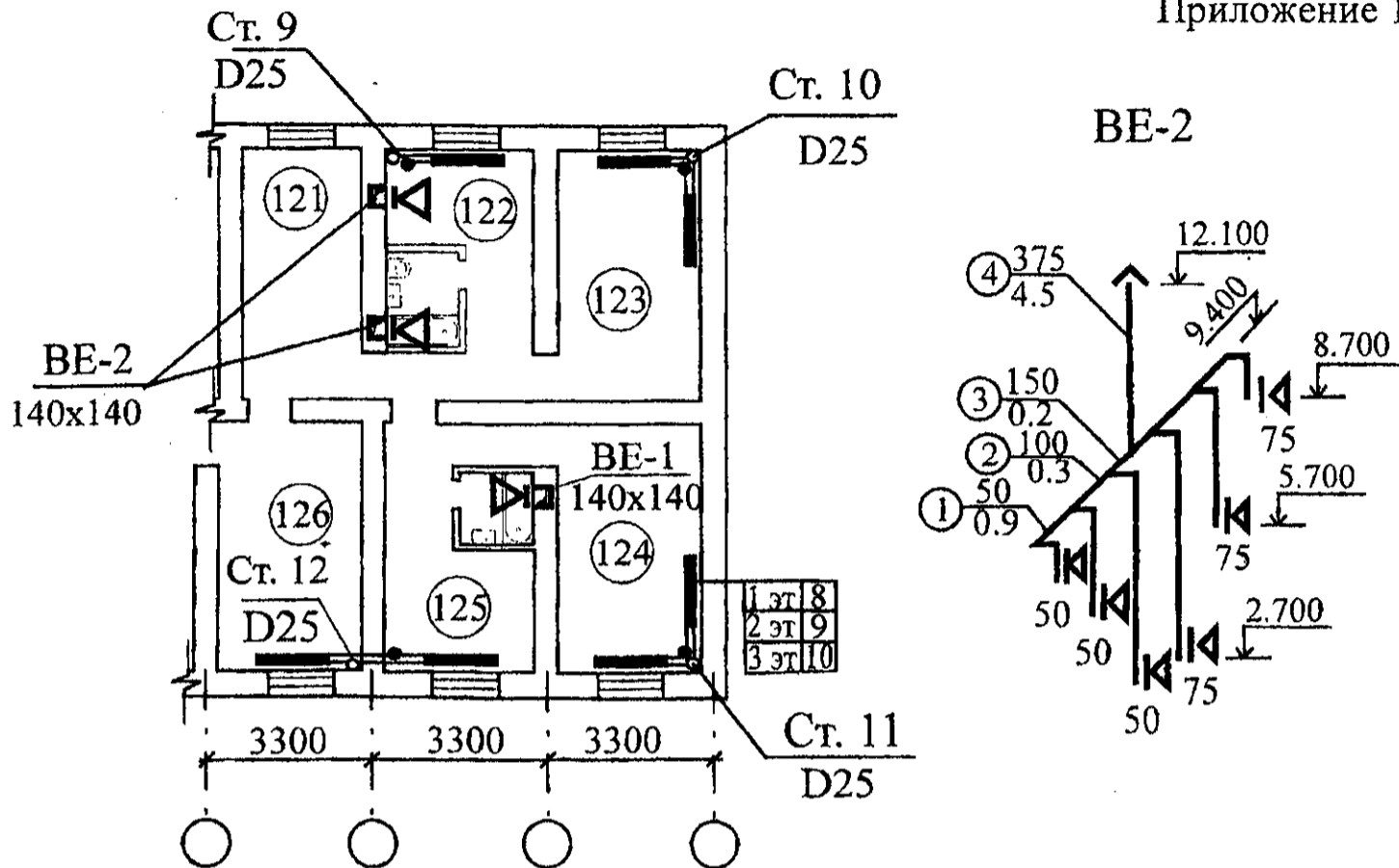
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

(в соответствии с СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»)

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Город	Ориентация фасада здания	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 t <sub>ext</sub> , °С,	Продолжительность и средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8°С	
				Продолжительность Z, сут,	Средняя температура суток t <sub>th</sub> , °С,
1	2	3	4	5	6
0	Владимир	С	-28	213	-3,5
1	Казань	В	-32	215	-5,2
2	Калининград	Ю	-19	193	1,1
3	Тайга	З	-39	235	-7,7
4	Краснодар	СВ	-19	149	2,0
5	Санкт-Петербург	СЗ	-26	220	-1,8
6	Благовещенск	ЮЗ	-34	218	-10,6
7	Астрахань	ЮВ	-23	167	-1,2
8	Братск	С	-43	249	-8,6
9	Москва	З	-28	214	-3,1

