

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Витатерм»

_____ **В.И.Сасин**

14 января 2009 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению стальных панельных
отопительных радиаторов РСПО

Москва – 2009

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию рекомендации по применению стальных панельных отопительных радиаторов РСПО, изготавливаемых ТОО «Сантехпром» (Республика Казахстан).

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям, принятым в России, Казахстане и в ряде других государств СНГ, 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; e-mail: vita-therm@yandex.ru

© ООО «Витатерм» 2009

Основные характеристики стальных панельных радиаторов РСПО

Наименование показателей	Ед. измерения	Значения
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более	МПа кгс/см ²	0,87 8,7
Заводское испытательное избыточное давление, не менее	МПа кгс/см ²	1,3 13
Максимальная температура теплоносителя	°С	110
Содержание кислорода в воде, не более	мкг/дм ³	20
Значения pH воды: оптимальные допустимые	-	8,3 – 9,0 8,0 – 9,5
Монтажные высоты приборов	мм	245, 445
Длины приборов	мм	400 – 3000
Коэффициенты местного сопротивления радиаторов при подводках d _y = 15 мм и расходе теплоносителя через радиатор 0,1 кг/с (360 кг/ч)	-	15 – 42

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов РСПО и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	17
3. Тепловой расчёт	25
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	29
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов РСПО и основные требования к их эксплуатации	31
6. Список использованной литературы	36
<i>Приложение 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб</i>	
	37
<i>Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах</i>	
	39
<i>Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской</i>	
	40

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов РСПО и условия их применения

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных отопительных радиаторов **РСПО** разработаны 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 РСПО изготавливаются фирмой ТОО «Сантехпром» согласно Стандарту Организации СТ ТОО 38913683-03-2009. Адрес предприятия: ТОО «Сантехпром», Республика Казахстан, 470056, г. Караганда, Октябрьская промзона; тел. 8 (7212) 46-00-16, 8 (7212) 46-09-37.

1.2. 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 изготовителя. Цена рекомендаций договорная.

1.3. Стальные панельные радиаторы **РСПО** (рис. 1.1) характеризуются широкой номенклатурой и соответствуют требованиям современного дизайна, а также ГОСТ 31311 [3] и стандарта АВОК 4.22-2006 [4]. Они предназначены для применения в системах центрального и квартирного водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе с низкотемпературным теплоносителем, а также в системах отопления коттеджей.



Рис. 1.1. Стальной панельный радиатор РСПО

Параметры теплоносителя:

- максимальная температура - **110°C**;
- максимальное рабочее избыточное давление **0,87 МПа (8,7 кг/см²)** при заводском испытательном давлении не ниже **1,3 МПа (13 кг/см²)**.

Давление разрушения радиаторов РСПО составляет 2,2 – 2,4 МПа.

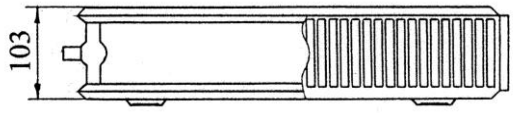
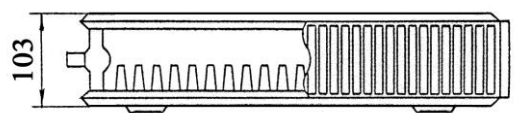
Для повышения эксплуатационной надёжности эти радиаторы не рекомендуется применять в системах отопления с зависимой схемой подсоединения. Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации ...» [5] или аналогичным требованиям, действующим в Республике Казахстан.

1.4. Все модификации радиаторов **РСПО** представляют собой отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными верхним и нижним коллекторами, соединёнными вертикальными каналами – колонками с шагом по длине радиатора 33 ⅓ мм.

Изготовитель поставяет радиаторы РСПО следующих типов: 10, 11, 20, 21 и 22 (табл. 1.1).

Номинальные размеры основных типов радиаторов показаны на рис. 1.2.

Таблица 1.1. Номенклатура и обозначения радиаторов РСПО

Эскиз радиатора	Характеристика типоразмера
	тип 10 – одnorядный по глубине без конвективного оребрения
	тип 11 – одnorядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения)
	тип 20 – двухрядный по глубине без конвективного оребрения
	тип 21 – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями)
	тип 22 – 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)

Тип 11

Типы 20, 21, 22

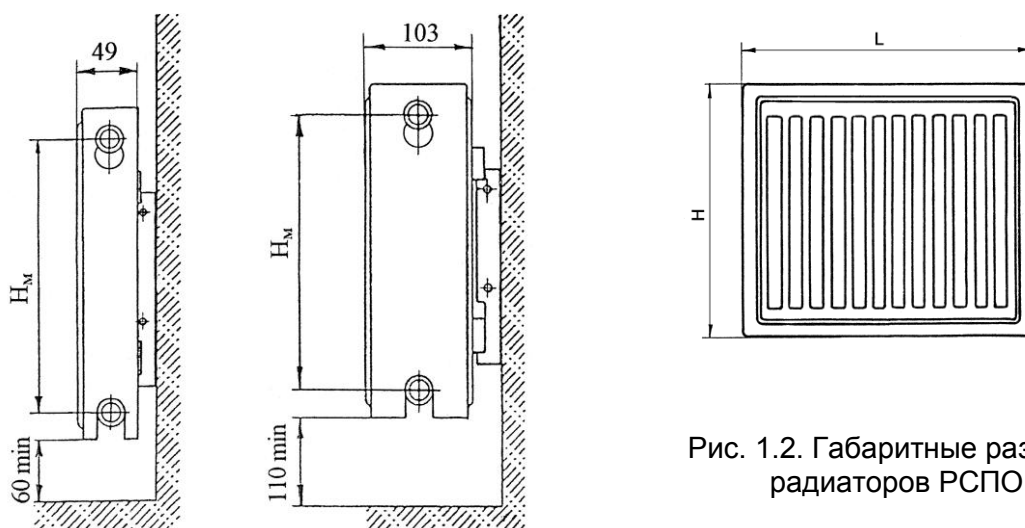


Рис. 1.2. Габаритные размеры радиаторов РСПО

В номенклатурный ряд входят радиаторы номинальных высот **H** 300 и 500 мм, и номинальных длин **L** от 400 до 2000 мм с шагом по длине 100 мм и от 2200 до 3000 мм с шагом 200 мм.

Реальные высоты и длины радиаторов приблизительно на 3 мм больше номинальных за счёт размеров воздуховыпускной решётки и загибов боковых сте-

нок. Монтажная высота радиаторов H_m на 55 мм меньше номинальной высоты H .

Различная теплоплотность радиаторов обеспечивается помимо высоты выпуском нескольких моделей с разным количеством рядов панелей (1 и 2) и П-образного вертикального оребрения (от 0 до 2) по глубине радиаторов.

Радиаторы РСПО имеют четыре присоединительных патрубка, все типы кроме 10 выпускаются в комплекте с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками. По заказу радиаторы типа 20 могут поставляться без боковых стенок и решётки (обычно для медицинских учреждений).

ТОО «Сантехпром» освоило также производство модификаций панельных радиаторов с нижним (донным) расположением присоединительных патрубков с межосевым расстоянием 50 мм. Нижние патрубки располагаются с правой стороны прибора, подвод горячего теплоносителя осуществляется всегда через второй с края патрубков, а затем по встроенному транзитному теплопроводу к верхнему коллектору прибора. У верхнего патрубка монтируется корпус встроенного термостата. Первый с края нижний патрубок у этой модели радиатора подключается к обратному теплопроводу.

1.5. Радиаторы изготавливаются на современном оборудовании из высококачественной холоднокатаной стали толщиной 1,2 мм (допускается до 1,4 мм). По контуру панели сварены сплошным швом, между колонками – точечной сваркой. П-образное оребрение из стального листа толщиной 0,4 мм (допускается до 0,6 мм) приварено точечной сваркой непосредственно к вертикальным каналам, предназначенным для прохода теплоносителя. Между панелями со стороны присоединительных фитингов размещены фиксирующие шайбы для равномерного распределения теплоносителя в коллекторе радиатора, а заводская технология приварки фитингов обеспечивает стабильные гидравлические характеристики приборов.

1.6. Радиаторы РСПО типов 10 и 11 оснащены угловыми присоединительными фитингами с тыльной стороны прибора, у радиаторов остальных типов фитинги выполнены в виде тройников. Все патрубки имеют внутреннюю резьбу G 1/2 и расположены заподлицо с габаритами панели и боковых стенок радиатора.

Все фитинги при поставке радиаторов закрыты от загрязнения полимерными пробками.

1.7. Радиаторы РСПО всех типов оснащены с тыльной стороны скобами для настенной установки с помощью двойных угловых кронштейнов, поставляемых заводом-изготовителем вместе с радиаторами.

Для напольной установки радиаторов типов 20, 21, 22 и 33 могут быть использованы фирменные стойки, которые поставляются по специальному заказу.

1.8. Радиаторы и кронштейны поставляются полностью окрашенными: сначала после обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивации осуществляют анафорезное 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 из номенклатуры красок RAL с последующей термообработкой. По специальному заказу может быть нанесено покрытие других цветов.

Радиаторы с таким покрытием не предназначены для установки в помещениях с агрессивной и/или влажной средой. При этом их можно использовать в кухнях, ванных комнатах, туалетах, а также в местах, находящихся вне зоны попадания водяных брызг.

1.9. Все радиаторы поставляются по спецификации потребителя полной строительной готовности. В комплект поставки входят:

- радиатор в сборе с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками – 1 шт.
- пробка глухая с прокладкой – 1 шт.;
- пробка с прокладкой и воздухоотводчиком – 1 шт.;
- двойные угловые кронштейны крепления:
для радиаторов длиной от 400 до 1600 мм – 2 шт.;
- для радиаторов длиной от 1700 до 3000 мм – 3 шт.;
- детали крепления кронштейнов – 1 комплект;
- упаковочная коробка – 1 шт.;
- паспорт с гарантийным талоном – 1 шт.

