

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»
ОАО «НИИсантехники»

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных панельных
радиаторов «DiaNorm» серий
«DiaPlus» и «DiaVentil»

Москва – 2006

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil»	4
2. Гидравлический расчёт	19
3. Тепловой расчёт	29
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	34
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «DiaNorm» и основные требования к их эксплуатации	36
6. Список использованной литературы	41
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	42
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	44
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	45

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil» (общее наименование – радиаторы «DiaNorm») разработаны Научно-технической фирмой ООО «Витатерм» на основе проведенных в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм» теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих приборов.

Радиаторы «DiaPlus» и «DiaVentil» изготавливаются фирмой «Purmo Dia Norm Wärme AG» (ФРГ).

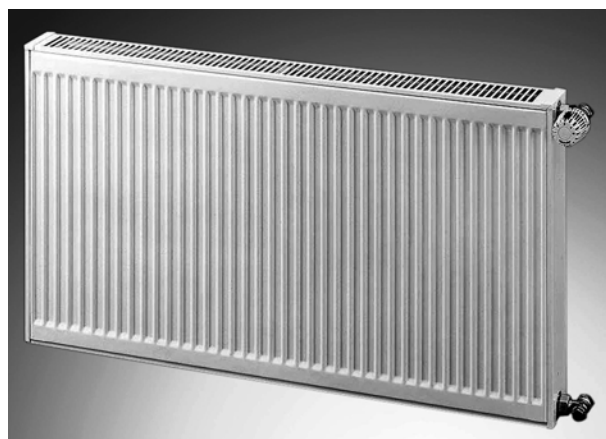
Адрес изготовителя: Postfach 1323, 38688 Vienenburg, тел. 0049-5324-808-0, факс 0049-5324-808-999; экспорт – тел. 00420-381-261972, факс 00420-381-261973, E-mail info@dianorm.de.

Поставка радиаторов «DiaNorm» на российский рынок осуществляется официальным представителем ООО «Русклимат Термо».

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. Цена рекомендаций договорная.

1.3. Стальные панельные радиаторы «DiaNorm» (рис. 1.1) предназначены для применения в одноконтурных и двухконтурных насосных системах центрального и квартирного водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе с низкотемпературным теплоносителем, а также в системах отопления коттеджей.

а)



б)

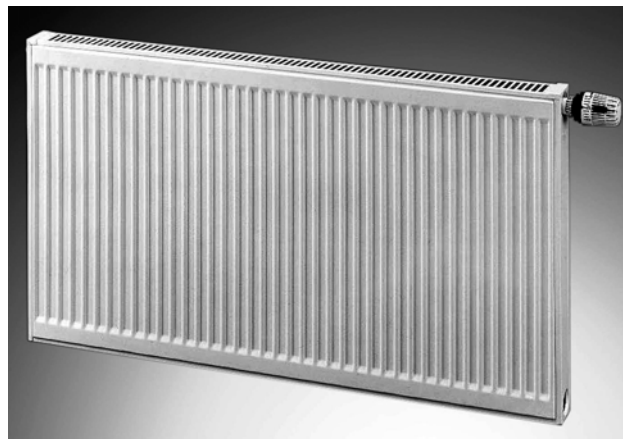


Рис. 1.1. Общий вид радиатора «DiaPlus» (а) и «DiaVentil» (б)

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

«Правил технической эксплуатации ...» [3].

1.4. Гамма стальных панельных радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil» характеризуется широкой номенклатурой и отвечает требованиям современного дизайна и стандарта АВОК [4].

Номенклатура этих приборов включает две модификации: классическую – «DiaPlus» с четырьмя боковыми присоединительными патрубками и «DiaVentil» – со встроенным боковым терморегулирующим клапаном (термостатом) и дополнительными нижними присоединительными патрубками с правой или левой стороны прибора (правое или левое исполнение) для донной подводки теплоносителя (всего 6 патрубков – 4 боковых и 2 донных).

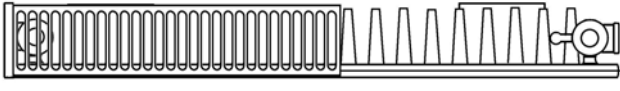
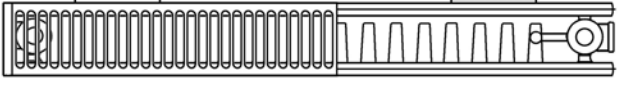


Выпускаются также радиаторы с гладкой фронтальной поверхностью серий «PLAN» и «DuoFinesse».

1.5. Все модификации радиаторов «DiaNorm» представляют собой отопительные приборы регистрового типа (с горизонтальными верхним и нижним коллекторами, соединёнными вертикальными каналами – колонками с шагом по длине радиатора 25 мм).

В номенклатурный ряд входят следующие радиаторы: по высоте 250, 300, 400, 500, 550, 600, 900 и 950 мм, по длине от 400 до 1400 мм с шагом 100 мм, свыше 1400 до 2200 мм с шагом 200 мм, а также длиной 2600 и 3000 мм.

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

Таблица 1.1. Номенклатура и обозначения типов радиаторов «DiaNorm»

	<p>тип 11 – однорядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения)</p>
	<p>тип 21s – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями)</p>
	<p>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)</p>
	<p>тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения)</p>

Настоящие рекомендации касаются применения наиболее распространённых на российском рынке типов 11, 22 и 33 высотой 300, 400, 500 и 600 мм, а также типа 21s высотой 500 и 600 мм.

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

Радиаторы всех типов поставляются с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой.

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

Один из нижних, обращённый к центру патрубков радиатора «DiaVentil» оснащён специальной гарнитурой, включающей транзитный теплопровод, соединённый с фитингом верхнего коллектора. Этот фитинг является одновременно и корпусом встроенного термостата.

Таким образом, и при подключении радиатора через нижние патрубки движение теплоносителя в приборе осуществляется по классической и наиболее эффективной схеме «сверху-вниз».

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

1.7. Общий вид и габаритные размеры радиаторов «Dia Norm» представлены на рис. 1.3 – 1.5.

1.8. Максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя для радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil» равно **0,87 МПа (8,7 кг/см²)** при испытательном давлении не ниже **1,3 МПа (13 кг/см²)**.

Давление разрушения этих радиаторов – 3,0–3,1 МПа (30–31 кг/см²). Поэтому с учётом 2,5-кратного запаса [4] максимальное рабочее давление может быть принято равным 1 МПа (10 кг/см²), если заводское испытательное давление будет повышено до 1,5 МПа (15 кг/см²). Исследования ООО «Витатерм» показали, что при этом испытательном давлении не происходит необратимых изменений внешнего вида радиаторов.

Максимальная температура теплоносителя **110°C**.

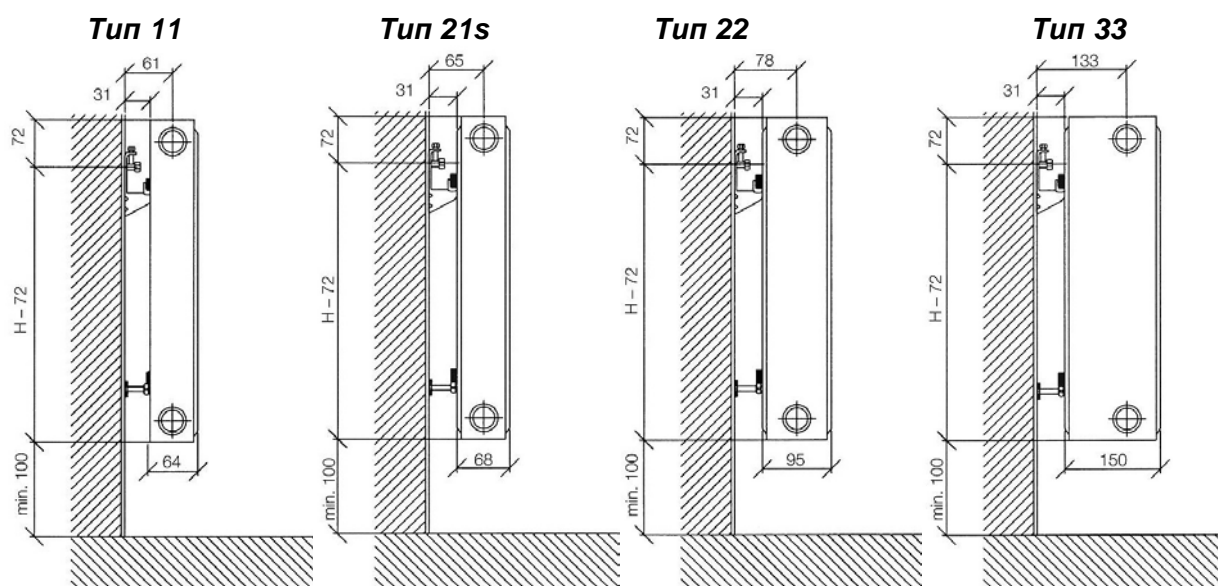


Рис. 1.3. Общий вид и габаритные размеры радиаторов «DiaPlus»