ПЛАН 1 ЭТАЖА

Приложение 16



АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ  
СХЕМА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

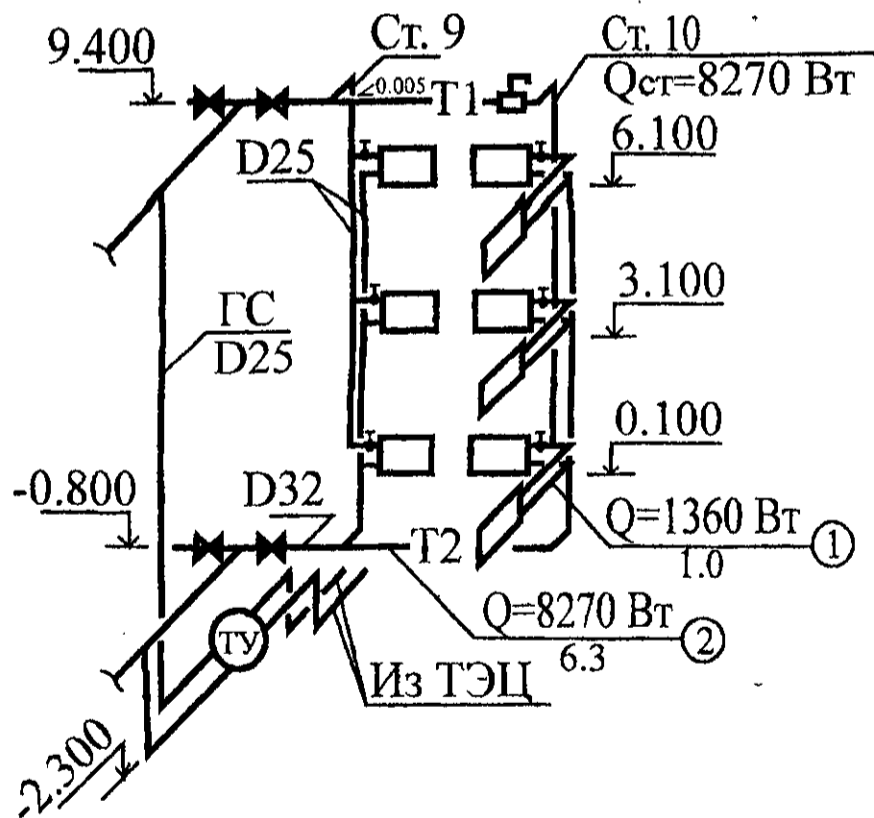


Рис.12. Пример оформления графической части

## Литература

1. Семенов В. Н. Унификация и стандартизация проектной документации для строительства. – Л.: Стройиздат, 1985.- 224с.
2. СНиП 23-01-99.Строительная климатология.-М.:Госстрой России. Стройиздат, 1983. – 136с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2004. – 64 с.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М. 2005., - 140 с.
5. СНиП 2.01.01- 82.Строительная климатология и геофизика. -М.: Стройиздат, 1983.
6. СНиП П-3-79\*. Строительная теплотехника. - М: ГП ЦПП. 1995.
7. СНиП 2.08.01-89\*. Жилые здания. - М.: ЦНИИЭП жилища, 1995.
8. Тихомиров К. В., Сергеенко Э. С. Теплотехника, теплогазо- снабжение и.вентиляция.- М.: Стройиздат, 1991. - 480 с.
9. Табунщиков Ю. А. Инженерное оборудование зданий и сооружений. - М.: Высшая школа, 1989. - 238с.
- 10.Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 1. Отопление/Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера, - М.: Стройиздат, 1990.- 344с.
11. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные. – М.:Стройиздат, 2003.-22с.
- 12.Справочник проектировщика.Внутренние санитарно-технические устройства.Ч.II.Вентиляция и кондиционирование воздуха/ Под ред.И.Г.Староверова, - М.:Стройиздат, 1990.-502с.

# ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Методические указания к курсовой и  
расчетно-графической работам  
для студентов строительных и экономических специальностей

Составители : Дымолазова Т.Г., Хабибуллин Ю.Х.

Редактор Н.Х.Михайлова

Редакционно-издательский отдел  
Казанского государственного архитектурно-строительного университета

---

Подписано в печать <i>16.10.08.</i>	Заказ <i>523.</i>	Формат 60x84/16
Бумага офсетная № 1	Тираж 200 экз.	Усл.-печ.л. <i>2,87</i>
Печать ризографическая		Уч.-изд.л. 3,0

---

Печатно-множительный отдел КГАСУ  
420043, Казань, Зеленая, 1