В комплект поставки радиаторов с нижним (донным) расположением присоединительных патрубков входят дополнительно глухая пробка с прокладкой и корпус термостата.

Установка корпуса термостата в радиатор непосредственно на заводе осуществляется при условии спецзаказа.

При установке корпуса термостата непосредственно у заказчика усилие при его монтаже не должно превышать 30 Н·м.

Термостатический элемент для термостата в комплект поставки не входит и может быть поставлен при условии спецзаказа.

1.10. Радиаторы упаковываются в картонные коробки и дополнительно в полиэтиленовую термоусадочную плёнку. Комплектующие изделия упаковываются в полиэтиленовый мешок и укладываются в коробку с радиатором.

На коробке закрепляется этикетка на казахском и русском языках с указанием названия предприятия-изготовителя, наименования и типоразмера радиатора, обозначения стандарта организации, массы брутто, а также даты упаковки и штампа ответственного за упаковку.

1.11. При заказе стальных панельных радиаторов РСПО следует указывать их наименование, тип, номинальные высоту и длину в мм, для вариантов с нижним расположением присоединительных патрубков дополнительно букву «Н», а затем номер стандарта организации.

Примеры условного обозначения:

радиатор РСПО двухрядный по глубине, с двойным конвективным оребрением, номинальных высоты 500 мм и длины 1000 мм для бокового подсоединения к теплопроводам системы отопления:

РСПО-22-500-1000 СТ ТОО 38913683-03-2009;

радиатор РСПО двухрядный по глубине, с одним рядом конвективного оребрения, номинальных высоты 500 мм и длины 800 мм и нижнем расположением присоединительных патрубков:

РСПО-21-500-800-Н СТ ТОО 38913683-03-2009.

Допускаются краткие обозначения этих радиаторов. Соответственно выше приведённым примерам: **22-500-1000; 21-500-800-Н.**

1.12. Основные характеристики испытанных при разработке настоящих рекомендаций радиаторов РСПО представлены в таблице 1.2.

Теплотехнические испытания проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [6] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в радиаторе и температуры воздуха в испытательной камере) $\Theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора $M_{\text{пр}}=0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Радиаторы РСПО со встроенным термостатом и донным подсоединением имеют практически те же тепловые показатели, что и радиаторы с боковым подсоединением при нормативных условиях, поскольку подвод теплоносителя осуществляется через транзитный теплопровод к верхнему коллектору прибора.

Значения номинального теплового потока и массы указаны для радиаторов с толщиной панелей 1,2 мм и толщиной оребрения 0,4 мм.

Приведённые в таблице 1.2 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов РСПО длиной до 1400 мм с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз». При длине радиатора от 1500 до 3000 мм – данные табл. 1.2 относятся только для случаев диагонального присоединения радиаторов при той же схеме движения теплоносителя. Если диагональное присоединение выполнить не удаётся, то при длине радиаторов от 1500 до 2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить на значения номинального теплового потока усреднённый понижающий коэффициент 0,95, а при длине от 2100 до 3000 мм – коэффициент 0,9.

Эти же понижающие коэффициенты следует учитывать при любом варианте нижнего (донного) подсоединения радиаторов, если длина прибора свыше 1400 мм.

Приведённая в табл. 1.2 площадь поверхности нагрева F с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

1.13. Исследования, проведённые ООО «Витатерм», показали возможность применения радиаторов РСПО в системах отопления, заполненных низкотемпературным теплоносителем.

1.14. Гидравлические характеристики радиаторов РСПО получены при подводах условным диаметром 15 мм и представлены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.15. Для повышения эксплуатационной надёжности стальные панельные радиаторы РСПО рекомендуется, как указывалось, использовать в **независимых схемах подсоединения к системам теплоснабжения**, оборудованных закрытыми расширительными сосудами и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя.

Помимо использования в системе отопления традиционных воздухоотводчиков необходимо оснащать каждый радиатор **воздухогазоотводчиком** (рис.1.3).

1.16. Панельные радиаторы РСПО предусмотрены для установки только в один ряд по высоте и глубине. В помещении они размещаются, как правило, 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).

1.17. Радиаторы РСПО типов 10 и 11 с боковым подключением и все типы с донным подключением предназначены в основном для насосных систем отопления.

1.18. На рис. 1.4 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления, в которых используются радиаторы.

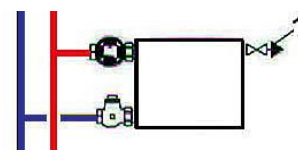
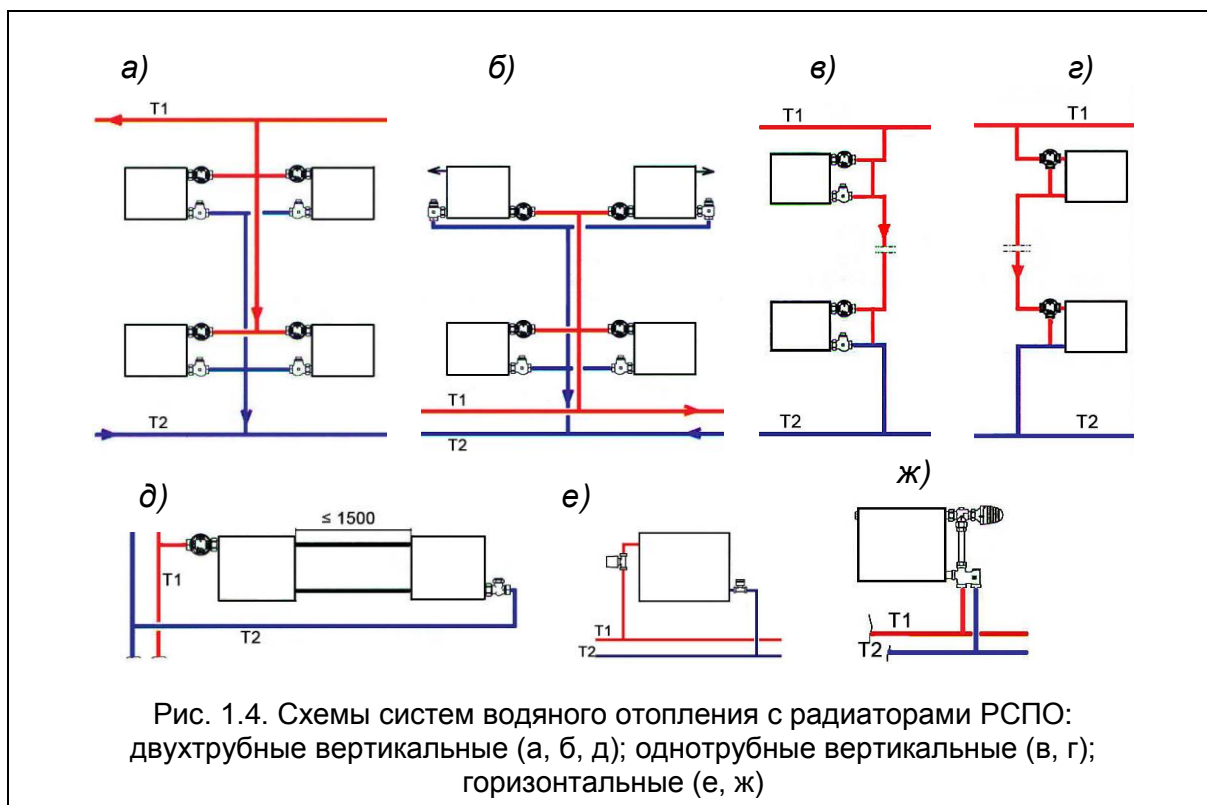


Рис. 1.3. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе



1.19. Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам или встроенных в отопительный прибор.

Согласно СНиП [7] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [8] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

Показанная на рис. 1.5 схема обвязки отопительного прибора, предусматривающая установку регулирующей арматуры только на горячей подводке, характерна для части отечественной справочной и учебной литературы по отоплению. При такой схеме обвязки, по данным ООО «Витатерм», при полном закрытии регулирующей арматуры, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 25-35%. Это объясняется тем, что 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 на нижней подводке к радиатору устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.3 и 1.4). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

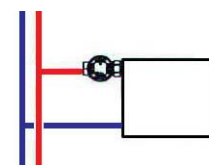


Рис. 1.5

У радиаторов на нижних подводках монтируются, в частности, запорные клапаны типа RLV (фирма «Данфосс»), RL-1 (фирма «HERZ Armaturen») или их аналоги других фирм. Такие клапаны позволяют отключать отопительные приборы для их демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы. Они могут быть укомплектованы спускным краном. Для моделей радиаторов со встроенными термостатами, которые имеют нижнее (донное) подсоедине-

ние можно рекомендовать запорно-присоединительный клапан RLV-S. С помощью этого клапана можно отключить прибор для его демонтажа.

Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укрupнять радиаторы. Поэтому при длине радиатора 1400 мм и более рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения радиатора (рис. 1.6).

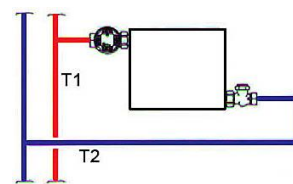


Рис.1.6

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.4д) рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром не менее $\frac{3}{4}$ ".

При установке группы радиаторов на горизонтальной ветви следует учитывать, что суммарная нагрузка на ветвь не должна превышать, как правило, 5-8 кВт в зависимости от перепада давления теплоносителя в термостате и его шумовых характеристик.

