

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Витатерм»

_____ **В. И. Сасин**

« 27 » августа 2007 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных панельных
радиаторов марки «РОСПайп»
концерна «Eurotherm»

Москва – 2007

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию рекомендации по применению стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm GmbH Deutschland».

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; e-mail: vitattherm@yandex.ru

© ООО «Витатерм» 2007

Основные характеристики стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm»

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	120
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 радиаторов, представленных в «Рекомендациях»	мм	246, 346, 446, 546
Длины радиаторов	мм	400 – 3000
Коэффициенты местного сопротивления радиаторов модификации «Компакт» при подводках d _y = 15 мм и расходе теплоносителя через радиатор 0,1 кг/с (360 кг/ч)	-	18 – 61

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	18
3. Тепловой расчёт	28
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	33
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm» и основные требования к их эксплуатации	35
6. Список использованной литературы	40
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	41
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	43
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	44

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm» и условия их применения

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов марки **«РОСПайп» концерна «Eurotherm»** 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 поставляются фирмой **Eurotherm GmbH Deutschland** (ФРГ). Адрес: Boschstr, 11-71404 Korb bei Stuttgart; тел.: 00497151/305979, факс: 00497151/206474; e-mail: sales@eurotherm-radiators.de.

Эксклюзивный представитель фирмы-изготовителя в России: **ООО «РОСПАЙП Sanitary»**. Адрес: 191119, г. Санкт-Петербург, Лиговский проспект, д. 92, лит.Г; тел./факс: (812) 740-21-23, факс (812) 740-21-24. Генеральный директор Багаев Иван Владимирович.

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 фирмы-изготовителя и её представителя в России. Цена рекомендаций договорная.

1.3. Стальные панельные радиаторы марки **«РОСПайп» концерна «Eurotherm»** (далее по тексту: радиаторы **«РОСПайп»**) 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.

Параметры теплоносителя:

- максимальная температура - **120°C**;
- максимальное рабочее избыточное давление **0,87 МПа (8,7 кг/см²)** при испытательном давлении не ниже **1,3 МПа (13 кг/см²)**.

Давление разрушения радиаторов **«РОСПайп»** составляет 2,2-2,3 МПа.

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

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

Радиаторы **«РОСПайп»** изготавливаются следующих модификаций:

- «Kompakt» («К»)** - с четырьмя боковыми присоединительными патрубками;
- «Universal-V» («U-V»)** - со встроенным боковым терморегулирующим клапаном (термостатом) и дополнительными донными патрубками (всего 6 патрубков – 4 боковых и 2 донных); донные патрубки расположены у края радиатора;
- «Universal-VM» («U-VM»)** - со встроенным боковым терморегулирующим клапаном (термостатом) и дополнительными донными патрубками, расположенными по центру радиатора (всего 6 патрубков – 4 боковых и 2 донных);

«Plan» - с гладкой лицевой поверхностью передней панели; выпускаются модификации «Plan Kompakt», «Plan Universal-V» и «Plan Universal-VM».

В скобках указаны краткие обозначения перечисленных модификаций радиаторов «РОСПайп».

ООО «РОСПАЙП Sanitary» поставляет на российский рынок радиаторы «РОСПайп» модификаций «Kompakt» и «Universal-V» типов 10, 11, 20, 21, 22, 30, 33 и 44. Общий вид и габаритные размеры радиаторов «РОСПайп» показан на рис. 1.1.

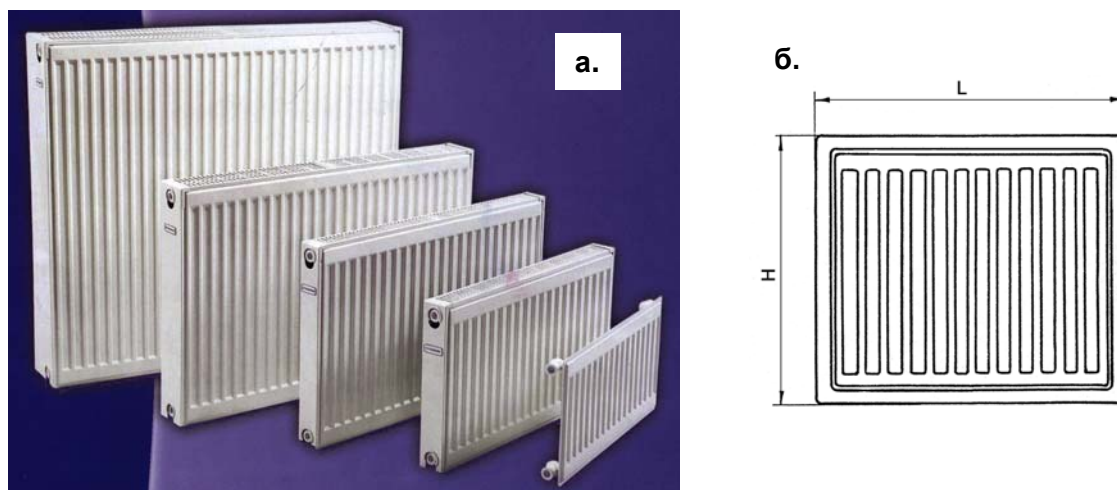


Рис. 1.1. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm»

В номенклатурный ряд входят радиаторы номинальной высотой H 200, 300, 400, 500, 600 и 900 мм, длиной L от 400 до 1200 мм с шагом 100 мм, а от 1400 до 2200 мм с шагом 200 мм, а также 2600 и 3000 мм.

Реальная высота радиаторов модификации «Kompakt» приблизительно на 5 мм больше номинальной за счёт высоты воздуховыпускной решётки и загибов боковых стенок. Монтажная высота радиаторов H_m 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 4) и П-образного вертикального оребрения (от 0 до 4) по глубине радиаторов.

Отличающиеся по глубине и исполнению стальные панельные радиаторы обозначаются согласно принятой в Европе практике (рис. 1.2):

тип 10 – однорядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – отсутствие оребрения);

тип 11 – однорядный 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 (2 – две панели, 0 – отсутствие 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);

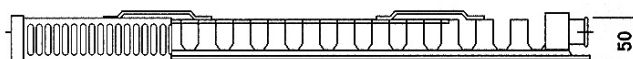
тип 30 – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения (3 – три панели, 0 – отсутствие оребрения);

тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения).

тип 44 – четырёхрядный по глубине с четырьмя рядами конвективного оребрения между панелями (4 – четыре панели, 4 – четыре ряда оребрения).



Тип **10 E**



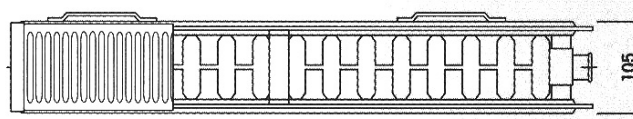
Тип **11 EK**



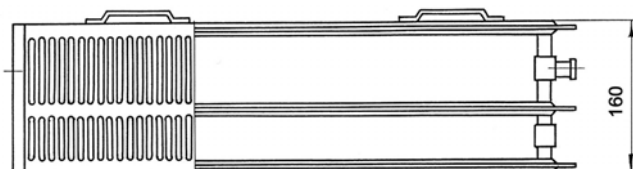
Тип **20**



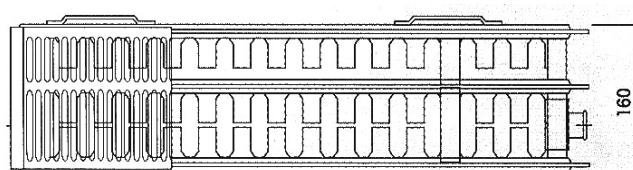
Тип **21 EKE**



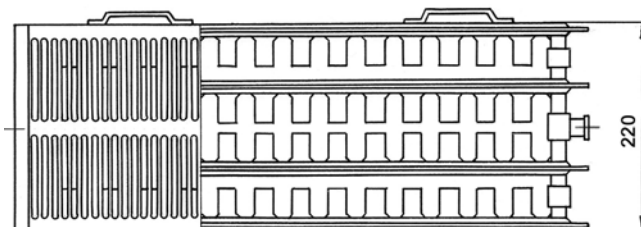
Тип **22 DK**



Тип **30**



Тип **33 DKEK**



Тип **44**

Рис. 1.2. Типы радиаторов «РОСПайп» и их обозначения
(на эскизах показаны радиаторы модификации «Компакт»)

На рис. 1.2 индексы радиаторов типов 20, 30 и 44 приведены без дополнительных буквенных обозначений.

1.5. Радиаторы изготавливаются из высококачественной холоднокатаной стали толщиной 1,25 мм. По контуру панели сварены сплошным швом, между колонками – точечной сваркой. П-образное оребрение толщиной 0,4 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.

