Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»
Федеральное государственное унитарное предприятие
«НИИсантехники»

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных панельных
радиаторов «VONOVA»

Москва – 2004

gost.e-ecolog.ru

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» и ФГУП «НИИсантехники» предлагают Вашему вниманию рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «VONOVA», производимых австрийской фирмой «Vogel & Noot» с учётом последних требований к номенклатуре и травмобезопасности таких приборов.

Рекомендации составлены в соответствии с российскими нормативными условиями и содержат сведения согласно требованиям СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

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

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (095) 482–38–79, факс. (095) 482-38-67 и тел. (095) 918–58–95.

Основные характеристики стальных панельных радиаторов «VONOVA»

Наименование показателей	Ед. измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более	МПа кгс/см^2	0,8 8
Заводское испытательное избыточное давление для радиаторов, поставляемых в Россию, не менее	МПа кгс/см^2	1,2 12
Максимальная температура теплоносителя	°С	110
Содержание кислорода в воде, не более	мкг/дм^3	20
Значения pH воды: оптимальное допустимое	-	8,3 – 9,0 8,0 – 9,5
Монтажная высота приборов, представленных в «Рекомендациях»	мм	246, 346 446, 546
Длина прибора	мм	400 – 3000
Коэффициенты местного сопротивления при подводках dy =15 мм и расходе теплоносителя через радиатор 0,1 кг/с (360 кг/ч)	-	7,5 – 47

© ООО «Витатерм»
2004

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»
Федеральное государственное унитарное предприятие
«НИИсантехники»

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению стальных панельных радиаторов «VONOVA»

Москва – 2004

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов фирмы «VONOVA» 3
2. Схемы и элементы систем отопления 13
3. Гидравлический расчёт 16
4. Тепловой расчёт 22
5. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления 28
6. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «VONOVA Kompakt» и основные требования к их эксплуатации 30
7. Список использованной литературы 34

Приложение 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб 35
Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах 37
Приложение 2. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской 38

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ «VONOVA»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «VONOVA» австрийской фирмы «Vogel & Noot» разработаны Научно-технической фирмой ООО «Витатерм» на основе проведённых в отделе отопительных приборов и систем отопления ФГУП «НИИсантехники» теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих радиаторов, наиболее часто используемых в отечественной практике и поставляемых на российский рынок.

Реквизиты производителя радиаторов:

Vogel & Noot Wärmetechik Aktiengesellschaft A-8661 Wartberg, Grazer Straße 1. Tel. +43(0)3858-600-0, fax +43(0)3858-600-345, gost.e-ecolog.ru . e-mail: gost.e-ecolog.ru .

Официальный поставщик радиаторов «Vogel & Noot» в России – ООО «ГЕРЦ Арматурен»: Россия, 111024, Москва, ул. 2-я Энтузиастов, дом 5, офис 222, e-mail: gost.e-ecolog.ru .

1.2. Рекомендации разработаны по традиционной для российской практики схеме [1], [2] с использованием каталогов и рекламных материалов фирмы «Vogel & Noot» и её дилеров. Цена рекомендаций договорная.

1.3. Гамма стальных панельных радиаторов фирмы «Vogel & Noot» характеризуется широкой номенклатурой (рис 1.1). Она включает приборы следующих модификаций:

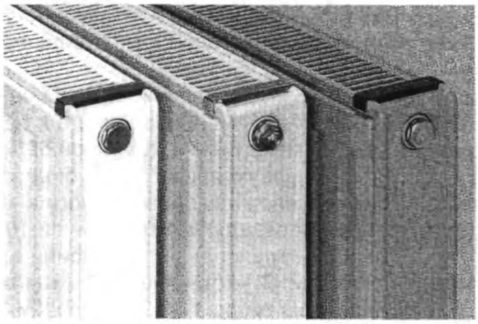


Рис. 1.1. Стальные панельные радиаторы «VONOVA»

- радиаторы «VONOVA Kompakt» традиционного исполнения из профилированных панелей с боковыми стенками, воздуховыпускной решёткой и боковым расположением присоединительных отверстий;
- радиаторы «VONOVA Ventil», оснащённые встроенным вентилем (термостатом), также изготавливаемые из профилированных панелей, с боковым или донным (смещённым относительно центра) расположением присоединительных отверстий;
- радиаторы «VONOVA – M Ventil», отличающиеся от предыдущей модификации центральным донным расположением присоединительных отверстий;
- радиаторы «VONOPLAN», оснащённые встроенным вентилем, отличающиеся от модификации «VONOVA Ventil» гладкой фронтальной панелью;
- радиаторы «VONOVA Hygiene» и «VONOVA Ventil–Hygiene», отличающиеся от остальных модификаций отсутствием конвективного оребрения, боковых стенок и воздуховыпускной решётки, что обеспечивает их высокие гигиенические показатели и возможность использования в медицинских и детских учреждениях.