Радиаторы РСПО с боковыми патрубками могут использоваться в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением (рис. 1.4 е, ж). В этом случае, например, могут быть использованы гарнитуры бокового подсоединения (рис. 1.4 е).

В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатической головки с выносным датчиком (рис.1.7). На схеме 1.7а показана головка термостата с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.7б – головка термостата с выносной регулировкой и на схеме 1.7в – электронная термостатическая головка (термопривод).

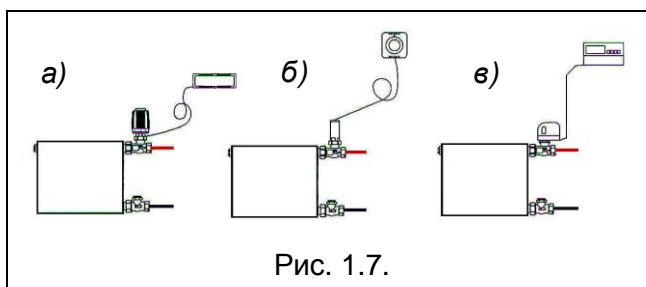


Рис. 1.7.

Более подробные сведения о номенклатуре термостатов и их гидравлических характеристиках приведены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.20. 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, регуляторы перепада давления (рис. 1.8 а) или расхода (рис. 1.8 б).

Обращаем внимание, что различные виды арматуры устанавливаются на подводках, стояках и магистралях только с учётом направления движения теплоносителя по стрелке (см. рис. 1.8б).

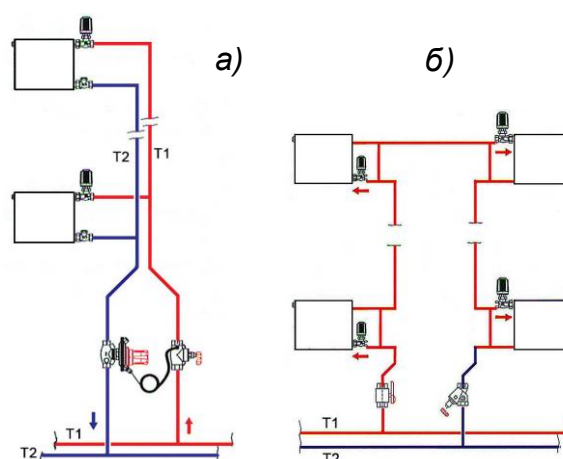


Рис. 1.8. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однотрубном (б) стояках: (положение термостатических элементов на схемах показано условно)

1.21. Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы [5], то для нормальной работы термостатов и регули-

рующей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постоянными, и обеспечивать их нормальную эксплуатацию. В системах отопления с независимой схемой подсоединения для поддержания требуемого качества теплоносителя целесообразно применять сепараторы.

1.22. На рис. 1.9 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры распределительного коллектора.

Для уменьшения бесполезных тепловых потерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищенные от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах, в оболочках из гофрированных полимерных труб и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии по всей площади пола. При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (обычно из полимерных материалов).

1.23. Цена на радиаторы договорная с гибкой системой скидок. Справки о ценах можно получить в ТОО «Сантехпром» (реквизиты указаны в п. 1.1).

1.24. ТОО «Сантехпром» постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов 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.

1.25. ООО «Витатерм» не несет ответственности за какие-либо ошибки в каталогах, брошюрах или других печатных материалах, не согласованных с разработчиками настоящих рекомендаций.

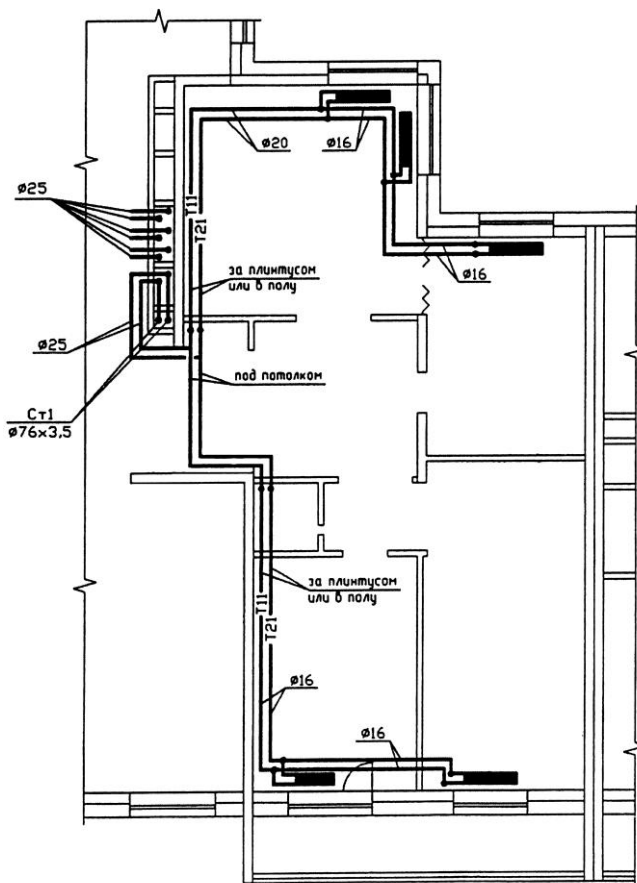


Рис. 1.9. Система отопления с периметральной разводкой теплопроводов по квартире

**Таблица 1.2. Номенклатура и технические характеристики
стальных панельных радиаторов РСПО**

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{нв}, \text{Вт}$	Размеры, мм (рис. 1.1)		Площадь наружной поверхности нагрева $F, \text{м}^2$	Масса ра- диатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
10-300-400	207	300	400	0,27	2,8	0,72
10-300-500	259		500	0,34	3,5	0,9
10-300-600	311		600	0,4	4,2	1,08
10-300-700	363		700	0,47	4,9	1,26
10-300-800	414		800	0,54	5,6	1,44
10-300-900	466		900	0,6	6,3	1,62
10-300-1000	518		1000	0,67	7	1,8
10-300-1100	570		1100	0,74	7,7	1,98
10-300-1200	622		1200	0,8	8,4	2,16
10-300-1300	673		1300	0,87	9,1	2,34
10-300-1400	725		1400	0,94	9,8	2,52
10-300-1500	777		1500	1	10,5	2,7
10-300-1600	829		1600	1,07	11,2	2,88
10-300-1700	881		1700	1,14	11,9	3,06
10-300-1800	932		1800	1,21	12,6	3,24
10-300-1900	984		1900	1,27	13,3	3,42
10-300-2000	1036		2000	1,34	14	3,6
10-300-2200	1140		2200	1,47	15,4	3,96
10-300-2400	1243		2400	1,61	16,8	4,32
10-300-2600	1347		2600	1,74	18,2	4,68
10-300-2800	1450		2800	1,88	19,6	5,04
10-300-3000	1554		3000	2,01	21	5,4
10-500-400	319	500	400	0,45	4	1
10-500-500	398		500	0,56	5	1,25
10-500-600	478		600	0,67	6	1,5
10-500-700	558		700	0,78	7	1,75
10-500-800	638		800	0,9	8	2
10-500-900	717		900	1,01	9	2,25
10-500-1000	797		1000	1,12	10	2,5
10-500-1100	877		1100	1,23	11	2,75
10-500-1200	956		1200	1,34	12	3
10-500-1300	1036		1300	1,46	13	3,25
10-500-1400	1116		1400	1,56	14	3,5
10-500-1500	1196		1500	1,68	15	3,75
10-500-1600	1275		1600	1,79	16	4
10-500-1700	1355		1700	1,9	17	4,25
10-500-1800	1435		1800	2,01	18	4,5
10-500-1900	1514		1900	2,13	19	4,75
10-500-2000	1594		2000	2,24	20	5
10-500-2200	1753		2200	2,46	22	5,5
10-500-2400	1913		2400	2,68	24	6
10-500-2600	2072		2600	2,91	26	6,5
10-500-2800	2232		2800	3,13	28	7
10-500-3000	2391		3000	3,35	30	7,5

Продолжение таблицы 1.2

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{нв}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1)		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса ра- диатора, справочная, кг	Объём воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
11-300-400	279	300	400	0,66	3,2	0,72
11-300-500	349		500	0,82	4	0,9
11-300-600	419		600	0,98	4,8	1,08
11-300-700	489		700	1,15	5,6	1,26
11-300-800	558		800	1,31	6,4	1,44
11-300-900	601		900	1,48	7,2	1,62
11-300-1000	698		1000	1,64	8	1,8
11-300-1100	768		1100	1,8	8,8	1,98
11-300-1200	838		1200	1,97	9,6	2,16
11-300-1300	907		1300	2,13	10,4	2,34
11-300-1400	977		1400	2,3	11,2	2,52
11-300-1500	1047		1500	2,46	12	2,7
11-300-1600	1117		1600	2,62	12,8	2,88
11-300-1700	1187		1700	2,79	13,6	3,06
11-300-1800	1256		1800	2,95	14,4	3,24
11-300-1900	1326		1900	3,12	15,2	3,42
11-300-2000	1396		2000	3,28	16	3,6
11-300-2200	1536		2200	3,61	17,6	3,96
11-300-2400	1675		2400	3,94	19,2	4,32
11-300-2600	1815		2600	4,26	20,8	4,68
11-300-2800	1954		2800	4,59	22,4	5,04
11-300-3000	2094		3000	4,92	24	5,4
11-500-400	452	500	400	1,16	5,6	1
11-500-500	565		500	1,44	7	1,25
11-500-600	678		600	1,73	8,4	1,5
11-500-700	791		700	2,02	9,8	1,75
11-500-800	904		800	2,31	11,2	2
11-500-900	1017		900	2,6	12,6	2,25
11-500-1000	1130		1000	2,89	14	2,5
11-500-1100	1243		1100	3,18	15,4	2,75
11-500-1200	1356		1200	3,47	16,8	3
11-500-1300	1469		1300	3,76	18,2	3,25
11-500-1400	1582		1400	4,05	19,6	3,5
11-500-1500	1695		1500	4,34	21	3,75
11-500-1600	1808		1600	4,62	22,4	4
11-500-1700	1921		1700	4,91	23,8	4,25
11-500-1800	2034		1800	5,2	25,2	4,5
11-500-1900	2147		1900	5,49	26,6	4,75
11-500-2000	2260		2000	5,78	28	5
11-500-2200	2486		2200	6,36	30,8	5,5
11-500-2400	2712		2400	6,94	33,6	6
11-500-2600	2938		2600	7,51	36,4	6,5
11-500-2800	3164		2800	8,09	39,2	7
11-500-3000	3390		3000	8,67	42	7,5