1.6. Радиаторы «РОСПайп» 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 радиаторов со встроенным термостатом оснащён специальной гарнитурой, включающей транзитный теплопровод, соединённый с фитингом верхнего коллектора, который является одновременно гнездом для установки корпуса 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 закрыты от загрязнения полимерными пробками, а встроенный корпус термостата защищён специальным колпачком.

1.7. Радиаторы «РОСПайп К» всех типов и «РОСПайп U–V» типов 10 и 11 оснащены с тыльной стороны скобами для настенной установки с помощью кронштейнов, поставляемых заводом-изготовителем вместе с радиаторами (см. разд. 5 настоящих рекомендаций). Радиаторы «РОСПайп U–V» типов 20, 21, 22, 30, 33 и 44 тыльных скоб не имеют и крепятся на специальные кронштейны, поставляемые ООО «РОСПАЙП Sanitary» по специальному заказу.

Для напольной установки радиаторов типов 20, 21, 22, 30, 33 и 44 могут быть использованы специальные фирменные стойки, которые также поставляются по специальному заказу.

1.8. Радиаторы и кронштейны 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 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. Упаковка каждого радиатора состоит из защитных картонных коробок, надеваемых на его боковые стороны, а также по специальному заказу пластмассовых уголков, защищающих от повреждений углы радиаторов. Поверх этих элементов каждый радиатор упакован в термоусадочную полиэтиленовую плёнку.

1.10. Стандартная комплектация радиаторов «РОСПайп» без встроенных термостатов включает 1 воздухоотводчик, 1 заглушку и кронштейны для крепления к стене.

Радиаторы «РОСПайп U–V» поставляются со встроенным корпусом термостата фирм «Oventrop» или «Heimeier».

По специальному заказу могут быть поставлены термостаты других фирм.

Предлагаемая ООО «РОСПАЙП Sanitary» номенклатура термостатов для установки на подводках к радиаторам с боковым подключением, термостатических элементов (головок) и запорно-присоединительных клапанов (Н-образного типа) для донного подключения приведена в каталогах поставщика.

1.11. Основные характеристики испытанных при разработке настоящих рекомендаций радиаторов «РОСПайп» (из номенклатуры, предлагаемой на российском рынке) представлены в таблице 1.1.

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 $1013,3 \text{ гПа}$ (760 мм рт. ст.).

Значения номинального теплового потока радиаторов «РОСПайп» типов 11 и 22 получены при испытаниях приборов номинальной высотой 300, 400, 500 и 600 мм, а типов 21 и 33 – при испытаниях радиаторов высотой 300 и 500 мм. Испытания показали, что с учётом допустимых методикой тепловых испытаний [6] отклонений теплотехнические характеристики радиаторов моделей с четырьмя и шестью присоединительными патрубками можно принять одинаковыми.

Приведённые в таблице 1.1 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов с боковым односторонним подсоединением длиной до 1400 мм при присоединении по схеме «сверху-вниз», а от 1600 до 3000 мм – только при диагональном присоединении по той же схеме.

Табличные значения теплового потока радиаторов со встроенными термостатами также можно применять для радиаторов длиной до 1400 мм.

При длине радиаторов модели «РОСПайп U–V» от 1600 до 2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить усреднённый понижающий коэффициент 0,95, а при длинах 2200, 2600 и 3000 мм – коэффициент 0,9.

Эти же понижающие коэффициенты следует учитывать при любом варианте бокового подсоединения радиаторов (например, от вертикальных стояков или через специальную гарнитуру при периметральной, плинтусной или лучевой разводке теплопроводов), если длина прибора свыше 1400 мм, а диагональную подводку осуществить не удаётся.

Приведённая в табл. 1.1 площадь поверхности нагрева F с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

1.12. Представленные в табл. 1.1 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления зарадиаторного участка. Отечественные же нормы [6] запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления зарадиаторного 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 $75-65^{\circ}\text{C}$ (ранее при перепаде $90-70^{\circ}\text{C}$), 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 горя-

чей 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 около 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 омыwania 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 одноконтурных систем отопления параметрах теплоносителя 105-70°C, зарубежные - к температурному напору 50°C (при расчётных температурах теплоносителя 75-65°C), характерному для двухконтурных систем и одноконтурных систем с термостатами у приборов с замыкающими участками.

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

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

1.15. При заказе стальных панельных радиаторов «РОСПайп» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.1, с учётом разъяснений в п. 1.4 настоящих рекомендаций.

При конкретном заказе радиаторов необходимо указывать их наименование, тип, затем номинальную высоту и длину в мм.

Примеры условного обозначения:

- радиатор «РОСПайп Компакт» двухрядный по глубине с двойным конвективным оребрением, номинальной высотой 500 мм и длиной 1000 мм:

«РОСПайп К» 22-ДК-500-1000;

- радиатор «РОСПайп Компакт» трёхрядный по глубине, с тройным конвективным оребрением, номинальной высотой 300 мм и длиной 600 мм:

«РОСПайп К» 33-ДКЕК-300-600;

- радиатор «РОСПайп Universal-V» с донным расположением присоединительных патрубков, двухрядный по глубине с двумя рядами конвективного оребрения, номинальной высотой 500 мм и длиной 800 мм:

«РОСПайп U-V» 22-ДК-500-800.

При заказе радиаторов «РОСПайп» допускается опускать дублирующие буквенные обозначения (ДК, ДКЕК и др.).

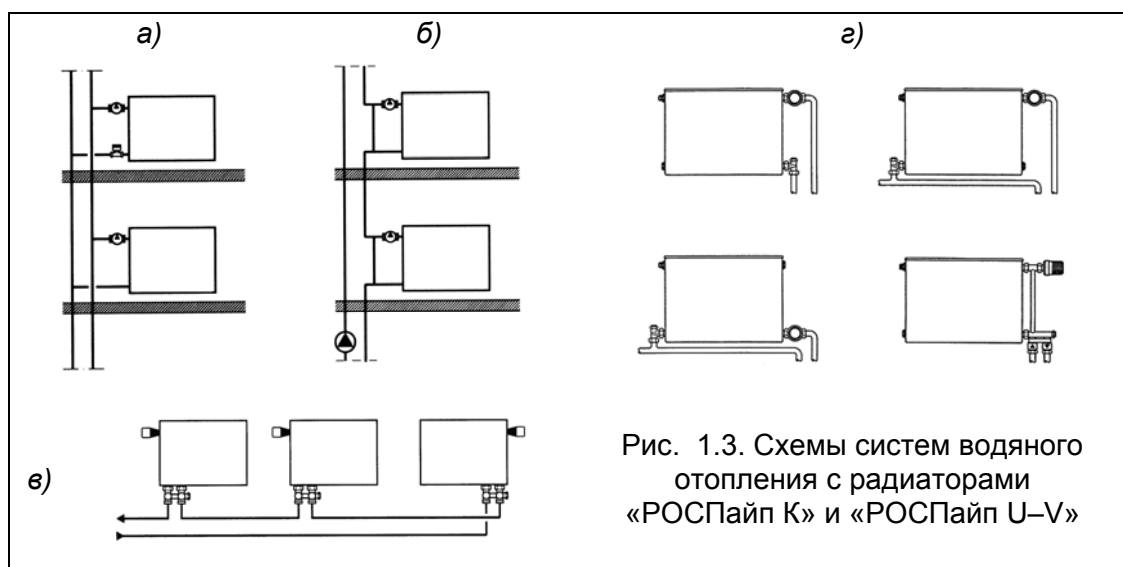
1.16. Радиаторы «РОСПайп» всех типов предназначены для установки только в один ряд по высоте и глубине.

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 луч-

шего распределения теплоты в помещении выбор радиаторов желательно начинать с типоразмеров малой глубины (например, с типа 11).

1.17. На рис. 1.3 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и соединений к ним радиаторов.

Показанные на рис. 1.3 (а, б) схемы обвязки отопительных приборов характерны для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [7], [8]. Согласно данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора «РОСПайп» 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 схема донного подключения радиаторов «РОСПайп U-V» (рис. 1.3 в), а также варианты присоединения радиаторов «РОСПайп» к горизонтальной системе отопления (рис. 1.3 г).

Как указывалось, при определении тепловых показателей радиаторов с боковым расположением подводящих теплопроводов следует учитывать понижающие коэффициенты согласно рекомендациям п. 1.11.

1.18. 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**.

1.19. Радиаторы «РОСПайп U-V» в случае донного подключения к подводящим теплопроводам обычно присоединяются с помощью запорно-присоединительного (Н-образного) клапана, например, фирмы «Heimeier» № 4324-03.300 (рис. 1.4), который может быть использован как в однотрубной, так и в двухтрубной системе отопления. С его помощью можно отключить радиатор, например, для его демонтажа без опорожнения всей системы отопления.