Радиаторы фирмы «Vogel & Noot» соответствуют европейским требованиям к качеству и занимают одно из ведущих мест по объёму продаж в Европе среди панельных радиаторов.

Настоящие рекомендации разработаны на базе испытаний модификации «VONOVA Kompakt» и касаются применения в основном именно этих радиаторов.

1.4. Стальные панельные радиаторы «VONOVA Kompakt» предназначены для применения в системах водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе многоэтажных и с низкопотенциальным теплоносителем [3], присоединяемых к системе теплоснабжения по независимой схеме, а также в автономных системах отопления коттеджей.

1.5. Радиаторы «VONOVA Kompakt» представляют собой отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами вверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами с шагом по длине 40 мм.

Радиаторы характеризуются широтой номенклатуры: по высоте 300, 400, 500, 600 и 900 мм, по длине от 400 до 1400 мм с шагом 80 и 120 мм, свыше 1400 до 3000 мм – с шагом 200 мм.

Различная теплоплотность радиаторов обеспечивается также выпуском нескольких типов, отличающихся количеством рядов панелей по глубине радиатора (от 1 до 3) и П–образного вертикального конвективного оребрения этих панелей (от 0 до 3) – рис. 1.2.

Монтажная высота $H_м$ радиаторов «VONOVA Kompakt» (расстояние между осями присоединительных отверстий) на 54 мм меньше общей высоты радиатора H, т. е. $H_м$=H-54 мм. Например, при высоте прибора 500 мм $H_м$=446 мм.

1.6. Отличающиеся по глубине и исполнению радиаторы «VONOVA Kompakt» обозначаются согласно принятой в Европе практике.

Тип 10 – однорядный по глубине без оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – отсутствие оребрения) глубиной 46 мм;

Тип 11К – однорядный по глубине с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения) глубиной 61 мм;

Тип 21К-S – двухрядный по глубине с одним рядом оребрения, расположенного между панелями и приваренного к тыльной панели (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между ними) глубиной 80 мм;

Тип 22К – двухрядный по глубине с двумя рядами оребрения, расположенного между панелями и приваренного к каждой панели (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между ними) глубиной 105 мм;

Тип 33К – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения) глубиной 166 мм.

Радиаторы типов 11К, 21К-S, 22К и 33К выпускаются с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой, изготовленными из оцинкованной стали.

1.7. Панели радиаторов «VONOVA» сварные из двух штампованных листов, изготавливаемых из высококачественной холоднокатаной стали толщиной 1,25 мм, сваренных по периметру сплошным (роликовым) швом, а между вертикальными каналами – точечной сваркой. Оребрение из стального листа толщиной 0,5 мм приваривается к панелям с тыльной стороны также точечной сваркой непосредственно к наружным стенкам вертикальных каналов для прохода теплоносителя и между ними.

На тыльной стороне всех радиаторов приварены скобы для их крепления к стене (см. раздел 6 – рис. 6.1).