Продолжение таблицы 1.2

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{нв}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1)		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса ра- диатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
20-300-400	304	300	400	0,53	5,2	1,44
20-300-500	380		500	0,66	6,5	1,8
20-300-600	456		600	0,8	7,8	2,16
20-300-700	532		700	0,93	9,1	2,52
20-300-800	608		800	1,06	10,4	2,88
20-300-900	684		900	1,2	11,7	3,24
20-300-1000	760		1000	1,33	13	3,6
20-300-1100	836		1100	1,46	14,3	3,96
20-300-1200	912		1200	1,6	15,6	4,32
20-300-1300	988		1300	1,73	16,9	4,68
20-300-1400	1064		1400	1,86	18,2	5,04
20-300-1500	1140		1500	2	19,5	5,4
20-300-1600	1216		1600	2,13	20,8	5,76
20-300-1700	1292		1700	2,26	22,1	6,12
20-300-1800	1368		1800	2,39	23,4	6,48
20-300-1900	1444		1900	2,53	24,7	6,84
20-300-2000	1520		2000	2,66	26	7,2
20-300-2200	1672		2200	2,93	28,6	7,92
20-300-2400	1824		2400	3,19	31,2	8,64
20-300-2600	1976		2600	3,46	33,8	9,36
20-300-2800	2128		2800	3,72	36,4	10,08
20-300-3000	2280		3000	3,99	39	10,8
20-500-400	524	500	400	0,89	9,2	2
20-500-500	655		500	1,12	11,5	2,5
20-500-600	786		600	1,34	13,8	3
20-500-700	917		700	1,56	16,1	3,5
20-500-800	1048		800	1,78	18,4	4
20-500-900	1179		900	2,01	20,7	4,5
20-500-1000	1310		1000	2,23	23	5
20-500-1100	1441		1100	2,45	25,3	5,5
20-500-1200	1572		1200	2,68	27,6	6
20-500-1300	1703		1300	2,9	29,9	6,5
20-500-1400	1834		1400	3,12	32,2	7
20-500-1500	1965		1500	3,34	34,5	7,5
20-500-1600	2096		1600	3,57	36,8	8
20-500-1700	2227		1700	3,79	39,1	8,5
20-500-1800	2358		1800	4,01	41,4	9
20-500-1900	2489		1900	4,24	43,7	9,5
20-500-2000	2620		2000	4,46	46	10
20-500-2200	2882		2200	4,91	50,6	11
20-500-2400	3144		2400	5,35	55,2	12
20-500-2600	3406		2600	5,8	59,8	13
20-500-2800	3668		2800	6,24	64,4	14
20-500-3000	3930		3000	6,69	69	15

Продолжение таблицы 1.2

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{нв}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1)		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса ра- диатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина L			
21-300-400	408	300	400	0,92	6	1,44
21-300-500	510		500	1,15	7,5	1,8
21-300-600	612		600	1,38	9	2,16
21-300-700	714		700	1,61	10,5	2,52
21-300-800	816		800	1,84	12	2,88
21-300-900	918		900	2,07	13,5	3,24
21-300-1000	1020		1000	2,3	15	3,6
21-300-1100	1122		1100	2,53	16,5	3,96
21-300-1200	1224		1200	2,76	18	4,32
21-300-1300	1326		1300	2,99	19,5	4,68
21-300-1400	1428		1400	3,22	21	5,04
21-300-1500	1530		1500	3,45	22,5	5,4
21-300-1600	1632		1600	3,68	24	5,76
21-300-1700	1734		1700	3,91	25,5	6,12
21-300-1800	1836		1800	4,14	27	6,48
21-300-1900	1938		1900	4,37	28,5	6,84
21-300-2000	2040		2000	4,6	30	7,2
21-300-2200	2244		2200	5,06	33	7,92
21-300-2400	2448		2400	5,52	36	8,64
21-300-2600	2652		2600	5,98	39	9,36
21-300-2800	2856		2800	6,44	42	10,08
21-300-3000	3060		3000	6,9	45	10,8
21-500-400	668	500	400	1,6	10,4	2
21-500-500	835		500	2	13	2,5
21-500-600	1002		600	2,4	15,6	3
21-500-700	1169		700	2,8	18,2	3,5
21-500-800	1336		800	3,2	20,8	4
21-500-900	1503		900	3,6	23,4	4,5
21-500-1000	1670		1000	4	26	5
21-500-1100	1837		1100	4,4	28,6	5,5
21-500-1200	2004		1200	4,8	31,2	6
21-500-1300	2171		1300	5,2	33,8	6,5
21-500-1400	2338		1400	5,6	36,4	7
21-500-1500	2505		1500	6	39	7,5
21-500-1600	2672		1600	6,4	41,6	8
21-500-1700	2839		1700	6,8	44,2	8,5
21-500-1800	3006		1800	7,2	46,8	9
21-500-1900	3173		1900	7,6	49,4	9,5
21-500-2000	3340		2000	8	52	10
21-500-2200	3674		2200	8,8	57,2	11
21-500-2400	4008		2400	9,6	62,4	12
21-500-2600	4342		2600	10,4	67,6	13
21-500-2800	4676		2800	11,2	72,8	14
21-500-3000	5010		3000	12	78	15

Окончание таблицы 1.2

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{нв}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1)		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса ра- диатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
22-300-400	516	300	400	1,31	6,8	1,44
22-300-500	645		500	1,64	8,5	1,8
22-300-600	774		600	1,97	10,2	2,16
22-300-700	903		700	2,3	11,9	2,52
22-300-800	1032		800	2,62	13,6	2,88
22-300-900	1161		900	2,95	15,3	3,24
22-300-1000	1290		1000	3,28	17	3,6
22-300-1100	1419		1100	3,61	18,7	3,96
22-300-1200	1548		1200	3,94	20,4	4,32
22-300-1300	1677		1300	4,26	22,1	4,68
22-300-1400	1806		1400	4,59	23,8	5,04
22-300-1500	1935		1500	4,92	25,5	5,4
22-300-1600	2064		1600	5,25	27,2	5,76
22-300-1700	2193		1700	5,58	28,9	6,12
22-300-1800	2322		1800	5,9	30,6	6,48
22-300-1900	2451		1900	6,23	32,3	6,84
22-300-2000	2580		2000	6,56	34	7,2
22-300-2200	2838		2200	7,22	37,4	7,92
22-300-2400	3096		2400	7,87	40,8	8,64
22-300-2600	3354		2600	8,53	44,2	9,36
22-300-2800	3612		2800	9,18	47,6	10,08
22-300-3000	3870		3000	9,84	51	10,8
22-500-400	812	500	400	2,31	12	2
22-500-500	1015		500	2,89	15	2,5
22-500-600	1218		600	3,47	18	3
22-500-700	1421		700	4,05	21	3,5
22-500-800	1624		800	4,62	24	4
22-500-900	1827		900	5,2	27	4,5
22-500-1000	2030		1000	5,78	30	5
22-500-1100	2233		1100	6,36	33	5,5
22-500-1200	2436		1200	6,94	36	6
22-500-1300	2639		1300	7,51	39	6,5
22-500-1400	2842		1400	8,09	42	7
22-500-1500	3045		1500	8,67	45	7,5
22-500-1600	3248		1600	9,25	48	8
22-500-1700	3451		1700	9,83	51	8,5
22-500-1800	3654		1800	10,4	54	9
22-500-1900	3857		1900	10,98	57	9,5
22-500-2000	4060		2000	11,56	60	10
22-500-2200	4466		2200	12,72	66	11
22-500-2400	4872		2400	13,87	75	12
22-500-2600	5278		2600	15,03	78	13
22-500-2800	5684		2800	16,18	84	14
22-500-3000	6090		3000	17,34	90	15

2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной и в 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»

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

где ΔP - 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)²;

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

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

λ - 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 - массовый 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 РСПО определены, как указывалось, при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИСантехники [11]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{ну}}$ 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 трёх-летнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.4. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов РСПО при нормативном расходе горячей воды через прибор $M_{\text{пр}} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также дополнительно при расходе 0,017 кг/с (60 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 РСПО при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм

Краткое обозначение типа радиатора	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$	
	60 кг/ч	360 кг/ч	60 кг/ч	360 кг/ч
10, 11	44	42	60,28	57,54
20, 21, 22	18	15	24,66	20,55

2.5. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «HERZ Armaturen» (Австрия), «Данфосс» (Россия), «Сомар» (Франция), «Giacomini» (Италия), «Oventrop», «Heimeier» и «Honeywell» (Германия) и др.