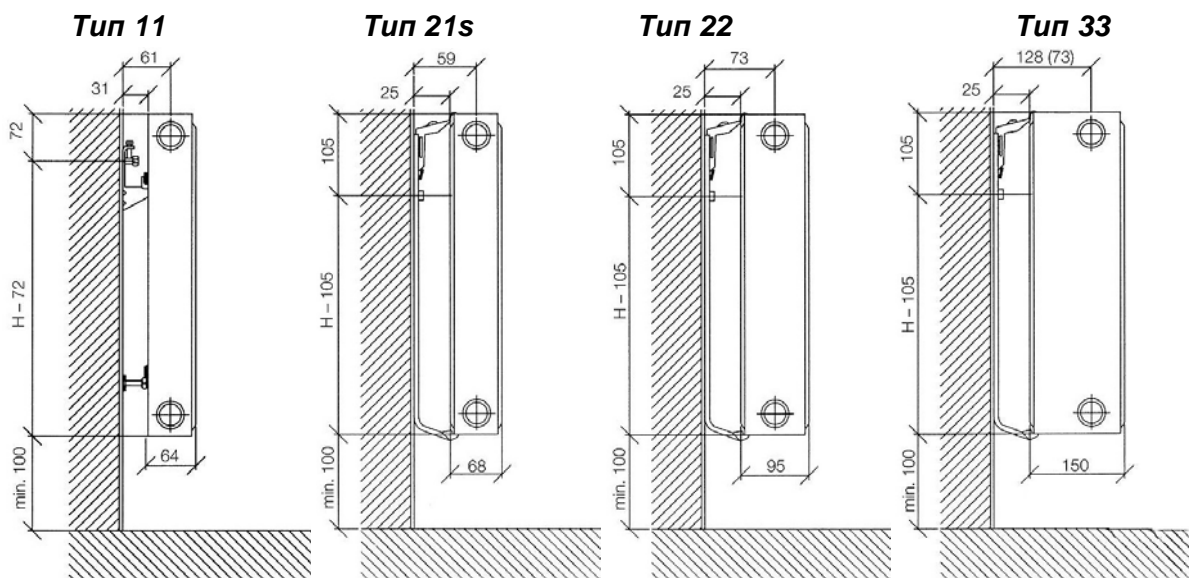


Рис. 1.4. Общий вид и габаритные размеры радиаторов «DiaVentil»

1.9. Радиаторы поставляются полностью окрашенными: сначала после обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивации осуществляют катодное 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 9016 с последующей термообработкой. По специальному заказу может быть нанесено покрытие других цветов.

Лакокрасочное покрытие радиаторов «DiaNorm» выполняется согласно требованиям германского стандарта DIN 55 900, часть 1 («Материалы для нанесения грунтованных покрытий, промышленно изготовленные грунтованные покрытия») и DIN 55 900, часть 2 («Материалы для отделочных покрытий, промышленно изготовленные готовые лаки»). Данный стандарт не распространяется на покрытия для радиаторов, которые работают при температуре теплоносителя выше 130°C и/или предназначены для помещений с агрессивной и/или влажной средой. Для этих помещений возможна поставка радиаторов с особой обработкой поверхности. При этом кухни, ванные комнаты и т.п., а также места, находящиеся вне зоны попадания брызг душа, и туалеты не считаются помещениями с агрессивной и/или влажной средой.

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

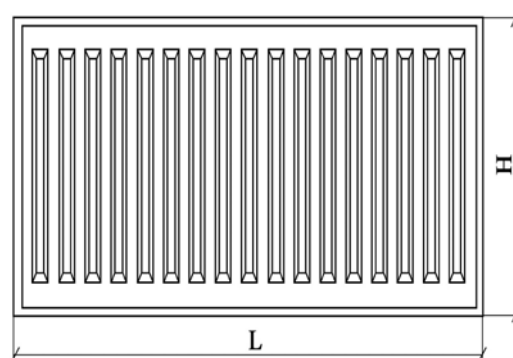


Рис. 1.5. Габаритные размеры радиатора «DiaNorm»

1.11. Стандартная комплектация радиаторов «DiaPlus» включает при длине до 1600 мм 1 воздухоотводчик, 1 заглушку и 1 набор креплений для быстрого монтажа (рис. 1.6), состоящий из двух кронштейнов, двух регулирующих пластмассовых распорок, двух винтов 8x70 мм и двух дюбелей S10. Для радиаторов большей длины дополнительно поставляются по одному кронштейну, распорке, винту и дюбелю.

Для радиаторов «DiaVentil» (кроме типа 11), не оборудованных на тыльной стороне крепёжными скобами, вместо наборов для быстрого монтажа применяются пружинные держатели, изображённые на рис. 1.7 (по 2 независимо от длины радиатора). Радиаторы «DiaVentil» 11 типа комплектуются, как и радиаторы «Dia Plus», набором для быстрого монтажа. Радиаторы «DiaVentil» оснащаются пробками с воздухоотводчиками, заглушками и колпачками для защиты штока встроенного клапана (термостата).

1.12. Значения номинального теплового потока $Q_{н\text{у}}$ радиаторов «DiaNorm» определены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» – головного института по разработке и испытанию отопительных приборов согласно методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [5] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в изотермической камере) $\Theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через радиатор $M_{\text{пр}}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении $B=1013,3$ гПа (760 мм рт.ст.).

1.13. Основные характеристики радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil» из номенклатуры, обычно предлагаемой на российском рынке, представлены в таблице 1.2.

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

Испытания показали, что с учётом допустимых методикой тепловых испытаний [5] отклонений теплотехнические характеристики радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil» можно принять одинаковыми (погрешность не превышает 2%). Масса радиаторов «DiaVentil» на 0,7 кг больше указанной в таблицах за счёт встроенного корпуса термостата и транзитного теплопровода от нижнего узла присоединения до термостата.

Необходимо отметить, что приведённые в таблице 1.2 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов «DiaPlus» длиной до 1400 мм при одностороннем присоединении и от 1600 мм до 3000 мм только при диагональном присоединении по схеме «сверху-вниз».

Табличные значения теплового потока радиаторов «DiaVentil» также можно применять для радиаторов длиной до 1400 мм. При длине радиаторов от 1600 до



Рис. 1.6. Набор для быстрого монтажа радиатора



Рис. 1.7. Пружинные кронштейны

2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить усреднённый для всего прибора понижающий коэффициент 0,95, а от 2200 до 3000 мм – 0,9.

Отметим, что площадь поверхности нагрева F с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов, хотя крайние каналы не имеют оребрения. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

1.14. Представленные в табл. 1.2 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления зарадиаторного участка. Отечественные же нормы [5] 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°C (ранее при перепаде 90-70°C), характерном для двухтрубных систем отопления. При этом расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [5] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч). При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,85-1 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°C, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442-2) методикам. Особенности теплопередачи радиаторов при различных схемах движения теплоносителя, применяемых в российской практике, рассмотрены в третьем разделе рекомендаций.

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

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

1.16. При заказе стальных панельных радиаторов «DiaNorm» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.2, с учётом разъяснений в п. п. 1.4 и 1.5 настоящих рекомендаций.

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

Пример условного обозначения:

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

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

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

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

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

1.19. Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), встраиваемых или устанавливаемых на подводках к приборам. Согласно СНиП 41-01-2003 [6], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры.

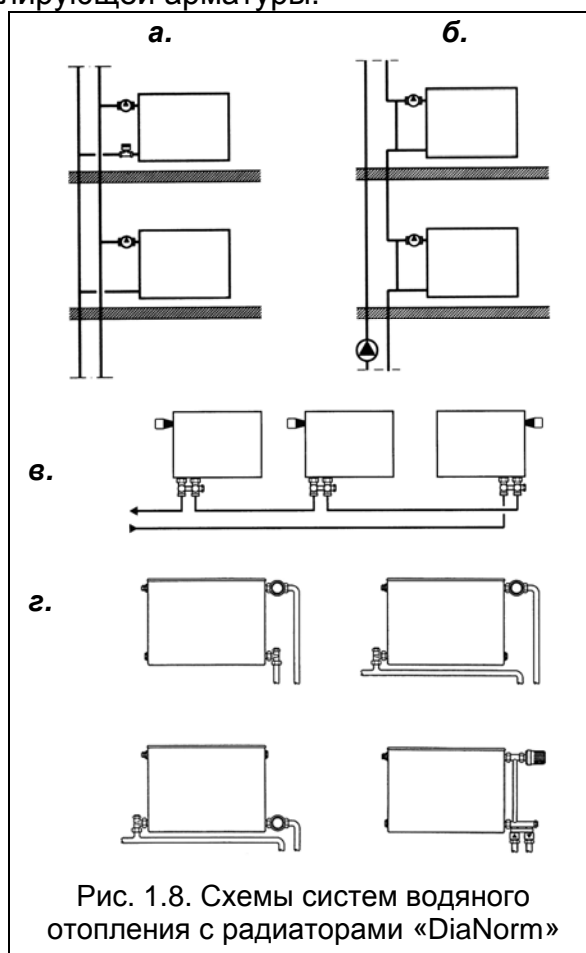
Отметим, что, например, МГСН 2.01-99 [7] и аналогичные нормативы, введённые в ряде других регионов России, более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

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.

1.20. На рис. 1.8 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и присоединений к ним радиаторов.

Показанные на рис. 1.8 (а, б) схемы обвязки отопительных приборов характерны для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [8], [9]. Согласно данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора «Dia Plus» 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 монтировать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору и устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.



На этом же рисунке показаны схемы донного подключения радиаторов «Dia Ventil» (рис. 1.8 в) и «DiaPlus» (рис. 1.8 г).

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

1.22. Радиаторы «DiaVentil» в случае донного подключения к подводящим теплопроводам обычно присоединяются с помощью Н-образного запорного клапана (рис. 1.9), который может быть использован как в однотрубной, так и в двухтрубной системе отопления. С его помощью можно отключить радиатор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы отопления. Клапан может присоединяться к штуцерам радиатора с внутренней резьбой $G \frac{1}{2}$ 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 однотрубной системе производится простым вращением затвора байпаса, при котором обеспечивается возможность регулирования доли теплоносителя, затекающего в радиатор (коэффициента затекания).



Рис. 1.9. Н-образный клапан для нижнего подключения радиатора

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

1.23. В современных системах отопления (рис. 1.10 и 1.11) для уменьшения бесполезных тепловых потерь стояки, которые подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам, размещаются у внутренних стен здания, например, на лестничных клетках или в специальных вертикальных каналах. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Рекомендуется применять также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб, помещённые в тепловую изоляцию толщиной не менее 6-9 мм или в гофрированную трубу.

1.24. 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.

1.25. Сведения о стоимости радиаторов «DiaNorm» на отечественном рынке с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить в фирме-изготовителе или у официальных дилеров.

