

Научно-техническая фирма  
ООО «ВИТАТЕРМ»

**РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по применению стальных панельных  
радиаторов «RADIK»  
*(вторая редакция)*

Москва – 2007

**Уважаемые коллеги!**

**Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию вторую расширенную редакцию рекомендаций по применению стальных панельных радиаторов «RADIK» известной чешской фирмы «KORADO».**

**Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных руководству ООО «Витатерм» на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления.**

**Авторы рекомендаций: канд. техн. наук Сасин В.И., канд. техн. наук Бершидский Г.А., инженеры Прокопенко Т.Н. и Кушнир В.Д. (под редакцией канд. техн. наук Сасина В.И.).**

**Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (495) 482–38–79, факс. (495) 482-38-67 и тел. (495) 918–58–95.**

© ООО «Витатерм» 2007

**Основные характеристики стальных панельных радиаторов «RADIK»**

Наименование показателей	Ед. измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более	МПа кгс/см <sup>2</sup>	0,87 8,7
Заводское испытательное избыточное давление	МПа кгс/см <sup>2</sup>	1,3 13
Максимальная температура теплоносителя	°С	110
Содержание кислорода в воде, не более	мкг/дм <sup>3</sup>	20
Значения рН воды: оптимальное допустимое	-	8,3 – 9,0 8,0 – 9,5
Монтажная высота приборов, представленных в «Рекомендациях»	мм	246, 346, 446, 546
Длина прибора	мм	400 – 3000
Коэффициенты местного сопротивления радиаторов «RADIK KLASIK» при подводах d <sub>y</sub> =15 мм и расходе теплоносителя через радиатор 0,1 кг/с (360 кг/ч)	-	11 – 26

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «RADIK»	4
2. Гидравлический расчёт	26
3. Тепловой расчёт	36
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	41
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «RADIK» и основные требования к их эксплуатации	43
6. Список использованной литературы	49
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	50
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	52
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	53

## 1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «RADIK»

1.1. Предлагаемая специалистам вторая расширенная редакция рекомендаций по применению стальных панельных радиаторов «RADIK» разработана Научно-технической фирмой ООО «Витатерм» на основе проведённых в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм» теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих приборов.

Радиаторы «RADIK» изготавливаются фирмой «KORADO.a.s» (Чехия).

Адрес изготовителя: Vři Hubáľku 869, 560 02 Česká Třebová, тел.: +420 465 506 422, факс: +420 465 533 126, e-mail: [info@korado.cz](mailto:info@korado.cz), Web: [www.korado.com](http://www.korado.com).

1.2. Настоящие рекомендации разработаны на базе первой редакции [1] с учётом расширения фирмой «KORADO» номенклатуры поставляемых в Россию радиаторов, в том числе новых прогрессивных модификаций.

1.3. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [1], [2], разработанной с участием ведущих специалистов проектных организаций г. Москвы (ЦНИИЭПжилища, Моспроект, МНИИТЭП и др.) и МИСИ (МГСУ), начиная с 1975 г. При разработке рекомендаций использованы проспекты фирмы-изготовителя. Цена рекомендаций договорная.

1.4. Стальные панельные радиаторы «RADIK» предназначены для применения в одноконтурных и двухконтурных насосных системах центрального и квартирного водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе с низкотемпературным теплоносителем, а также в системах отопления коттеджей.

**Для повышения эксплуатационной надёжности эти радиаторы запрещается применять в системах отопления с зависимой схемой подсоединения.** Допускается их использовать только в системах с независимой схемой подсоединения, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами. Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации ...» [3].

1.5. Все модификации радиаторов «RADIK» представляют собой отопительные приборы регистрового типа (с горизонтальными верхним и нижним коллекторами, соединёнными вертикальными каналами – колонками с шагом по длине радиатора  $33 \frac{1}{3}$  мм).

В номенклатурный ряд входят следующие радиаторы: номинальной высотой **H** 300, 400, 500, 600 и 900 мм, длиной **L** от 400 до 1200 мм с шагом 100 мм, свыше 1200 до 2000 мм с шагом 200 мм, а также длиной 2300, 2600 и 3000 мм.

Реальная высота радиаторов приблизительно на 5 мм больше номинальной за счёт высоты воздуховыпускной решётки и загибов боковых стенок.


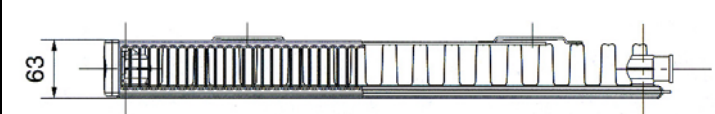


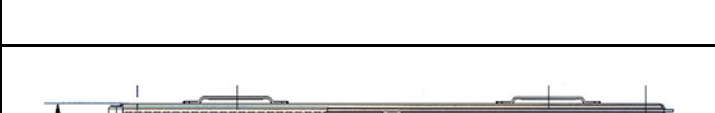

Монтажная высота радиаторов **H<sub>м</sub>** на 54 мм меньше номинальной высоты **H**.

Различная теплоплотность радиаторов помимо высоты обеспечивается также выпуском нескольких моделей с разным количеством рядов панелей (от 1 до 3) и П-образного вертикального оребрения (от 0 до 3) по глубине радиаторов (табл. 1.1).

1.6. Радиаторы изготавливаются из высококачественной холоднокатаной стали толщиной 1,25 мм. По контуру панели сварены сплошным швом, между колонками – точечной сваркой. П-образное оребрение толщиной 0,5 мм приварено точечной сваркой непосредственно к вертикальным каналам, предназначенным для прохода теплоносителя.

Радиаторы всех типов, кроме модификаций «RADIK HYGIENA», поставляются с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой.

**Таблица 1.1. Типы радиаторов «RADIK» и их обозначения**

Эскиз радиатора	Характеристика типоразмера
	<b>тип 10</b> – однорядный по глубине без конвективного оребрения
	<b>тип 11</b> – однорядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения)
	<b>тип 20</b> – двухрядный по глубине без конвективного оребрения
	<b>тип 21</b> – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями)
	<b>тип 22</b> – двухрядный по глубине с двумя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями и приваренного к каждой панели (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между панелями)
	<b>тип 33</b> – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения)

**Примечания.**

1. На рисунках в табл. 1.1 схематично показаны радиаторы «RADIK KLASIK», однако обозначения типов радиаторов относятся ко всем их модификациям.

2. Радиаторы «RADIK HYGIENA» выпускаются без оребрения, воздуховыпускной решётки и боковых стенок; тип 20 заменён на 20S глубиной 102 мм.

1.7. Гамма стальных панельных радиаторов «RADIK» (представленная в табл. 1.2) характеризуется широчайшей номенклатурой, по своему разнообразию превосходящей аналогичную продукцию других фирм, поставляемую на

российский рынок. Она соответствует требованиям современного дизайна, а также ГОСТ 31311 [4] и стандарта АВОК 4.22-2006 [5].

Таблица 1.2. Номенклатура радиаторов «RADIK»

Наименование модели	Типы радиаторов	Высота, мм	Длина, мм	Наличие боковых стенок и решётки	Наличие встроенного термостата	Наличие крепёжных скоб	Схемы подключения теплопроводов системы отопления
«RADIK KLASIK»	10, 11, 20, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 3000	есть	нет	есть	
«RADIK PLAN KLASIK»	11, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 2000	есть	нет	есть	
«RADIK HYGIENE»	10, 20S, 30	303, 503, 603, 903	404 – 2004	нет	нет	есть	
«RADIK VK»	10, 11, 20, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 3000	есть	есть	есть	
«RADIK PLAN VK»	11, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 2000	есть	есть	есть	
«RADIK HYGIENE VK»	10, 20S, 30	303, 503, 603, 903	404 – 2004	нет	есть	есть	
«RADIK VKL»	10, 11	300, 400, 500, 600, 900	400 – 3000	есть	есть	есть	
«RADIK PLAN VKL»	11, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 2000	есть	есть	есть только у типа 11	
«RADIK VKU»	20, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 3000	есть	есть	нет	
«RADIK VKM»	10, 11, 20, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 2000	есть	есть	есть	
«RADIK PLAN VKM»	11, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 2000	есть	есть	есть	
«RADIK MM»	10, 11, 20, 21, 22, 33	300, 400, 500, 600, 900	400 – 3000	есть	нет	есть	
«RADIK KOMBI VK»	22	500, 600	800 – 1600	есть	есть	есть	





Номенклатура радиаторов «**RADIK**» включает следующие основные модификации:

- «**KLASIK**» (рис. 1.1а, 1.2а) – с четырьмя боковыми присоединительными патрубками;

- «**VENTIL КОМПАКТ**» (рис. 1.1б) – со встроенным корпусом терморегулирующего клапана (термостата) и дополнительными донными патрубками (всего 6 патрубков – 4 боковых и 2 донных).

В модификацию «**VENTIL КОМПАКТ**» входят следующие модели радиаторов:

- **VK** (рис. 1.2 б) только с правым расположением донных патрубков;

- **VKU** (рис. 1.2 в) с правым или левым расположением донных патрубков;

- **VKL** (рис. 1.2 г) только с левым расположением донных патрубков;

- **VKM** (рис. 1.2 д) с центральным расположением донных патрубков и термостатом, монтируемым в правом верхнем углу радиатора.

а)



б)



Рис. 1.1. Радиатор «**RADIK KLASIK**» (а) и «**RADIK VENTIL КОМПАКТ**» (б)

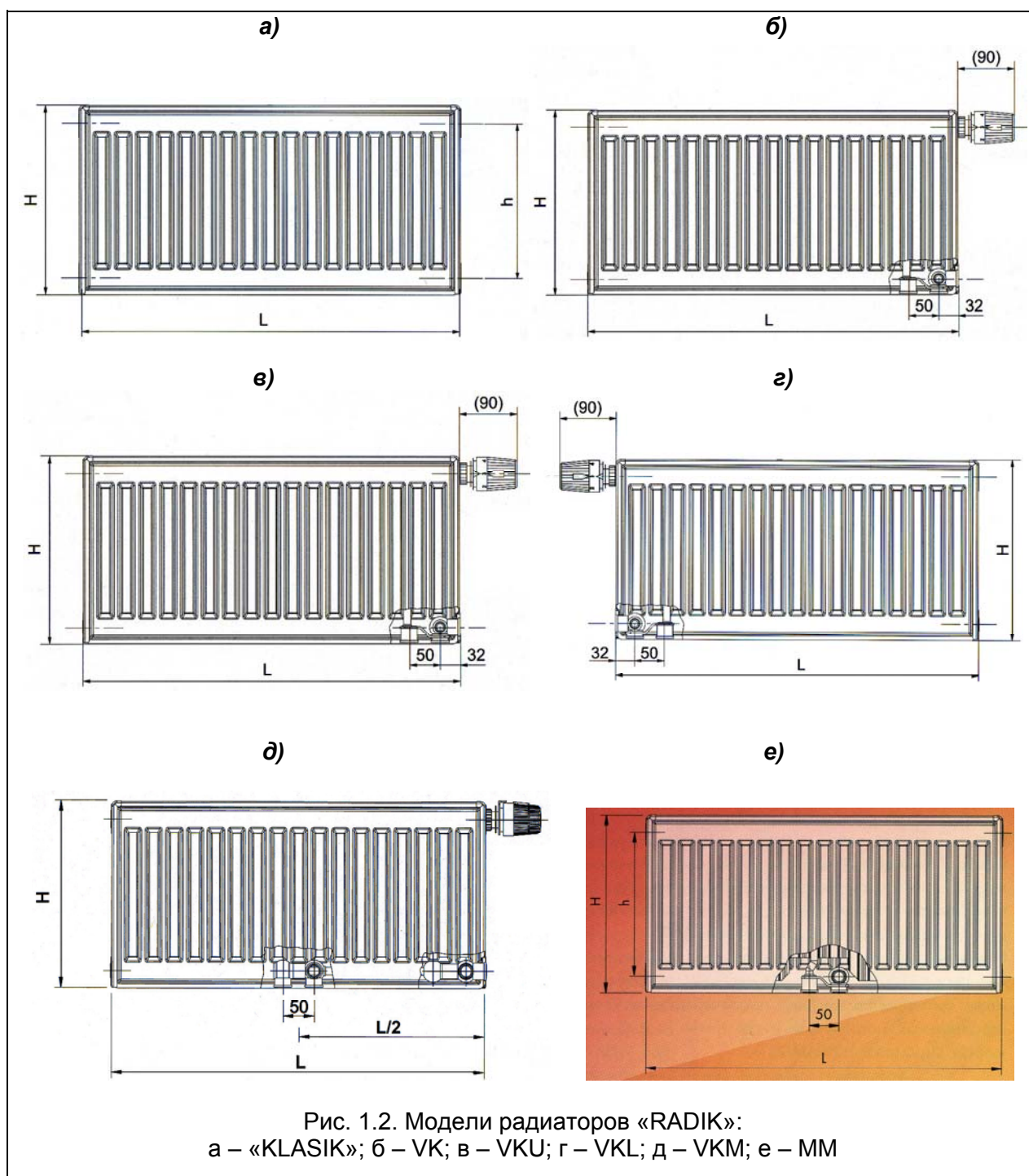
Особого внимания заслуживает новая модификация «**RADIK MM**» с возможностью донного присоединения (центральное расположение патрубков), но без встроенного термостата (рис. 1.2 е). Здесь подающий теплопровод подсоединяется к радиатору посередине верхнего коллектора, а обратный – посередине нижнего коллектора. При этом поток теплоносителя разделяется на два потока, что приводит к более равномерному прогреву поверхности радиатора практически независимо от его длины. Поэтому тепловой поток радиатора «**RADIK MM**» при длинах, превышающих 1400 мм, несколько больше, чем у радиаторов «**RADIK KLASIK**» с односторонним присоединением по схеме «сверху-вниз» и у радиаторов «**RADIK VENTIL КОМПАКТ**».

Следует обратить внимание на то, что у радиаторов «**RADIK MM**» возможно также и боковое присоединение к системе отопления. При этом у радиаторов типа 33 присоединительные патрубки расположены между средней и тыльной панелями (как и у радиаторов «**RADIK VKM**»), поэтому для типов 20, 21, 22, 33 возможно сохранить одинаковое расстояние от теплопроводов до стены.

Фирма «**KORADO**» выпускает также радиаторы «**RADIK PLAN KLASIK**» и «**RADIK PLAN VENTIL КОМПАКТ**» (модели **VK**, **VKL** и **VKM**), отличающиеся от традиционных приборов наличием с внешней стороны дополнительной декоративной гладкой панели.

Ещё одна модификация с гладкой передней панелью – «RADIK HYGIENE». Эти радиаторы применяются для отопления помещений с повышенными требованиями к гигиеничности, в т.ч. для операционных и подобных помещений медицинских учреждений. Отличительная особенность этой модификации – отсутствие конвективного оребрения (выпускаются только типы 10, 20S и 30), боковых стенок и воздуховыпускной решётки. Для повышения гигиеничности радиатор «RADIK HYGIENE» типа 20S выпускается глубиной не 66 мм, а 102 мм.

Имеется также модификация «RADIK KOMBI VK» с донным присоединением и термостатом, в которой нагревание теплоносителя при отключении радиатора от системы отопления осуществляется электронагревателем.



1.8. Радиаторы «RADIK» типов 10 и 11 всех моделей оснащены угловыми присоединительными фитингами с тыльной стороны прибора, у радиаторов остальных типов фитинги выполнены в виде тройников. Все патрубки имеют внутреннюю резьбу G ½ и расположены заподлицо с габаритами панели и боковых стенок радиатора.

Один из донных патрубков радиатора модификации «RADIK VENTIL KOMPAKT» оснащён специальной гарнитурой, включающей транзитный теплопровод, соединённый с фитингом верхнего коллектора, который является одновременно корпусом встроенного термостата. Таким образом, при подключении радиатора через донные патрубки движение теплоносителя в нём осуществляется по наиболее эффективной схеме «сверху-вниз».

Все фитинги при поставке радиаторов «RADIK» закрыты от загрязнения полимерными пробками, а корпус термостата защищён специальным колпачком.