2.6. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать для установки на подводящих теплопроводах термостаты «HERZ-TS-90», «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" (совпадающие для обоих размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.1), RTD-N 15 фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.2, а), **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Oventrop», термостаты модели 3809 или 809 фирмы «Сомар», термостаты фирм «Heimeier», «Honeywell» и др.

Для однетрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам РСПО специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G фирмы «Данфосс» (рис. 2.2, б), марки **M** фирмы «Oventrop» (рис. 2.3), фирмы «Heimeier» (рис. 2.4), «HERZ-TS-E» (рис. 2.5), модели 804 фирмы «Сомар» и типа **H** фирмы «Honeywell».

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.

Обращаем внимание, что, согласно данным ООО «Витатерм», монтажная регулировка термостатов для двухтрубных систем отопления с предварительной настройкой на позиции 1 и 2 не рекомендуется. Это связано с неустойчивостью

гидравлических характеристик этих термостатов на указанных позициях регулировки, опасностью их загрязнения и ограниченной возможностью фактического регулирования теплового потока.

В этой связи в двухтрубных системах отопления ООО «Витатерм» рекомендует на подающей подводке к отопительному прибору устанавливать простейший термостат без устройства для предварительной монтажной настройки, а на обратной подводке запорно-регулирующий клапан, позволяющий обеспечивать монтажную преднастройку, например, соответственно, типа «HERZ-TS-90» и RL-5 фирмы «HERZ Armaturen».

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 фирмы «Heimeier» на 1К или 2К при условном диаметре подводок 10, 15 и 20 мм.

Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «HERZ-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 ЗАО «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 РСПО целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «HERZ Armaturen», «Oventrop» 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 замыкающего 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 [(м³/ч)·бар^{-1/2}]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять термостаты с $K_v \geq 1,2$ [12].

При определении K_v в первом приближении принимали, что 1 м³ воды характеризуется массой в 1 тонну. В общем случае более корректно вместо «объёмного» расходного коэффициента K_v принимать обозначение «массного» расходного коэффициента K_m с размерностью [(т/ч)·бар^{-1/2}].

На рис. 2.1, 2.2 (а) и 2.5 стрелками или пунктиром показано, при каких расходах воды уровень звука термостатов не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень 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.) [12].

В случае донного подключения радиаторов следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики присоединительной гарнитуры.

На основе графиков рис. 2.1, 2.2а и 2.5 с целью непревышения допустимых

шумовых характеристик в жилых помещениях рекомендуется подбирать термостаты и проверять их преднастройку таким образом, чтобы максимальный перепад давлений теплоносителя в отопительном приборе или на группе последовательно соединённых приборов не превышал 2–2,5 м вод. ст. при характерных для отечественной практики перепадах температур (обычно до 25°C) и при соответствующих расходах теплоносителя. Как правило, эта рекомендация выполняется, если мощность одного прибора или их группы не превышает 5-8 кВт. Чтобы исключить перепады давления свыше 2,5 м вод. ст., можно применять термостаты пониженного сопротивления с настройкой на режим 2К или 3К или устанавливать ручные регуляторы с учётом их полного открытия в расчётный период.

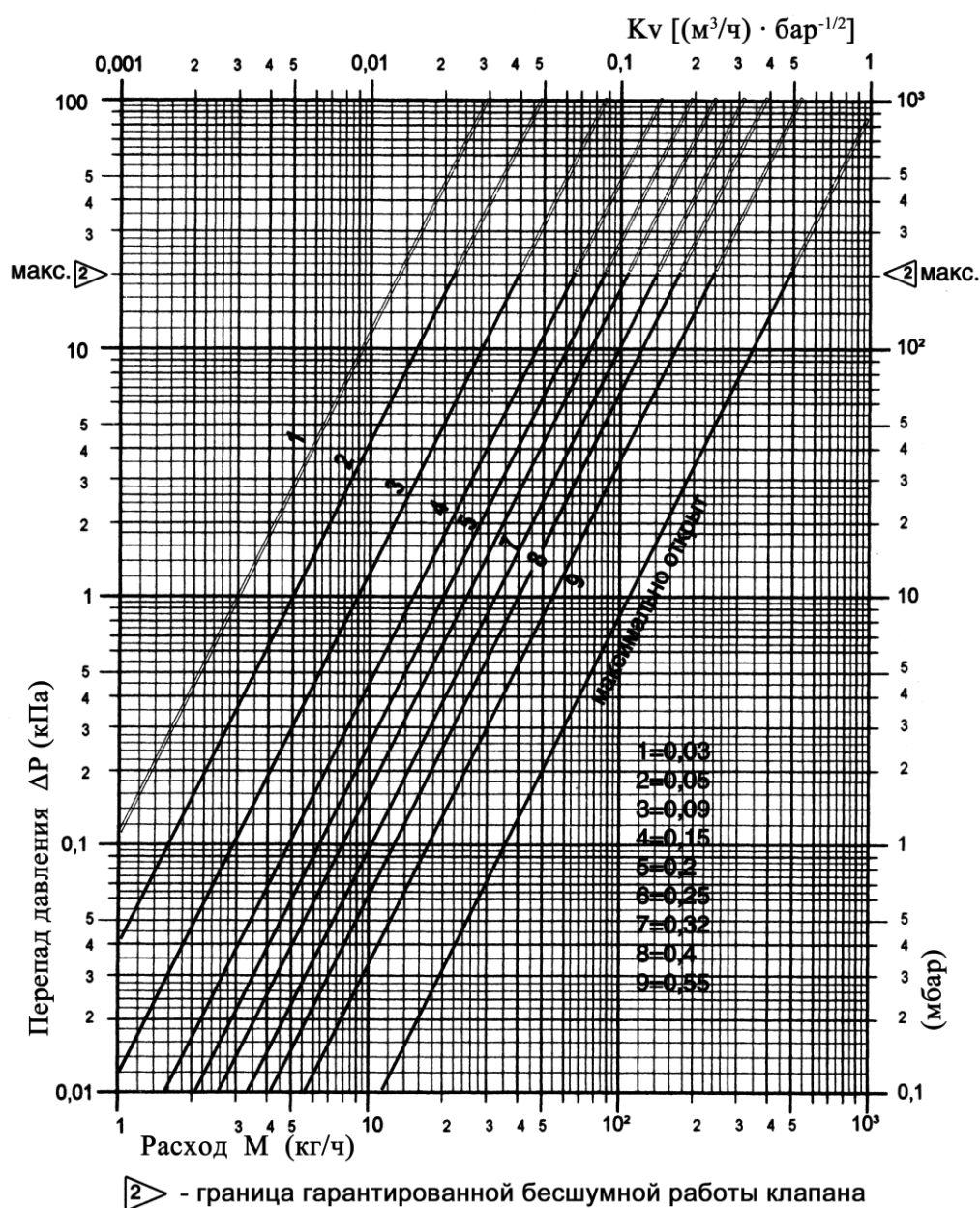


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°C) и при снятой термостатической головке (при полном открытии клапана)

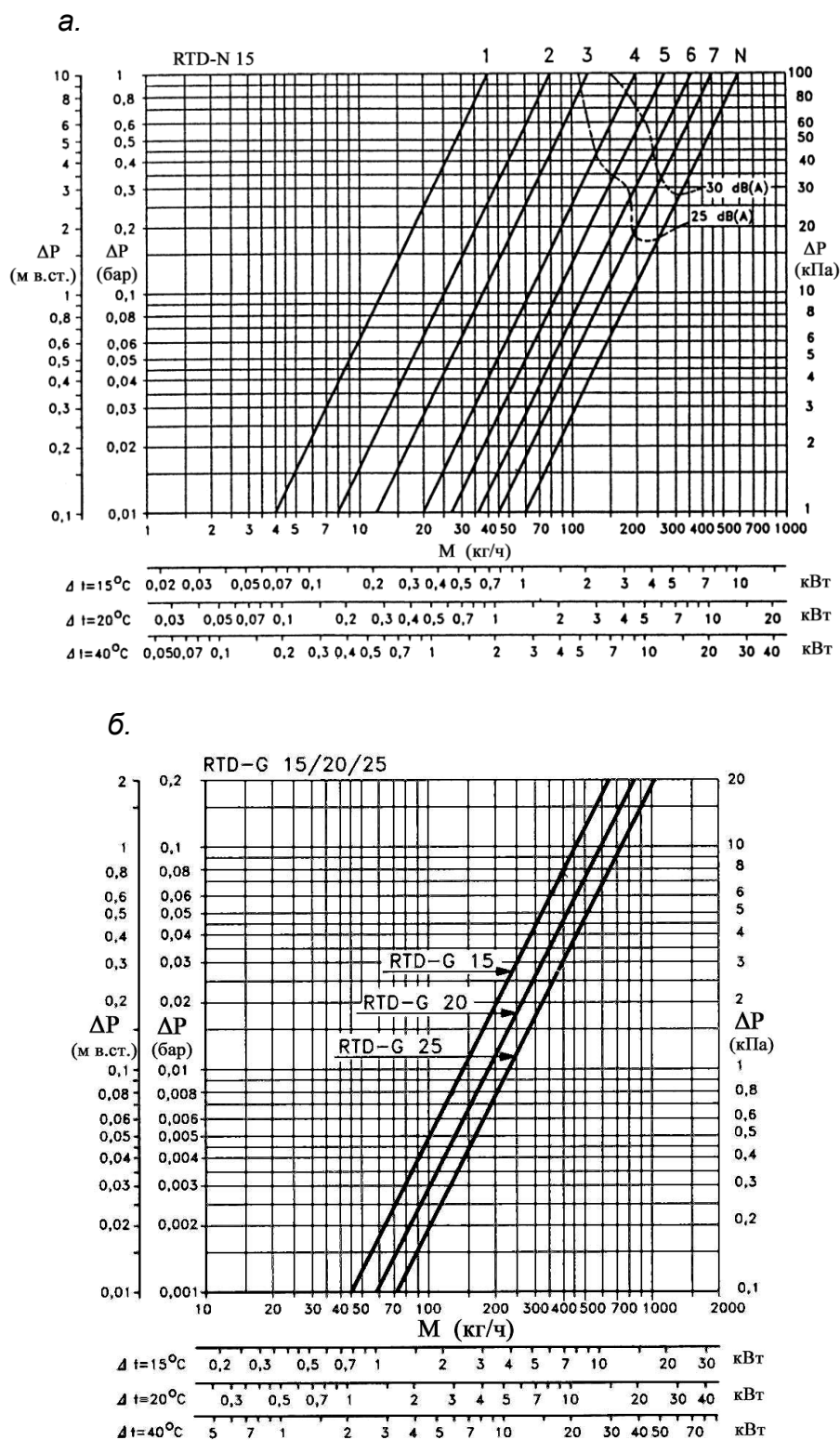


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов фирмы «Данфосс»:
 а – **RTD-N 15** при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
 б – **RTD-G** для гравитационных и насосных однетрубных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при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