1.26. Фирма «Purmo DiaNorm Wärme AG» постоянно работают над совершенствованием отопительных приборов «DiaNorm» и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

1.27. 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.

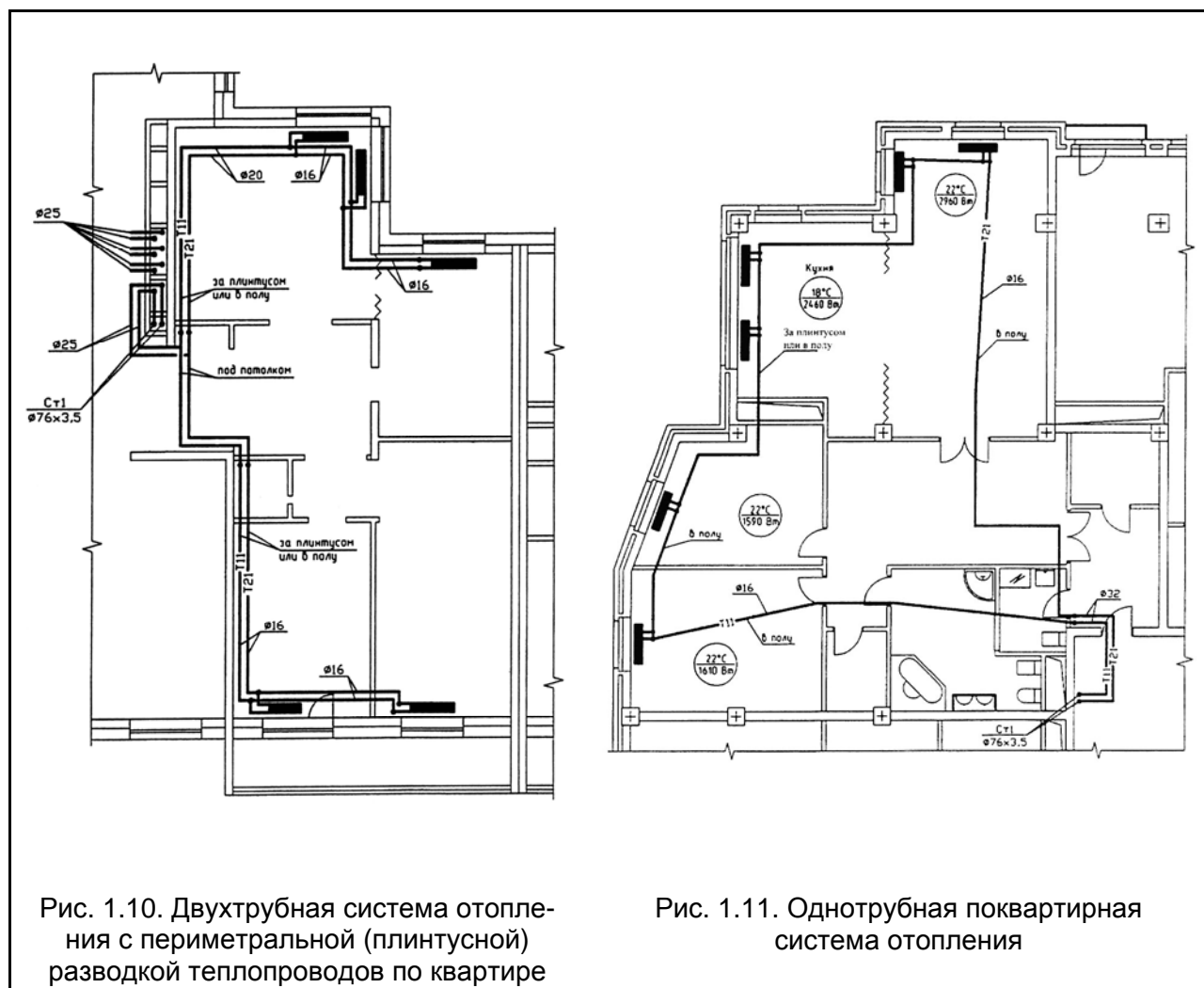


Рис. 1.10. Двухтрубная система отопления с периметральной (плинтусной) разводкой теплопроводов по квартире

Рис. 1.11. Однотрубная поквартирная система отопления

Таблица 1.2. Номенклатура и технические характеристики стальных панельных радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil»

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\tau}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
11-300-400	342	300	400	1,01	4,2	0,5
11-300-500	428		500	1,26	5,2	0,62
11-300-600	514		600	1,51	6,3	0,75
11-300-700	599		700	1,77	7,4	0,88
11-300-800	685		800	2,02	8,4	1,0
11-300-900	770		900	2,27	9,4	1,12
11-300-1000	856		1000	2,52	10,5	1,25
11-300-1100	942		1100	2,78	11,6	1,38
11-300-1200	1027		1200	3,03	12,6	1,5
11-300-1300	1113		1300	3,28	13,6	1,62
11-300-1400	1198		1400	3,53	14,7	1,75
11-300-1600	1370		1600	4,04	16,8	2,0
11-300-1800	1541		1800	4,54	18,9	2,25
11-300-2000	1712		2000	5,05	21,0	2,5
11-300-2200	1883		2200	5,55	23,1	2,75
11-300-2600	2226		2600	6,56	27,3	3,25
11-300-3000	2568		3000	7,57	31,5	3,75
11-400-400	449	400	400	1,45	5,7	0,61
11-400-500	562		500	1,81	7,2	0,76
11-400-600	674		600	2,17	8,6	0,92
11-400-700	786		700	2,54	10,0	1,07
11-400-800	898		800	2,9	11,4	1,22
11-400-900	1011		900	3,26	12,9	1,37
11-400-1000	1123		1000	3,62	14,3	1,52
11-400-1100	1235		1100	3,99	15,7	1,68
11-400-1200	1348		1200	4,35	17,2	1,83
11-400-1300	1460		1300	4,71	18,6	1,98
11-400-1400	1572		1400	5,07	20,0	2,14
11-400-1600	1797		1600	5,8	22,9	2,44
11-400-1800	2021		1800	6,52	25,7	2,74
11-400-2000	2246		2000	7,25	28,6	3,05
11-400-2200	2471		2200	7,97	31,5	3,36
11-400-2600	2920		2600	9,42	37,2	3,96
11-400-3000	3369		3000	10,87	42,9	4,56
11-500-400	543	500	400	1,89	7,2	0,72
11-500-500	678		500	2,36	9,0	0,9
11-500-600	814		600	2,83	10,9	1,08
11-500-700	950		700	3,31	12,7	1,26
11-500-800	1086		800	3,78	14,5	1,44

Продолжение таблицы 1.2

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток Q_{HV} , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
11-500-900	1221	500	900	4,25	16,3	1,62
11-500-1000	1357		1000	4,72	18,1	1,8
11-500-1100	1493		1100	5,2	19,9	1,98
11-500-1200	1628		1200	5,67	21,7	2,16
11-500-1300	1764		1300	6,14	23,5	2,34
11-500-1400	1900		1400	6,61	25,3	2,52
11-500-1600	2171		1600	7,56	29,0	2,88
11-500-1800	2443		1800	8,5	32,6	3,24
11-500-2000	2714		2000	9,45	36,2	3,6
11-500-2200	2985		2200	10,39	39,8	3,96
11-500-2600	3528		2600	12,28	47,1	4,68
11-500-3000	4071		3000	14,17	54,3	5,4
11-600-400	632	600	400	2,33	8,8	0,83
11-600-500	790		500	2,91	11,0	1,04
11-600-600	947		600	3,49	13,1	1,24
11-600-700	1105		700	4,08	15,3	1,45
11-600-800	1263		800	4,66	17,5	1,66
11-600-900	1421		900	5,24	19,7	1,87
11-600-1000	1579		1000	5,82	21,9	2,08
11-600-1100	1737		1100	6,4	24,1	2,28
11-600-1200	1895		1200	6,99	26,3	2,49
11-600-1300	2053		1300	7,57	28,5	2,7
11-600-1400	2211		1400	8,15	30,7	2,9
11-600-1600	2526		1600	9,32	35,0	3,32
11-600-1800	2842		1800	10,48	39,4	3,74
11-600-2000	3158		2000	11,65	43,8	4,15
11-600-2200	3474		2200	12,81	48,2	4,56
11-600-2600	4105		2600	15,14	56,9	5,4
11-600-3000	4737	3000	17,47	65,7	6,22	
21s-500-400	680	500	400	1,73	9,8	1,44
21s-500-500	850		500	2,16	12,3	1,8
21s-500-600	1021		600	2,59	14,8	2,16
21s-500-700	1191		700	3,03	17,2	2,52
21s-500-800	1361		800	3,46	19,7	2,88
21s-500-900	1531		900	3,89	22,1	3,24
21s-500-1000	1701		1000	4,32	24,6	3,6
21s-500-1100	1871		1100	4,76	27,1	3,96
21s-500-1200	2041		1200	5,19	29,5	4,32
21s-500-1300	2211		1300	5,62	32,0	4,68
21s-500-1400	2381		1400	6,05	34,4	5,04