1.9. Максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя для радиаторов «RADIK KLASIK», «RADIK VENTIL KOMPAKT» и «RADIK MM» равно **0,87 МПа (8,7 кг/см<sup>2</sup>)** при испытательном давлении не ниже **1,3 МПа (13 кг/см<sup>2</sup>)**.

Давление разрушения этих радиаторов находится в пределах 2,8 МПа.

Поэтому с учётом 2,5-кратного запаса [4, 5] максимальное рабочее избыточное давление может быть принято равным 1 МПа (10 кг/см<sup>2</sup>), если заводское испытательное давление будет повышено до 1,5 МПа (15 кг/см<sup>2</sup>). Исследования ООО «Витатерм» показали, что при этом испытательном давлении не происходит необратимых изменений внешнего вида радиаторов.

Максимальная температура теплоносителя **110°C**.

1.10. Радиаторы поставляются полностью окрашенными: сначала после обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивации осуществляют катафорезное покрытие методом окунания в водорастворимом грунте с последующим отверждением термообработкой, а затем пневмоэлектростатическим методом напыления наносят снаружи второй слой краски из эпоксиполиэфирного порошкового материала белого цвета RAL 9010 с последующей термообработкой. По специальному заказу может быть нанесено покрытие других цветов.

Радиаторы с таким покрытием не предназначены для работы в системах отопления при температуре теплоносителя выше 130°C и для установки в помещениях с агрессивной и/или влажной средой. При этом кухни, ванные комнаты, туалеты, а также места, находящиеся вне зоны попадания брызг душа, не считаются помещениями с агрессивной и /или влажной средой.

1.11. Упаковка каждого радиатора состоит из защитных картонных коробок, надеваемых сверху и снизу радиаторов, а также пластмассовых уголков, защищающих от повреждений углы радиаторов. Поверх этих элементов каждый радиатор упакован в полиэтиленовую плёнку.

1.12. Стандартная комплектация радиаторов «RADIK KLASIK» и «RADIK PLAN KLASIK» включает 1 воздухоотводчик и 1 заглушку.

Радиаторы «RADIK MM» комплектуются одним воздухоотводчиком и тремя заглушками на боковых патрубках. Кронштейны поставляются отдельно.

В комплект поставки радиаторов «RADIK VENTIL KOMPAKT» и «RADIK PLAN VENTIL KOMPAKT» входят 1 заглушка, 1 воздухоотводчик и кронштейны для крепления к стене. Радиатор, как указывалось, оснащён встроенным корпусом термостата завода «Heimeier» (для двухтрубных систем отопления) с наружной резьбой M 30x1,5 для присоединения термостатических элементов (головок), которые поставляются по отдельному заказу.

1.13. Фирмой «KORADO» разработана и выпускается широкая номенклатура крепёжных приспособлений под общим названием «KORAMONT» для настенной и напольной установки радиаторов «RADIK» (см. рис. 1.3).

Применяемость этих кронштейнов для тех или иных моделей и типов радиаторов «RADIK» показана в табл. 1.3.

Например, для настенной установки радиатора «RADIK KLASIK» типа 20 высотой 500 мм можно применять одинарные кронштейны Z-U320, Z-U300, двойной кронштейн Z-U564, компактные кронштейны Z-U553, Z-U573 или кронштейны-шурупы Z-U140, Z-U144, Z-U290. Если стена выполнена из пустотелого кирпича, следует применять кронштейны-шурупы.

Для напольной установки того же радиатора можно использовать кронштейн-подставку внешний Z-U240 или внутренний Z-U330.

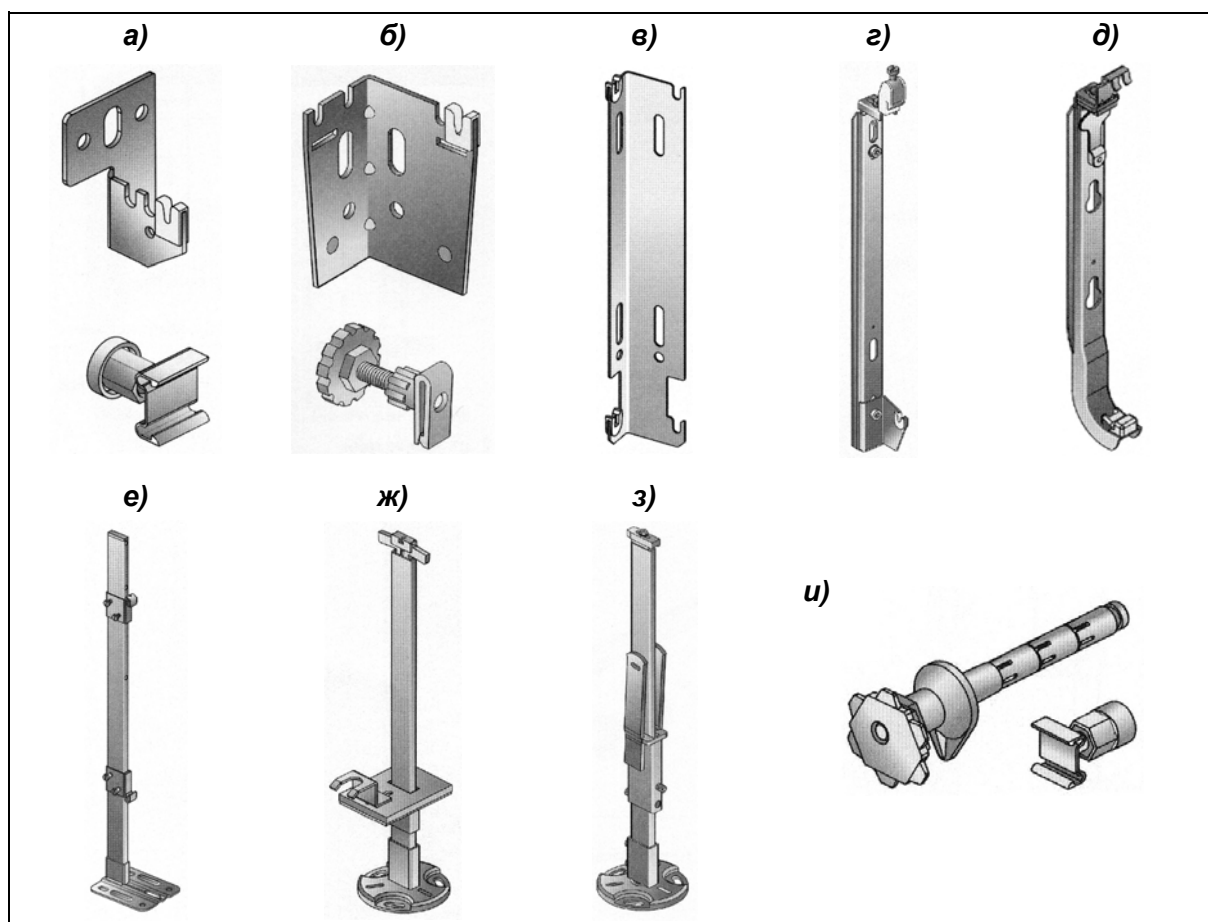


Рис. 1.3. Кронштейны для настенной и напольной установки радиаторов «RADIK»:  
 а) кронштейн настенный одинарный простой (расстояние от радиатора до стены  $D=40$  мм);  
 б) кронштейн настенный угловой ( $D=36$  мм и  $54$  мм);  
 в) кронштейн настенный двойной ( $D=36$  мм и  $43$  мм);  
 г) кронштейн компактный ( $D=43$  мм);  
 д) кронштейн компактный ПЛЮС ( $D=30$  мм);  
 е) кронштейн–подставка внешний (расстояние от радиатора до пола  $T=170-270$  мм);  
 ж) кронштейн–подставка внешний для типов 20, 21 ( $T=100-200$  мм);  
 з) кронштейн–подставка внутренний для типов 11, 22, 33 ( $T=140-200$  мм);  
 и) кронштейн–шуруп ( $D=35-100$  мм)



Таблица 1.3. Перечень крепёжной техники для панельных отопительных радиаторов RADIK

Тип кронштейна	Высота Н, мм	Код для заказа	Модель и тип радиатора																	
			KLASIK						VK / MM						VKU				VKL	
			10	11	20	21	22	33	10	11	20	21	22	33	20	21	22	33	10	11
Кронштейн настенный, одинарный - простой	300-900	Z-U320	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
Кронштейн настенный, одинарный - угловой	300-900	Z-U300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Кронштейн настенный, двойной	300	Z-U562	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	400	Z-U563	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	500	Z-U564	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	600	Z-U565	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	900	Z-U566	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
Кронштейн компактный	300	Z-U571	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	400	Z-U572	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	500	Z-U573	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	600	Z-U574	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	900	Z-U575	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
Кронштейн компактный ПЛЮС	300	Z-U551	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
	400	Z-U552	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
	500	Z-U553	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
	600	Z-U554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
	900	Z-U555	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
Кронштейн - подставка внешний - комплект	300-900	Z-U210	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Кронштейн - подставка внешний - несущий профиль	300	Z-U220	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
	400	Z-U230	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
	500	Z-U240	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
	600	Z-U250	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
	900	Z-U260	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Кронштейн - подставка внутренний для типа 20, 21	300-900	Z-U310	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Кронштейн-подставка внутренний для типа 11, 22, 33	300-900	Z-U330	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+
Кронштейн - шуруп 15/120	300-900	Z-U140	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
Кронштейн - шуруп 15/100/70	300-900	Z-U141	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Кронштейн - шуруп 18/120	300-900	Z-U144	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Кронштейн - шуруп 18/110/100	300-900	Z-U290	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Радиатор оснащён приварными скобами			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A

Продолжение таблицы 1.3.

Тип кронштейна	Высота Н, мм	Код для заказа	Модель и тип радиатора																				
			VKM / COMBI VK					HYGIENE / HYGIENE VK			PLAN KLASIK				PLAN VK				PLAN VKL				
			10	11	20	21	22	33	10	20S	30	11	21	22	33	11	21	22	33	11	21	22	33
Кронштейн настенный, одинарный - простой	300-900	Z-U320	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн настенный, одинарный - угловой	300-900	Z-U300	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн настенный, двойной	300	Z-U562	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	400	Z-U563	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	500	Z-U564	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	600	Z-U565	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	900	Z-U566	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн компактный	300	Z-U571	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	400	Z-U572	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	500	Z-U573	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	600	Z-U574	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	900	Z-U575	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн компактный ПЛЮС	300	Z-U551	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	400	Z-U552	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	500	Z-U553	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	600	Z-U554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	900	Z-U555	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Кронштейн - подставка внешний - комплект	300-900	Z-U210	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн-подставка внешний - несущий профиль	300	Z-U220	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	400	Z-U230	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	500	Z-U240	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	600	Z-U250	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	900	Z-U260	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн-подставка внутренний для типа 20, 21	300-900	Z-U310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Кронштейн-подставка внутренний для типа 11, 22, 33	300-900	Z-U330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
Кронштейн-шуруп 15/120	300-900	Z-U140	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн-шуруп 15/100/70	300-900	Z-U141	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кронштейн-шуруп 18/120	300-900	Z-U144	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кронштейн-шуруп 18/110/100	300-900	Z-U290	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Радиатор оснащён приварными скобами			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N

Условные обозначения: **+** можно использовать **-** нельзя использовать **A** да **N** нет

1.14. Основные технические характеристики радиаторов «RADIK» из номенклатуры, предлагаемой на российском рынке, представлены в таблице 1.4. Приведённая в этой же таблице площадь поверхности нагрева  $F$  с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов, хотя крайние каналы не имеют оребрения. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

Значения номинального теплового потока радиаторов типов 10, 11, 21, 22 и 33 получены при испытаниях приборов высотой 300, 400, 500 и 600 мм, а радиаторов типа 20 – при высоте приборов 300, 500 и 600 мм.

Испытания показали, что с учётом допустимых методикой тепловых испытаний [6] отклонений теплотехнические характеристики радиаторов «RADIK KLASIK», «RADIK MM» и «RADIK VENTIL КОМПАКТ» (кроме «RADIK VKM») можно принять одинаковыми (погрешность при длине прибора до 1400 мм не превышает 2%). Масса радиаторов «RADIK VENTIL КОМПАКТ» на 0,7 кг больше указанной в таблице за счёт встроенного корпуса термостата и транзитного теплопровода от нижнего узла присоединения до термостата.

Необходимо отметить, что приведённые в таблице 1.4 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов «RADIK KLASIK» длиной до 1400 мм при одностороннем присоединении и от 1600 мм до 3000 мм только при диагональном присоединении по схеме «сверху-вниз».

Табличные значения теплового потока радиаторов «RADIK VENTIL КОМПАКТ» также можно применять для радиаторов длиной до 1400 мм. При длине радиаторов от 1600 до 2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить усреднённый для всего прибора понижающий коэффициент 0,95, а свыше 2000 мм до 3000 мм – 0,9.

Для радиаторов «RADIK MM» приведённые в табл. 1.4 значения теплового потока действительны во всём диапазоне длин от 400 до 3000 мм.

Значения номинального теплового потока радиаторов «RADIK VKM», имеющих уменьшенную высоту оребрения (типы 11, 21, 22 и 33), а также транзитную трубу, следует корректировать путём умножения значений номинального теплового потока для соответствующих типов и высот радиатора «RADIK KLASIK» на поправочный коэффициент  $j$ , значения которого представлены в табл. 1.5.

**Таблица 1.5. Значения поправочного коэффициента  $j$  на тепловой поток радиаторов «RADIK VKM»**

Типы радиаторов	Высота, мм	Значения $j$	Типы радиаторов	Высота, мм	Значения $j$
10	300, 400	1,08	21	300, 400	1
	500, 600	1,06		22	
20	300, 400	1,06			500, 600
	500, 600	1,04	33	300, 400	0,98
11	300, 400	0,96			500, 600
	500, 600	0,98			

1.15. Представленные в табл. 1.4 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления радиаторного участка. Отечественные же нормы [6] запрещают охлаждать пол и противоположную



отопительному прибору стену и требуют утепления радиаторного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Зарубежные приборы испытываются обычно при перепаде температур теплоносителя 75-65°C (ранее при перепаде 90-70°C), характерном для двухтрубных систем отопления. При этом расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [6] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч). При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,85-1 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°C, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442-2) методикам. Особенности теплопередачи радиаторов при различных схемах движения теплоносителя, применяемых в российской практике, рассмотрены в третьем разделе рекомендаций.

Обращаем дополнительно внимание специалистов на тот факт, что российские нормы относят номинальный тепловой поток к температурному напору 70°C, характерному при обычных для отечественных однострунных систем отопления параметрах теплоносителя 105-70°C, зарубежные - к температурному напору 50°C (при расчётных температурах теплоносителя 75-65°C), характерному для двухтрубных систем и однострунных систем с термостатами у приборов и замыкающими участками.

1.16. Исследования, проведённые ООО «Витатерм», показали возможность применения радиаторов «RADIK KLASIK» и «RADIK MM» в системах отопления, заполненных низкотемпературным теплоносителем.

1.17. Гидравлические характеристики радиаторов «RADIK» получены при подводках условным диаметром 15 мм и представлены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.18. При заказе стальных панельных радиаторов «RADIK» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.4, с учётом разъяснений в п. п. 1.4 и 1.5 настоящих рекомендаций.

При конкретном заказе радиаторов необходимо указывать их наименование, тип, затем габаритную высоту в дециметрах и длину в сантиметрах.

Примеры условного обозначения:

- радиатора «RADIK KLASIK» двухрядного по глубине с двойным оребрением (тип 22), высотой 500 мм и длиной 1000 мм: **«RADIK KLASIK» – 22 – 5100;**

- радиатора «RADIK VKM», трёхрядного по глубине с тройным оребрением (тип 33), высотой 300 мм, длиной 600 мм: **«RADIK VKM» – 33 – 3060.**

1.19. Радиаторы «RADIK» всех типов предназначены для установки только в один ряд по высоте и глубине.

Радиаторы в помещении устанавливаются обычно под окном на стене или на стойках у стены (окна). Длина радиатора по возможности должна подбираться из расчёта перекрытия не менее 75% длины светового проёма, поэтому для лучшего распределения теплоты в помещении выбор радиаторов желательно начинать с типоразмеров малой глубины (например, с типа 11).