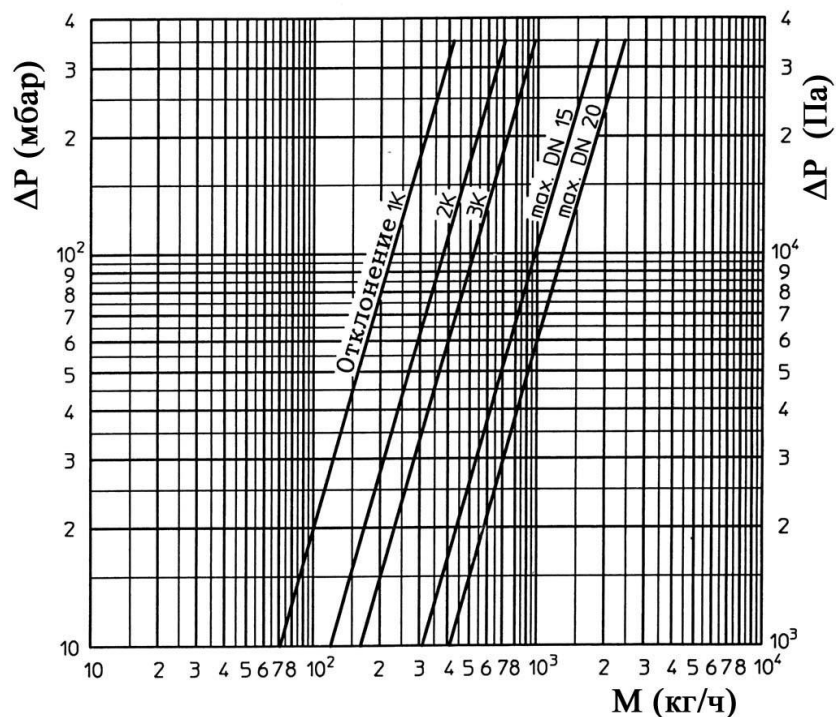


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Oventrop» при различных режимах настройки

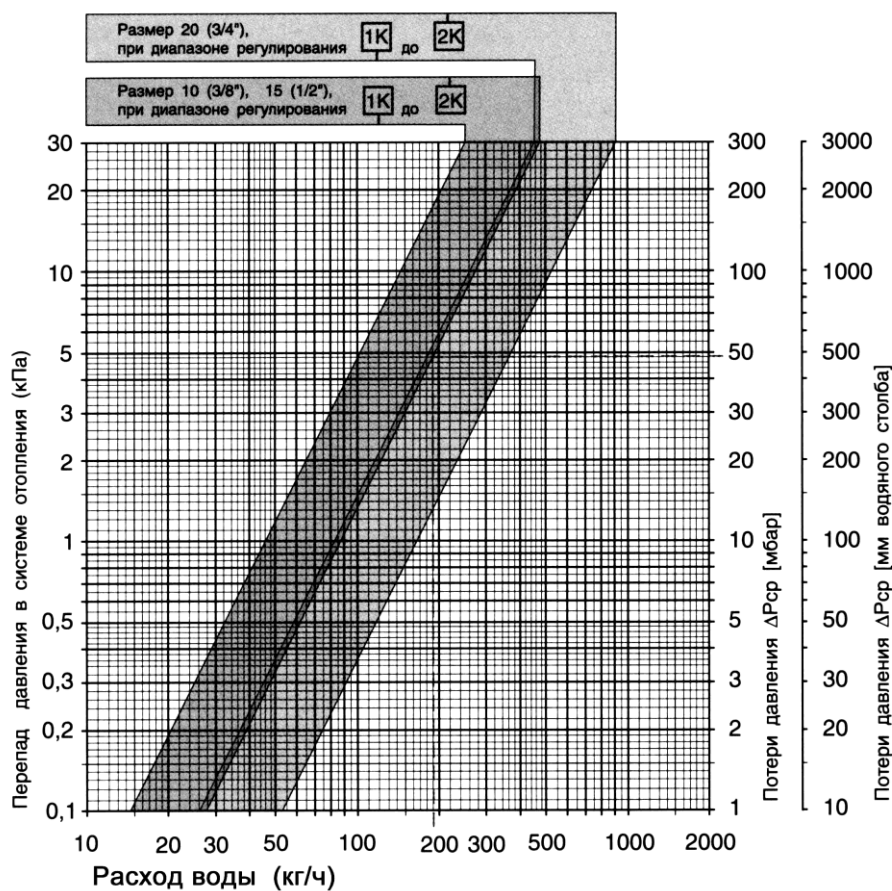


Рис. 2.4. Характеристики термостатов уменьшенного гидравлического сопротивления фирмы «Heimeier»

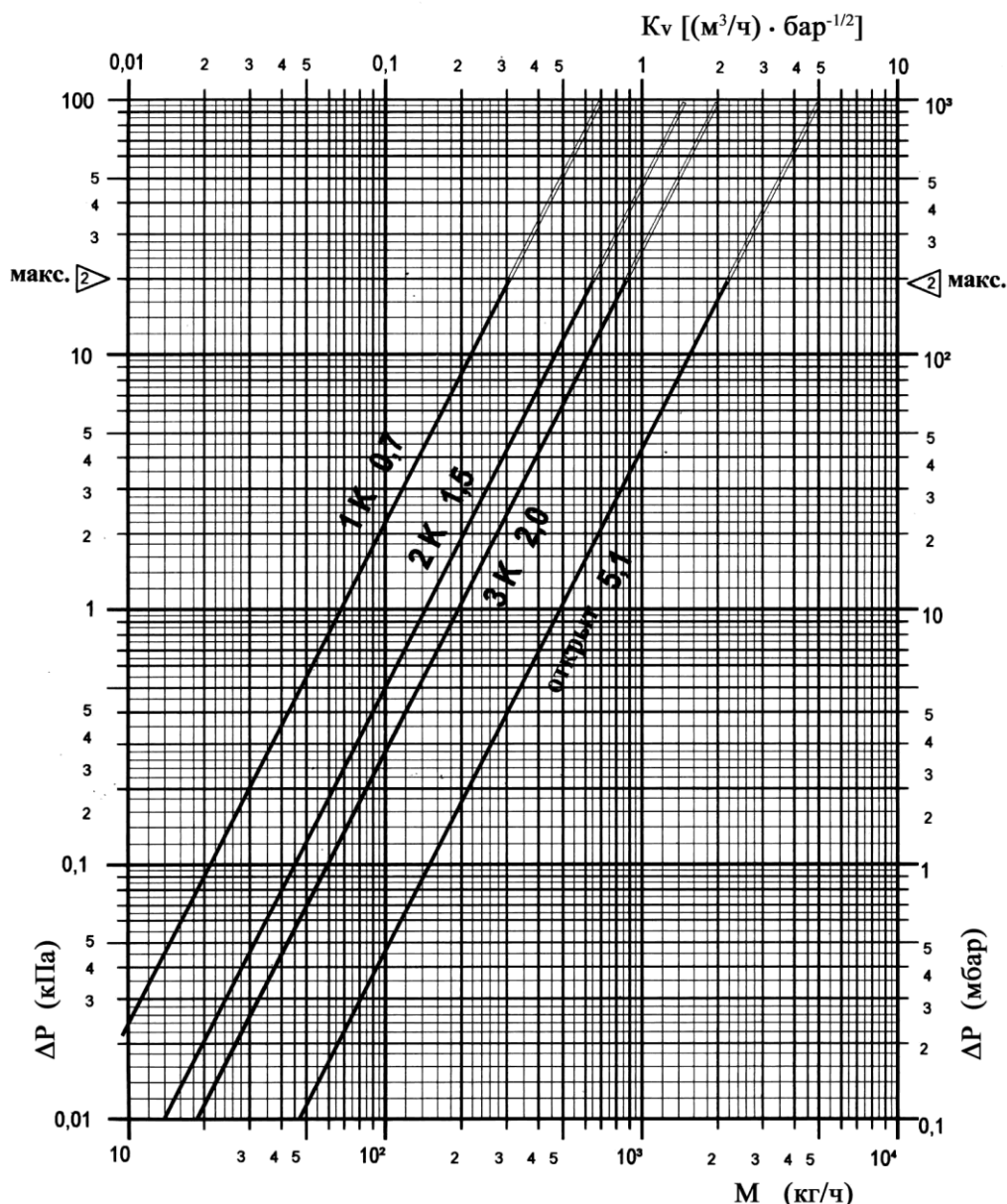


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

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

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

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

$M_{см}$ - 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 РСПО при одностороннем боковом подсоединении теплопро-

водов и смонтированных на них термостатах. Данные приведены при характерном для панельных радиаторов сочетании диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{з\gamma}$) и подводов ($d_{п}$) в однотрубных системах отопления.