Продолжение таблицы 1.2

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток Q_{HV} , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
21s-500-1600	2722	500	1600	6,92	39,4	5,76
21s-500-1800	3062		1800	7,78	44,3	6,48
21s-500-2000	3402		2000	8,64	49,2	7,2
21s-500-2200	3742		2200	9,51	54,1	7,92
21s-500-2600	4423		2600	11,24	64,0	9,36
21s-500-3000	5103		3000	12,96	73,8	10,8
21s-600-400	782	600	400	2,11	11,8	1,66
21s-600-500	978		500	2,63	14,7	2,08
21s-600-600	1173		600	3,16	17,6	2,49
21s-600-700	1368		700	3,68	20,6	2,91
21s-600-800	1564		800	4,21	23,5	3,32
21s-600-900	1760		900	4,74	26,5	3,74
21s-600-1000	1955		1000	5,26	29,4	4,15
21s-600-1100	2150		1100	5,79	32,3	4,56
21s-600-1200	2346		1200	6,31	35,3	4,98
21s-600-1300	2542		1300	6,84	38,2	5,4
21s-600-1400	2737		1400	7,37	41,2	5,81
21s-600-1600	3128		1600	8,42	47,0	6,64
21s-600-1800	3519		1800	9,47	52,9	7,47
21s-600-2000	3910		2000	10,52	58,8	8,3
21s-600-2200	4301		2200	11,57	64,7	9,13
21s-600-2600	5083		2600	13,68	76,4	10,79
21s-600-3000	5868		3000	15,78	88,2	12,45
22-300-400	570		300	400	1,39	7,2
22-300-500	712	500		1,74	9,0	1,25
22-300-600	855	600		2,09	10,7	1,5
22-300-700	998	700		2,44	12,5	1,75
22-300-800	1140	800		2,79	14,3	2,0
22-300-900	1282	900		3,13	16,1	2,25
22-300-1000	1425	1000		3,48	17,9	2,5
22-300-1100	1568	1100		3,83	19,7	2,75
22-300-1200	1710	1200		4,18	21,5	3,0
22-300-1300	1852	1300		4,53	23,3	3,25
22-300-1400	1995	1400		4,87	25,1	3,5
22-300-1600	2280	1600		5,57	28,6	4,0
22-300-1800	2565	1800		6,27	32,2	4,5
22-300-2000	2850	2000		6,96	35,8	5,0
22-300-2200	3135	2200		7,66	39,4	5,5
22-300-2600	3705	2600		9,05	46,5	6,5
22-300-3000	4275	3000		10,45	53,7	7,5

Продолжение таблицы 1.2

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток Q_{HV} , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
22-400-400	727	400	400	1,96	9,6	1,22
22-400-500	909		500	2,45	12,0	1,52
22-400-600	1091		600	2,94	14,4	1,83
22-400-700	1273		700	3,43	16,8	2,14
22-400-800	1454		800	3,92	19,2	2,44
22-400-900	1636		900	4,42	21,6	2,74
22-400-1000	1818		1000	4,91	24,0	3,05
22-400-1100	2000		1100	5,4	26,4	3,36
22-400-1200	2182		1200	5,89	28,8	3,66
22-400-1300	2363		1300	6,38	31,2	3,96
22-400-1400	2545		1400	6,87	33,6	4,27
22-400-1600	2909		1600	7,85	38,4	4,88
22-400-1800	3272		1800	8,83	43,2	5,49
22-400-2000	3636		2000	9,81	48,0	6,1
22-400-2200	4000		2200	10,79	52,8	6,71
22-400-2600	4727		2600	12,76	62,4	7,93
22-400-3000	5454		3000	14,72	72,0	9,15
22-500-400	871	500	400	2,53	12,0	1,44
22-500-500	1088		500	3,17	15,0	1,8
22-500-600	1306		600	3,8	18,1	2,16
22-500-700	1524		700	4,43	21,1	2,52
22-500-800	1742		800	5,07	24,1	2,88
22-500-900	1959		900	5,7	27,1	3,24
22-500-1000	2177		1000	6,34	30,1	3,6
22-500-1100	2395		1100	6,97	33,1	3,96
22-500-1200	2612		1200	7,6	36,1	4,32
22-500-1300	2830		1300	8,24	39,1	4,68
22-500-1400	3048		1400	8,87	42,1	5,04
22-500-1600	3483		1600	10,14	48,2	5,76
22-500-1800	3919		1800	11,41	54,2	6,48
22-500-2000	4354		2000	12,67	60,2	7,2
22-500-2200	4789		2200	13,94	66,2	7,92
22-500-2600	5660		2600	16,48	78,3	9,36
22-500-3000	6531		3000	19,01	90,3	10,8
22-600-400	1003	600	400	3,1	14,5	1,66
22-600-500	1254		500	3,88	18,1	2,08
22-600-600	1505		600	4,65	21,7	2,49
22-600-700	1756		700	5,43	25,3	2,91
22-600-800	2006		800	6,21	29,0	3,32
22-600-900	2257		900	6,98	32,6	3,74

Продолжение таблицы 1.2

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток Q_{HV} , Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
22-600-1000	2508	600	1000	7,76	36,2	4,15
22-600-1100	2759		1100	8,53	39,8	4,56
22-600-1200	3010		1200	9,31	43,4	4,98
22-600-1300	3260		1300	10,08	47,1	5,4
22-600-1400	3511		1400	10,86	50,7	5,81
22-600-1600	4013		1600	12,41	57,9	6,64
22-600-1800	4514		1800	13,96	65,2	7,47
22-600-2000	5016		2000	15,52	72,4	8,3
22-600-2200	5518		2200	17,07	79,6	9,13
22-600-2600	6521		2600	20,17	94,1	10,79
22-600-3000	7524		3000	23,28	108,6	12,45
33-300-400	829	300	400	2,09	10,8	1,5
33-300-500	1036		500	2,61	13,6	1,88
33-300-600	1243		600	3,13	16,3	2,25
33-300-700	1450		700	3,66	19,0	2,62
33-300-800	1658		800	4,18	21,7	3,0
33-300-900	1865		900	4,7	24,4	3,38
33-300-1000	2072		1000	5,22	27,1	3,75
33-300-1100	2279		1100	5,75	29,8	4,12
33-300-1200	2486		1200	6,27	32,5	4,5
33-300-1300	2694		1300	6,79	35,2	4,88
33-300-1400	2901		1400	7,31	37,9	5,25
33-300-1600	3315		1600	8,36	43,4	6,0
33-300-1800	3730		1800	9,4	48,8	6,75
33-300-2000	4144		2000	10,45	54,2	7,5
33-300-2200	4558		2200	11,49	59,6	8,25
33-300-2600	5387		2600	13,58	70,5	9,75
33-300-3000	6216		3000	15,67	81,3	11,25
33-400-400	1030	400	400	2,94	14,4	1,83
33-400-500	1288		500	3,68	18,0	2,29
33-400-600	1546		600	4,42	21,7	2,74
33-400-700	1803		700	5,15	25,3	3,2
33-400-800	2061		800	5,89	28,9	3,66
33-400-900	2318		900	6,63	32,5	4,12
33-400-1000	2576		1000	7,36	36,1	4,58
33-400-1100	2834		1100	8,1	39,7	5,03
33-400-1200	3091		1200	8,83	43,3	5,49
33-400-1300	3349		1300	9,57	46,9	5,95
33-400-1400	3606		1400	10,31	50,5	6,4
33-400-1600	4122		1600	11,78	57,8	7,32

Продолжение таблицы 1.2

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{т}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
33-400-1800	4637	400	1800	13,25	65,0	8,24
33-400-2000	5152		2000	14,73	72,2	9,15
33-400-2200	5667		2200	16,2	79,4	10,06
33-400-2600	6698		2600	19,14	93,9	11,9
33-400-3000	7728		3000	22,09	108,3	13,72
33-500-400	1220	500	400	3,8	18,0	2,16
33-500-500	1525		500	4,75	22,5	2,7
33-500-600	1830		600	5,7	27,1	3,24
33-500-700	2135		700	6,65	31,6	3,78
33-500-800	2440		800	7,6	36,1	4,32
33-500-900	2745		900	8,55	40,6	4,86
33-500-1000	3050		1000	9,5	45,1	5,4
33-500-1100	3355		1100	10,44	49,6	5,94
33-500-1200	3660		1200	11,39	54,1	6,48
33-500-1300	3965		1300	12,34	58,6	7,02
33-500-1400	4270		1400	13,29	63,1	7,56
33-500-1600	4880		1600	15,19	72,2	8,64
33-500-1800	5490		1800	17,09	81,2	9,72
33-500-2000	6100		2000	18,99	90,2	10,8
33-500-2200	6710		2200	20,89	99,2	11,88
33-500-2600	7930		2600	24,69	117,3	14,04
33-500-3000	9150		3000	28,49	135,3	16,2
33-600-400	1403	600	400	4,65	21,6	2,49
33-600-500	1754		500	5,82	27,0	3,11
33-600-600	2104		600	6,98	32,5	3,74
33-600-700	2455		700	8,14	37,9	4,36
33-600-800	2806		800	9,31	43,3	4,98
33-600-900	3156		900	10,47	48,7	5,6
33-600-1000	3507		1000	11,63	54,1	6,22
33-600-1100	3858		1100	12,8	59,5	6,85
33-600-1200	4208		1200	13,96	64,9	7,47
33-600-1300	4559		1300	15,12	70,3	8,09
33-600-1400	4910		1400	16,29	75,7	8,72
33-600-1600	5611		1600	18,62	86,6	9,96
33-600-1800	6313		1800	20,94	97,4	11,2
33-600-2000	7014		2000	23,27	108,2	12,45
33-600-2200	7715		2200	25,6	119,0	13,7
33-600-2600	9118		2600	30,25	140,7	16,18
33-600-3000	10521		3000	34,91	162,3	18,68

2. Гидравлический расчёт

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

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

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

где ΔP - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

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

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

$\zeta' = [(\lambda/d_{\text{вн}}) \cdot L + \Sigma \zeta]$ - 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 «DiaNorm» определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИСантехники [10]. 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 [10], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.4. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «Dia Plus» 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 при расходе 0,02 кг/с (72 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на под-

водке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически не зависят от высоты и длины радиатора при высоте до 600 мм и длине до 3000 мм.

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

Типы радиаторов	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
11	31	27	42,4	37,0
21s	18,5	16	25,3	22,0
22	18	15	24,6	20,6
33	12	11	16,4	15,1

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

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

Значения коэффициентов местного сопротивления ζ для радиаторов «Dia Ventil» со встроенными термостатами фирмы «Хаймайер» для двухтрубных систем отопления при их настройке на режим 2°C (при открытии клапана $X_p=0,44$ мм) и условном диаметре подводов 15 мм приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

№ монтажной настройки	1	2	3	4	5	6	Полное открытие
Значения ζ	44000	6000	1200	600	400	270	120

На рис. 2.3 показана зависимость потерь давления во встроенных клапанах радиаторов «DiaVentil» от их монтажной настройки и расхода теплоносителя через радиатор.