Клапан может присоединяться к штуцерам радиатора с внутренней резьбой $G \frac{1}{2}$ с помощью специальных переходных штуцеров $G \frac{3}{4} \times G \frac{1}{2}$. Универсальные Н-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 одноконтурной системе производится простым вращением затвора байпаса, при котором обеспечивается возможность регулирования доли теплоносителя, затекающего в радиатор (коэффициента затекания).

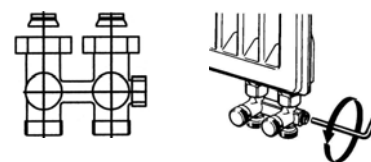


Рис. 1.4. Н-образный клапан для нижнего подключения радиатора

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

1.20. В современных системах отопления (рис. 1.5 и 1.6) для уменьшения бесполезных теплотерь 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. Рекомендуются 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.

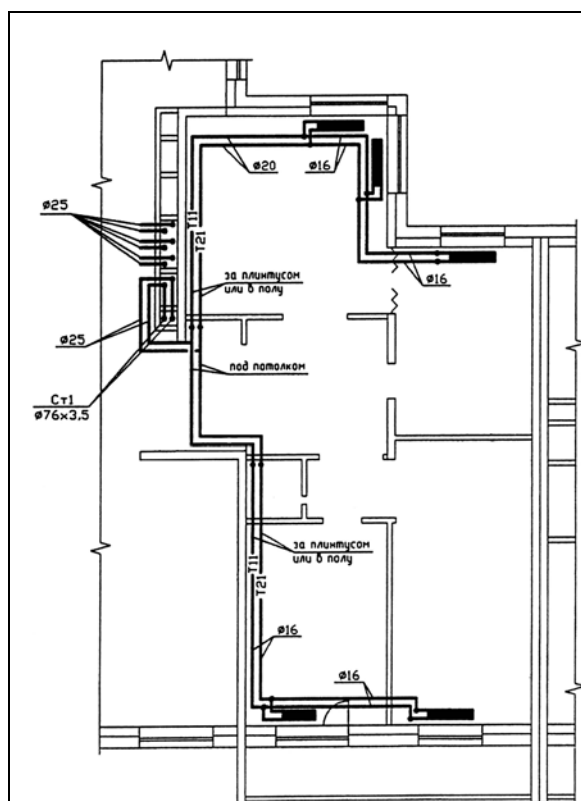


Рис. 1.5. Двухтрубная система отопления с периметральной (плинтусной) разводкой теплопроводов по квартире

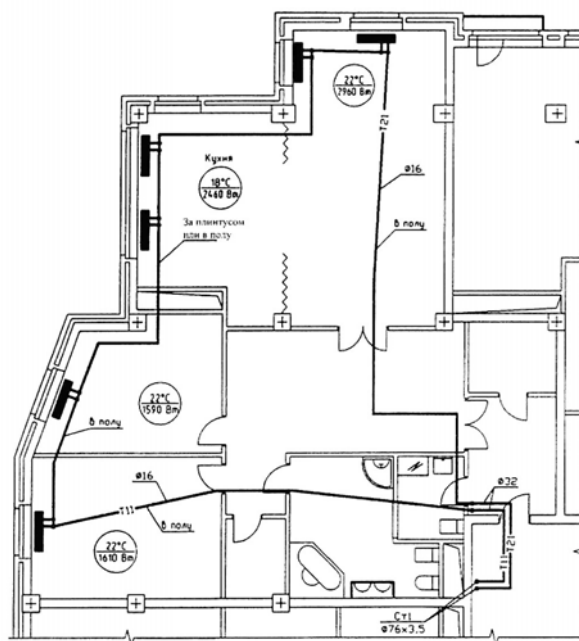


Рис. 1.6. Однотрубная поквартирная система отопления

1.21. Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), встраиваемых в прибор или устанавливаемых на подводках к прибору. Согласно СНиП 41-01-2003 [9], 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 [10] 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.

1.22. 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.

1.23. Стальные панельные радиаторы «РОСПайп» концерна «Eurotherm» сертифицированы в установленном порядке.

1.24. Концерн «Eurotherm GmbH Deutschland» и ООО «РОСПАЙП Sanitary» постоянно работают над совершенствованием своих отопительных приборов и оставляют 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 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 1.1. Номенклатура и технические характеристики стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm»

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{н\tau}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1 б)		Площадь наружной поверхно- сти нагрее- ва F , м ²	Масса радиато- ра, спра- вочная, кг	Объём воды в радиа- торе, л
		Высота H	Длина L			
11-300-400	280	300	400	0,67	3,6	0,61
11-300-500	350		500	0,84	4,5	0,76
11-300-600	420		600	1,01	5,4	0,92
11-300-700	490		700	1,18	6,3	1,07
11-300-800	560		800	1,34	7,2	1,22
11-300-900	630		900	1,51	8,1	1,38
11-300-1000	700		1000	1,68	9	1,53
11-300-1100	770		1100	1,85	9,9	1,68
11-300-1200	840		1200	2,02	10,8	1,84
11-300-1400	980		1400	2,35	12,6	2,14
11-300-1600	1120		1600	2,69	14,4	2,45
11-300-1800	1260		1800	3,02	16,2	2,75
11-300-2000	1400		2000	3,36	18	3,06
11-300-2200	1540		2200	3,7	19,8	3,37
11-300-2600	1820		2600	4,37	23,4	3,98
11-300-3000	2100		3000	5,04	27	4,59
11-400-400	361	400	400	0,97	4,8	0,81
11-400-500	451		500	1,22	6	1,01
11-400-600	541		600	1,46	7,2	1,21
11-400-700	631		700	1,7	8,4	1,41
11-400-800	722		800	1,94	9,6	1,62
11-400-900	812		900	2,19	10,8	1,82
11-400-1000	902		1000	2,43	12	2,02
11-400-1100	992		1100	2,67	13,2	2,22
11-400-1200	1082		1200	2,92	14,4	2,42
11-400-1400	1263		1400	3,4	16,8	2,83
11-400-1600	1443		1600	3,89	19,2	3,23
11-400-1800	1624		1800	4,37	21,6	3,64
11-400-2000	1804		2000	4,86	24	4,04
11-400-2200	1984		2200	5,35	26,4	4,44
11-400-2600	2345		2600	6,32	31,2	5,25
11-400-3000	2706		3000	7,29	36	6,06
11-500-400	436	500	400	1,2	6	1
11-500-500	545		500	1,5	7,5	1,26
11-500-600	654		600	1,8	9	1,51
11-500-700	763		700	2,1	10,5	1,76
11-500-800	872		800	2,4	12	2,01
11-500-900	981		900	2,7	13,5	2,26
11-500-1000	1090		1000	3	15	2,51

Продолжение табл. 1.1

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1 б)		Площадь наружной поверхно- сти нагре- ва F , м ²	Масса радиато- ра, спра- вочная, кг	Объём воды в радиа- торе, л
		Высота Н	Длина L			
11-500-1100	1199	500	1100	3,3	16,5	2,76
11-500-1200	1308		1200	3,6	18	3,01
11-500-1400	1526		1400	4,2	21	3,51
11-500-1600	1744		1600	4,8	24	4,02
11-500-1800	1962		1800	5,4	27	4,52
11-500-2000	2180		2000	6	30	5,02
11-500-2200	2398		2200	6,6	33	5,52
11-500-2600	2834		2600	7,8	39	6,53
11-500-3000	3270		3000	9	45	7,53
11-600-400	508	600	400	1,46	7,2	1,2
11-600-500	635		500	1,83	9	1,5
11-600-600	762		600	2,2	10,8	1,8
11-600-700	889		700	2,56	12,6	2,1
11-600-800	1016		800	2,93	14,4	2,4
11-600-900	1143		900	3,29	16,2	2,7
11-600-1000	1270		1000	3,66	18	3
11-600-1100	1397		1100	4,03	19,8	3,3
11-600-1200	1524		1200	4,39	21,6	3,6
11-600-1400	1778		1400	5,12	25,2	4,2
11-600-1600	2032		1600	5,86	28,8	4,8
11-600-1800	2286		1800	6,59	32,4	5,4
11-600-2000	2540		2000	7,32	36	6
11-600-2200	2794		2200	8,05	39,6	6,6
11-600-2600	3302		2600	9,52	46,8	7,8
11-600-3000	3810		3000	10,98	54	9
21-500-400	660	500	400	1,64	9,6	2,01
21-500-500	825		500	2,05	12	2,51
21-500-600	990		600	2,46	14,5	3,01
21-500-700	1155		700	2,87	16,9	3,51
21-500-800	1320		800	3,28	19,3	4,02
21-500-900	1485		900	3,69	21,7	4,52
21-500-1000	1650		1000	4,1	24,1	5,02
21-500-1100	1815		1100	4,51	26,5	5,52
21-500-1200	1980		1200	4,92	28,9	6,02
21-500-1400	2310		1400	5,74	33,7	7,03
21-500-1600	2640		1600	6,56	38,6	8,03
21-500-1800	2970		1800	7,38	43,4	9,04
21-500-2000	3300		2000	8,2	48,2	10,04
21-500-2200	3630		2200	9,02	53	11,04
21-500-2600	4290		2600	10,66	62,7	13,05
21-500-3000	4950		3000	12,3	72,3	15,06