1.20. На рис. 1.4 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и присоединений к ним радиаторов.

Показанные на рис. 1.4 (а, б) схемы обвязки отопительных приборов характерны для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [9], [10]. Согласно данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора «RADIK KLASIK» с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 25-35 %, поскольку по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует, как правило, монтировать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору и устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

На этом же рисунке показаны схемы донного подключения радиаторов «RADIK VENTIL КОМПАКТ» (рис. 1.4 в), а также присоединения радиаторов «RADIK KLASIK» к горизонтальной системе отопления (рис. 1.4 г).

1.21. В современной практике обвязки отопительных приборов наиболее часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках. Обычно для этой цели используются шаровые краны с учётом того факта, что термостат не является запорной арматурой. Особо подчеркнём, что **установка любой запорно-регулирующей арматуры на замыкающих участках** в однотрубных системах отопления **запрещается**.

1.22. Радиаторы «RADIK VENTIL КОМПАКТ» в случае донного подключения к подводящим теплопроводам обычно присоединяются с помощью Н-образного запорного клапана (рис. 1.5), который может быть использован как в однотрубной, так и в двухтрубной системе отопления. С его помощью можно отключить радиатор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы отопления. Клапан может присоединяться к штуцерам радиатора с внутренней резьбой G ½ с помощью специальных

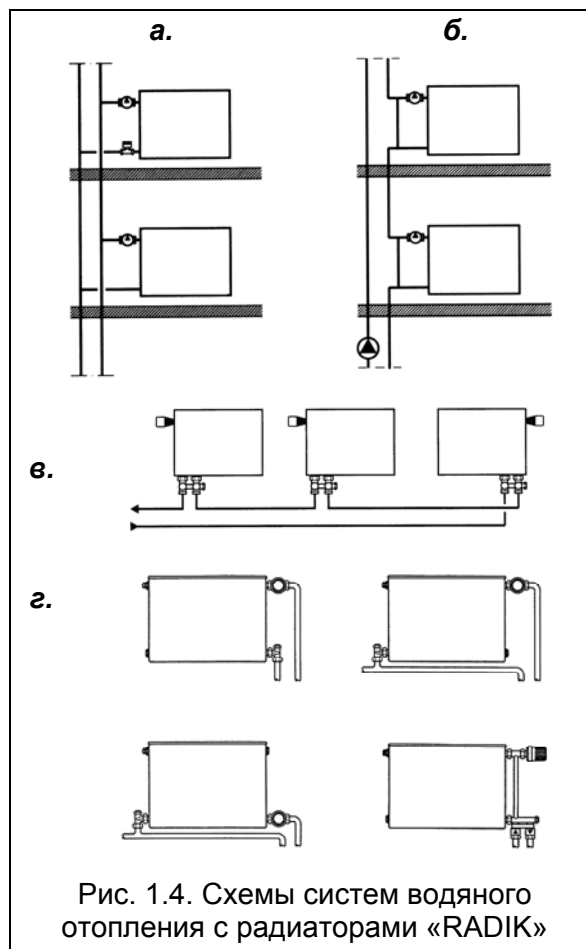


Рис. 1.4. Схемы систем водяного отопления с радиаторами «RADIK»



Рис. 1.5. Н-образный клапан для нижнего подключения радиатора

переходных штуцеров G  $\frac{3}{4}$  x G  $\frac{1}{2}$ . Универсальные H-образные клапаны или их аналоги поставляются с завода-изготовителя настроенными для применения в двухтрубной системе отопления, т.е. с закрытым встроенным байпасом. Переключение клапана для работы в однотрубной системе производится простым вращением затвора байпаса, при котором обеспечивается возможность регулирования доли теплоносителя, затекающего в радиатор (коэффициента затекания).

Для двухтрубных систем вместо установки H – образного клапана можно использовать простые вертикальные подводы из металлических или полимерных теплопроводов.

1.23. В современных системах отопления (рис. 1.6 и 1.7) для уменьшения бесполезных тепловых потерь стояки, которые подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам, размещаются у внутренних стен здания, например, на лестничных клетках или в специальных вертикальных каналах. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Рекомендуется применять также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб, помещённых в тепловую изоляцию толщиной не менее 9 мм или в гофрированную трубу.



Рис. 1.6. Двухтрубная система отопления с периметральной (плинтусной) разводкой теплопроводов по квартире

Рис. 1.7. Однотрубная поквартирная система отопления

1.24. Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), встраиваемых или устанавливаемых на подводах к

приборам. Согласно СНиП 41-01-2003 [7], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры.

Отметим, что, например, МГСН 2.01-99 [8] и аналогичные нормативы, введённые в ряде других регионов России, более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатической головки с выносным датчиком.

Более подробные сведения о термостатах приведены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.25. Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей необходимые расходы теплоносителя по стоякам в течение всего отопительного периода и спуск воды из них при необходимости. Для этих целей могут быть использованы, например, запорные или балансировочные клапаны.

1.26. Согласно заключениям ведущих немецких организаций по гигиене и защите окружающей среды INSTITUT FÜR HYGIENE UND UMWELTMEDIZIN, ERNST MORITZ ARNDT UNIVERSITÄT GREIFSWALD, MEDIZINISCHE FAKULTÄT (заключение от 10.10.2000 г.) и HYGIENE NORD GmbH, c/o BioTechnikum (заключение от 06.10.2003 г.) стальные панельные радиаторы «RADIK HYGIENE» и «RADIK HYGIENE VK» типов 10, 20S и 30 рекомендованы для применения в медицинских учреждениях с учётом высокой гигиеничности и доступности для дезинфекции этих отопительных приборов.

1.27. Сведения о стоимости радиаторов «RADIK» на отечественном рынке с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить в фирме-изготовителе или в Москве по тел. (495) 745-86-54.

1.28. Фирма «**KORADO.a.s**» постоянно работает над совершенствованием отопительных приборов «RADIK» и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

1.29. ООО «Витатерм» не несёт ответственности за какие-либо ошибки в каталогах, брошюрах или других печатных материалах, в которых заимствованы материалы настоящих рекомендаций без согласования с их разработчиками.

**Таблица 1.4. Основные технические характеристики  
стальных панельных радиаторов «RADIK»**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , $m^2$	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
10-3050	257	300	500	0,33	3,2	1
10-3060	308		600	0,4	3,8	1,1
10-4050	327	400	500	0,45	4,2	1,1
10-4060	392		600	0,54	5	1,3
10-5040	317	500	400	0,45	4,2	1
10-5040	396		500	0,56	5,2	1,3
10-5050	476		600	0,68	6,2	1,6
10-5070	554		700	0,79	7,3	1,8
10-5080	634		800	0,9	8,3	2,1
10-5090	713		900	1,02	9,4	2,3
10-5100	792		1000	1,13	10,4	2,6
10-5110	871		1100	1,24	11,4	2,9
10-5120	950		1200	1,36	12,5	3,1
10-5140	1109		1400	1,58	14,6	3,6
10-5160	1267		1600	1,81	16,6	4,2
10-5180	1426		1800	2,03	18,7	4,7
10-5200	1584		2000	2,26	20,8	5,2
10-5230	1822		2300	2,6	23,9	6
10-5160	2059		2600	2,94	27	6,8
10-5300	2376		3000	3,39	31,2	7,8
10-6040	370		600	400	0,54	5
10-6050	463	500		0,68	6,2	1,5
10-6060	556	600		0,82	7,4	1,8
10-6070	648	700		0,95	8,7	2,1
10-6080	741	800		1,09	9,9	2,4
10-6090	833	900		1,22	11,2	2,7
10-6100	926	1000		1,36	12,4	3
10-6110	1019	1100		1,5	13,6	3,3
10-6120	1111	1200		1,63	14,9	3,6
10-6140	1296	1400		1,9	17,4	4,2
10-6160	1482	1600		2,18	19,8	4,8
10-6180	1667	1800	2,45	22,3	5,4	

<b>10-6200</b>	1852		2000	2,72	24,8	6
<b>10-6230</b>	2130		2300	3,13	28,5	6,9
<b>10-6160</b>	2408		2600	3,54	32,2	7,8
<b>10-6300</b>	2778		3000	4,08	37,2	9
<b>11-3040</b>	323	300	400	0,9	4,2	0,8
<b>11-3050</b>	404		500	1,12	5,2	1
<b>11-3060</b>	484		600	1,35	6,2	1,1

Продолжение табл. 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\tau}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , $m^2$	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
<b>11-3070</b>	565	300	700	1,58	7,3	1,3
<b>11-3080</b>	646		800	1,8	8,3	1,5
<b>11-3090</b>	726		900	2,02	9,4	1,7
<b>11-3100</b>	807		1000	2,25	10,4	1,9
<b>11-3110</b>	888		1100	2,48	11,4	2,1
<b>11-3120</b>	968		1200	2,7	12,5	2,3
<b>11-3140</b>	1130		1400	3,15	14,6	2,7
<b>11-3160</b>	1291		1600	3,6	16,6	3
<b>11-3180</b>	1453		1800	4,05	18,7	3,4
<b>11-3200</b>	1614		2000	4,5	20,8	3,8
<b>11-4040</b>	416	400	400	1,25	5,7	0,9
<b>11-4050</b>	520		500	1,56	7,1	1,1
<b>11-4060</b>	624		600	1,88	8,5	1,3
<b>11-4070</b>	728		700	2,19	9,9	1,5
<b>11-4080</b>	832		800	2,5	11,4	1,8
<b>11-4090</b>	936		900	2,82	12,8	2
<b>11-4100</b>	1040		1000	3,13	14,2	2,2
<b>11-4110</b>	1144		1100	3,44	15,6	2,4
<b>11-4120</b>	1248		1200	3,76	17	2,6
<b>11-4140</b>	1456		1400	4,38	19,9	3,1
<b>11-4160</b>	1664		1600	5,01	22,7	3,5
<b>11-4180</b>	1872		1800	5,63	25,6	4
<b>11-4200</b>	2080		2000	6,26	28,4	4,4
<b>11-5040</b>	510		500	400	1,6	7,2
<b>11-5050</b>	638	500		2	9	1,3
<b>11-5060</b>	765	600		2,4	10,7	1,6
<b>11-5070</b>	892	700		2,8	12,5	1,8
<b>11-5080</b>	1020	800		3,2	14,3	2,1
<b>11-5090</b>	1148	900		3,6	16,1	2,3
<b>11-5100</b>	1275	1000		4	17,9	2,6
<b>11-5110</b>	1402	1100		4,4	19,7	2,9
<b>11-5120</b>	1530	1200		4,8	21,5	3,1

<b>11-5140</b>	1785		1400	5,6	25,1	3,6
<b>11-5160</b>	2040		1600	6,4	28,6	4,2
<b>11-5180</b>	2295		1800	7,2	32,2	4,7
<b>11-5200</b>	2550		2000	8	35,8	5,2
<b>11-5230</b>	2932		2300	9,2	41,2	6
<b>11-5260</b>	3315		2600	10,4	46,5	6,8
<b>11-5300</b>	3825		3000	12	53,7	7,8

Продолжение табл. 1.4.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{т}}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
<b>11-6040</b>	604	600	400	1,95	8,6	1,2
<b>11-6050</b>	756		500	2,44	10,8	1,5
<b>11-6060</b>	907		600	2,93	13	1,8
<b>11-6070</b>	1058		700	3,42	15,1	2,1
<b>11-6080</b>	1209		800	3,9	17,3	2,4
<b>11-6090</b>	1360		900	4,39	19,4	2,7
<b>11-6100</b>	1511		1000	4,88	21,6	3
<b>11-6110</b>	1662		1100	5,37	23,8	3,3
<b>11-6120</b>	1813		1200	5,86	25,9	3,6
<b>11-6140</b>	2115		1400	6,83	30,2	4,2
<b>11-6160</b>	2418		1600	7,81	34,6	4,8
<b>11-6180</b>	2720		1800	8,78	38,9	5,4
<b>11-6200</b>	3022		2000	9,76	43,2	6
<b>11-6230</b>	3475		2300	11,22	49,7	6,9
<b>11-6260</b>	3929		2600	12,69	56,2	7,8
<b>11-6300</b>	4533		3000	14,64	64,8	9
<b>20-3040</b>	331	300	400	0,54	5,2	1,5
<b>20-3050</b>	414		500	0,68	6,5	1,9
<b>20-3060</b>	497		600	0,81	7,8	2,3
<b>20-3070</b>	580		700	0,94	9,1	2,7
<b>20-3080</b>	662		800	1,08	10,4	3
<b>20-3090</b>	745		900	1,22	11,7	3,4
<b>20-3100</b>	828		1000	1,35	13	3,8
<b>20-3110</b>	911		1100	1,48	14,3	4,2
<b>20-3120</b>	994		1200	1,62	15,6	4,6
<b>20-3140</b>	1159		1400	1,89	18,2	5,3
<b>20-3160</b>	1325		1600	2,16	20,8	6,1
<b>20-3180</b>	1490		1800	2,43	23,4	6,8
<b>20-3200</b>	1656		2000	2,7	26	7,6
<b>20-3230</b>	1904		2300	3,1	29,9	8,7
<b>20-3260</b>	2153		2600	3,51	33,8	9,9
<b>20-3300</b>	2484		3000	4,05	39	11,4

<b>20-5040</b>	516	500	400	0,9	8,6	2,1
<b>20-5050</b>	645		500	1,12	10,8	2,6
<b>20-5060</b>	774		600	1,35	12,9	3,1
<b>20-5070</b>	903		700	1,58	15	3,6
<b>20-5080</b>	1032		800	1,8	17,2	4,2
<b>20-5090</b>	1161		900	2,02	19,4	4,7
<b>20-5100</b>	1290		1000	2,25	21,5	5,2
<b>20-5110</b>	1419		1100	2,48	23,6	5,7

Продолжение табл. 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{т}}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
<b>20-5120</b>	1548	500	1200	2,7	25,8	6,2
<b>20-5140</b>	1806		1400	3,15	30,1	7,3
<b>20-5160</b>	2064		1600	3,6	34,4	8,3
<b>20-5180</b>	2322		1800	4,05	38,7	9,4
<b>20-5200</b>	2580		2000	4,5	43	10,4
<b>20-5230</b>	2967		2300	5,18	49,4	12
<b>20-5260</b>	3354		2600	5,85	55,9	13,5
<b>20-5300</b>	3870		3000	6,75	64,5	15,6
<b>20-6040</b>	602	600	400	1,08	10,3	2,4
<b>20-6050</b>	752		500	1,35	12,8	3
<b>20-6060</b>	902		600	1,62	15,4	3,5
<b>20-6070</b>	1053		700	1,89	18	4,1
<b>20-6080</b>	1203		800	2,16	20,6	4,7
<b>20-6090</b>	1354		900	2,43	23,1	5,3
<b>20-6100</b>	1504		1000	2,7	25,7	5,9
<b>20-6110</b>	1654		1100	2,97	28,3	6,5
<b>20-6120</b>	1805		1200	3,24	30,8	7,1
<b>20-6140</b>	2106		1400	3,78	36	8,3
<b>20-6160</b>	2406		1600	4,32	41,1	9,4
<b>20-6180</b>	2707		1800	4,86	46,3	10,6
<b>20-6200</b>	3008		2000	5,4	51,4	11,8
<b>20-6230</b>	3459		2300	6,21	59,1	13,6
<b>20-6260</b>	3910		2600	7,02	66,8	15,3
<b>20-6300</b>	4512		3000	8,1	77,1	17,7
<b>21-3040</b>	462	300	400	1,01	6,2	1,5
<b>21-3050</b>	578		500	1,26	7,8	1,9
<b>21-3060</b>	693		600	1,52	9,4	2,3
<b>21-3070</b>	808		700	1,77	10,9	2,7
<b>21-3080</b>	924		800	2,02	12,5	3
<b>21-3090</b>	1040		900	2,28	14	3,4
<b>21-3100</b>	1155		1000	2,53	15,6	3,8
<b>21-3110</b>	1270		1100	2,78	17,2	4,2