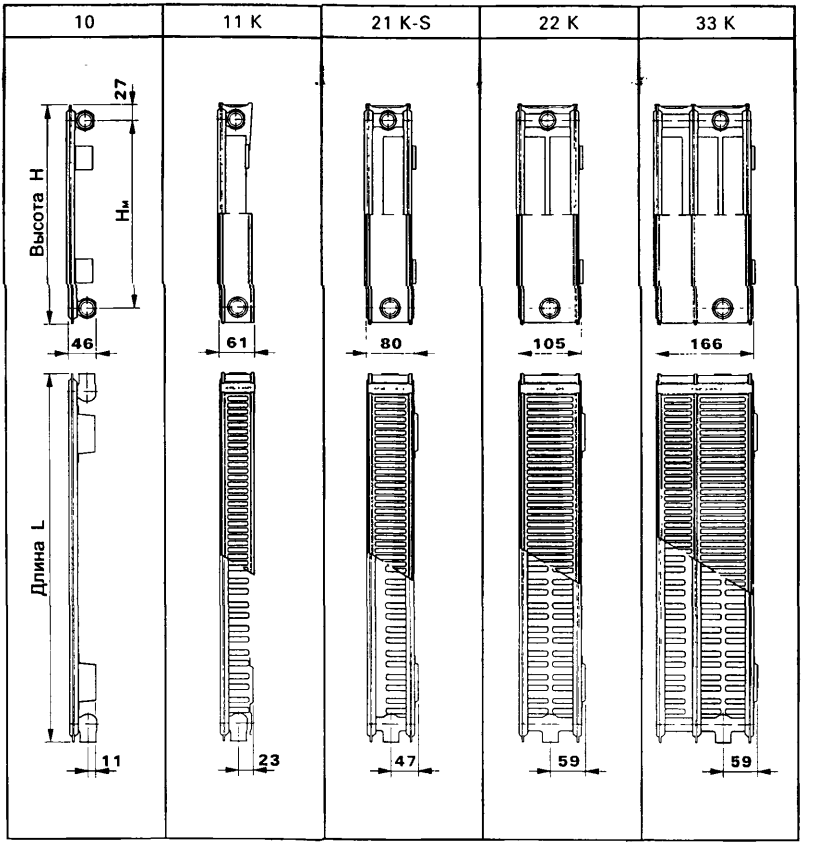


Рис. 1.2. Номенклатура радиаторов «VONOVA Kompakt»

1.8. Радиаторы поставляются полной строительной готовности, дважды окрашенными. Сначала после обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивации наносится катафорезное покрытие методом окунания в водорастворимый грунт с последующей сушкой при температуре 190°С, а затем пневмоэлектрическим методом напыления наносят слой порошковой эмали RAL 9016 с последующей термообработкой при температуре 210°С.

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

Лакокрасочное покрытие радиаторов «VONOVA» выполняется согласно требованиям германского стандарта DIN 55900, часть 1 («Материалы для нанесения грунтовочных покрытий, промышленно изготовленные грунтовочные покрытия) и DIN 55900, часть 2 («Материалы для отделочных покрытий, промышленно изготовленные готовые лаки»). Такой тип лакокрасочного покрытия позволяет применять панельные радиаторы в кухнях, ванных комнатах и туалетах.

Данный стандарт не распространяется на покрытие для радиаторов, которые работают при температуре теплоносителя выше 130°С или предназначены для помещений с агрессивной или влажной средой.

Для помещений с повышенной опасностью коррозии (например, для бассейнов, саун и т.п.) предлагаются оцинкованные гальваническим способом радиаторы «VONOVA». Последовательность покрытия радиаторов показана на рис. 1.3 (на примере радиаторов «VONOVA – Ventil»).

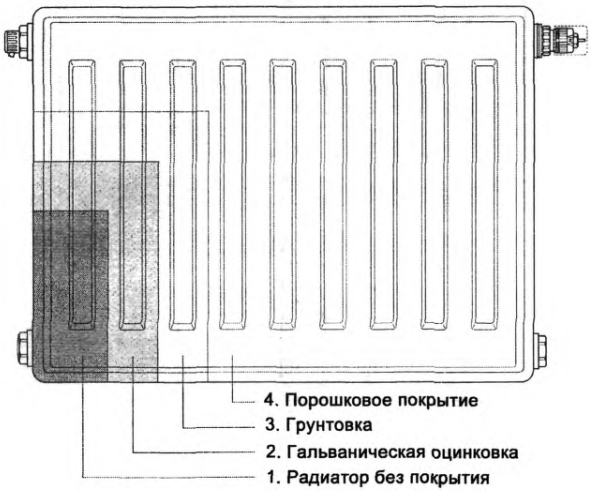


Рис. 1.3. Последовательность покрытия оцинкованных радиаторов «VONOVA»

Изготовление и поставка этих радиаторов осуществляется только по требованию заказчика по специальной цене в течение 4 – 6 недель.