Продолжение табл. 1.1

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1 б)		Площадь наружной поверхно- сти нагре- ва F , м ²	Масса радиато- ра, спра- вочная, кг	Объём воды в радиа- торе, л
		Высота Н	Длина L			
21-600-400	758	600	400	1,99	11,6	2,4
21-600-500	948		500	2,48	14,4	3
21-600-600	1138		600	2,98	17,3	3,6
21-600-700	1327		700	3,48	20,2	4,2
21-600-800	1517		800	3,98	23,1	4,8
21-600-900	1706		900	4,47	26	5,4
21-600-1000	1896		1000	4,97	28,9	6
21-600-1100	2086		1100	5,47	31,8	6,6
21-600-1200	2275		1200	5,96	34,7	7,2
21-600-1400	2654		1400	6,96	40,5	8,4
21-600-1600	3034		1600	7,95	46,2	9,6
21-600-1800	3413		1800	8,95	52	10,8
21-600-2000	3792		2000	9,94	57,8	12
21-600-2200	4171		2200	10,93	63,6	13,2
21-600-2600	4930		2600	12,92	75,1	15,6
21-600-3000	5688		3000	14,91	86,7	18
22-300-400	552	300	400	1,35	6,7	1,22
22-300-500	690		500	1,69	8,4	1,53
22-300-600	828		600	2,03	10,1	1,84
22-300-700	966		700	2,37	11,8	2,14
22-300-800	1104		800	2,7	13,4	2,45
22-300-900	1242		900	3,04	15,1	2,75
22-300-1000	1380		1000	3,38	16,8	3,06
22-300-1100	1518		1100	3,72	18,5	3,37
22-300-1200	1656		1200	4,06	20,2	3,67
22-300-1400	1932		1400	4,73	23,5	4,28
22-300-1600	2208		1600	5,41	26,9	4,9
22-300-1800	2484		1800	6,08	30,2	5,51
22-300-2000	2760		2000	6,76	33,6	6,12
22-300-2200	3036		2200	7,44	37	6,73
22-300-2600	3588		2600	8,79	43,7	7,96
22-300-3000	4140		3000	10,14	50,4	9,18
22-400-400	704	400	400	1,88	9	1,62
22-400-500	880		500	2,35	11,2	2,02
22-400-600	1056		600	2,82	13,4	2,42
22-400-700	1232		700	3,29	15,7	2,83
22-400-800	1408		800	3,76	17,9	3,23
22-400-900	1584		900	4,23	20,2	3,64
22-400-1000	1760		1000	4,7	22,4	4,04
22-400-1100	1936		1100	5,17	24,6	4,44
22-400-1200	2112		1200	5,64	26,9	4,85

Продолжение табл. 1.1

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1 б)		Площадь наружной поверхно- сти нагрее- ва F , м ²	Масса радиато- ра, спра- вочная, кг	Объём воды в радиато- ре, л
		Высота Н	Длина L			
22-400-1400	2464	400	1400	6,58	31,4	5,66
22-400-1600	2816		1600	7,52	35,8	6,46
22-400-1800	3168		1800	8,46	40,3	7,27
22-400-2000	3520		2000	9,4	44,8	8,08
22-400-2200	3872		2200	10,34	49,3	8,89
22-400-2600	4576		2600	12,22	58,2	10,5
22-400-3000	5280		3000	14,1	67,2	12,12
22-500-400	844	500	400	2,4	11,2	2,01
22-500-500	1055		500	3	14	2,51
22-500-600	1266		600	3,6	16,8	3,01
22-500-700	1477		700	4,2	19,6	3,51
22-500-800	1688		800	4,8	22,4	4,02
22-500-900	1899		900	5,4	25,2	4,52
22-500-1000	2110		1000	6	28	5,02
22-500-1100	2321		1100	6,6	30,8	5,52
22-500-1200	2532		1200	7,2	33,6	6,02
22-500-1400	2954		1400	8,4	39,2	7,03
22-500-1600	3376		1600	9,6	44,8	8,03
22-500-1800	3798		1800	10,8	50,4	9,04
22-500-2000	4220		2000	12	56	10,04
22-500-2200	4642		2200	13,2	61,6	11,04
22-500-2600	5486		2600	15,6	72,8	13,05
22-500-3000	6330		3000	18	84	15,06
22-600-400	972	600	400	2,92	13,4	2,4
22-600-500	1215		500	3,65	16,8	3
22-600-600	1458		600	4,38	20,2	3,6
22-600-700	1701		700	5,11	23,5	4,2
22-600-800	1944		800	5,84	26,9	4,8
22-600-900	2187		900	6,57	30,2	5,4
22-600-1000	2430		1000	7,3	33,6	6
22-600-1100	2673		1100	8,03	37	6,6
22-600-1200	2916		1200	8,76	40,3	7,2
22-600-1400	3402		1400	10,22	47	8,4
22-600-1600	3888		1600	11,68	53,8	9,6
22-600-1800	4374		1800	13,14	60,5	10,8
22-600-2000	4860		2000	14,6	67,2	12
22-600-2200	5346		2200	16,06	73,9	13,2
22-600-2600	6318		2600	18,98	87,4	15,6
22-600-3000	7290		3000	21,9	100,8	18

Окончание табл. 1.1

Краткое условное обозначение радиатора	Номина- льный тепловой поток $Q_{\text{нл}}$, Вт	Размеры, мм (рис. 1.1 б)		Площадь наружной поверхно- сти нагре- ва F , м ²	Масса радиато- ра, спра- вочная, кг	Объём воды в радиа- торе, л
		Высота Н	Длина L			
33-300-400	788	300	400	2,02	10,4	1,84
33-300-500	985		500	2,53	13	2,3
33-300-600	1182		600	3,04	15,6	2,75
33-300-700	1379		700	3,54	18,2	3,21
33-300-800	1576		800	4,05	20,8	3,67
33-300-900	1773		900	4,55	23,4	4,13
33-300-1000	1970		1000	5,06	26	4,59
33-300-1100	2167		1100	5,57	28,6	5,05
33-300-1200	2364		1200	6,07	31,2	5,51
33-300-1400	2758		1400	7,08	36,4	6,43
33-300-1600	3152		1600	8,1	41,6	7,34
33-300-1800	3546		1800	9,11	46,8	8,26
33-300-2000	3940		2000	10,12	52	9,18
33-300-2200	4334		2200	11,13	57,2	10,1
33-300-2600	5122		2600	13,16	67,6	11,93
33-300-3000	5910		3000	15,18	78	13,77
33-500-400	1204	500	400	3,6	17,3	3,01
33-500-500	1505		500	4,5	21,6	3,76
33-500-600	1806		600	5,4	25,9	4,52
33-500-700	2107		700	6,3	30,2	5,27
33-500-800	2408		800	7,2	34,6	6,02
33-500-900	2709		900	8,1	38,9	6,78
33-500-1000	3010		1000	9	43,2	7,53
33-500-1100	3311		1100	9,9	47,5	8,28
33-500-1200	3612		1200	10,8	51,8	9,04
33-500-1400	4214		1400	12,6	60,5	10,54
33-500-1600	4816		1600	14,4	69,1	12,05
33-500-1800	5418		1800	16,2	77,8	13,55
33-500-2000	6020		2000	18	86,4	15,06
33-500-2200	6622		2200	19,8	95	16,57
33-500-2600	7826		2600	23,4	112,3	19,58
33-500-3000	9030		3000	27	129,6	22,59

2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной и в справочно-информационной литературе [7] и [8], 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, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$;

A - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$ (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 «РОСПайп» определены 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 «РОСПайп К» 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 0,02 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 от 300 до 600 мм и длине до 3000 мм.