Требуемый режим монтажной настройки определяется на пересечении линий значений расхода теплоносителя и потерь давления. Например, если номинальный тепловой поток радиатора $Q_{н\gamma}=1600$ Вт, перепад температур теплоносителя в нём $\Delta t=25$ °C, требуемая потеря давления $\Delta P=65$ мбар (6500 Па), то расход теплоносителя $M_{пр}$ равен:

$$M = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{1600}{(4168,8 : 3600) \cdot 25} = 55 \text{ кг/ч.}$$

На пересечении пунктирных линий на рис. 2.1 определяем номер монтажной настройки – 3.

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

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.1, 2.2 (а), 2.3 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 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

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

В однотрубных системах отопления с радиаторами «DiaPlus» целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ», «Овентроп» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

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

На рис. 2.1 и 2.3 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов от расхода воды, с линией $\Delta P=1$ бар = 100 кПа указаны значения расходных коэффициентов K_v [(м³/ч)·бар^{-1/2}]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять термостаты с $K_v \geq 1,2$ [11].

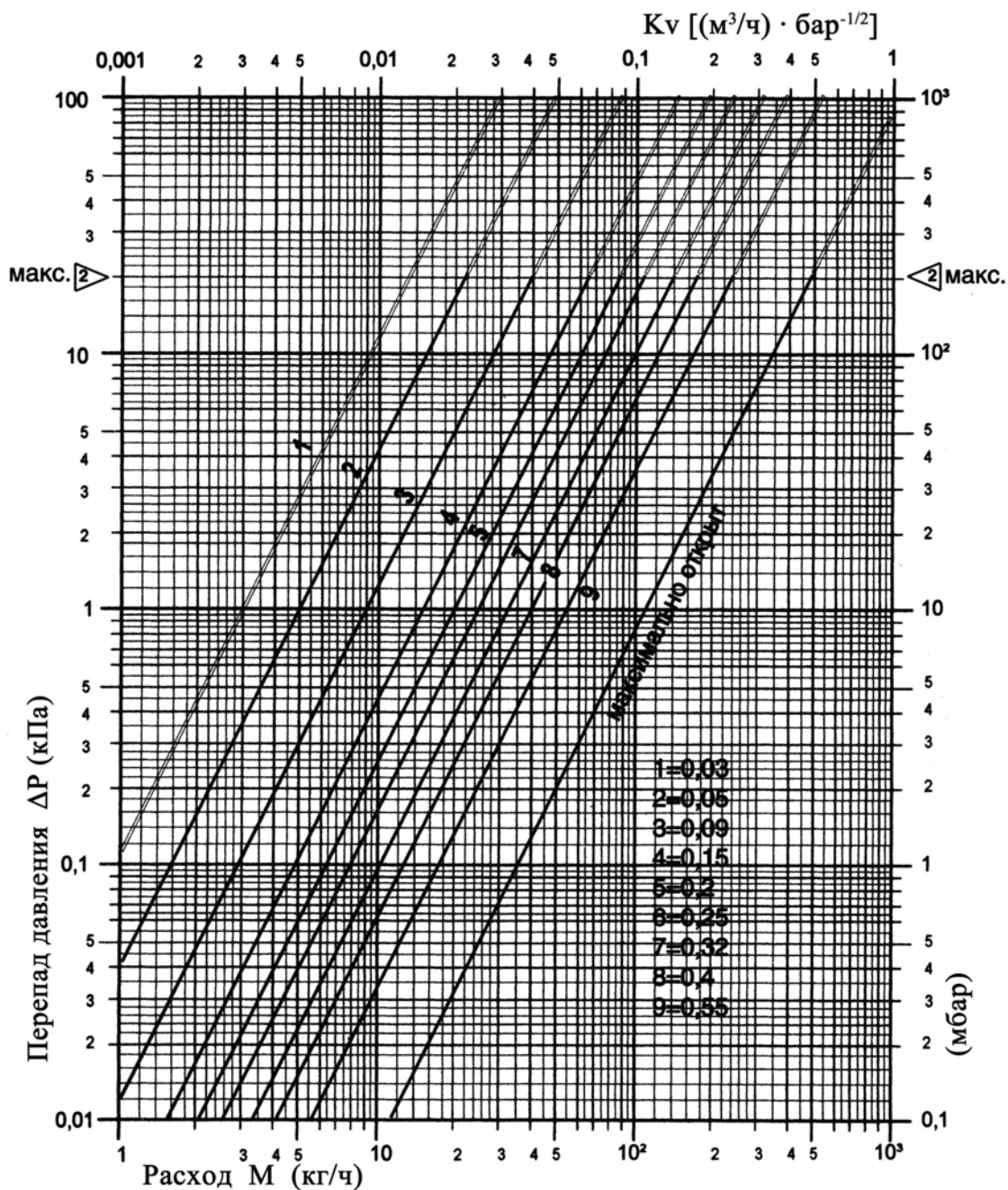


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°С) и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)

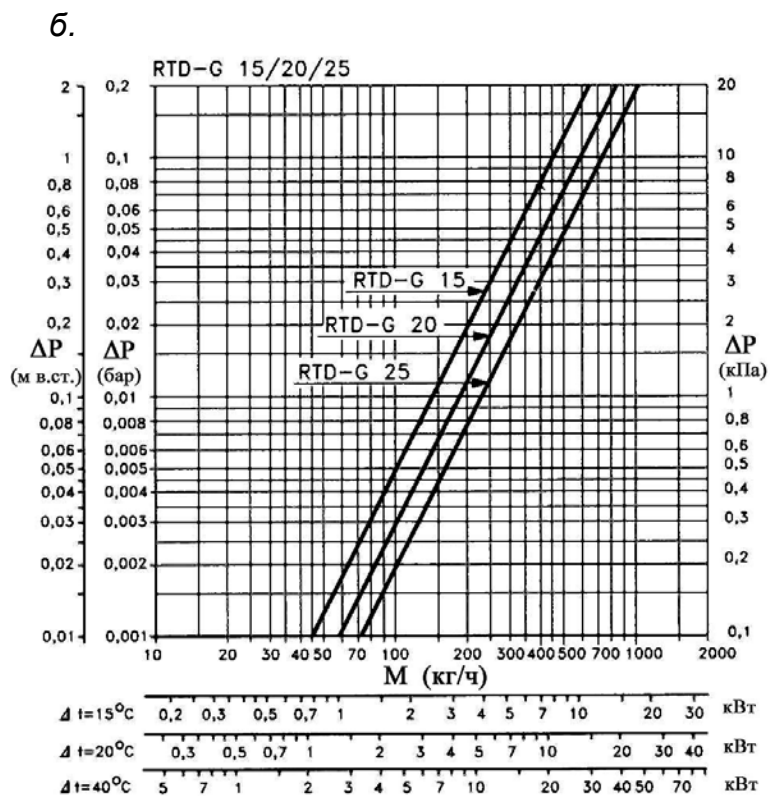
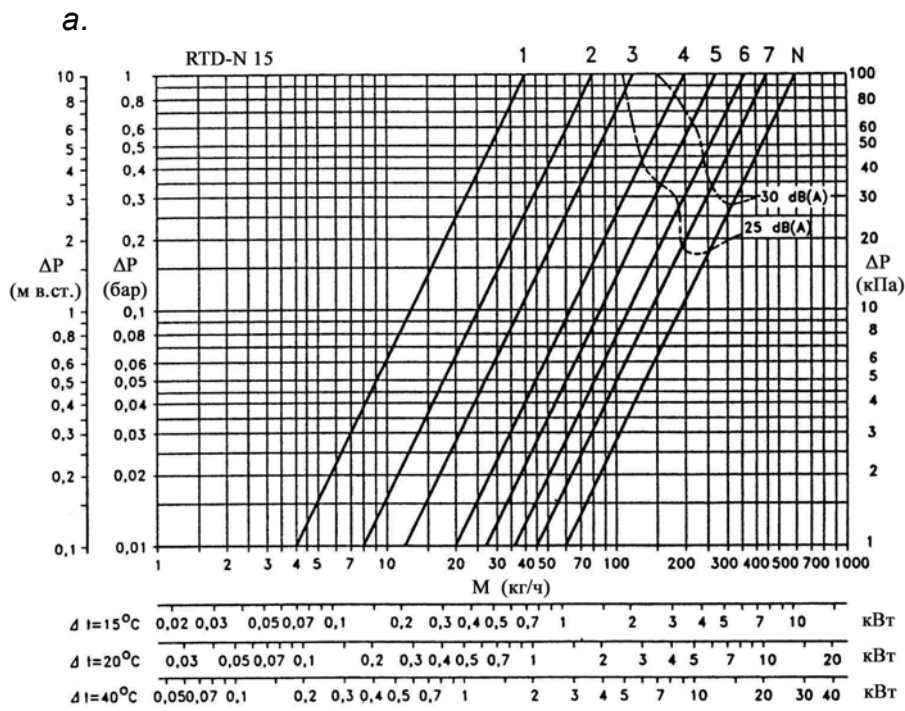


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»:
 а – RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
 б – RTD-G для гравитационных и насосных однострунных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при настройке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