21-3120	1386		1200	3,04	18,7	4,6
21-3140	1617		1400	3,54	21,8	5,3
21-3160	1848		1600	4,05	25	6,1
21-3180	2079		1800	4,55	28,1	6,8
21-3200	2310		2000	5,06	31,2	7,6
21-4040	579	400	400	1,41	8,2	1,8
21-4050	724		500	1,76	10,3	2,2
21-4060	869		600	2,12	12,4	2,7

Продолжение табл. 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , $\text{м}^2$	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
21-4070	1014	400	700	2,47	14,4	3,2
21-4080	1158		800	2,82	16,5	3,6
21-4090	1303		900	3,18	18,5	4
21-4100	1448		1000	3,53	20,6	4,5
21-4110	1593		1100	3,88	22,7	5
21-4120	1738		1200	4,24	24,7	5,4
21-4140	2027		1400	4,94	28,8	6,3
21-4160	2317		1600	5,65	33	7,2
21-4180	2606		1800	6,35	37,1	8,1
21-4200	2896		2000	7,06	41,2	9
21-5040	692		500	400	1,76	10,2
21-5050	866	500		2,2	12,8	2,6
21-5060	1042	600		2,65	15,3	3,1
21-5070	1212	700		3,09	17,8	3,6
21-5080	1385	800		3,53	20,4	4,2
21-5090	1558	900		3,97	23	4,7
21-5100	1731	1000		4,41	25,5	5,2
21-5110	1904	1100		4,85	28	5,7
21-5120	2077	1200		5,29	30,6	6,2
21-5140	2423	1400		6,17	35,7	7,3
21-5160	2770	1600		7,06	40,8	8,3
21-5180	3116	1800		7,94	45,9	9,4
21-5200	3462	2000		8,82	51	10,4
21-6040	803	600		400	2,12	12,2
21-6050	1004		500	2,64	15,2	3
21-6060	1205		600	3,17	18,3	3,5
21-6070	1406		700	3,7	21,4	4,1
21-6080	1606		800	4,23	24,4	4,7
21-6090	1807		900	4,76	27,4	5,3
21-6100	2008		1000	5,29	30,5	5,9
21-6110	2209		1100	5,82	33,6	6,5

<b>21-6120</b>	2410		1200	6,35	36,6	7,1
<b>21-6140</b>	2811		1400	7,41	42,7	8,3
<b>21-6160</b>	3213		1600	8,46	48,8	9,4
<b>21-6180</b>	3614		1800	9,52	54,9	10,6
<b>21-6200</b>	4016		2000	10,58	61	11,8
<b>22-3040</b>	584	300	400	1,48	7,4	1,5
<b>22-3050</b>	730		500	1,85	9,2	1,9
<b>22-3060</b>	875		600	2,22	11	2,3
<b>22-3070</b>	1021		700	2,59	12,9	2,7

Продолжение табл. 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\tau}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , $m^2$	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
<b>22-3080</b>	1167	300	800	2,96	14,7	3
<b>22-3090</b>	1313		900	3,33	16,6	3,4
<b>22-3100</b>	1459		1000	3,7	18,4	3,8
<b>22-3110</b>	1605		1100	4,07	20,2	4,2
<b>22-3120</b>	1751		1200	4,44	22,1	4,6
<b>22-3140</b>	2043		1400	5,18	25,8	5,3
<b>22-3160</b>	2334		1600	5,92	29,4	6,1
<b>22-3180</b>	2626		1800	6,66	33,1	6,8
<b>22-3200</b>	2918		2000	7,4	36,8	7,6
<b>22-3230</b>	3356		2300	8,51	42,3	8,7
<b>22-3260</b>	3793		2600	9,62	47,8	9,9
<b>22-3300</b>	4377		3000	11,1	55,2	11,4
<b>22-4040</b>	742		400	400	2,02	9,8
<b>22-4050</b>	928	500		2,53	12,2	2,2
<b>22-4060</b>	1114	600		3,04	14,6	2,7
<b>22-4070</b>	1299	700		3,54	17,1	3,2
<b>22-4080</b>	1485	800		4,05	19,5	3,6
<b>22-4090</b>	1670	900		4,55	22	4
<b>22-4100</b>	1856	1000		5,06	24,4	4,5
<b>22-4110</b>	2042	1100		5,57	26,8	5
<b>22-4120</b>	2227	1200		6,07	29,3	5,4
<b>22-4140</b>	2598	1400		7,08	34,2	6,3
<b>22-4160</b>	2970	1600		8,1	39	7,2
<b>22-4180</b>	3341	1800		9,11	43,9	8,1
<b>22-4200</b>	3712	2000		10,12	48,8	9
<b>22-4230</b>	4269	2300		11,64	56,1	10,4
<b>22-4260</b>	4826	2600		13,16	63,4	11,7
<b>22-4300</b>	5568	3000	15,18	73,2	13,5	
<b>22-5040</b>	897	500	400	2,6	12,1	2,1
<b>22-5050</b>	1121		500	3,26	15,2	2,6

<b>22-5060</b>	1345		600	3,91	18,2	3,1
<b>22-5070</b>	1569		700	4,56	21,2	3,6
<b>22-5080</b>	1794		800	5,21	24,2	4,2
<b>22-5090</b>	2018		900	5,86	27,3	4,7
<b>22-5100</b>	2242		1000	6,51	30,3	5,2
<b>22-5110</b>	2466		1100	7,16	33,3	5,7
<b>22-5120</b>	2690		1200	7,81	36,4	6,2
<b>22-5140</b>	3139		1400	9,11	42,4	7,3
<b>22-5160</b>	3587		1600	10,42	48,5	8,3
<b>22-5180</b>	4036		1800	11,72	54,5	9,4

Продолжение табл. 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{т}}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
<b>22-5200</b>	4484	500	2000	13,02	60,6	10,4
<b>22-5230</b>	5157		2300	14,97	69,7	12
<b>22-5260</b>	5829		2600	16,93	78,8	13,5
<b>22-5300</b>	6726		3000	19,53	90,9	15,6
<b>22-6040</b>	1046	600	400	3,18	14,5	2,4
<b>22-6050</b>	1308		500	3,98	18,2	3
<b>22-6060</b>	1569		600	4,78	21,8	3,5
<b>22-6070</b>	1830		700	5,57	25,4	4,1
<b>22-6080</b>	2092		800	6,37	29	4,7
<b>22-6090</b>	2354		900	7,16	32,7	5,3
<b>22-6100</b>	2615		1000	7,96	36,3	5,9
<b>22-6110</b>	2876		1100	8,76	39,9	6,5
<b>22-6120</b>	3138		1200	9,55	43,6	7,1
<b>22-6140</b>	3661		1400	11,14	50,8	8,3
<b>22-6160</b>	4184		1600	12,74	58,1	9,4
<b>22-6180</b>	4707		1800	14,33	65,3	10,6
<b>22-6200</b>	5230		2000	15,92	72,6	11,8
<b>22-6230</b>	6014		2300	18,31	83,5	13,6
<b>22-6260</b>	6799		2600	20,7	94,4	15,3
<b>22-6300</b>	7845		3000	23,88	108,9	17,7
<b>33-3050</b>	1029	300	500	2,78	9,2	2,8
<b>33-3060</b>	1235		600	3,33	11	3,4
<b>33-3070</b>	1441		700	3,88	12,9	4
<b>33-3080</b>	1646		800	4,44	14,7	4,6
<b>33-3090</b>	1852		900	5	16,6	5,1
<b>33-3100</b>	2058		1000	5,55	18,4	5,7
<b>33-3110</b>	2264		1100	6,1	20,2	6,3
<b>33-3120</b>	2470		1200	6,66	22,1	6,8
<b>33-3140</b>	2881		1400	7,77	25,8	8
<b>33-3160</b>	3293		1600	8,88	29,4	9,1

<b>33-3180</b>	3704		1800	9,99	33,1	10,3
<b>33-3200</b>	4116		2000	11,1	36,8	11,4
<b>33-3230</b>	4733		2300	12,76	42,3	13,1
<b>33-3260</b>	5351		2600	14,43	47,8	14,8
<b>33-3300</b>	6174		3000	16,65	55,2	17,1
<b>33-4050</b>	1300	400	500	3,93	18,4	3,4
<b>33-4060</b>	1560		600	4,72	22,1	4
<b>33-4070</b>	1820		700	5,5	25,8	4,7
<b>33-4080</b>	2080		800	6,29	29,4	5,4
<b>33-4090</b>	2340		900	7,07	33,1	6

Окончание табл. 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
<b>33-4100</b>	2600	400	1000	7,86	36,8	6,7
<b>33-4110</b>	2860		1100	8,65	40,5	7,4
<b>33-4120</b>	3120		1200	9,43	44,2	8
<b>33-4140</b>	3640		1400	11	51,5	9,4
<b>33-4160</b>	4160		1600	12,58	58,9	10,7
<b>33-4180</b>	4680		1800	14,15	66,2	12,1
<b>33-4200</b>	5200		2000	15,72	73,6	13,4
<b>33-4230</b>	5980		2300	18,08	84,6	15,4
<b>33-4260</b>	6760		2600	20,44	95,7	17,4
<b>33-4300</b>	7800		3000	23,58	110,4	20,1
<b>33-5040</b>	1250		500	400	3,91	18,4
<b>33-5050</b>	1562	500		4,89	23	3,9
<b>33-5060</b>	1875	600		5,87	27,6	4,7
<b>33-5070</b>	2188	700		6,85	32,2	5,5
<b>33-5080</b>	2500	800		7,82	36,8	6,2
<b>33-5090</b>	2812	900		8,8	41,4	7
<b>33-5100</b>	3125	1000		9,78	46	7,8
<b>33-5110</b>	3438	1100		10,76	50,6	8,6
<b>33-5120</b>	3750	1200		11,74	55,2	9,4
<b>33-5140</b>	4375	1400		13,69	64,4	10,9
<b>33-5160</b>	5000	1600		15,65	73,6	12,5
<b>33-5180</b>	5625	1800	17,6	82,8	14	
<b>33-5200</b>	6250	2000	19,56	92	15,6	
<b>33-6040</b>	1455	600	400	4,68	22	3,6
<b>33-6050</b>	1818		500	5,86	27,6	4,4
<b>33-6060</b>	2182		600	7,03	33,1	5,3
<b>33-6070</b>	2546		700	8,2	38,6	6,2
<b>33-6080</b>	2910		800	9,37	44,1	7,1
<b>33-6090</b>	3273		900	10,54	49,6	8
<b>33-6100</b>	3637		1000	11,71	55,1	8,9

<b>33-6110</b>	4001		1100	12,88	60,6	9,8
<b>33-6120</b>	4364		1200	14,05	66,1	10,7
<b>33-6140</b>	5092		1400	16,39	77,1	12,5
<b>33-6160</b>	5819		1600	18,74	88,2	14,2
<b>33-6180</b>	6547		1800	21,08	99,2	16
<b>33-6200</b>	7274		2000	23,42	110,2	17,8

## 2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [9] и [10], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

2.2. При гидравлическом расчёте теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик сопротивления»

$$\Delta P = S \cdot M^2 \quad (2.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R L + Z, \quad (2.2)$$

где  $\Delta P$  - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

$S=A \zeta'$  - характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup>;

$A$  - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup> (принимается по приложению 1);

$\zeta' = [(\lambda / d_{\text{вн}}) \cdot L + \Sigma \zeta]$  - приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

$\lambda$  - коэффициент трения;

$d_{\text{вн}}$  - внутренний диаметр теплопровода, м;

$\lambda / d_{\text{вн}}$  - приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м (для стальных теплопроводов см. приложение 1);

$L$  - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\Sigma \zeta$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

$M$  - масснй расход теплоносителя, кг/с;

$R$  - удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;

$Z$  - местные потери давления на участке, Па .

2.3. Гидравлические характеристики радиаторов «RADIK» определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [11]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления  $\zeta_{\text{м}}'$  и характеристик сопротивления  $S_{\text{м}}'$  при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам

достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям ряда радиаторов и конвекторов, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические показатели отопительных приборов, определённые по упомянутой методике [11], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.4. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «RADIK KLASIK» при нормативном расходе горячей воды через прибор  $M_{пр} = 0,1$  кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также дополнительно при расходе 0,02 кг/с (72 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически не зависят от высоты и длины радиатора при высоте до 600 мм и длине до 3000 мм.

**Таблица 2.1. Усреднённые значения гидравлических характеристик радиаторов «RADIK KLASIK» «RADIK MM» при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм**

Модели радиаторов	Типы радиаторов	Коэффициент местного сопротивления $\zeta$ при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$	
		72 кг/ч	360 кг/ч	72 кг/ч	360 кг/ч
«RADIK KLASIK» и «RADIK MM» с боковым подключением	10, 11	30	26	41	35,6
	20, 21	15,5	13,5	21,2	18,5
	22	14	11,5	19,1	15,8
	33	13	11	17,8	15,1
«RADIK MM» с донным подключением	10, 11	70	58	95,7	79,5
	20, 21, 22, 33	52	44	71,1	60,2

2.5. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов «RADIK KLASIK» используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Комап» (Франция), «Овентроп», «Хаймайер» и «Хоневелл» (Германия) и др.

2.6. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать термостаты «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" (совпадающие для обоих размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.1), RTD-N фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.2, а), **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Овентроп», термостаты модели 3809 или 809 фирмы «Комап» и др.

Значения коэффициентов местного сопротивления  $\zeta$  радиаторов «RADIK VENTIL КОМПАКТ» со встроенной на заводе-изготовителе вентильной

термостатической вставкой № 4333 фирмы «Хаймайер» для двухтрубных систем отопления при её настройке на режим 2°C (при открытии клапана  $X_p=0,44$  мм) приведены в табл. 2.2. Значения  $\zeta$  получены при условном диаметре подводок 15 мм и усреднены для расходов теплоносителя через радиатор в пределах 35 – 120 кг/ч. С завода эти радиаторы поставляются при полном открытии клапана.

**Таблица 2.2.**

Тип радиатора	Значения $\zeta$ при № монтажной настройки клапана						
	1	2	3	4	5	6	Полное открытие
VK, VKL, VKU	81000	5500	1400	670	350	200	70
VKM	83000	6000	1500	850	520	360	220

Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам «RADIK KLASIK» специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G (рис. 2.2, б), марки **M** фирмы «Овентроп» (рис. 2.3), типа «Super» фирмы «Хаймайер» (рис. 2.4), «ГЕРЦ-TS-E» (рис. 2.5), модели 804 фирмы «Комап» и типа **H** фирмы «Хоневелл».

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.1 и 2.2 (а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°C), он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию её повышать. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.1 линия «максимального подъёма» штока термостата при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

На рис. 2.3 и 2.5 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане.

На рис. 2.4 указаны зоны настройки термостатов «Super» на 1К или 2К при условном диаметре подводок 10, 15 и 20 мм.

Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

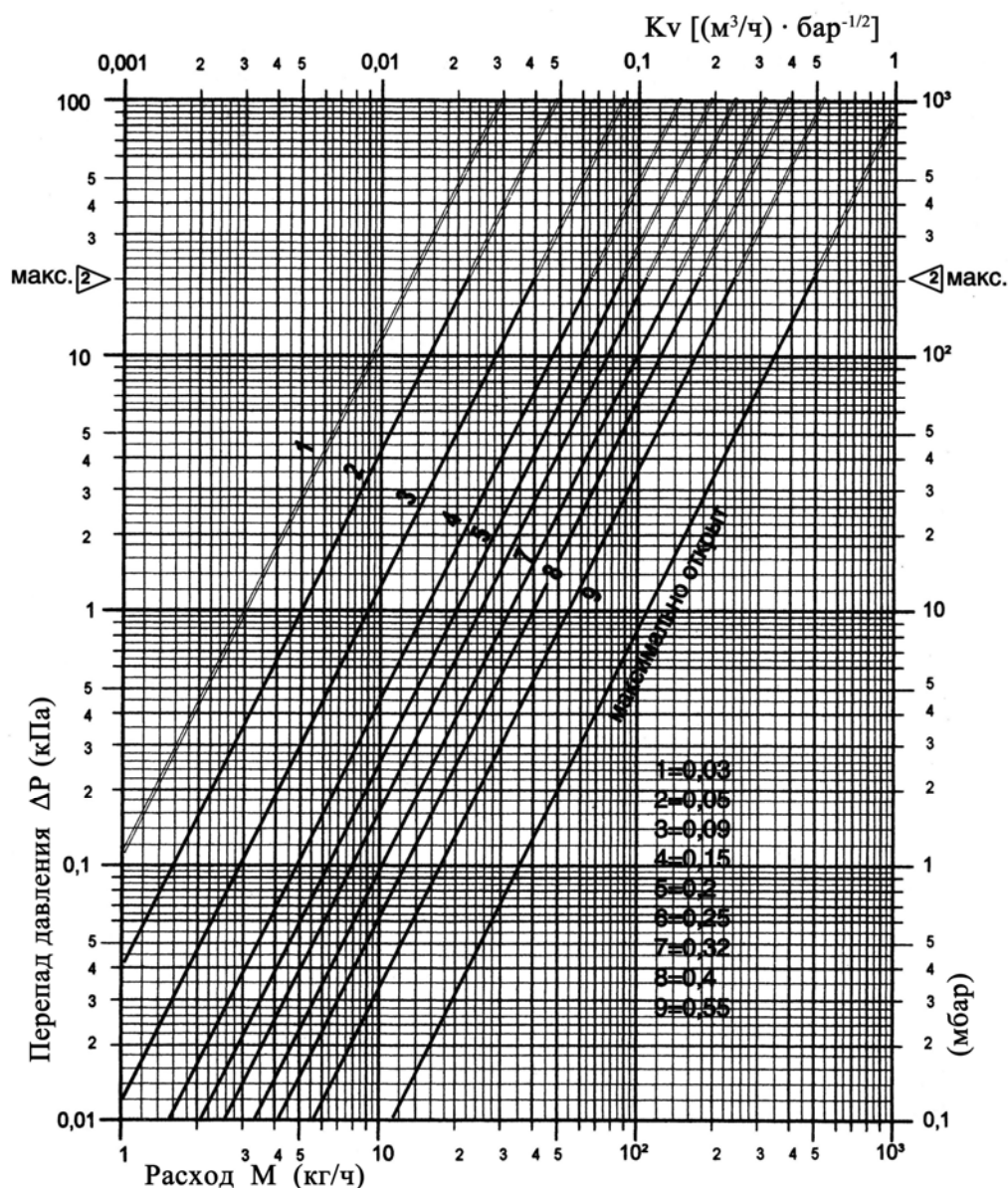
Представленные на рис. 2.2 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках в режиме настройки на 2К (2°C). Отметим, что, как правило, термостаты условным диаметром 25 мм на подводках к панельным радиаторам не применяются.

В однотрубных системах отопления с радиаторами «RADIK KLASIK» целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ», «Овентроп» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у

закрывающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

Использование трёхходовых термостатов в однотрубных системах отопления обеспечивает более высокие значения коэффициента затекания чем при использовании термостатов пониженного сопротивления, монтируемых на подводках к приборам.

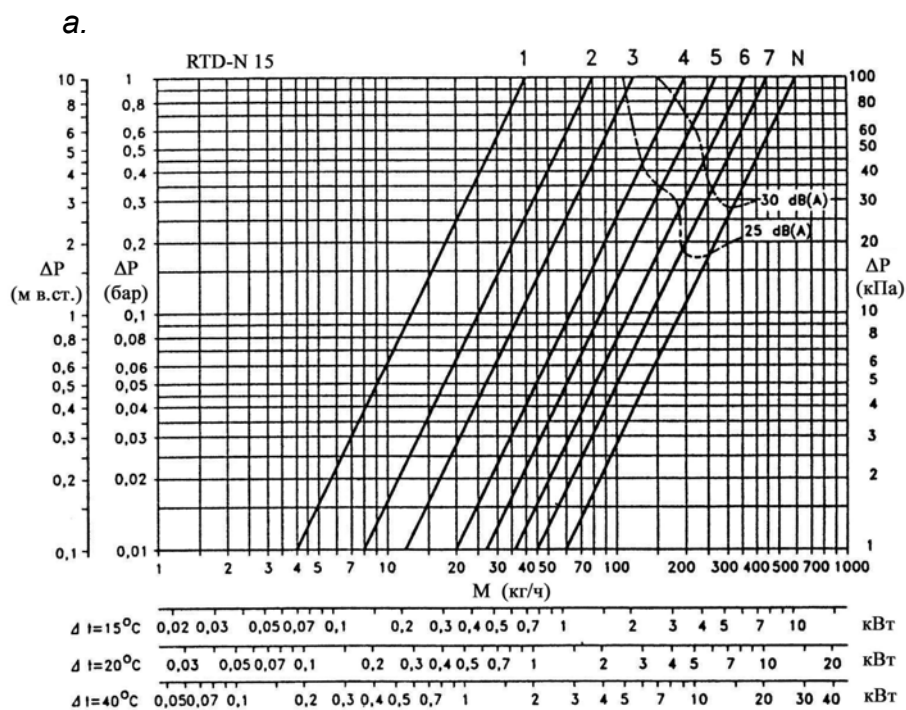
На рис. 2.1 и 2.5 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов от расхода воды, с линией  $\Delta P=1$  бар = 100 кПа указаны значения расходных коэффициентов  $K_v$  [(м<sup>3</sup>/ч)·бар<sup>-1/2</sup>]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять термостаты с  $K_v \geq 1,2$  [12].





2 - граница гарантированной бесшумной работы клапана

Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°C) и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)



б.

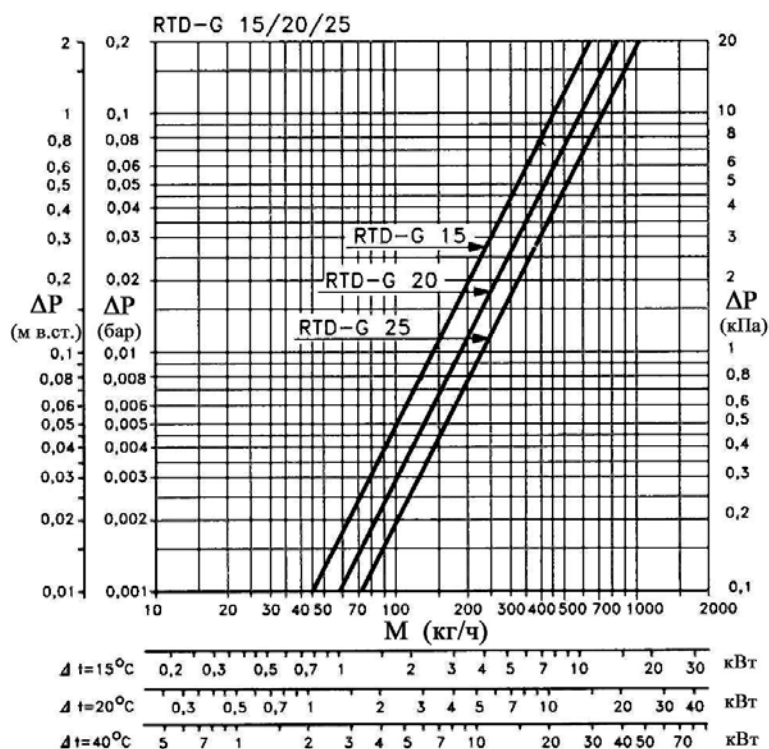


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»: а – **RTD-N 15** при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками  $d_y$  15 мм; б – **RTD-G** для гравитационных и насосных однострунных систем отопления с подводками  $d_y$  15, 20 и 25 мм (при настройке на режим 2К)

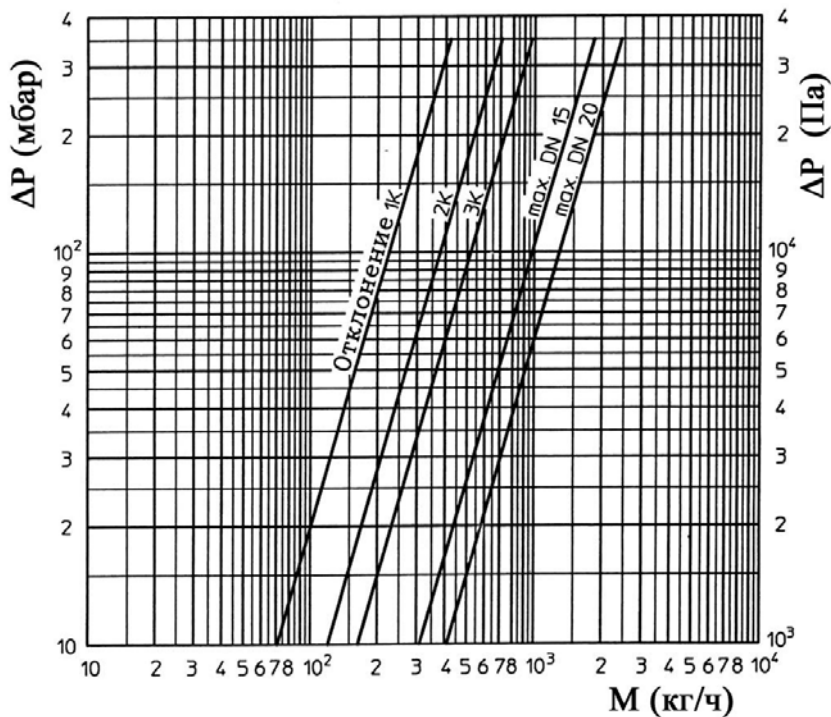


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Овентроп» при различных режимах настройки

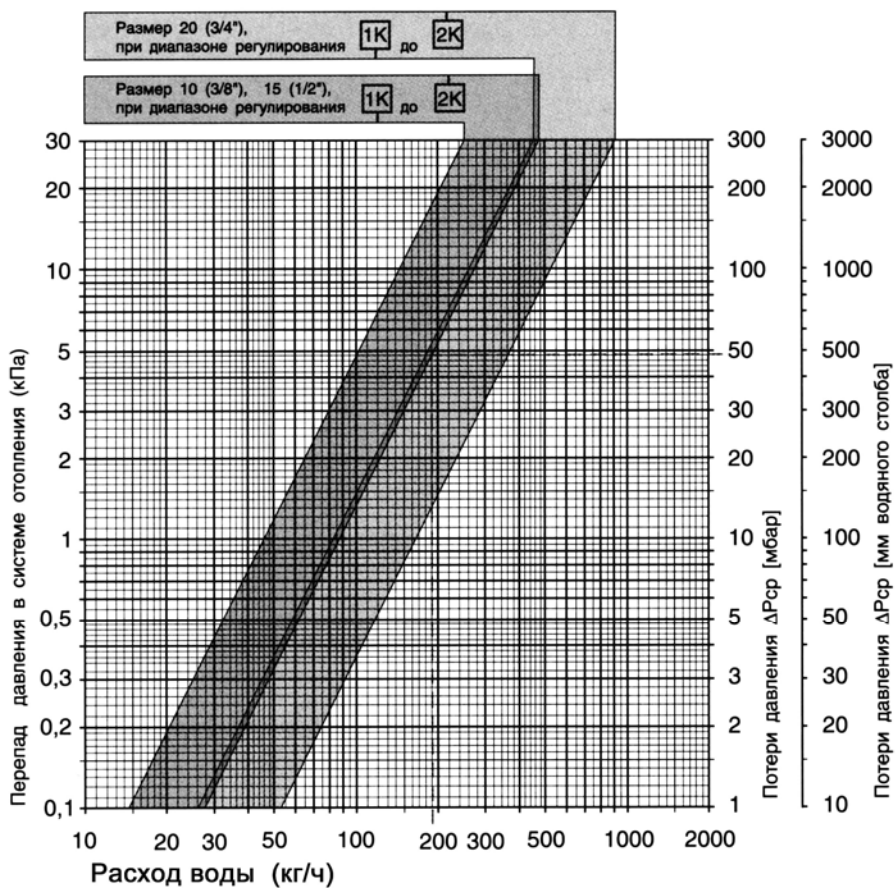


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов «**Super**» фирмы «Heimeier»

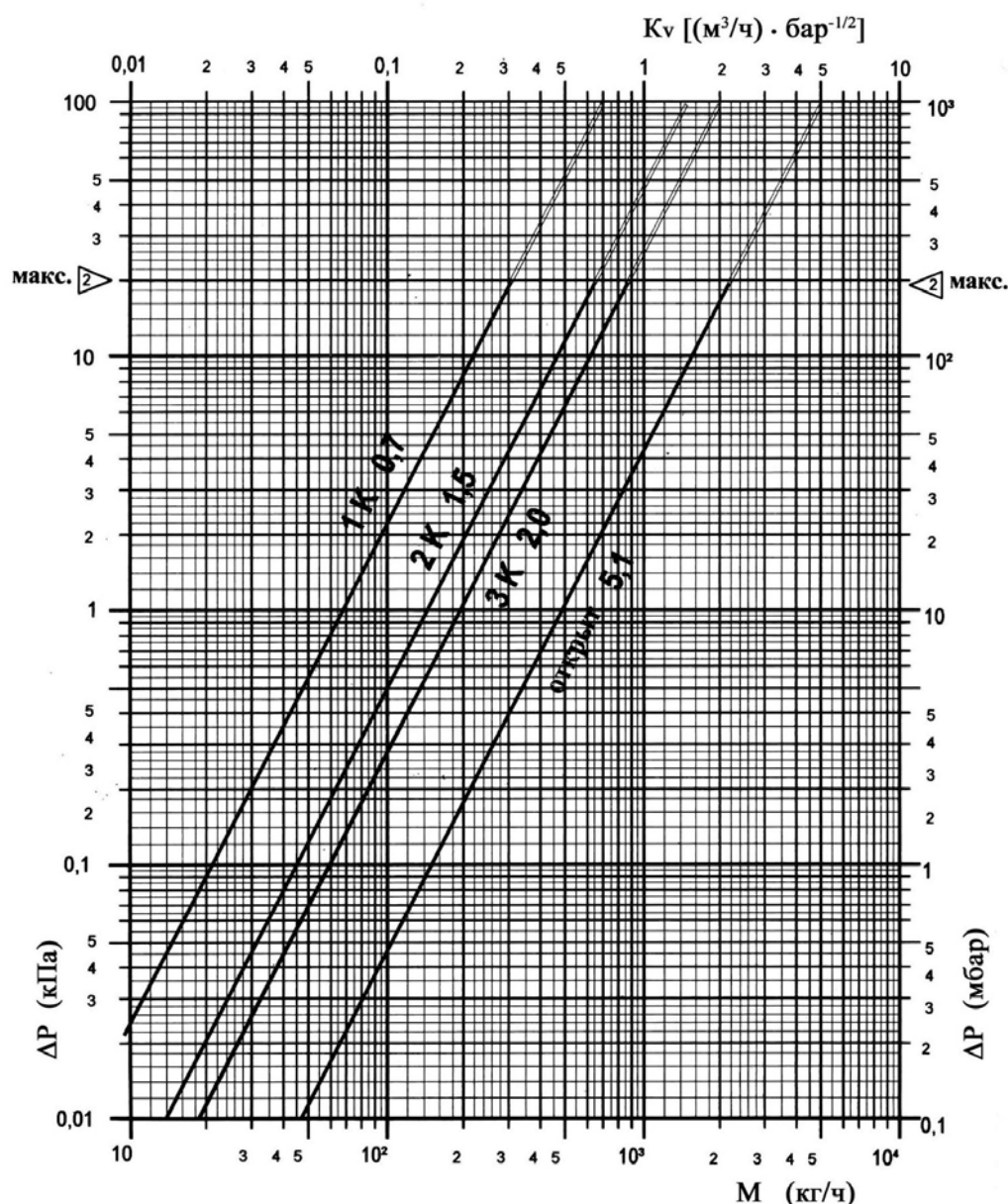


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки

При определении  $K_v$  в первом приближении принимали, что  $1\text{ м}^3$  воды характеризуется массой в 1 тонну. В общем случае более корректно вместо «объемного» расходного коэффициента  $K_v$  принимать обозначение «массового» расходного коэффициента  $K_M$  с размерностью  $[(\text{т/ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$ .