Таблица 2.1. Усреднённые значения гидравлических характеристик радиаторов «РОСПайп Компакт» при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм

Тип 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 $M_{пр}$	
	72 кг/ч	360 кг/ч	72 кг/ч	360 кг/ч
10, 11	68	61	93,16	83,57
20, 21	26	22	35,62	30,14
22	23	19	31,51	26,03
30, 33	20	18	27,4	24,66

2.5. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «HERZ Armaturen» (Австрия), «Danfoss» (Дания), «Comar» (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 ЗАО «Данфосс» (см. рис. 2.2, а), **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Oventrop», термостаты модели 3809 или 809 фирмы «Comar», термостаты фирм «Heimeier», «Honeywell» и др.

Как указывалось, ООО «РОСПАЙП Sanitary» поставляют радиаторы «РОС-Пайп U-V» со встроенным термостатом. Для этой цели обычно используется корпус клапана (вентильная вставка) типа GH (артикулов 1018080 или 1018082) фирмы «Oventrop» или корпус клапана № 4327 или № 4333 фирмы «Heimeier». Эти термостаты применяются в двухтрубных системах отопления и позволяют осуществлять предварительную монтажную настройку гидравлических характеристик. В табл. 2.2 приведены усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления ζ радиаторов «РОСПайп U-V» с указанными встроенными термостатами при их настройке на режим 2°C (при открытии клапана $X_p=0,44$ мм) и условном диаметре подводов 15 мм. Эти данные получены при различных позициях предварительной монтажной настройки клапана термостата (от 1 до 6 позиции) и при полном открытии клапана (при снятой термоголовке).

Радиаторы со встроенным корпусом термостата поставляются потребителю с установкой преднастройки на максимальное открытие клапана, т.е. на позицию 6. В реальных условиях эксплуатации монтажная настройка на позиции 1 и 2 часто приводит к загрязнению термостата, поэтому установка на эти позиции не рекомендуется и в табл. 2.2 соответствующие значения ζ не приводятся.

Поскольку испытания проведены на ограниченном количестве образцов, данные табл. 2.2 могут быть уточнены в дальнейшем.

ООО «РОСПАЙП Sanitary» поставляет радиаторы «РОСПайп U-V» с защитным колпачком на клапане вместо термостатической головки.

Таблица 2.2

Тип радиатора	Значения ζ при № монтажной преднастройки				
	3	4	5	6	Полное открытие
10, 11	1520	880	550	400	260
20, 21, 22, 30, 33	1500	850	530	380	240

Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам «РОСПайп К» специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G ЗАО «Данфосс» (рис. 2.2, б), марки **M** фирмы «Oventrop» (рис. 2.3), типа «Super» фирмы «Heimeier» (рис. 2.4), «HERZ-TS-E» (рис. 2.5), модели 804 фирмы «Comar» 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.

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 «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 «РОСПайп К» 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 замыкаю-

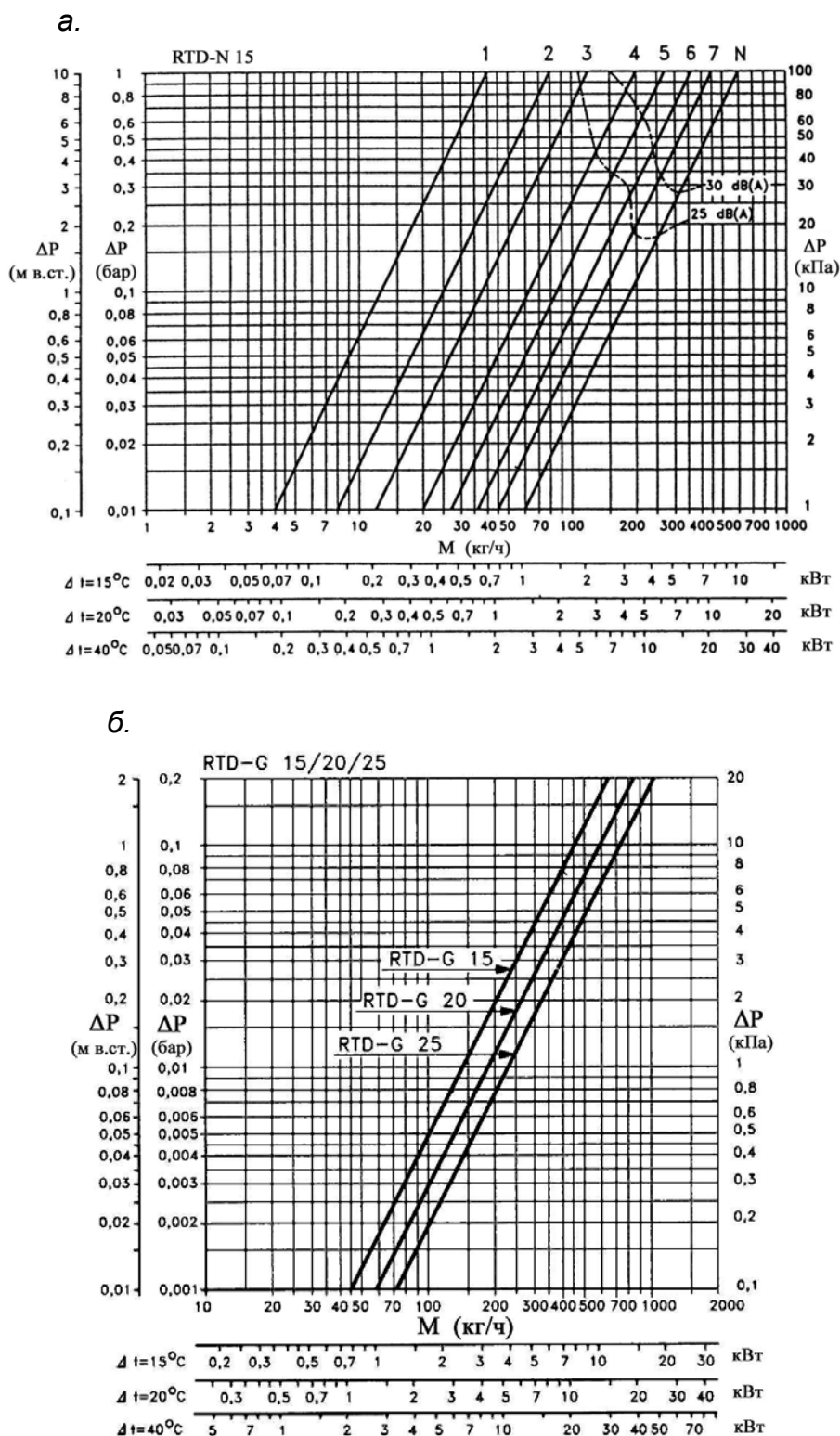


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов ЗАО «Данфосс»:
 а – **RTD-N 15** при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
 б – **RTD-G** для гравитационных и насосных одноконтурных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при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

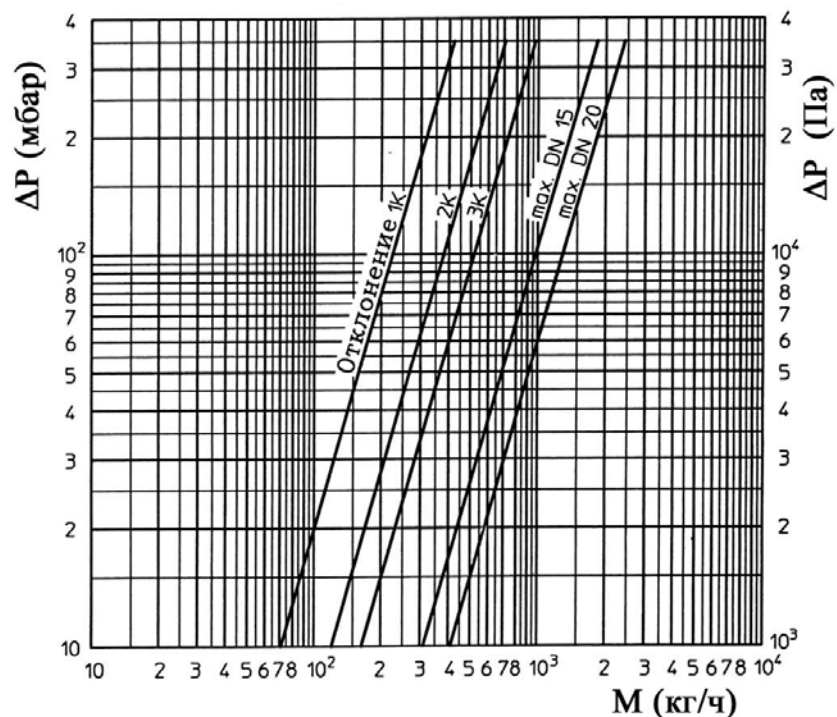


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Oventrop» при различных режимах настройки