1.9. Принятая на заводе технология позволяет применять окрашенные **радиаторы «VONOVA Kompakt» в системах отопления с рабочим избыточным давлением до 0,8 МПа при условии испытания их на заводе-изготовителе избыточным давлением не менее 1,2 МПа.** Испытания на прочность представительных образцов этих радиаторов, проведённые в НТФ ООО «Витатерм», подтвердили приведённые выше рекомендации.

1.10. Каждый радиатор «VONOVA Kompakt» оснащён 4 присоединительными патрубками с внутренней резьбой G ½ согласно ISO 228. Обычно при поставке радиаторов два патрубка с одной стороны прибора закрыты пластмассовыми пробками, а с другой нижний патрубок снабжён глухой пробкой, а верхний – пробкой с обязательным для панельных радиаторов воздуховыпускным клапаном (типа крана Маевского).

1.11. Каждый радиатор обёрнут картоном, по углам защищён специальными картонными накладками и упакован в термоусадочную полиэтиленовую плёнку.

1.12. Значения номинального теплового потока $Q_{ну}$ радиаторов «VONOVA Kompakt» определены в отделе отопительных приборов и систем отопления ФГУП «НИИсантехники» – головного института РФ по разработке и испытанию отопительного оборудования согласно методике тепловых испытаний отопительных

приборов при теплоносителе воде [4] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в изотермической камере) Θ=70°С, расходе теплоносителя через радиатор $M_{пр}$=0,1 кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении В=1013,3 гПа (760 мм рт.ст.).

1.13. В таблицах 1.1 и 1.2 представлены основные характеристики радиаторов «VONOVA Kompakt» из номенклатуры, обычно предлагаемой на российском рынке. Значения номинального теплового потока радиаторов типов 11К и 22К получены при испытании приборов высотой 300, 400, 500 и 600 мм, радиаторов типов 21К, 33К – при высоте приборов 300 и 500 мм. Испытания показали, что с учётом допустимых методикой тепловых испытаний [4] отклонений, номинальные тепловые характеристики радиаторов «VONOVA Ventil» и «VONOVA - M Ventil» можно принять равными аналогичным показателям радиаторов «VONOVA Kompakt» (погрешность не превышает 2%). Масса этих радиаторов за счёт встроенного корпуса термостата и транзитного теплопровода от нижнего узла присоединения до термостата увеличивается в среднем на 0,7 кг.

Масса радиаторов «VONOVA Kompakt» представлена в табл. 1.3 и 1.4, а ёмкость и площадь поверхности нагрева радиаторов – в табл. 1.5.

1.14. Сведения о стоимости радиаторов фирмы «Vogel & Noot» на отечественном рынке с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить у её поставщика в России (телефоны указаны в п. 1.1).

1.15. Представленные в табл. 1.1 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных [5]. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления зарадиаторного участка. Отечественные же нормы [4] 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°С (ранее при перепаде 90-70°С), 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 [4] 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°С, 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°С 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 четвертом разделе рекомендаций.

Обращаем дополнительно внимание специалистов на тот факт, что российские нормы относят номинальный тепловой поток к температурному напору 70°С,

характерному при обычных для отечественных однотрубных систем отопления параметрах теплоносителя 105-70°С, зарубежные - к температурному напору 50°С (при расчётных температурах теплоносителя 75-65°С), характерному для двухтрубных систем.

1.16. Исследования, проведённые ООО «Витатерм», показали возможность применения радиаторов «VONOVA Kompakt» в системах отопления, заполненных низкозамерзающим теплоносителем, в частности, антифризом «DIXIS 30».

1.17. При заказе стальных панельных радиаторов «VONOVA Kompakt» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.1 и 1.2.

При конкретном заказе радиаторов необходимо указывать краткое обозначение их модификаций, потом тип, затем габаритную высоту в миллиметрах и длину также в миллиметрах.

Пример условного обозначения панельного радиатора «VONOVA Kompakt» двухрядного по глубине с двойным оребрением (тип 22К), общей высотой 600 мм и длиной 1000 мм: **«VONOVA Kompakt» 22К–600–1000**.

Стандартная комплектация настенных радиаторов «VONOVA Kompakt» включает при длине до 1600 мм две оцинкованных консоли с шумозащитными вставками и защитой от снятия и перемещения радиатора, 3 фиксатора, по две штуки шайб, шурупов и дюбелей, а также руководство по монтажу. При длине радиатора 1800 мм и более дополнительно поставляется по 1 консоли, держателю, шайбе, шурупу и дюбелю.