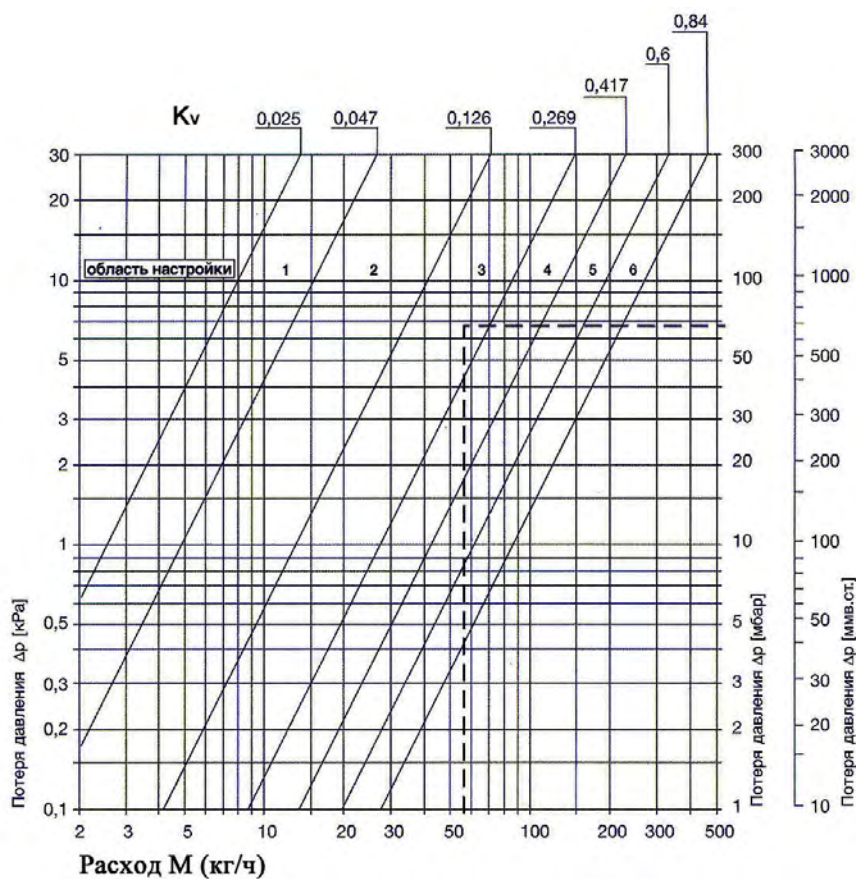


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики встроенных клапанов радиаторов «Dia Ventil» при различных режимах настройки

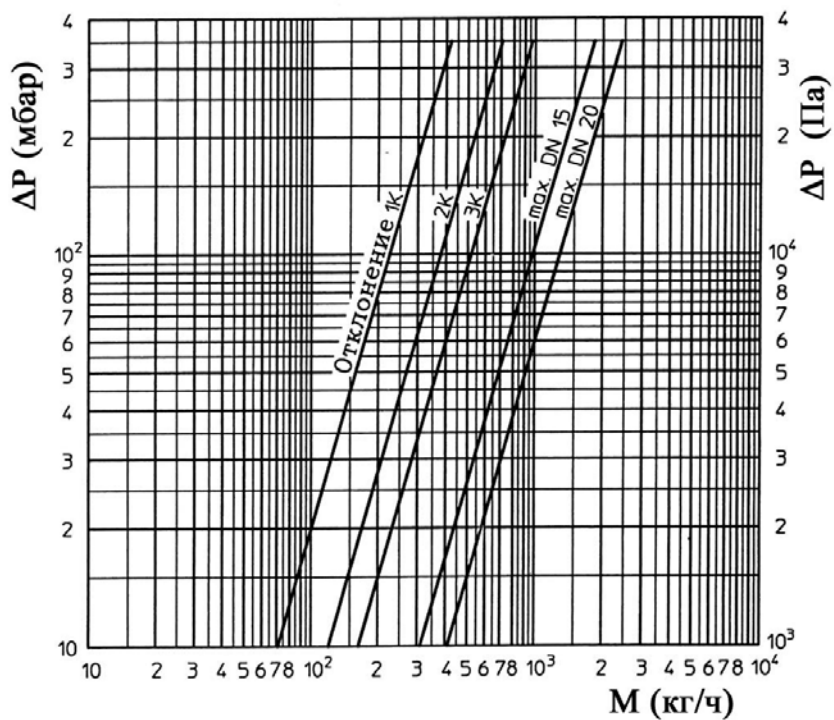
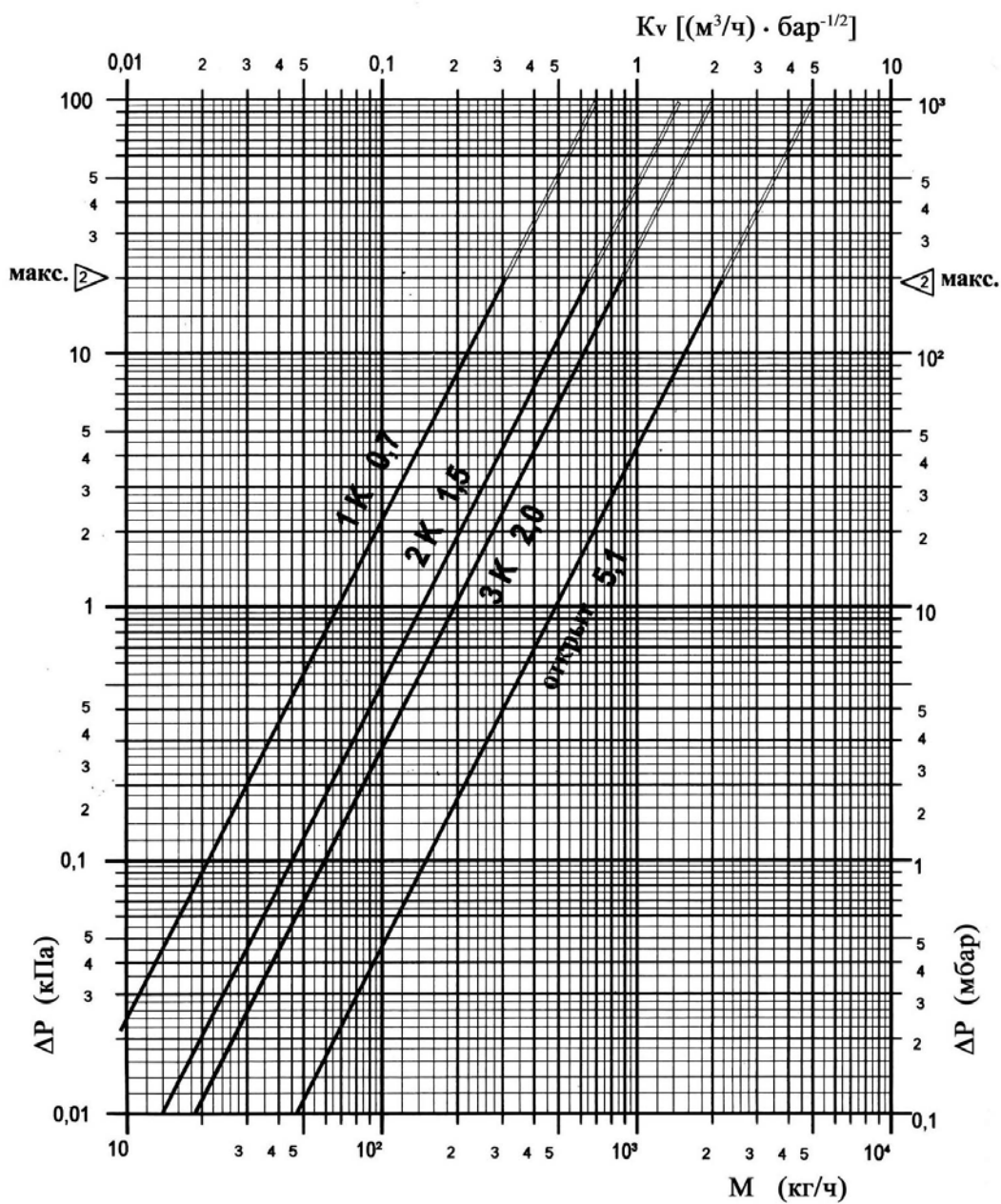


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Овентроп» при различных режимах настройки



Примечание к диаграмме. Стрелками указаны предельные значения перепада давления (0,2 бар), при котором уровень звукового давления не превышает 25 дБ (А).

Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-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 2.3 стрелками или пунктиром показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень звука термостатов не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень звука не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 0,015-0,03 МПа (1,5-3 м вод. ст.) Отметим, что для обеспечения нормальной работы термостата перепад давления на нём должен быть не менее 0,003-0,005 МПа (0,3-0,5 м вод. ст.).

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.9в, следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики присоединительной гарнитуры.

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

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

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 «DiaPlus» при одностороннем боковом подсоединении теплопроводов и характерном для панельных радиаторов сочетании диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зв}$) и подводок ($d_{п}$) в однотрубных системах отопления.

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

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

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

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

2.9. При использовании в однотрубных системах отопления радиаторов «DiaVentil» монтажную регулировку встроенного клапана следует установить на режим 6, соответствующий пропуску максимального расхода теплоносителя через радиатор. Как указывалось ранее, при донном подключении радиаторов «DiaVentil» следует применять Н-образные клапаны с регулируемыми байпасами (закрывающимися участками), позволяющими изменять коэффициент затекания в диапазоне 0,3 – 0,5. При этом K_v Н-образного клапана изменяется от 1,81 до 1,34 [(м³/ч)·бар^{-1/2}].