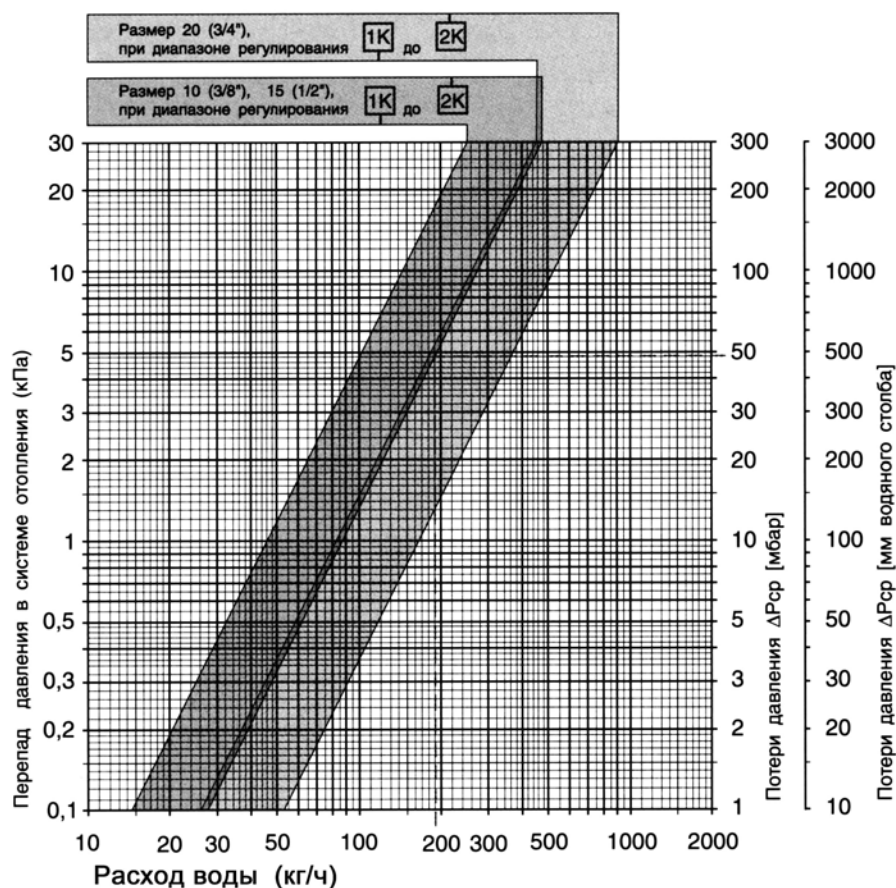


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов «Super» фирмы «Heimeier»

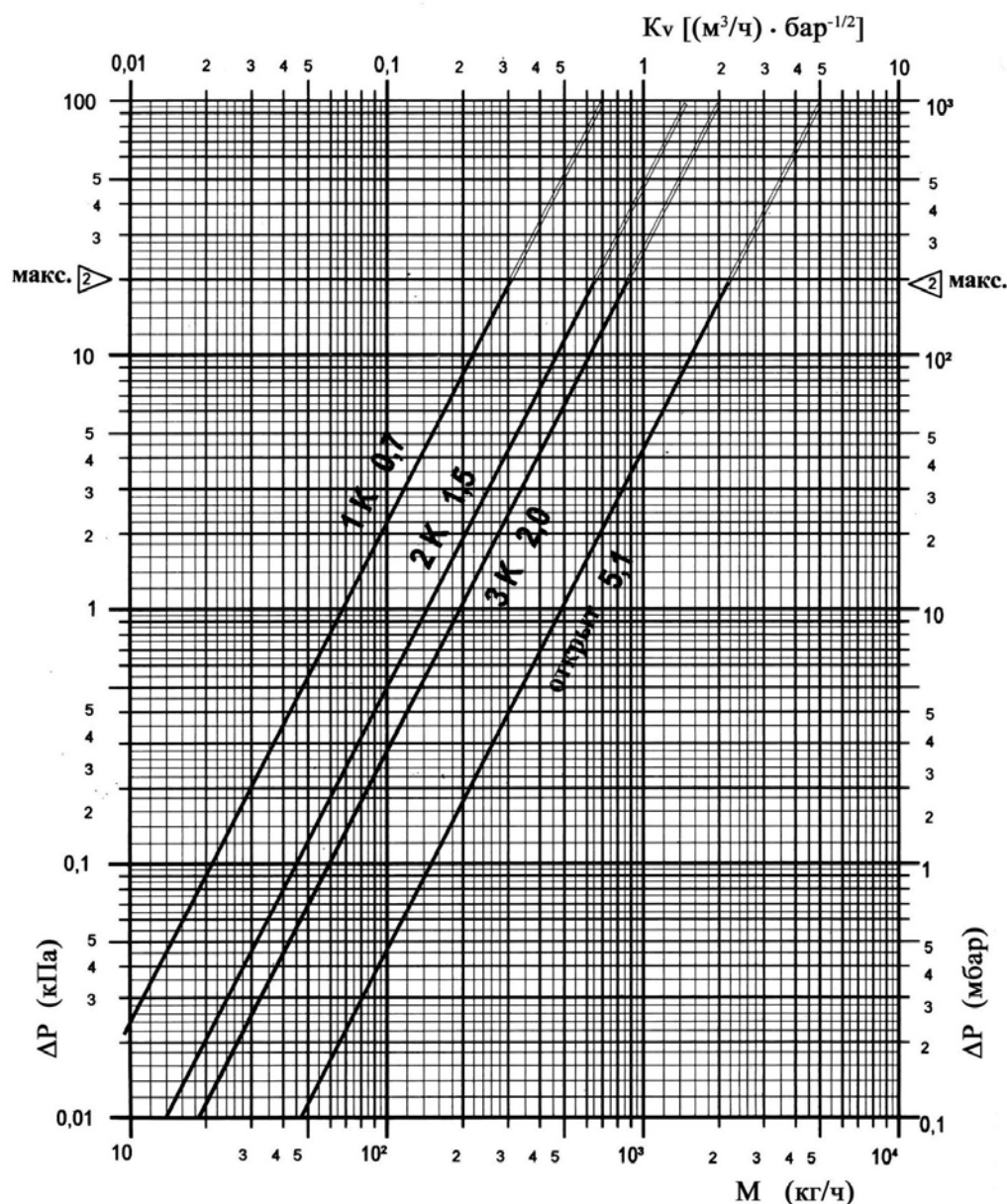


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

При определении K_v в первом приближении принимали, что 1 м^3 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 $[(\text{т/ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$.

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.) [12].

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.3в, следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики соединительной гарнитуры.

На основе графиков рис. 2.1, 2.2а и 2.5 с целью не превышения 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 0,02 – 0,025 МПа (2 – 2,5 м вод. ст.). Обычно эта рекомендация выполняется, если мощность одного прибора или их группы не превышает 8 кВт. В противном случае вместо термостатов можно устанавливать ручные регуляторы, с учётом их полного открытия в расчётный период.

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 «РОСПайп К» при одностороннем боковом подсоединении теплопроводов и смонтированных на них термостатах. Данные приведены при характерном для панельных радиаторов сочетании диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зв}$) и подводов ($d_{п}$) в однотрубных системах отопления.

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

Вид термостата	Тип радиатора	Значения $\alpha_{пр}$ при $d_{ст} \times d_{зв} \times d_{п} = 15 \times 15 \times 15$ (мм)
Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,203
	20, 21, 22, 30, 33	0,217
Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм (*)	10, 11	0,3
	20, 21, 22, 30, 33	0,33
ЗАО «Данфосс», тип RTD-G с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	10, 11	0,195
	20, 21, 22, 30, 33	0,212
Фирма «Oventrop», тип M с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,191
	20, 21, 22, 30, 33	0,195
Фирма «Heimeier», тип «Super» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,191
	20, 21, 22, 30, 33	0,195

(*) с термоголовкой 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 (кодировый № 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. В случае использования в однотрубных системах отопления радиаторов «РОСПайп U–V» со встроенным термостатом «Super» и с донным подключением подвод теплоносителя рекомендуется осуществлять через H-образные клапаны с регулируемыми байпасами (замыкающими участками), позволяющими изменять коэффициент затекания обычно в диапазоне 0,3 – 0,5. При этом K_v H-образного клапана изменяется обычно 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 «Heimeier» 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.