Таблица 2.3. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$

Вид термостата	Краткое обозначение типа радиатора	Значения $\alpha_{пр}$ при $d_{ст} \times d_{з\gamma} \times d_{п} = 15 \times 15 \times 15$ (мм)
Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,2
	20, 21, 22	0,218
Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм (*)	10, 11	0,3
	20, 21, 22	0,33
ЗАО «Данфосс», тип RTD-G с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	10, 11	0,195
	20, 21, 22	0,21
Фирма «Oventrop», тип M с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,19
	20, 21, 22	0,195
Фирма «Heimeier», специальный термостат с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,19
	20, 21, 22	0,195

(*) с термоголовой **HERZ 7262**

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

При подводках к радиаторам условным диаметром 15 мм используются термостаты RTD-G 15 (кодированный № 013L3743 - угловой и 013L3744 - прямой), «HERZ-TS-E» (марка 1 7723 11 с $X_p=0,44$ мм) или тот же термостат с новой моделью головки HERZ 7262 (с $X_p=0,7$ мм) или «M» (артикул 118 54 04). Заметим, что гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) термостатов практически совпадают.

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

2.10. 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.

2.11. 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 и справочно-информационной литературе [7], [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 β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от типа радиатора по табл. 3.1, а второй - β_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 β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	Средний номенклатурный шаг, Вт	β_1	β_2 при установке	
				у наружной стены	у наружного остекления
10	300	52	1	1,04	1,1
	500	80	1,007		
11	300	70	1,005	1,03	1,08
	500	113	1,02		
20	300	76	1,006	1,025	1,07
	500	131	1,025		
21	300	102	1,01	1,02	1,06
	500	167	1,036		
22	300	129	1,024	1,015	1,04
	500	203	1,075		

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 β_1 и β_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 [4], [14].

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. 1.2), Вт;

Θ - 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 $t_{в}$, °С;

Δt_{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);

p - 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» $p=1$;

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

$\varphi_2 = c \cdot (M_{np}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.6);

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

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

где F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м² (принимается по табл. 1.2).

3.5. Коэффициент теплопередачи радиатора K , Вт/(м² · °С), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

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

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов РСПО значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{\text{нр}}$, но также от высоты, глубины и длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для всех типов радиаторов при указанных в табл. 3.2 пределах значений $M_{\text{нр}}$. 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 подводящим 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 подводящими 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 следует учитывать снижение теплоотдачи согласно рекомендациям п. 1.12.

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 отопительного прибора должна быть увеличена в среднем в 1,1 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде.

Таблица 3.2. Усреднённые значения показателей степени n и m и коэффициента c при расходах теплоносителя 0,015 – 0,15 кг/с (54 – 540 кг/ч)

Схема движения теплоносителя	Тип радиатора	Значения			
		n	c	m	p
Сверху-вниз	10, 20	0,26	1	0	1
	11, 21, 22	0,28			
Снизу-вверх	10, 20	0,28	0,8	0,03	См. табл. 3.4
	11, 21, 22	0,3			
Снизу-вниз	10, 20	0,26	0,97	0	1
	11, 21, 22	0,28			

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, 11, 20	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21, 22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012

Таблица 3.4. Значения поправочного коэффициента p

Тип радиатора	Значения p при длине радиатора L (мм)				
	400, 500	600, 700	800, 900	1000-1200	1300 и более
10, 11	1,09	1,07	1,04	1,02	1
20, 21, 22	1,06	1,05	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента ϕ_1

Θ , °C	ϕ_1 при схеме движения теплоносителя			
	«Сверху-вниз» и «снизу-вниз» для типов		«Снизу-вверх» для типов	
	10, 20	11, 21, 22	10, 20	11, 21, 22
44	0,557	0,552	0,552	0,547
46	0,589	0,584	0,584	0,579
48	0,622	0,617	0,617	0,612
50	0,654	0,65	0,65	0,646
52	0,688	0,684	0,684	0,679
54	0,721	0,717	0,717	0,714
56	0,755	0,752	0,752	0,748
58	0,789	0,786	0,786	0,783
60	0,823	0,821	0,821	0,818
62	0,858	0,856	0,856	0,854
64	0,893	0,892	0,892	0,89
66	0,929	0,927	0,927	0,926
68	0,964	0,964	0,964	0,963
70	1	1	1	1
72	1,036	1,037	1,037	1,037
74	1,073	1,074	1,074	1,075
76	1,109	1,111	1,111	1,113
78	1,146	1,149	1,149	1,151
80	1,183	1,186	1,186	1,19
82	1,221	1,224	1,224	1,228
84	1,258	1,263	1,263	1,267
86	1,296	1,301	1,301	1,307
88	1,334	1,34	1,34	1,346
90	1,373	1,379	1,379	1,386

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента Φ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{пр}$		Φ_2
кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,756
0,02	72	0,762
0,03	108	0,772
0,04	144	0,778
0,05	180	0,784
0,06	216	0,788

$M_{пр}$		Φ_2
кг/с	кг/ч	
0,07	252	0,791
0,08	288	0,795
0,09	324	0,797
0,1	360	0,8
0,125	450	0,805
0,15	540	0,81

Примечание. Значение Φ_2 при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» равно 1, по схеме «снизу-вниз» - 0,97

4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однетрубной системы водяного отопления со стальными панельными радиаторами РСПО. Радиатор установлен под окном (длиной 1200 мм) на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом фирмы «Данфосс» типа RTD-G 15 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°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, согласно п.3.8, принимаем $Q_{тр.п} = 0,9Q_{тр.в}$,

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

$q_{тр.в}$ и $q_{тр.г}$ - 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.

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. С учётом нагрузки на радиатор и его желаемой длины (по возможности не менее 75% длины светового проёма) по табл. 1.2 предварительно выбираем радиатор типа **11** высотой 500 мм и длиной 1000-1200 мм. По данным табл. 2.3 принимаем соответствующий коэффициент затекания (0,195).

Расход воды через прибор равен $M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm} = 0,195 \cdot 0,133 = 0,026 \text{ кг/с}$.

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него Δt_{np} определяется по формуле

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,026} = 8,74^\circ\text{C} , \quad (4.3)$$

где C – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг· $^\circ\text{C}$).

Температурный напор Θ определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_g = 105 - 4,37 - 20 = 80,63^\circ\text{C}.$$

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p} = \frac{952}{1,202 \cdot 0,768 \cdot 1 \cdot 1,02} = 1011 \text{ Вт} , \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 , b и p - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.3-3.6 с предварительной оценки длины радиатора ($p=1,02$).

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} согласно табл. 1.2 принимаем типоразмер **РСПО 11–500–900** с $Q_{ny}=1017 \text{ Вт}$. При уточнённом согласно табл. 3.4) значении p ($p=1,04$) получим $Q_{ny}^{mp}=992 \text{ Вт}$. Окончательно принимаем к установке типоразмер **РСПО 11–500–900**.

С учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей 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 радиатор. Невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100 = 2,5 \% . \quad (4.5)$$

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

5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов РСПО и основные требования к их эксплуатации

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов РСПО производится в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [15], настоящих рекомендаций, рекомендаций [16], а также проспектных материалов ТОО «Сантехпром».

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.1, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.9, 1.10).

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. Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен и только с помощью фирменных двойных угловых кронштейнов (рис. 5.1). Расстояние между радиатором и стеной, на которой он установлен, определяется конструкциями этих кронштейнов. Разметка мест установки двойных угловых кронштейнов радиаторов со скобами и размеры их привязки показаны на рис. 5.1 и 5.2 и в табл. 5.1. В зависимости от номинальной высоты радиатора 300 и 500 мм расстояние между скобами B составляет соответственно 134 и 334 мм. Расстояния между скобами L_1 и L_2 и количество скоб указаны в таблицах 5.1 и 5.2.

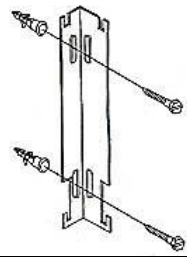
	Высота радиатора, мм	Длина кронштейна, мм
	300	157
	500	357

Рис. 5.1. Двойной угловой кронштейн

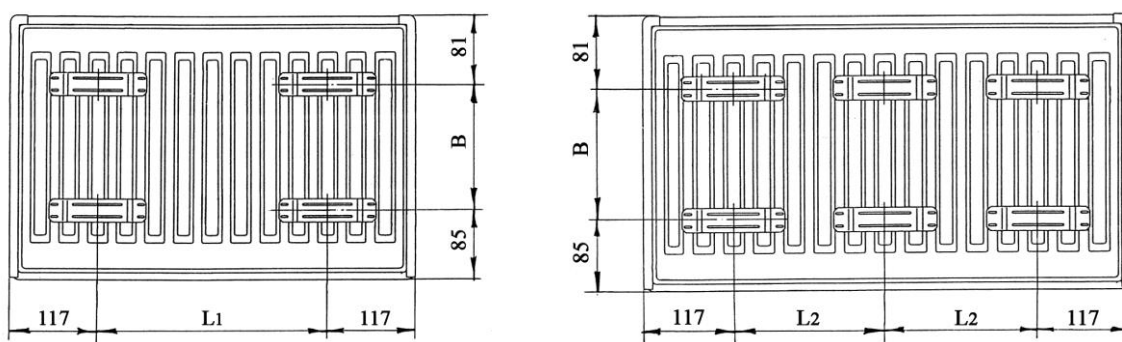


Рис. 5.2. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов РСПО и их привязка

5.4. Монтаж радиаторов РСПО со скобами на тыльной стороне с использованием двойных угловых настенных кронштейнов следует проводить в следующем порядке:

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

- разметить места установки кронштейнов в соответствии с рис. 5.2 и табл. 5.1 и 5.2; минимальные расстояния радиаторов от пола принимаются в соответствии с п. 5.9;

- на расстоянии 81 мм от верхней кромки радиатора просверлить в стене отверстия и ввернуть в них винты; между стеной и головкой винта оставить зазор ≈ 5 мм;

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

- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления.