На рис. 2.1, 2.2 (а) и 2.5 стрелками или пунктиром показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень звукового давления термостатов не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень звукового давления не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 0,015-0,03 МПа (1,5-3 м вод. ст.) Отметим, что для обеспечения нормальной работы термостата перепад давления на нём должен быть не менее 0,003-0,005 МПа (0,3-0,5 м вод. ст.).

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.4в, следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики присоединительной гарнитуры.

2.7. Гидравлические характеристики отопительного прибора и подводящих теплопроводов с регулирующей арматурой в однотрубных системах отопления с замыкающими участками определяют коэффициент затекания  $\alpha_{пр}$ , характеризующий долю теплоносителя, проходящего через прибор, от общего его расхода в подводке к радиаторному узлу. Таким образом, в однотрубных системах отопления расход воды через прибор  $M_{пр}$ , кг/с, определяется зависимостью

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст}, \quad (2.3)$$

где  $\alpha_{пр}$  - коэффициент затекания воды в прибор;

$M_{ст}$  - массный расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления при одностороннем подключении радиаторного узла, кг/с.

2.8. В таблице 2.3 приведены усреднённые значения коэффициентов затекания  $\alpha_{пр}$  узлов однотрубных систем водяного отопления со стальными панельными радиаторами «RADIK KLASIK» при одностороннем боковом подсоединении теплопроводов и характерном для панельных радиаторов сочетании диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих участков ( $d_{зв}$ ) и подводок ( $d_{п}$ ) в однотрубных системах отопления.

**Таблица 2.3. Усреднённые значения коэффициентов затекания  $\alpha_{пр}$  узлов однотрубных систем водяного отопления со стальными панельными радиаторами «RADIK KLASIK»**

Вид термостата	Тип радиатора	Значения $\alpha_{пр}$ при $d_{ст} \times d_{зв} \times d_{п} = 15 \times 15 \times 15$ (мм)
Фирма «ГЕРЦ Арматурен»: тип «ГЕРЦ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,205
	20, 21, 22, 33	0,225
Фирма «ГЕРЦ Арматурен»: тип «ГЕРЦ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм	10, 11	0,305
	20, 21, 22, 33	0,335
Фирма «Данфосс»: тип <b>RTD-G</b> с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	10, 11	0,2
	20, 21, 22, 33	0,22
Фирма «Овентроп»: тип <b>M</b> с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,2
	20, 21, 22, 33	0,205
Фирма «Хаймайер» тип «Super» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,195
	20, 21, 22, 33	0,2

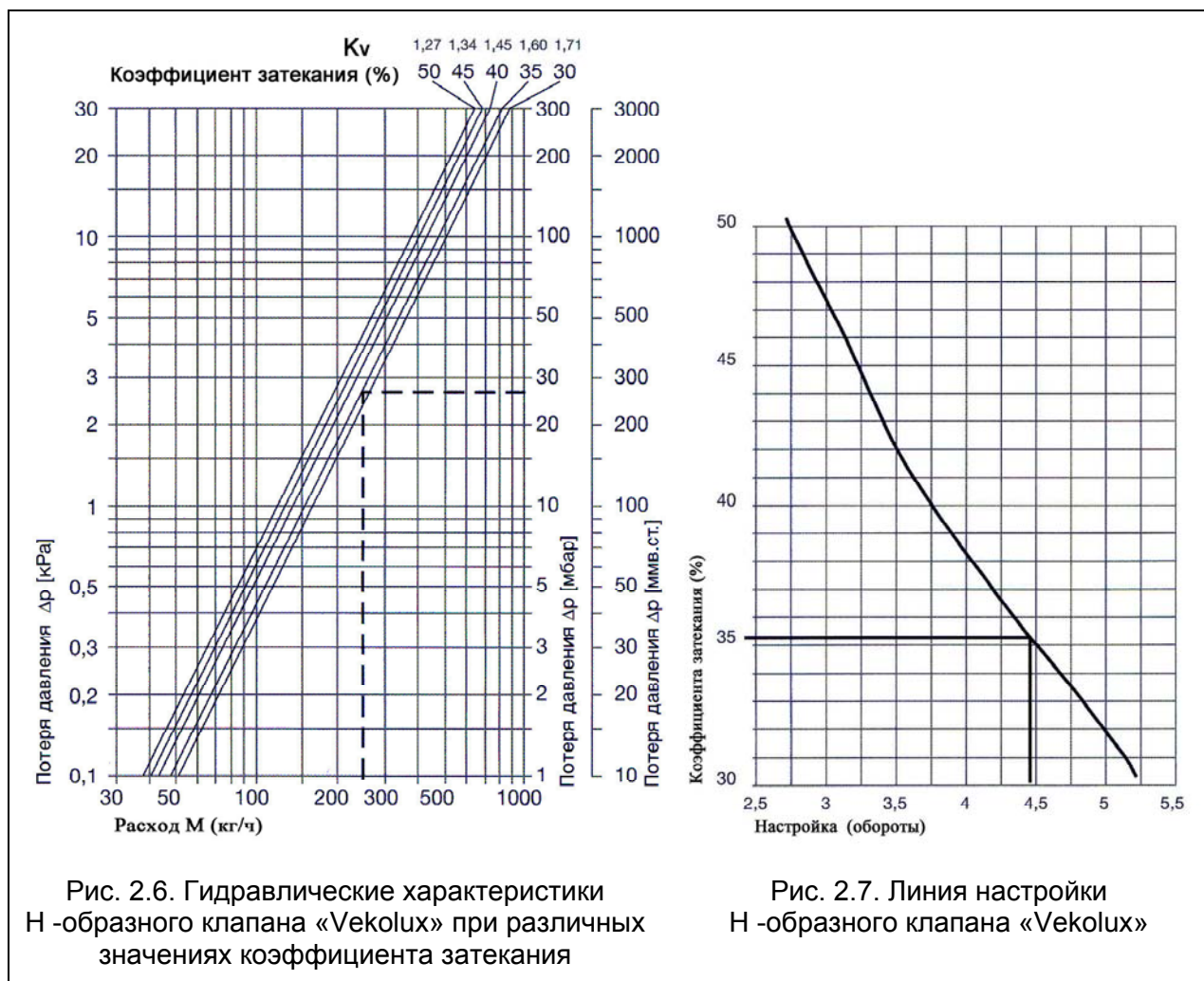
Значения  $\alpha_{пр}$  при установке термостатов определены при настройке их на режим 2К (2°C) и расходах теплоносителя в стояке 240-540 кг/ч.

При подводках к радиаторам условным диаметром 15 мм используются термостаты RTD-G 15 (кодировый № 013L3743 - угловой и 013L3744 - прямой), «ГЕРЦ-TS-E» (марка 1 7723 11 с  $X_p=0,44$  мм или новая модель с  $X_p=0,7$  мм) или «М» (артикул 118 54 04). Заметим, что гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) термостатов практически совпадают.

2.9. При использовании в однотрубных системах отопления радиаторов «RADIK VENTIL КОМПАКТ» с термостатом «Super» и донном подключении подвод теплоносителя рекомендуется осуществлять через Н-образные клапаны с регулируемым байпасом (замыкающими участками), позволяющими изменять

коэффициент затекания обычно в диапазоне 0,3 – 0,5. При этом  $K_v$  H-образного клапана изменяется от 1,81 до 1,34  $[(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$ .

На рис. 2.6 показана зависимость потерь давления в H-образном клапане «Vekolux» фирмы «Хаймайер» от общего расхода теплоносителя при различных значениях коэффициента затекания, а на рис. 2.7 – регулировочная кривая, определяющая количество оборотов настройки в зависимости от величины коэффициента затекания.



Например, при расходе теплоносителя 260 кг/ч и коэффициенте затекания 0,35 потеря давления в H – образном клапане «Vekolux» равна 26 мбар (2600 Па) – см. рис. 2.6. Из рис. 2.7 видно, что при коэффициенте затекания, равном 0.35, следует провести настройку на 4,5 оборота.

2.10. Коэффициенты затекания при установке термостатов определены, как указывалось, при их настройке на режим 2К (2°C). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания необходимая площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения ручных кранов и вентилей.

2.11. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются, как указывалось, по приложению 1, для медных труб - по приложению 2.

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [13], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.12. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [9].

2.13. Согласно данным ООО «Витатерм» производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом «DIXIS-30», необходимо увеличивать на 10%, а их напор на 50% в связи с существенным различием теплофизических свойств антифриза и воды.

### 3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [7], [8], [9], [10], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

3.2. При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам. Первый из них  $\beta_1$  зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от типа радиатора по табл. 3.1, а второй -  $\beta_2$  определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 3.1.

**Таблица 3.1. Значения поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$**

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	Средний номенклатурный шаг, Вт	$\beta_1$	$\beta_2$ при установке	
				у наружной стены	у наружного остекления
10	300	51	1	1,04	1,1
	400	65	1,004		
	500	79	1,006		
	600	93	1,008		
11	300	81	1,006	1,03	1,08
	400	104	1,01		
	500	128	1,02		
	600	151	1,03		
20	300	83	1,007	1,03	1,08
	500	129	1,02		
	600	150	1,03		
21	300	116	1,015	1,02	1,06
	400	145	1,029		
	500	173	1,039		
	600	201	1,063		
22	300	146	1,029	1,015	1,04
	400	186	1,046		
	500	224	1,082		
	600	262	1,11		
33	300	206	1,075	1,01	1,02
	400	260	1,1		
	500	312	1,152		
	600	364	1,205		

При нахождении значений  $\beta_1$  учитывали номенклатурный шаг типоразмеров радиаторов, наиболее распространённых в системах отопления жилых зданий. По нашим данным это приборы с длиной до 1400 мм включительно. Доля панельных



радиаторов с длиной более 1400 мм сравнительно невелика, поэтому при нахождении  $\beta_1$  номенклатурный шаг длинных радиаторов не учитывался.

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

Увеличение теплопотерь через радиаторные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно, номинального (нормативного) теплового потока при подборе радиатора, поскольку тепловой поток от прибора возрастает практически на столько же, на сколько возрастают теплопотери.

При введении поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, полагая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально увеличению их нагрузок.

3.3. При подборе радиаторов, оснащённых термостатами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителя, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [9], [10], следует увеличивать в 1,15 раза для помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [5].

3.4. Тепловой поток радиатора  $Q$ , Вт, при условиях, отличных от нормальных (нормированных), определяется по формуле

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = Q_{ny} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p = \\ = K_{ny} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p , \quad (3.1)$$

где  $Q_{ny}$  - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.3 и 1.4), Вт;

$\Theta$  - фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_n = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n , \quad (3.2)$$

здесь

$t_n$  и  $t_k$  - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

$t_n$  - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении  $t_e$ , °С;

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

70 - нормированный температурный напор, °С;

$c$  - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированном температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 3.2);

$n$  и  $m$  - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по табл. 3.2);

$M_{np}$  - фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

0,1 - нормированный массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

$b$  - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 3.3);

$\rho$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 3.4); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз»  $\rho=1$ ;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 3.5 - 3.7);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{np}/0,1)^m$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массового расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.8);

$K_{ny}$  - коэффициент теплопередачи радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле

$$K_{ny} = \frac{Q_{ny}}{F \cdot 70}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}), \quad (3.3)$$

$F$  – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора,  $\text{м}^2$  (принимается по табл. 1.4).

**Таблица 3.2. Усреднённые значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициента  $c$  при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах**

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя $M_{np}$		$n$	$c$	$m$	$\rho$
	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	0,8	0,1	Табл. 3.4
Снизу-вниз	0,015 - 0,1	54-360	0,28	0,95	0	1

**Таблица 3.3. Значения поправочного коэффициента  $b$**

Тип 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)
10	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
11, 20	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21	0,965	0,971	0,977	0,983	0,988	0,994	1	1,012
22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33	0,961	0,967	0,973	0,98	0,986	0,993	1	1,013

Таблица 3.4. Значения поправочного коэффициента  $\rho$ 

Тип радиатора	Значения $\rho$ при длине радиатора $L$ (мм)				
	400, 500	600, 700	800, 900	1000-1200	1400 и более
10, 11	1,09	1,07	1,04	1,02	1
20, 21, 22, 33	1,06	1,05	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_1$ 

$\Theta$ , °C	$\varphi_1$ при схеме движения теплоносителя			$\Theta$ , °C	$\varphi_1$ при схеме движения теплоносителя		
	Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз		Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз
44	0,547	0,539	0,552	78	1,151	1,155	1,149
46	0,579	0,572	0,584	80	1,19	1,194	1,186
48	0,612	0,605	0,617	82	1,228	1,234	1,224
50	0,646	0,639	0,65	84	1,267	1,274	1,263
52	0,679	0,673	0,684	86	1,307	1,315	1,301
54	0,714	0,708	0,717	88	1,346	1,356	1,34
56	0,748	0,743	0,752	90	1,386	1,397	1,379
58	0,783	0,779	0,786	92	1,427	1,438	1,419
60	0,818	0,815	0,821	94	1,467	1,48	1,458
62	0,854	0,851	0,856	96	1,508	1,522	1,498
64	0,89	0,888	0,892	98	1,549	1,564	1,538
66	0,926	0,925	0,927	100	1,59	1,607	1,579
68	0,963	0,962	0,964	102	1,631	1,65	1,619
70	1	1	1	104	1,673	1,693	1,66
72	1,037	1,038	1,037	106	1,715	1,737	1,701
74	1,075	1,077	1,074	108	1,757	1,78	1,742
76	1,113	1,116	1,111	110	1,8	1,824	1,783

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_2$  при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{пр}$		$\varphi_2$	$M_{пр}$		$\varphi_2$
кг/с	кг/ч		кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,662	0,07	252	0,772
0,02	72	0,681	0,08	288	0,783
0,03	108	0,71	0,09	324	0,792
0,04	144	0,73	0,1	360	0,8
0,05	180	0,747	0,125	450	0,818
0,06	216	0,76	0,15	540	0,833

Примечание. Значение  $\varphi_2$  при движении теплоносителя «сверху-вниз» равно 1, «снизу-вниз» - **0,95**

3.5. Коэффициент теплопередачи радиатора  $K$ , Вт/(м<sup>2</sup> · °С), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p. \quad (3.4)$$

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «RADIK KLASIK» и «RADIK VENTIL KOMPAKT» значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициента  $c$  зависят не только от исследованных диапазонов изменения  $\Theta$  и  $M_{np}$ , но также от высоты, глубины и длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 3.2 пределов значений  $M_{np}$ . При движении воды в приборе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по двум - четырём вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводющим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводными теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент  $p$ , приведённый в табл. 3.4.

3.7. При определении тепловых характеристик радиаторов всех моделей длиной более 1400 мм (кроме радиаторов «RADIK MM» и «RADIK VKM») следует учитывать снижение теплоотдачи согласно рекомендациям п. 1.14. Для радиаторов «RADIK VKM» необходимо дополнительно вводить поправочный множитель на тепловые показатели согласно табл. 1.5.

3.8. Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у внутренних перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 3.

3.9. При использовании антифриза необходимая площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в среднем в 1,1 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде.

## 4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления

### Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальными панельными радиаторами «RADIK KLASIK». Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом «Овентроп» тип **M** на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх».

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.3 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк  $t_n$  условно принимается равной  $105^\circ\text{C}$  (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку  $\Delta t_{ст}=35^\circ\text{C}$ , температура воздуха в отапливаемом помещении  $t_b=20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е.  $b=1$ . Средний расход воды в стояке  $M_{ст}=480$  кг/ч (0,133 кг/с).

Диаметры труб определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,5 м ( $L_{тр. в}=2,7$  м,  $L_{тр. г}=0,8$  м).

### Последовательность теплового расчёта

Тепловой поток прибора в расчётных условиях  $Q_{пр}^{расч}$ , Вт определяется по формуле

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр.п} \quad (4.1)$$

где  $Q_{ном}$  - теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;  
 $Q_{тр.п}$  - полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.