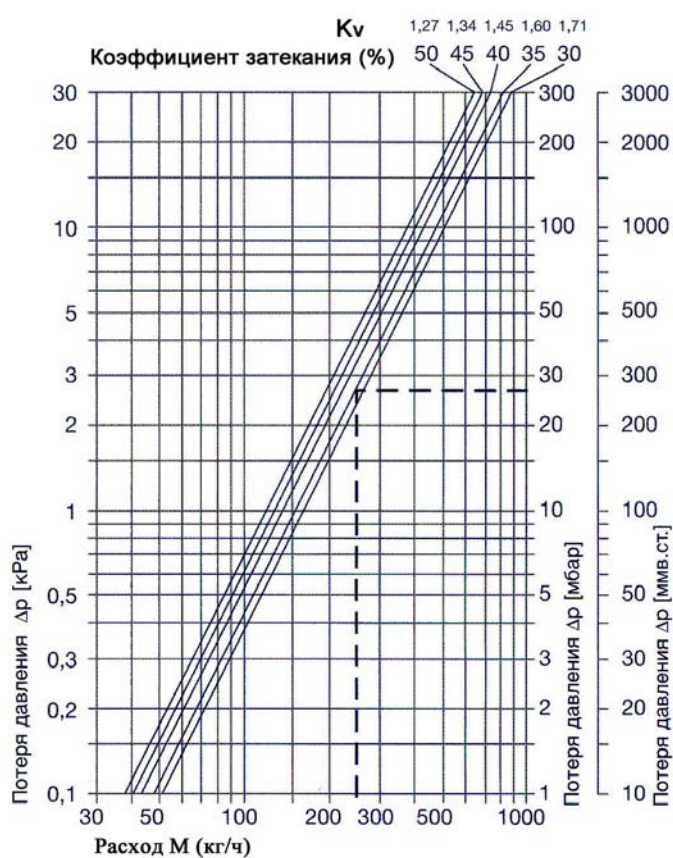


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики H-образного клапана «Vekolux» при различных значениях коэффициента затекания

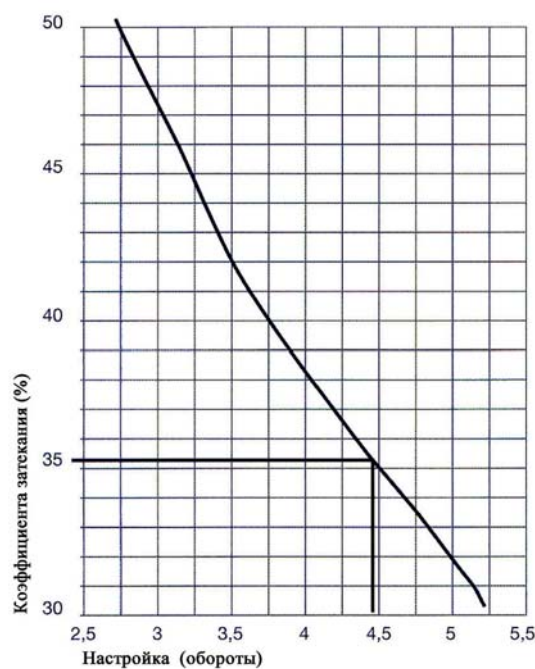


Рис. 2.7. Линия настройки H-образного клапана «Vekolux»

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 2K (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 клапанов.

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. 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], [8], [9], 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	β_1	β_2 при установке	
			у наружной стены	у наружного остекления
11	300	1,005	1,03	1,08
	400	1,008		
	500	1,015		
	600	1,025		
21	500	1,045	1,02	1,05
	600	1,07		
22	300	1,03	1,015	1,04
	400	1,055		
	500	1,095		
	600	1,11		
33	300	1,08	1,01	1,02
	500	1,17		

При нахождении значений β_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 β_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 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 избежа-

ние нарушения Закона о защите прав потребителя, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [7], [8], 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. 1.3 и 1.4), 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_e , °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 массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

0,1 - нормированный массовый 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 и 3.6);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{np}/0,1)^m$ - 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. 3.7);

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

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

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м² (принимается по табл. 1.1).

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

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя $M_{пр}$		Тип радиатора	n	c	m	p
	кг/с	кг/ч					
Сверху-вниз	0,015-0,15	54-540	11	0,27	1	0	1
			21, 22, 33	0,3	1	0	1
Снизу-вверх	0,015-0,15	54-540	11	0,3	0,75	0,06	Табл.3.4
			21, 22, 33	0,34	0,75	0,06	
Снизу-вниз	0,015-0,1	54-360	11	0,27	0,98	0	1
			21, 22, 33	0,3	0,98	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)
11	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
33	0,961	0,967	0,973	0,98	0,986	0,993	1	1,013

Таблица 3.4. Значения поправочного коэффициента p

Тип радиатора	Значения p при длине радиатора L (мм)				
	400, 500	600, 700	800, 900	1000-1300	1400 и более
11, 21	1,09	1,07	1,04	1,02	1
22, 33	1,06	1,05	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 для схем движения теплоносителя «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для радиаторов типа		$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для радиаторов типа	
	11	21, 22, 33		11	21, 22, 33
44	0,555	0,547	72	1,036	1,037
46	0,587	0,579	74	1,073	1,075
48	0,619	0,612	76	1,11	1,113
50	0,652	0,646	78	1,147	1,151
52	0,686	0,679	80	1,185	1,19
54	0,719	0,714	82	1,223	1,228
56	0,753	0,748	84	1,261	1,267
58	0,788	0,783	86	1,299	1,307
60	0,822	0,818	88	1,337	1,346
62	0,857	0,854	90	1,376	1,386
64	0,892	0,89	92	1,415	1,427
66	0,928	0,926	94	1,454	1,467
68	0,964	0,963	96	1,494	1,508
70	1	1	98	1,533	1,549

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 для схемы движения теплоносителя «снизу-вниз»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для радиаторов типа		$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для радиаторов типа	
	11	21, 22, 33		11	21, 22, 33
44	0,547	0,537	72	1,037	1,038
46	0,579	0,57	74	1,075	1,077
48	0,612	0,603	76	1,113	1,117
50	0,646	0,637	78	1,151	1,156
52	0,679	0,671	80	1,19	1,196
54	0,714	0,706	82	1,228	1,236
56	0,748	0,742	84	1,267	1,277
58	0,783	0,777	86	1,307	1,318
60	0,818	0,813	88	1,346	1,359
62	0,854	0,85	90	1,386	1,4
64	0,89	0,887	92	1,427	1,442
66	0,926	0,924	94	1,467	1,484
68	0,963	0,962	96	1,508	1,527
70	1	1	98	1,549	1,57

Таблица 3.7. Значения поправочного коэффициента φ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{пр}$		φ_2
кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,669
0,02	72	0,681
0,03	108	0,698
0,04	144	0,71
0,05	180	0,719
0,06	216	0,728

$M_{пр}$		φ_2
кг/с	кг/ч	
0,07	252	0,734
0,08	288	0,74
0,09	324	0,745
0,1	360	0,75
0,125	450	0,76
0,15	540	0,769

Примечание. Значение φ_2 при движении теплоносителя «сверху-вниз» равно 1, «снизу-вниз» - 0,98

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

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

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «РОСПайп» значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{пр}$, 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 $M_{пр}$. 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 модификаций длиной более 1400 мм следует учитывать снижение теплоотдачи согласно рекомендациям п. 1.11.

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.

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 «РОСПайп К». 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 ЗАО «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 расположенных 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 $Q_{np}^{расч}$, Вт, определяется по формуле

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

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 $Q_{тр.п} = 0,9Q_{тр.}$,

где $Q_{тр.} = q_{тр.в} \cdot L_{тр.в} + q_{тр.г} \cdot L_{тр.г}$, (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 $Q_{тр.п}$ 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, °C.

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

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

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. 1.1 предварительно выбираем радиатор типа 11 высотой 500 мм и длиной 900-1200 мм. По данным табл. 2.3 принимаем соответствующий коэффициент затекания (0,195).

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

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

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

где C – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг·°C).
Температурный напор Θ определяется по формуле (3.2).

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

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,2 \cdot 0,69 \cdot 1,02 \cdot 1} = 1127 Bm, \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 и p – безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.5, 3.7 и 3.4.

Безразмерный коэффициент p принимается по табл. 3.4 с учётом предварительно выбранного типоразмера радиатора. В нашем случае приняли $p=1,02$ – меньшее значение из двух значений p при интересующих нас длинах радиаторов.

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} и желаемой длины прибора, согласно табл. 1.1 принимаем типоразмер **«РОСПайп К» 11–ЕК–500–1100** с $Q_{ny} = 1199$ Вт. При этом уточнения значения Q_{ny}^{mp} не требуется, т.к. значение p выбрано правильно.

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

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100 = 6,4 \% . \quad (4.5)$$

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

5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов марки «РОСПайп» концерна «Eurotherm» и основные требования к их эксплуатации

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

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.1, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.8, 1.9).

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 кронштейнов WS, BK130 и BK160 (для радиаторов со скобами) и BS (для радиаторов «РОСПайп U-V» кроме типа 11 ЕК). Расстояние между радиатором и стеной, на которой он установлен, определяется конструкциями этих кронштейнов. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов со скобами и размеры их привязки показаны на рис. 5.1. Более подробные сведения по кронштейнам приведены в материалах ООО «РОСПАЙП Sanitary».