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

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

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

5.8. Во избежание аварийных ситуаций с отопительными приборами РСПО 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 .

5.9. 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;

Таблица 5.1			
Длина радиатора, мм	L1, мм	Количество скоб, шт.	Количество кронштейнов, шт.
400	166	4	2
500	266	4	2
600	366	4	2
700	466	4	2
800	566	4	2
900	666	4	2
1000	766	4	2
1100	866	4	2
1200	966	4	2
1300	1066	4	2
1400	1166	4	2
1500	1266	4	2
1600	1366	4	2

Таблица 5.2			
Длина радиатора, мм	L2, мм	Количество скоб, шт.	Количество кронштейнов, шт.
1700	733	6	3
1800	783	6	3
1900	833	6	3
2000	883	6	3
2200	983	6	3
2400	1083	6	3
2600	1183	6	3
2800	1283	6	3
3000	1383	6	3

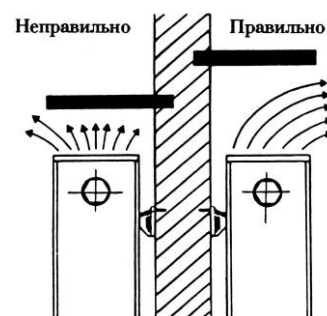


Рис. 5.3. Схемы установки радиатора под подоконником

- 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 150% глубины прибора в установке, 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. 5.3);

- 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 использовании автоматических терморегуляторов не рекомендуется размещать их 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.

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

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

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

5.13. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны, как указывалось, удовлетворять требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [5].

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм^3 [5], [17], а значение pH 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 [5], общая жёсткость - до 7 мг-экв/дм^3 .

5.14. 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 РСПО 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.

Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка грязевиков, а при применении термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – ещё и фильтров, в том числе постоянных. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм³.

5.15. 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 МПа. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 [5]).

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 [15] 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 МПа, избыточное давление при опрессовке системы должно находиться в пределах 1,09-1,3 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

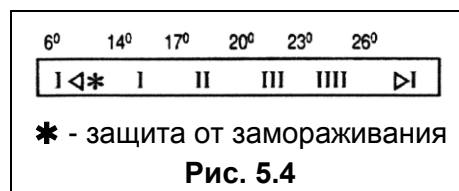
5.16. Во избежание образования воздушных пробок заполнение водой системы отопления с радиаторами, оборудованными термостатами, следует производить снизу через обратную магистраль при открытых термостатах (со снятым защитным колпачком и без термостатического элемента).

5.17. 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, затем заглушить прибор со стороны снятой подводки, а также перекрыть вторую подводку.

5.18. 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 5.4 приведена типовая шкала термостатических элементов, 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 термостатического элемента и зависит от условий его размещения. При настройке термостата на (*) он практически закрыт, но в случае снижения температуры воздуха в отапливаемом помещении до 6-7°C термостат автоматически открывается для защиты отопительного прибора от замерзания, т.е. термостат, как и указывалось, нельзя считать запорной арматурой.

Согласно проекту нового СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование» круговая шкала основного варианта термостатического элемента начинается с 14°C (до 24-26 °C) во избежание переохлаждения помещений и опасности несанкционированного заимствования теплоты через внутренние ограждения.



Отметим, что в межотопительный период (при отключении системы отопления) термостатический элемент рекомендуется устанавливать на максимальную температуру во избежание нарушения надёжности работы термостата (с учётом возможного увеличения температуры воздуха в летний период свыше 24-26 °С).

5.19. Ось штока автоматического термостатического элемента, если он работает без выносного датчика, должна быть расположена горизонтально.

5.20. 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 радиаторам.

5.21. 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.

5.22. 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.

5.23. **Использовать теплопроводы** системы отопления в качестве элементов электрических систем и **для заземления**, например, компьютерной техники, **категорически запрещается**.

5.24. Радиаторы РСПО 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 заслуживают внимания низкозамерзающие теплоносители «Тёплый дом» и «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.

Особо отметим безопасный при заполнении системы отопления и её эксплуатации антифриз «DIXIS-TOP» на пропиленгликолевой основе.

Очевидно, что запорно-регулирующая арматура, используемая в системах отопления с радиаторами РСПО, 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 конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
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. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
4. Стандарт АВОК 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.
5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
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.Старовойтова.- 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. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
15. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
16. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.
17. 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 $\lambda/d_{\text{вн}}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода d_y	Наружный d	Внутренний $d_{\text{вн}}$							
			$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м/с}}$	$\frac{\text{кг/с}}{\text{м/с}}$	$\frac{A \cdot 10^4, \text{Па}}{(\text{кг/ч})^2}$	$\frac{A \cdot 10^{-4}, \text{Па}}{(\text{кг/с})^2}$		$\frac{S \cdot 10^4, \text{Па}}{(\text{кг/ч})^2}$	$\frac{S \cdot 10^{-4}, \text{Па}}{(\text{кг/с})^2}$
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) $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кгс/м}^2$; $1 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/с})^2$; $1 \text{ кгс/м}^2 = 9,80665 \text{ Па}$; $1 (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2 = 1,271 \cdot 10^8 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2$.

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 , ζ и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ζ 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 φ_4 , по формулам

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

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

где S_T , ζ_4 и ζ_4' - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см. , в частности, табл. П 1.1 настоящего приложения).

Значения φ_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 φ_4 определяются по приближённой формуле

$$\varphi_{4(50)} = 1,5 \varphi_4 - 0,5, \quad (\text{П1.4})$$

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

φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

Продолжение приложения 1

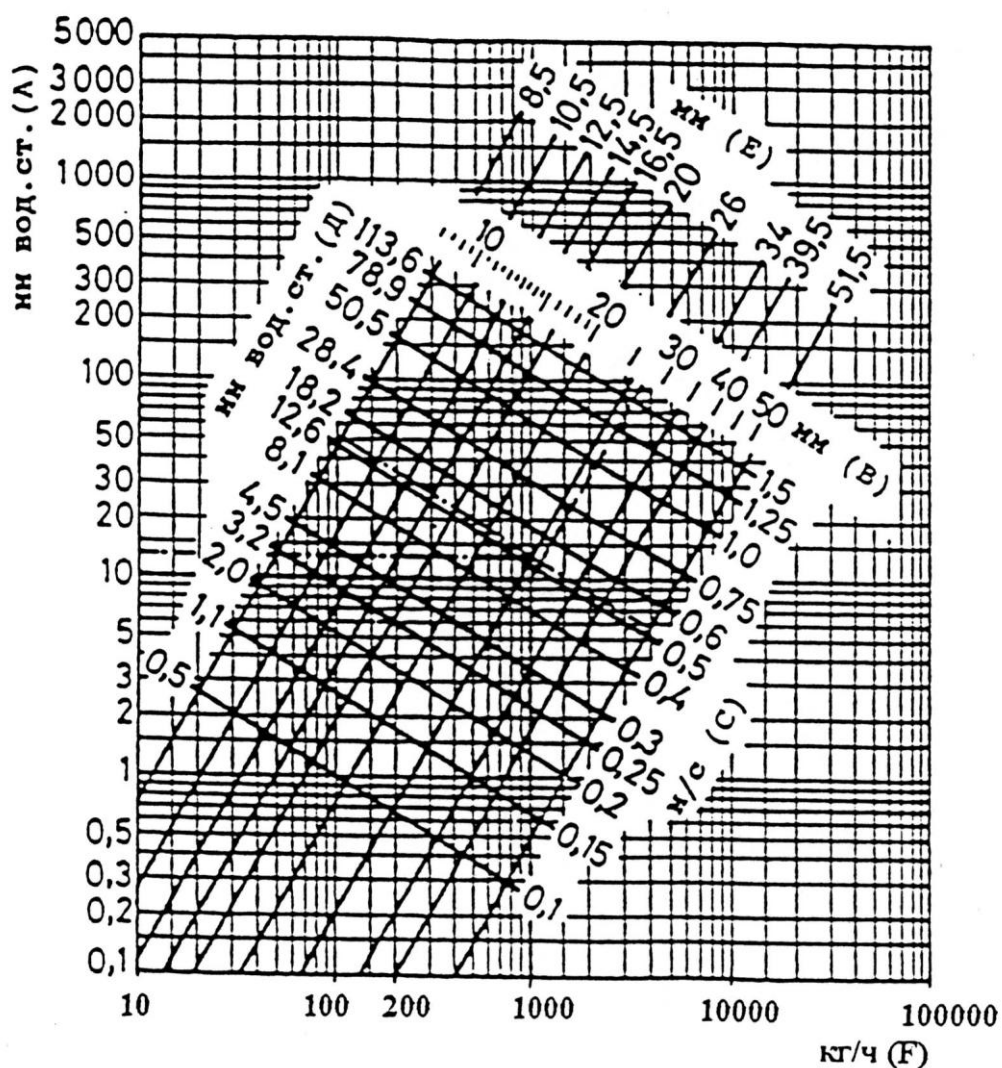
Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_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	0,0265	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	206,3	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	190,4	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;

Г – 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	Θ , °C	Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при Θ , °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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{С)}$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$), 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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{С)}$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$) 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.