В нашем примере принимаем  $Q_{тр.п}=0,9 Q_{тр}$ ,

$$Q_{тр} = q_{тр. в} \cdot L_{тр. в} + q_{тр. г} \cdot L_{тр. г} \quad (4.2)$$

$q_{тр. в}$  и  $q_{тр}$  - тепловые потоки 1 м открыто проложенных соответственно вертикальных и горизонтальных гладких труб, определяемые по приложению 3, Вт/м;

$L_{тр. в}$  и  $L_{тр. г}$  - общая длина соответственно вертикальных и горизонтальных теплопроводов, м.

$$Q_{тр.п} = 0,9 (74,1 \cdot 2,7 + 74,1 \cdot 0,8 \cdot 1,28) = 248 \text{ Вт.}$$

Полезный тепловой поток от труб  $Q_{тр.п}$  определён при температурном напоре  $\Theta_{ср.тр} = t_n - t_b = 105 - 20 = 85^\circ\text{C}$  (без учёта охлаждения воды в радиаторе), где  $t_n$  - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел,  $^\circ\text{C}$ .

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.4) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается

радиатор типа 11 высотой 500 мм и принимается соответствующее значение коэффициента затекания  $\alpha_{np} = 0,2$  (по данным табл. 2.3).

Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm} = 0,2 \cdot 0,133 = 0,027 \text{ кг/с.}$$

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него  $\Delta t_{np}$  определяется по формуле

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,027} = 8,42^\circ C, \quad (4.3)$$

где  $C$  – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг·°C);

$$Q_{np}^{расч} = Q_{nom} - Q_{mp.n} = 1200 - 248 = 952 \text{ Вт.}$$

Температурный напор  $\Theta$  определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_g = 105 - 4,21 - 20 = 80,79^\circ C.$$

Определяем предварительно требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях  $Q_{ny}^{mp}$  по формуле

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,205 \cdot 0,701 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1084 \text{ Вт}, \quad (4.4)$$

где  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  и  $p$  - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.6, 3.8 и 3.4.

Безразмерный коэффициент  $p$ , принимается по табл. 3.4 исходя из предварительно выбранного типоразмера радиатора. В нашем случае  $p=1,04$ .

Исходя из полученного значения  $Q_{ny}^{mp}$  и желаемой длины прибора (800 -1200 мм), согласно табл. 1.4 принимаем типоразмер «**RADIK KLASIK**» 11-5090 с  $Q_{ny} = 1148$  Вт.

С учётом рекомендаций [7] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадью поверхности нагрева радиатора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

Если запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в последующий конвектор.

Невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100 = 5,9 \% . \quad (4.5)$$

Поскольку невязка (запас) не превышает 10%, корректировку температуры теплоносителя на входе в следующий этажестояк можно не проводить.

## **5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «RADIK» и основные требования к их эксплуатации**

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «RADIK» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [14], настоящих рекомендаций, рекомендаций [15], а также проспектных материалов фирмы «KORADO a.s.».

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.4, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.11).

Транспортировку, хранение и монтаж стальных панельных радиаторов необходимо производить надлежащим образом, исключая механические повреждения, нарушения лакокрасочного покрытия, попадание влаги (например, дождя, конденсата) и воздействие агрессивных сред (например, свежего цементного раствора или застывающего бетона).

5.3. Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями кронштейнов. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «RADIK» и размеры их привязки показана на рис. 5.1 и в табл. 5.1.

5.4. Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен и только с помощью фирменных кронштейнов. Во избежание аварийных ситуаций с отопительными приборами «RADIK» не рекомендуется их использовать для обогрева помещений в период строительства зданий. Для этой цели необходимо применять специальные воздухонагреватели. Допускается при проведении отделочных работ в помещении в зимнее время включить систему отопления, не снимая упаковку. Температура теплоносителя при этом не должна превышать 90°C.

5.5. При монтаже панельных радиаторов обязательна установка воздухоотводчика в одной из верхних глухих пробок радиатора.

5.6. Монтаж радиаторов «RADIK» с использованием угловых одинарных настенных кронштейнов (рис. 5.2) необходимо производить в следующем порядке:

- удалить упаковку только в местах присоединения радиатора к теплопроводам и крепления кронштейнам;

- разметить места установки кронштейнов в соответствии с рис. 5.1 и табл. 5.1; минимальные расстояния радиаторов от пола принимаются в соответствии с п. 5.10;

- на расстоянии 105 мм от верхней кромки радиатора просверлить в стене отверстия диаметром 10 мм и ввернуть в них винты; между стеной и головкой винта оставить зазор  $\approx 5$  мм;

- надеть кронштейны на винты, установить радиатор на кронштейны и затем затянуть винты до отказа;

- надеть на нижние скобы радиатора дистанционные распорки: при помощи регулирующего винта распорки установить требуемое расстояние радиатора от стены;

- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления;

- установить воздухосорник в верхнюю пробку.

5.7. Монтаж радиаторов «RADIK PLAN VKL» (кроме типа 11) и «RADIK VKU», не имеющих крепёжных скоб, ведётся с применением кронштейнов компактных ПЛЮС (рис. 5.3). Каждый кронштейн крепится к стене на одном винте. Последовательность операций (сверление отверстий, установка винтов и кронштейнов) аналогична описанной в п. 5.6.

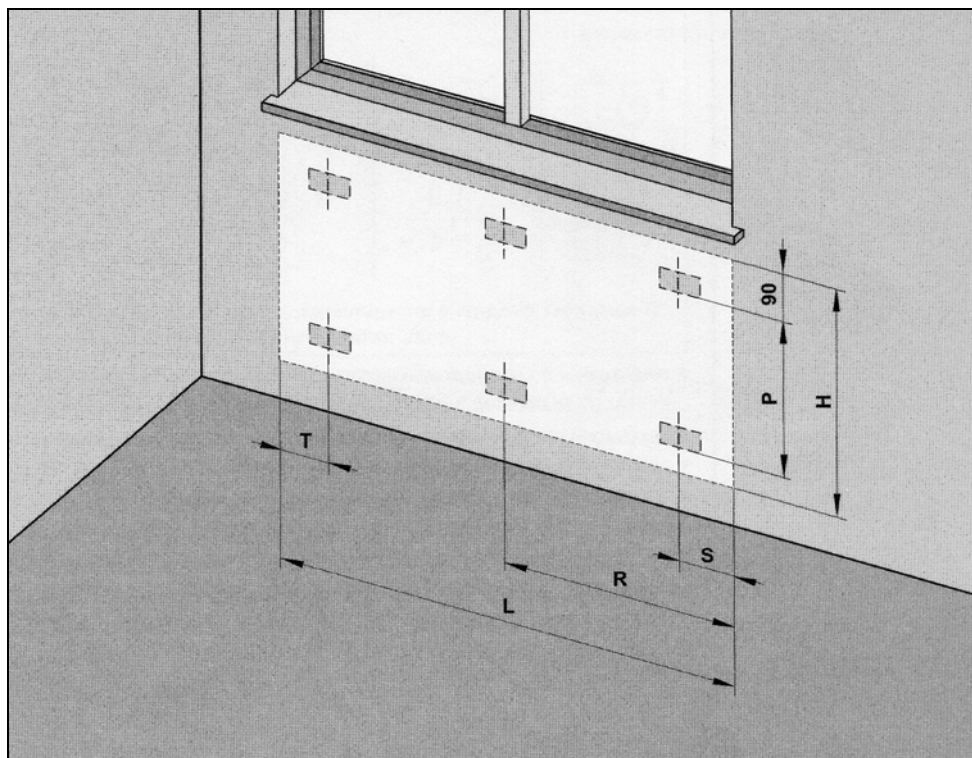


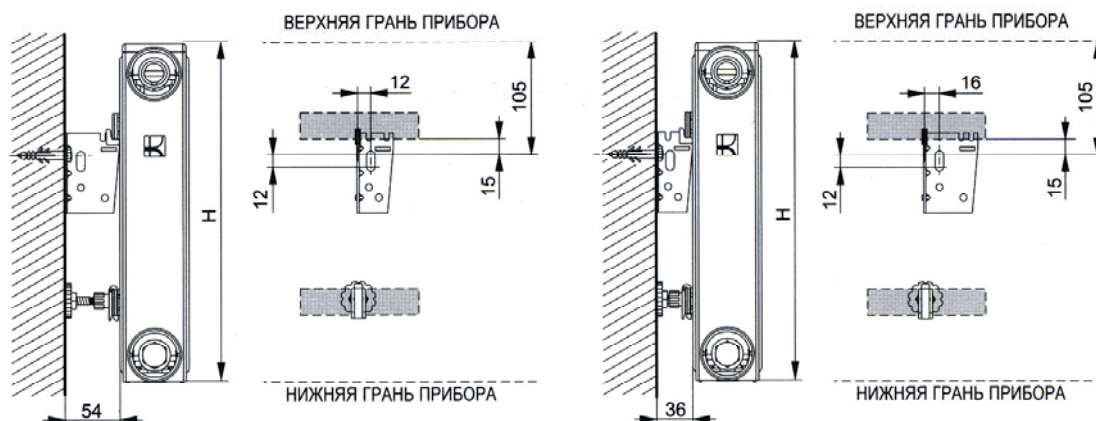
Рис. 5.1. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «RADIK» и их привязка

Таблица 5.1

Размер, мм	Тип радиатора	Длина отопительного прибора L, мм						
		400	500-1600	1800	2000	2300	2600	3000
<b>S</b>	10, 20, 20S, 20VK, 20S VK, 20MM, 21, 21VK, 21MM, 22, 22VK, 22 COMBI VK, 22MM, 30, 30VK, 33, 33VK, 33MM	133	133	133	133	133	133	133
	10VK	167	167	167	167	167	167	167
	10VKL	100	133	133	133	133	133	133
	10MM	-	133	133	133	-	-	-
	11, 11VK, 11VKL, 11MM	117	150	150	150	150	150	150
<b>T</b>	10, 20, 20S, 20VK, 20S VK, 20MM, 21, 21VK, 21MM, 22, 22VK, 22 COMBI VK, 22MM, 30, 30VK, 33, 33VK, 33MM	133	133	133	133	133	133	133
	10VK	100	133	133	133	133	133	133
	10VKL	167	167	167	167	167	167	167
	10MM	-	133	133	133	-	-	-
	11, 11VK, 11VKL, 11MM	117	150	150	150	150	150	150
<b>R</b>	10, 20, 20S, 20VK, 20S VK, 20MM, 21, 21VK, 21MM, 22, 22VK, 22 COMBI VK, 22MM, 30, 30VK, 33, 33VK, 33MM	-	-	900	1000	1133	1300	1500
	10VK, 10VKL	-	-	900	1000	1133	1300	1500
	10MM	-	-	-	-	-	-	-

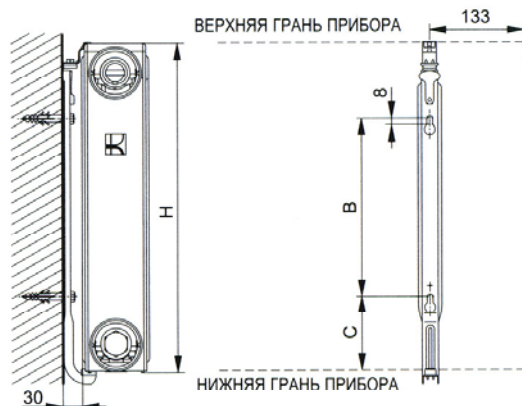


	11, 11VK, 11VKL, 11MM	-	-	833	983	1150	1283	1483
Примечание: Plan Klasik = Klasik; Plan VK = VKM = VK; Plan 11VKL = 11 VKL								
Н, мм	300	400	500	600	900			
Р, мм	145	245	345	445	745			



В комплект входит: 1 шт. кронштейн правый и левый, 2 шт. опора, шурупы 8 x 60 мм, дюбели  $\varnothing$  10 мм

Рис. 5.2. Установка радиатора на одинарных угловых кронштейнах  
H=300 – 900 мм, код для заказа Z – U 300



В комплект входит: 2 шт. кронштейн,  
шурупы 8 x 60 мм,  
дюбели  $\varnothing$  10 мм

Н, мм	В, мм	С, мм	Код для заказа
300	86	109	Z – U551
400	186	109	Z – U552
500	286	109	Z – U553
600	386	109	Z – U554
900	686	109	Z – U555

Рис. 5.3. Установка радиатора на компактных кронштейнах ПЛЮС

Кронштейны снабжены предохранителями от снятия радиаторов. Радиаторы длиной от 1800 мм крепятся на трёх кронштейнах (третий располагается посередине радиатора).

Радиатор устанавливается на нижний захват кронштейна. Верхний захват следует вытянуть вверх до отказа и зафиксировать в этом положении; затем верхнюю часть радиатора прижать к кронштейну, тогда верхний захват автоматически защёлкивается на воздуховыпускной решётке радиатора.

Последней операцией при монтаже радиаторов «RADIK VENTIL КОМПАКТ» является установка термостатического элемента (термостатической головки) на встроенный клапан.

5.8. Запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками (например, «серебрянкой») и «закрашивание» воздуховыпускного отверстия воздухоотводчика.

5.9. Не допускается установка панельных радиаторов с повреждённым лакокрасочным покрытием в кухнях, ванных комнатах и туалетах.

5.10. При монтаже радиаторов следует избегать случаев их неправильной установки:

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 75% глубины прибора в установке, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;

- установки радиатора на кронштейнах, изготовленных другими фирмами, вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые зализы (следы) над прибором;

- слишком высокой установки, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 200 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;

- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 90% глубины радиатора в установке при высоте радиатора 500 мм и 75% - при высоте 300 мм), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (см. рис. 5.4);

- негоризонтального положения коллекторов радиатора, т.к. это ухудшает его тепловые показатели, гигиеничность и внешний вид;

- установки перед радиатором декоративных экранов (не учтённых при тепловых расчётах) или закрытия его шторами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

При автоматическом регулировании не рекомендуется размещать термостаты на расстоянии менее 150 мм от проёма балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника. В этих случаях следует использовать термостаты с выносным датчиком.

5.11. После окончания отделочных работ необходимо полностью удалить упаковку. Если упаковка была частично снята или повреждена до окончания отделочных работ, радиатор следует очистить от строительного мусора и прочих загрязнений, т.к. они снижают тепловой поток отопительного прибора.

5.12. При необходимости удаления теплоносителя из радиатора «RADIK VENTIL КОМПАКТ», оснащённого H-образным запорным клапаном (рис. 5.5), дренаж радиатора производится обычно в следующем порядке:

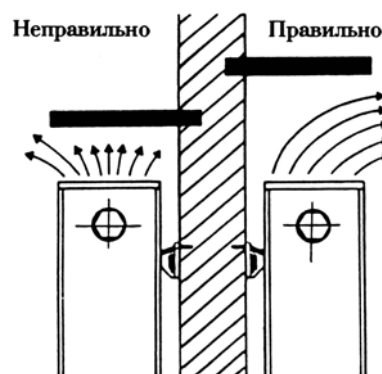


Рис. 5.4. Схемы установки радиатора под подоконником

- отвинтить крышку запорно-дренажного устройства;
- перекрыть запорные устройства на входе и выходе теплоносителя;
- надеть спускной кран на штуцер запорно-дренажного устройства;
- открыть дренаж поворотом штока квадратного сечения.

5.13. В процессе эксплуатации следует производить очистку наружных поверхностей радиатора в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода.

5.14. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы и средства, являющиеся агрессивными веществами (сильной щёлочью или кислотой). Исключается использование пористых увлажнителей.

5.15. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны, как указывалось, удовлетворять требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [3].

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать  $20 \text{ мкг/дм}^3$  [3], [16], а значение рН должно быть в пределах 8-9,5 (оптимально 8,3 - 9). Содержание в воде железа (до  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ ) и других примесей - согласно [3], общая жёсткость - до  $7 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

5.16. При эксплуатации стальных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде кислорода и загрязнений (шлама), а также к гидравлическим ударам и превышению давления теплоносителя в системе отопления выше допустимого. Поэтому радиаторы «RADIK» рекомендуется, как указывалось, применять в системах отопления только с независимой схемой подсоединения к системе теплоснабжения, с закрытыми расширительными сосудами, современными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непосредственно из тепловой сети. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка грязевиков, а при применении термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – ещё и фильтров, в том числе постояковых. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать  $7 \text{ мг/дм}^3$ .

5.17. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе  $0,87 \text{ МПа}$ . Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 [3]).