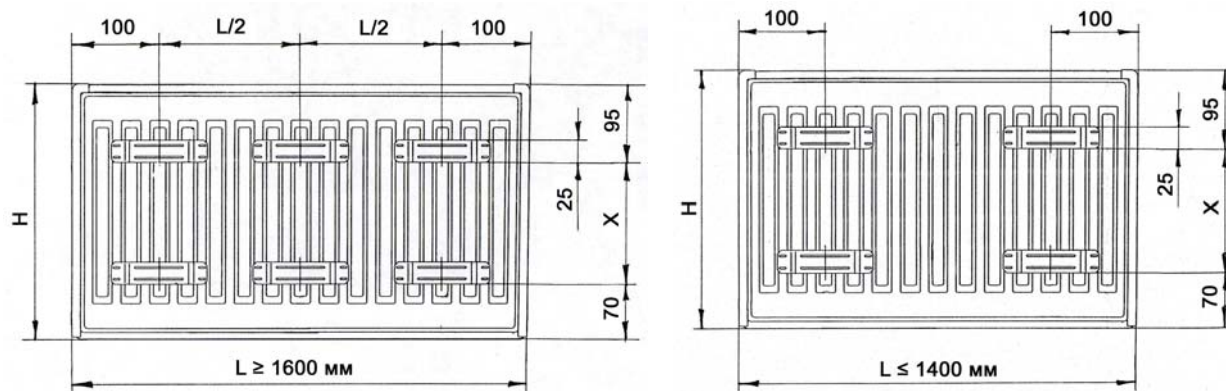


Рис. 5.1. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «РОСПайп» и их привязка

Расстояние между верхними и нижними скобами $X=135$ мм при $H=300$ мм, $X=235$ мм при $H=400$ мм, $X=335$ мм при $H=500$ мм и $X=435$ мм при $H=600$ мм (рис.5.1).

5.4. Монтаж радиаторов «РОСПайп» со скобами на тыльной стороне следует проводить 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; минимальные расстояния радиаторов от пола принимаются в соответствии с п. 5.9;
- на расстоянии 95 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 «РОС-Пайп» 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;

- 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. 5.2);

- 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 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 и ухудшают его внешний вид.

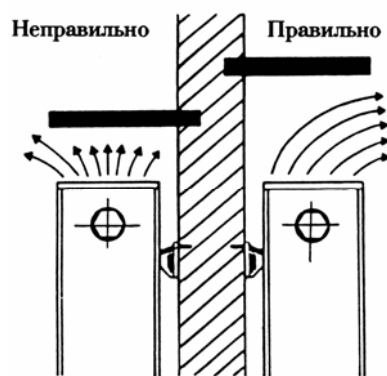


Рис. 5.2. Схемы установки радиатора под подоконником

5.11. При необходимости удаления теплоносителя из радиатора «РОСПайп U–V», оснащённого H-образным запорно-регулирующим клапаном (рис. 5.3), дренаж радиатора производится обычно в следующем порядке:

- 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.

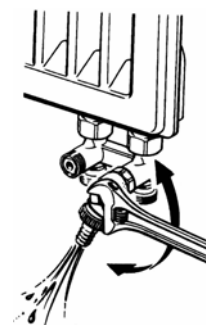


Рис. 5.3. Дренаж радиатора

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

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

5.14. 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 .

5.15. 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 «РОСПайп» 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 постоянных. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм^3 .

5.16. После окончания монтажа системы отопления она должна быть испытана согласно требованиям СНиП 3.05.01-85. При этом 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 [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 $0,87 \text{ МПа}$, избыточное давление при

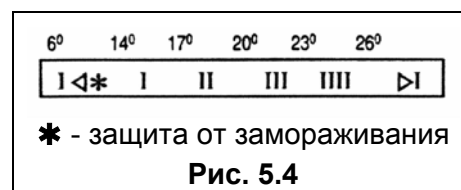
опрессовке системы должно находиться в пределах 1,09-1,3 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

5.17. 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).

5.18. 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.

5.19. 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 термозлемента 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°С термостат автоматически открывается для защиты отопительного прибора от замерзания, т.е. термостат, как и указывалось, нельзя считать запорной арматурой.



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 «РОСПайп К» или отключить радиатор «РОСПайп U-V» от H-образного запорного клапана.

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. Радиаторы «РОСПайп» 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. Рекомен-

дуются 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 Loshite 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 низкозаморажающие 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 «РОСПайп U–V», также должна допускать её эксплуатацию при выбранной марке антифриза.

5.24. 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. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
8. Сканапи А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
9. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
10. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению. М., 1999.
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		Приведенный 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) $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кгс/м}^2$; $1 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2$; $1 \text{ кгс/м}^2 = 9,80665 \text{ Па}$; $1 (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2 = 1,271 \cdot 10^8 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2$.

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведенного 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 расчетов 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 расчетов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность ϕ_4 , по формулам

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

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

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \phi_4, \quad (\text{П 1.3})$$

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 приближенной формуле

$$\phi_{4(50)} = 1,5 \phi_4 - 0,5, \quad (\text{П1.4})$$

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

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

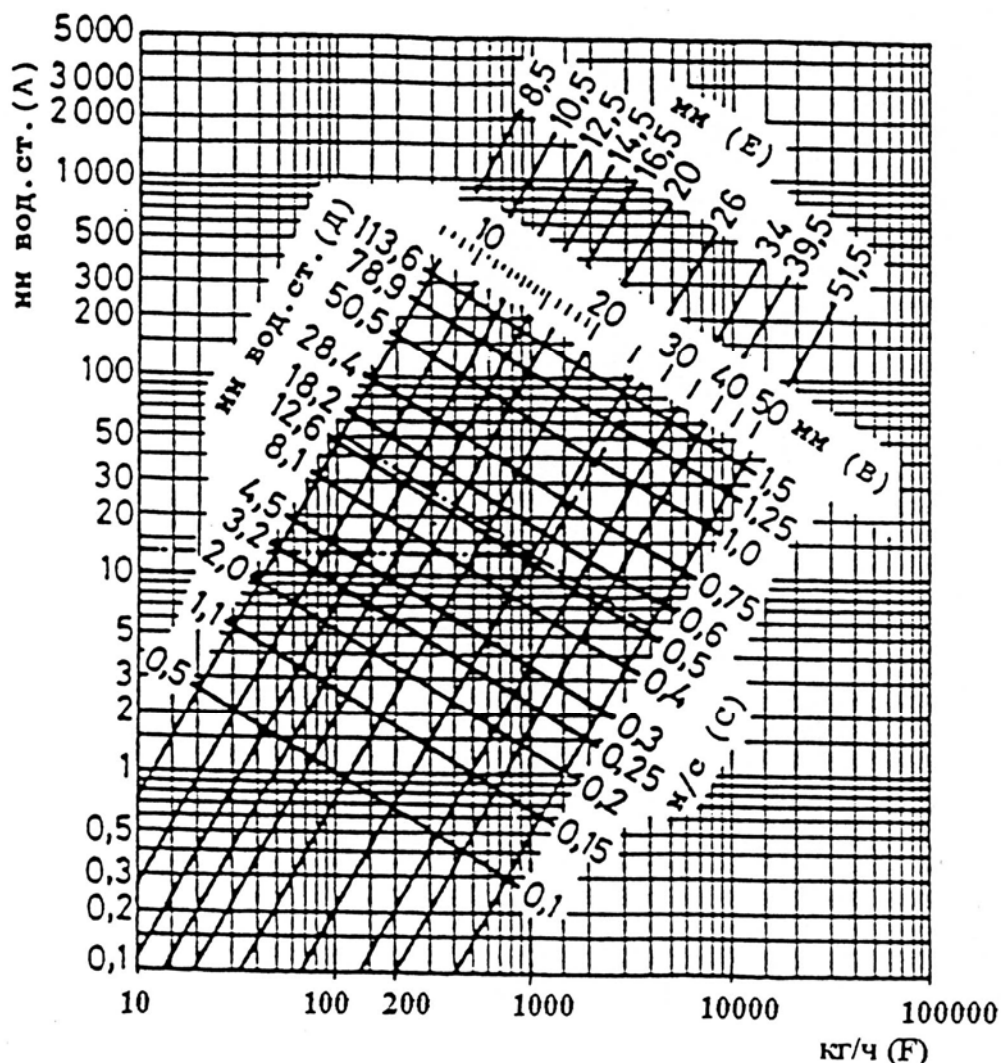
Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	М	Расход горячей воды М 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;

Ф – 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_y , 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 подводов 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.