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

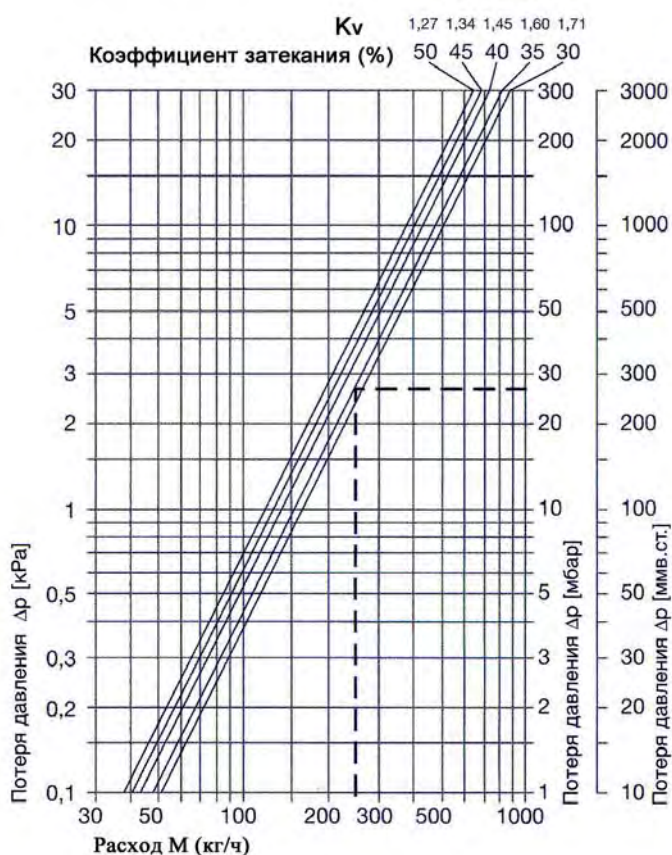


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики Н-образного клапана «Vekolux» при различных значениях коэффициента затекания

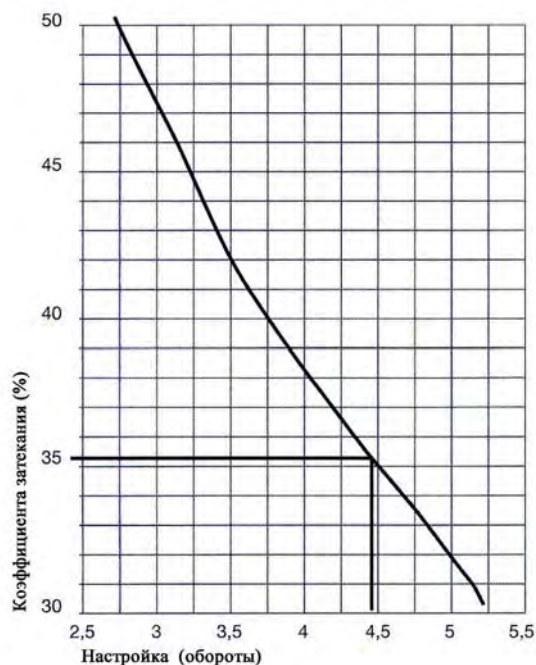


Рис. 2.7. Линия настройки Н-образного клапана «Vekolux»

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 2К (2°C). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания необходимая площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения ручных кранов и вентиляей.

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 [12], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.12. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [8].

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

3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [6], [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 зарadiatorный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 3.1.

Таблица 3.1. Значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	Средний номенклатурный шаг, Вт	β_1	β_2 при установке	
				у наружной стены	у наружного остекления
11	300	86	1,007	1,03	1,08
	400	112	1,014		
	500	136	1,026		
	600	158	1,032		
21s	500	170	1,037	1,02	1,06
	600	196	1,051		
22	300	142	1,029	1,015	1,04
	400	182	1,045		
	500	218	1,08		
	600	251	1,095		
33	300	207	1,075	1,01	1,02
	400	258	1,1		
	500	305	1,15		
	600	351	1,2		

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 зарadiatorные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно, номинального (нормативного) теплового потока при подборе радиатора,

поскольку тепловой поток от прибора возрастает практически на столько же, на сколько возрастают теплопотери.

При введении поправочных коэффициентов β_1 и β_2 на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, полагая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально увеличению их нагрузок.

3.3. При подборе радиаторов, оснащённых термостатами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителя, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [8], [9], следует увеличивать в 1,15 раза для помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами.

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

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

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 $t_{в}$, °С;

Δt_{np} - перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора, °С;

70 - нормированный температурный напор, °С;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 3.2. Усреднённые значения показателей степени n и m и коэффициента c при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,15 кг/с (54-540 кг/ч)

Схема движения теплоносителя	Тип радиатора	n	c	m	p
Сверху-вниз	11	0,28	1	0	1
	21	0,3	1	0	1
	22				
	33				
Снизу-вверх	11 – 300, 400	0,3	0,76	0,1	См. табл. 3.4
	11 – 500, 600	0,3	0,78	0,1	
	21s – 500, 600	0,35	0,78	0,1	
	22 – 300, 400	0,35	0,76	0,1	
	22 – 500, 600	0,35	0,78	0,1	
	33 – 300, 400	0,35	0,76	0,1	
33 – 500, 600	0,35	0,78	0,1		
Снизу-вниз	Все типы	0,3	0,95	0	1

Таблица 3.3. Значения поправочного коэффициента b

Тип радиатора	b при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)							
	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
11	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21s, 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, 1200	1200 и более
11	1,09	1,07	1,04	1,02	1
21s, 22, 33	1,06	1,05	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для типов радиаторов		$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для типов радиаторов	
	11	21s, 22, 33		11	21s, 22, 33
44	0,552	0,547	68	0,964	0,963
46	0,584	0,579	70	1	1
48	0,617	0,612	72	1,037	1,037
50	0,65	0,646	74	1,074	1,075
52	0,684	0,679	76	1,111	1,113
54	0,717	0,714	78	1,149	1,151
56	0,752	0,748	80	1,186	1,19
58	0,786	0,783	82	1,224	1,228
60	0,821	0,818	84	1,263	1,267
62	0,856	0,854	86	1,301	1,307
64	0,892	0,89	88	1,34	1,346
66	0,927	0,926	90	1,379	1,386

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для типов радиаторов		$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для типов радиаторов	
	11	21s, 22, 33		11	21s, 22, 33
44	0,547	0,534	68	0,963	0,962
46	0,579	0,567	70	1	1
48	0,612	0,601	72	1,037	1,039
50	0,646	0,635	74	1,075	1,078
52	0,679	0,669	76	1,113	1,117
54	0,714	0,704	78	1,151	1,157
56	0,748	0,74	80	1,19	1,198
58	0,783	0,776	82	1,228	1,238
60	0,818	0,812	84	1,267	1,279
62	0,854	0,849	86	1,307	1,32
64	0,89	0,886	88	1,346	1,362
66	0,926	0,924	90	1,386	1,404

Таблица 3.7. Значения поправочного коэффициента φ_1 при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	φ_1	$\Theta, ^\circ\text{C}$	φ_1	$\Theta, ^\circ\text{C}$	φ_1
44	0,547	60	0,818	76	1,113
46	0,579	62	0,854	78	1,151
48	0,612	64	0,89	80	1,19
50	0,646	66	0,926	82	1,228
52	0,679	68	0,963	84	1,267
54	0,714	70	1	86	1,307
56	0,748	72	1,037	88	1,346
58	0,783	74	1,075	90	1,386

Таблица 3.8. Значения поправочного коэффициента φ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{пр}$		φ_2 для радиаторов всех типов высотой, мм	
кг/с	кг/ч	300, 400	500, 600
0,015	54	0,629	0,645
0,02	72	0,647	0,664
0,03	108	0,674	0,692
0,04	144	0,693	0,711
0,05	180	0,709	0,728
0,06	216	0,722	0,741
0,07	252	0,733	0,753
0,08	288	0,743	0,763
0,09	324	0,752	0,772
0,1	360	0,76	0,78
0,125	450	0,777	0,798
0,15	540	0,791	0,812

Примечание. Значение φ_2 при движении теплоносителя «сверху-вниз» равно **1**, а «снизу-вниз» - **0,95** для радиаторов всех типоразмеров

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

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

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «DiaPlus» и «DiaVentil» 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 указанных в табл. 3.2 пределов 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 подводным боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводными теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент ρ , приведённый в табл. 3.4.

3.7. 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.

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

4. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

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

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

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

Последовательность теплового расчёта

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

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

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

В нашем примере принимаем $Q_{mp.n} = 0,9 Q_{mp}$,

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

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

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.2) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается радиатор типа 11-500-800 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{np} = 0,2$ (по данным табл. 2.3).

Расход воды через прибор равен

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

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

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

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

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

Температурный напор Θ определяется по формуле (3.2).

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

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,205 \cdot 0,684 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1111 \text{ Вт} , \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 и p - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.6, 3.8 и 3.4.

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

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} и желаемой длины прибора (800 - 1200 мм), согласно табл. 1.4 принимаем типоразмер «DiaPlus» 11-500-800 с $Q_{ny} = 1086 \text{ Вт}$.

С учётом рекомендаций [6] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева радиатора допус-

кается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

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

Невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100 = -2,25 \% . \quad (4.5)$$

Поскольку невязка не превышает -5%, а $Q_{ny}^{mp} - Q_{ny} = 25$ Вт, корректировку температуры теплоносителя на входе в следующий этажестояк можно не проводить.

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

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «DiaNorm» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [13], настоящих рекомендаций, рекомендаций [14], а также проспектных материалов фирмы «Purmo DiaNorm Wärme AG».

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.2, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.10).

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

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

5.4. Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен и только с помощью фирменных кронштейнов. Во избежание аварийных ситуаций с отопительными приборами «DiaNorm» 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

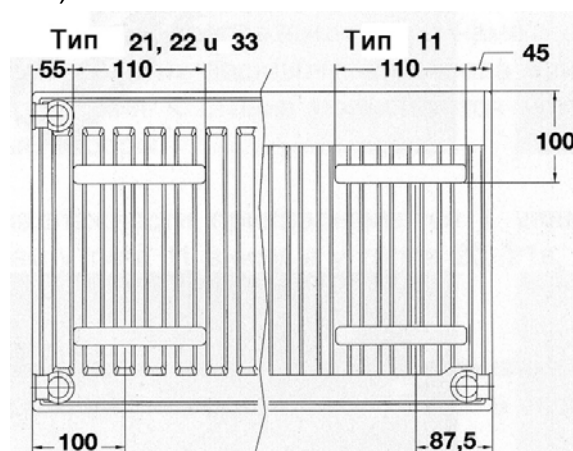


Рис. 5.1. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «DiaNorm»

включить систему отопления, не снимая упаковку. Температура теплоносителя при этом не должна превышать 90°C.