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 [14] допускает полуторное превышение рабочего давления при испытании водяных систем отопления. В то же время практика и анализ условий эксплуатации панельных радиаторов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение целесообразно держать в пределах 25%. Следует также иметь в виду, что давление теплоносителя при опрессовке и работе системы отопления не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы в любой её точке. Например, при использовании панельных радиаторов, рассчитанных на максимальное рабочее давление  $0,87 \text{ МПа}$ , избыточное давление при опрессовке системы должно находиться в пределах  $1,09-1,3 \text{ МПа}$

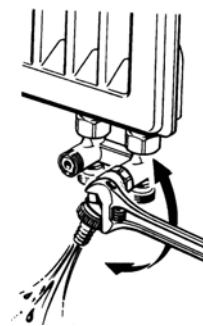


Рис. 5.5. Дренаж радиатора

независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

5.18. Во избежание образования воздушных пробок заполнение водой системы отопления с радиаторами, оборудованными термостатами, следует производить снизу через обратную магистраль при открытых термостатах (со снятым защитным колпачком и без термостатического элемента).

5.19. Термостат не является запорной арматурой. Если необходимо демонтировать радиатор, на подводке к которому установлен проходной термостат, следует снять термостатический элемент и полностью закрыть термостат с помощью металлического или упрочнённого полимерного колпачка, а затем заглушить прибор со стороны снятой подводки, а также перекрыть вторую подводку.

5.20. Термостатический элемент в условиях эксплуатации настраивается на требуемую температуру в отапливаемом помещении поворотом его рукоятки с нанесённой на неё круговой шкалой. Для этого настроечная рукоятка поворачивается до совмещения нужного индекса на шкале рукоятки с меткой на корпусе термостатического элемента.

На рисунке 5.6 приведена типовая шкала термостатических элементов термостатов, предназначенных для установки в двухтрубных системах отопления. Если на шкале наряду с позициями настройки указаны значения температур в °С, то они являются ориентировочными, так как фактическая температура в помещении часто отличается от температуры воздуха вокруг термоэлемента и зависит от условий его размещения. При настройке термостата на (\*) он практически закрыт, но в случае снижения воздуха в отапливаемом помещении до 6-7°С термостат автоматически открывается для защиты отопительного прибора от замерзания, т.е. термостат нельзя считать запорной арматурой.

Обращаем внимание, что при использовании термостатов с монтажной настройкой (для двухтрубных систем отопления) установка настройки на 1 и 2 позиции не рекомендуется с учётом реальных условий эксплуатации систем отопления.

5.21. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более чем на 15 суток в году. С целью предотвращения слива воды из радиатора при условии исключения опасности гидравлических ударов в системе отопления достаточно перекрыть запорную арматуру только на нижней подводке к радиатору «RADIK KLASIK» или отключить радиатор «RADIK VENTIL KOMPAKT» от H-образного запорного клапана.

5.22. При необходимости отключения радиатора от системы отопления (например, для его замены) следует перекрыть обе подводки. Если необходимо перекрыть радиатор без слива воды из него, следует открыть ручной воздухоотводчик на отключённом радиаторе, а перед открытием запорной арматуры у приборов для повторного подключения его к системе отопления необходимо закрыть воздухоотводчик.

5.23. Во избежание замерзания воды в радиаторах, приводящего к их разрыву, при минусовых температурах наружного воздуха не допускается открывать створки окон для интенсивного проветривания (особенно при закрытых ручных кранах или термостатах у отопительных приборов). Жильцы и посетители общественных зданий (в частности, гостиниц) должны быть извещены об этом требовании.

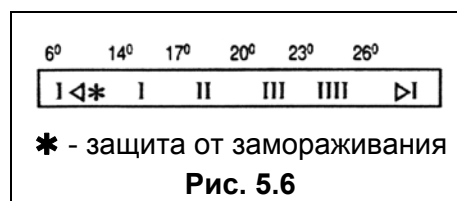


Рис. 5.6

5.24. Радиаторы «RADIK» с термостатами завода «Heimeier» могут применяться в системах отопления, заполненных антифризом. В этом случае при герметизации резьбовых соединений стальных теплопроводов, фитингов и других элементов систем отопления можно использовать шелковистый лён (но не пеньку и без масляной краски), гермесил или анаэробные герметики, например, типа Loctite 542 и/или Loctite 55. Рекомендуется для этой цели использовать также эпоксидные эмали или эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Обращаем внимание, что при использовании в качестве герметика уплотнительной нити Loctite 55 допускается юстировка без потери герметичности после поворота соединяемых элементов.

Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий. Заполнение системы антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после её монтажа.

Из используемых в России марок антифриза заслуживает внимания низкозамерзающий теплоноситель «DIXIS-30» с наиболее оптимальным для отечественных условий эксплуатации соотношением гликоля и воды. Использование антифриза «DIXIS-65», требующего его разбавления водой в «домашних» условиях, может привести к ухудшению качества смеси.

Заслуживает внимания безопасный при эксплуатации антифриз «DIXIS-TOP» на пропиленгликолевой основе.

Отметим, что запорно-регулирующая арматура, используемая в системах отопления с радиаторами «RADIK», также должна допускать её эксплуатацию при выбранной марке антифриза.

5.25. В системах отопления из медных труб соединение их со стальными радиаторами необходимо осуществлять с помощью переходников из бронзы или качественной латуни. Во избежание разрушения этих переходников использование льна для герметизации соединений запрещено. Можно применять указанные выше герметики. В качестве переходников может быть использована запорно-регулирующая арматура с корпусом и накидными гайками из бронзы и латуни.

## 6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «RADIK KLASIK» и «RADIK VENTIL КОМПАКТ» / В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, В.Д.Кушнир и Т.Н.Прокопенко. – М.: ТОО «Витатерм», 1998.
2. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа «Универсал» и чугунных радиаторов/ В.И.Сасин, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, Л.А.Богацкая, Г.А.Бершидский.- М.: НИИСантехники, 1990.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
5. Стандарт АВОК 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.
6. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
7. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
8. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению. М., 1999.
9. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойрова.- М.: Стройиздат, 1990.

10. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
11. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
12. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
13. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
14. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
15. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.
16. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

### Приложение 1

**Таблица П 1.1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* насосных систем водяного отопления при скорости воды в них 1 м/с**

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, М/ч		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$ , 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода $d_y$	Наружный $d$	Внутренний $d_{вн}$							
			$\frac{кг/ч}{м/с}$	$\frac{кг/с}{м/с}$	$\frac{А \cdot 10^4, Па}{(кг/ч)^2}$	$\frac{А \cdot 10^{-4}, Па}{(кг/с)^2}$		$\frac{S \cdot 10^4, Па}{(кг/ч)^2}$	$\frac{S \cdot 10^{-4}, Па}{(кг/с)^2}$
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,6	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания:

1)  $1 Па = 0,102 кгс/м^2$ ;  $1 Па/(кг/с)^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (кгс/м^2)/(кг/ч)^2$ ;  $1 кгс/м^2 = 9,80665 Па$ ;  $1 (кгс/м^2)/(кг/ч)^2 = 1,271 \cdot 10^8 Па/(кг/с)^2$ .

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб  $S$ ,  $\zeta'$  и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб  $\zeta$  при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность  $\phi_4$ , по формулам

$$S = S_T \cdot \phi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \phi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П } 1.3)$$

где  $S_T$ ,  $\zeta'_4$  и  $\zeta_4$  - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см. , в частности, табл. П 1.1 настоящего приложения).

Значения  $\varphi_4$  определяются по таблице П 1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы  $d_y$ , мм, и расхода горячей воды  $M$  со средней температурой от 80 до 90°C.

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°C значения  $\varphi_4$  определяются по приближённой формуле

$$\varphi_{4(50)} = 1,5 \varphi_4 - 0,5, \quad (\text{П}1.4)$$

где  $\varphi_{4(50)}$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

$\varphi_4$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

Продолжение приложения 1

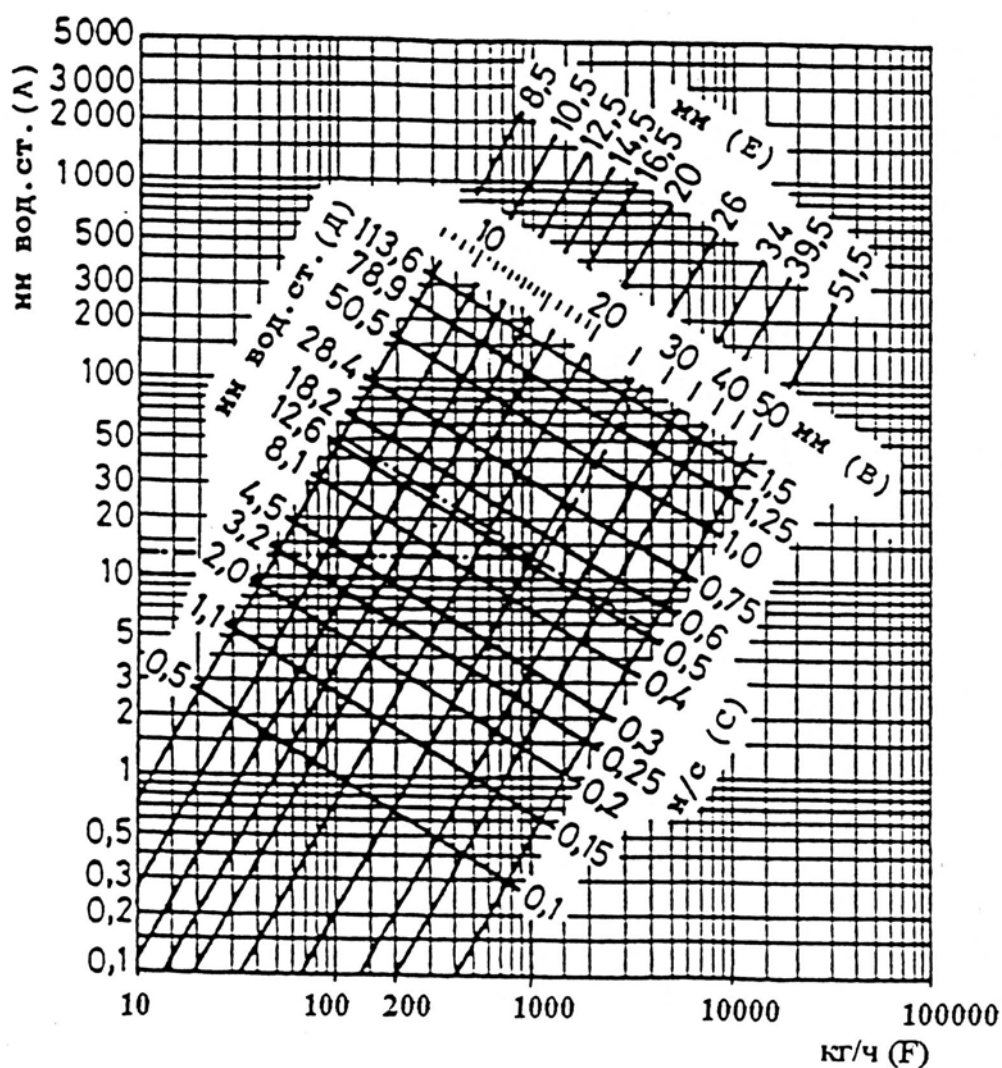
Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_4$

$\varphi_4$	M	Расход горячей воды M в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб $d_y$ , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,02625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1

1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

### Приложение 2

**Номограмма для определения потери давления  
в медных трубах в зависимости от расхода воды  
при её температуре 40°C**



**А** – потери давления на трение в медных трубах 1 м при температуре теплоносителя 40°C, мм вод. ст.;



**В** – внутренние диаметры медных труб, мм;

**С** – скорость воды в трубах, м/с;

**Д** – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления  $\zeta=1$  и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;

**Е** – внутренние диаметры медных труб, характерные для западноевропейского рынка, мм;

**F**- расход воды через трубу, кг/ч.

При средней температуре воды 80°C на значения потери давления, найденные по настоящей номограмме, вводить поправочный множитель 0,88; при средней температуре 10°C – поправочный множитель 1,25.

### Приложение 3

#### Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, $q_{тр}$ , Вт/м

$d_v$ , мм	$\Theta$ , °C	Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при $\Theta$ , °C, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	30	19,2	19,9	20,7	21,6	22,3	23,1	23,9	24,8	25,6	26,5
20		24,1	25,0	26,0	27,0	28,0	29,1	30,1	31,2	32,2	33,4
25		30,0	31,2	32,5	33,7	35,0	36,3	37,5	38,9	40,2	41,6
15	40	27,4	28,7	29,5	30,4	31,3	32,1	33,0	33,9	34,8	35,7
20		34,5	35,9	36,9	38,2	39,1	40,2	41,3	42,4	43,6	44,7
25		42,9	44,9	46,3	47,5	48,9	50,3	51,7	53,0	54,5	55,8
15	50	36,6	37,5	38,5	39,4	39,8	41,3	42,2	43,2	44,1	45,1
20		45,8	46,9	48,1	49,3	50,4	51,7	52,8	54,0	55,3	56,5
25		57,3	58,7	60,2	61,5	63,1	64,6	66,0	67,5	69,1	70,5
15	60	46,0	47,2	48,1	49,1	50,1	51,1	52,2	53,2	54,2	55,3
20		57,7	58,9	60,2	61,4	62,7	63,9	65,2	66,5	67,5	69,1
25		72,1	73,7	75,2	76,7	78,4	79,9	81,5	83,1	84,8	86,4
15	70	57,4	58,4	59,5	60,5	61,7	62,8	63,8	65,0	66,1	67,3
20		71,6	73,0	74,3	75,7	77,2	78,5	79,8	81,3	82,7	84,1
25		89,6	91,3	92,3	94,7	96,0	98,2	99,8	101,6	103,3	105,1
15	80	68,4	69,5	70,7	71,9	73,0	74,1	75,4	76,6	78,3	78,9
20		85,6	86,6	88,4	89,8	91,3	92,8	94,2	95,8	97,3	98,7
25		106,9	108,8	110,5	112,3	114,2	115,9	117,7	119,6	121,3	123,4
15	90	80,2	81,3	82,7	83,9	85,1	86,2	87,5	88,8	90,2	91,4
20		100,3	101,7	103,3	104,9	106,3	107,9	109,5	110,9	112,6	114,3
25		125,3	127,2	129,1	131,1	132,9	134,9	136,9	138,9	140,8	142,8
15	100	92,3	93,5	94,9	96,0	97,0	98,2	99,3	100,3	101,3	102,4
20		116,0	117,4	119,0	120,6	122,4	124,2	125,3	127,6	129,1	130,9
25		144,2	145,1	147,2	149,4	151,5	153,6	155,8	157,9	160,0	162,2

Примечания.

1. В двухтрубных системах отопления тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных стояков, окрашенных масляной краской, при расстоянии между их осями  $S$ , равном или меньшем двух наружных диаметров  $d_n$ , следует уменьшать в среднем на 5% по сравнению со значениями, приведёнными в настоящем приложении.

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также многорядных горизонтальных труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб  $S$  и их наружного диаметра  $d_n$  большем или равном 2, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток многорядных по высоте подводок и магистралей, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при  $S/d_n \leq 2$  рекомендуется увеличивать в среднем в 1,2.

3. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 50-100% от значений, приведённых в данном приложении (в зависимости от места прокладки труб).

4. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб уменьшаются (умножаются на поправочный коэффициент - обычно в пределах 0,6-0,75).

5. При экранировании открытого стояка металлическим экраном общий тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем на 25%.

6. При скрытой прокладке труб в глухой борозде общий тепловой поток снижается на 50%.

7. При скрытой прокладке труб в вентилируемой борозде общий тепловой поток уменьшается на 10%.

8. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжёлого бетона ( $\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ,  $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$ ), увеличивается в среднем в 2,5 раза (при оклейке стен обоями в 2,3 раза) по сравнению со случаем открытой установки. При этом полезный тепловой поток составляет в среднем 95% от общего (в каждое из смежных помещений поступает половина полезного теплового потока).

9. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона ( $\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ,  $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$ ) увеличивается в среднем в 2 раза (при оклейке стен обоями в 1,8 раза), причём полезный тепловой поток при наличии теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90% от общего.