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

5.6. Монтаж радиаторов «DiaPlus» с использованием набора для быстрого монтажа (рис. 1.6) необходимо производить в следующем порядке:

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

- разметить места установки кронштейнов в соответствии с рис. 5.1; минимальные расстояния от пола радиаторов различных типов указаны на рис. 1.3 и 1.4;

- на расстоянии 72 мм от верхней кромки радиатора просверлить в стене отверстия диаметром 10 мм и ввернуть в них винты с надетыми на них пластмассовыми трубками; между стеной и трубкой оставить зазор ≈ 5 мм;

- надеть кронштейны на винты, после чего насадить их на верхние скобы радиатора; винты затянуть до отказа;

- установить радиатор по высоте при помощи вертикального винта в верхней части кронштейна;

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

- соединить радиатор с подводными теплопроводами системы отопления;

- установить воздухоотборник в верхнюю пробку.

5.7. Монтаж радиаторов «DiaVentil» (кроме типа 11), не имеющих крепёжных скоб, ведётся с применением пружинных кронштейнов (рис. 1.7). Каждый кронштейн крепится к стене на одном винте. Последовательность операций (сверление отверстий, установка винтов и кронштейнов) аналогична описанной в п. 5.6.

После установки кронштейна на нём монтируется предохранитель от снятия радиатора в виде плоской пружины.

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

Монтаж радиатора «DiaVentil» типа 11 ведётся с использованием набора для быстрого монтажа (см. п.5.6).

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

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

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

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

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

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

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

- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 90% глубины радиатора в установке при высоте радиатора 500 мм и 75% - при высоте 300 мм), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (см. рис. 5.2);

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

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

5.12. При необходимости удаления теплоносителя из радиатора «DiaVentil», оснащённого H - образным запорным 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.

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

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

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

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм³ [3], [15], а значение pH должно быть в пределах 8-9,5 (оптимально 8,3 - 9). Содержание в воде железа (до 0,5 мг/дм³) и других примесей - согласно [3], общая жёсткость - до 7 мг-экв/дм³.

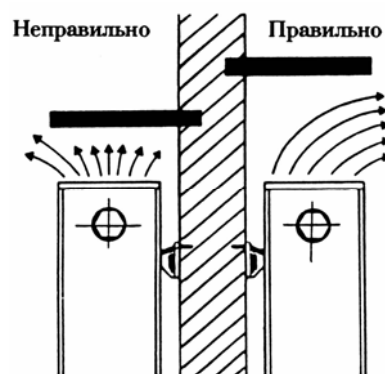


Рис. 5.2. Схемы установки радиатора под подоконником

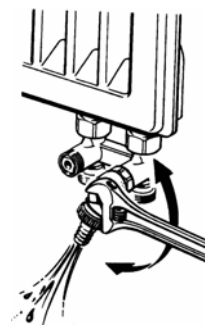


Рис. 5.3. Дренаж радиатора

5.16. При эксплуатации стальных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде кислорода и загрязнений (шлама), а также к гидравлическим ударам и превышению давления теплоносителя в системе отопления выше допустимого. Поэтому радиаторы «DiaNorm» рекомендуется, как указывалось, применять в системах отопления только с независимой схемой подсоединения к системе теплоснабжения, с закрытыми расширительными сосудами, современными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непосредственно из тепловой сети. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка грязевиков, а при применении термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – ещё и фильтров, в том числе постояковых. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм³.

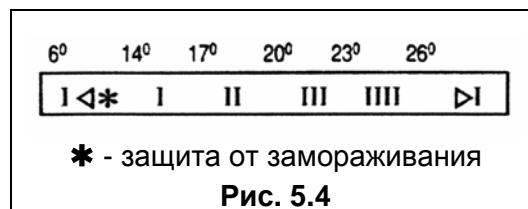
5.17. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 0,87 МПа. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего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

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 [13] допускает полуторное превышение рабочего давления при испытании водяных систем отопления. В то же время практика и анализ условий эксплуатации панельных радиаторов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение целесообразно держать в пределах 25%. Следует также иметь в виду, что давление теплоносителя при опрессовке и работе системы отопления не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы в любой её точке. Например, при использовании панельных радиаторов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 0,87 МПа, избыточное давление при опрессовке системы должно находиться в пределах 1,09-1,3 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

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

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

5.20. Термостатический элемент в условиях эксплуатации настраивается на требуемую температуру в отапливаемом помещении поворотом его рукоятки с нанесённой на неё круговой шкалой. Для этого настроечная рукоятка поворачивается до совмещения нужного индекса на шкале рукоятки с меткой на корпусе термостатического элемента. В качестве примера на рисунке 5.4 приведена шкала настройки температуры воздуха для термостатических элементов RTD 3100, RTD 3102 и RTD 3120 фирмы «Данфосс». Указанные величины температур в °С являются только ориентировочными, так как фактическая температура в помещении



часто отличается от температуры воздуха вокруг термoeлементa и зависит от условий его размещения.

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

5.21. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более чем на 15 суток в году.

5.22. При необходимости отключения радиатора от системы отопления (например, для его замены) следует перекрыть обе подводки. В качестве запорной арматуры в порядке исключения может быть использован термостат при его перекрытии согласно п. 5.18. 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.

Для выполнения требования п. 5.20 для исключения слива воды из радиатора достаточно перекрыть запорную арматуру только на нижней подводке к радиатору «DiaPlus» или отключить радиатор «DiaVentil» от H-образного запорного клапана.

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

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

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

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

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

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

5.25. При выполнении систем отопления из медных труб соединение их со стальными радиаторами необходимо осуществлять с помощью переходников из бронзы или качественной латуни. В этом случае 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 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.
2. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Стандарт АВОК 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.
5. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
6. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
7. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению. М., 1999.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
9. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
10. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
11. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
12. 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.
13. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
14. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.
15. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

Приложение 1

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

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

Примечания:

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

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб S , ζ и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ζ при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность ϕ_4 , по формулам

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

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

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

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 приближённой 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;

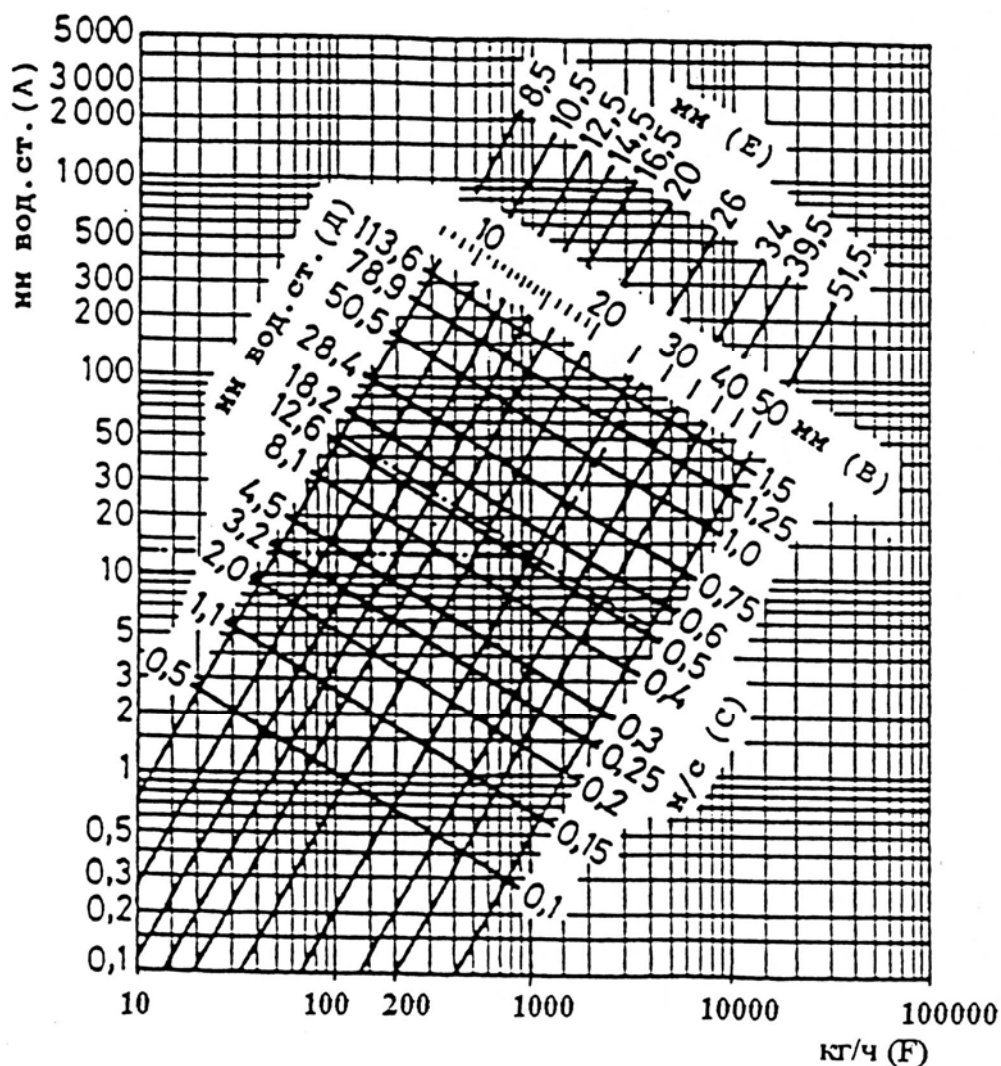
ϕ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

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**



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

B – внутренние диаметры медных труб, мм;

C – скорость воды в трубах, м/с;

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

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

F – расход воды через трубу, кг/ч.

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

Приложение 3

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

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

Примечания.

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

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также многорядных горизонтальных труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб S и их наружного диаметра d_n большем или равном 2,

принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток многорядных по высоте подводок и магистралей, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при $S/d_n \leq 2$ рекомендуется увеличивать в среднем в 1,2.

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

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

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

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

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

8. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$), 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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) 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.