При необходимости можно заказать теплоотражательный экран, изготавливаемый из гладкого стального листа или из листа толщиной 0,8 мм с внутренним слоем изоляции. Экран устанавливается между прибором и наружным ограждением с целью снижения непроизводительных теплопотерь через зарадиаторный участок.

Более подробные сведения по комплектации стальных панельных радиаторов «VONOVA» можно получить у поставщика этих приборов (см. п. 1.1).

1.18. Стальные панельные радиаторы «VONOVA Kompakt» сертифицированы согласно DIN ISO 9001 и в России в системе ГОСТ Р.

1.19. Фирма «Vogel & Noot» постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

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

Таблица 1.1. Номенклатура и номинальный тепловой поток стальных панельных радиаторов «VONOVA» высотой 300 и 400 мм

Длина радиатора L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, радиаторов различных типов при их высоте H					
	H = 300 мм ($H_м$ = 246 мм)				H = 400 мм ($H_м$ = 346 мм)	
	Тип 11К	**Тип 21К-S**	**Тип 22К**	**Тип 33К**	**Тип 11К**	**Тип 22К**
400	336	487	635	876	430	812
520	437	633	826	1140	559	1056
600	504	731	953	1314	645	1218
720	605	877	1143	1577	774	1462
800	672	974	1270	1752	860	1624
920	773	1121	1461	2015	989	1868
1000	840	1218	1588	2190	1075	2030
1120	941	1364	1778	2453	1204	2274
1200	1008	1462	1905	2628	1290	2436
1320	1109	1608	2096	2891	1419	2680
1400	1176	1705	2223	3066	1505	2842
1600	1344	1948	2540	3504	1720	3248
1800	1512	2192	2858	3942	1935	3654
2000	1680	2436	3176	4380	2150	4060
2200	1848	2680	3493	4818	2365	4466
2400	2016	2922	3810	5256	2580	4872
2600	-	-	4129	5694	-	5278
2800	-	-	4446	6132	-	5684
3000	-	-	4764	6570	-	6090

Примечание. Согласно п. 1.13 тепловые характеристики модификаций стальных панельных радиаторов «VONOVA Kompakt» при движении теплоносителя в них по схеме «сверху-вниз» и радиаторов «VONOVA Ventil» и «VONOVA - M Ventil» практически совпадают.

Таблица 1.2. Номенклатура и номинальный тепловой поток стальных панельных радиаторов «VONOVA» высотой 500 и 600 мм

Длина радиатора L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, радиаторов различных типов при их высоте H					
	H = 500 мм ($H_м$ = 446 мм)				H = 600 мм ($H_м$ = 546 мм)	
	Тип 11К	**Тип 21К-S**	**Тип 22К**	**Тип 33К**	**Тип 11К**	**Тип 22К**
400	518	750	978	1326	595	1125
520	673	976	1271	1724	774	1462
600	776	1126	1467	1989	893	1687
720	932	1351	1760	2387	1071	2025
800	1035	1501	1956	2652	1190	2250
920	1190	1726	2249	3050	1369	2587
1000	1294	1876	2445	3315	1488	2812
1120	1449	2101	2738	3713	1667	3149
1200	1553	2251	2934	3978	1786	3374
1320	1708	2476	3227	4376	1964	3712
1400	1812	2626	3423	4641	2083	3937
1600	2070	3002	3912	5304	2381	4499
1800	2329	3377	4401	5967	2678	5062
2000	2588	3752	4890	6630	2976	5624
2200	2847	4127	5379	7293	3274	6186
2400	3106	4502	5868	-	3571	6749
2600	3364	4878	6357	-	3869	7311
2800	-	5253	6846	-	-	7874
3000	-	5628	7335	-	-	8436

Примечание. Согласно п. 1.13 тепловые характеристики модификаций стальных панельных радиаторов «VONOVA Kompakt» при движении теплоносителя в них по схеме «сверху-вниз» и радиаторов «VONOVA Ventil» и «VONOVA - M Ventil» практически совпадают.

Таблица 1.3. Масса радиаторов «VONOVA Kompakt» высотой 300 и 400 мм

Длина радиатора L, мм	Масса радиаторов, кг, не более, при их высоте H					
	H = 300 мм ($H_м$ = 246 мм)				H = 400 мм ($H_м$ = 346 мм)	
	Тип 11К	**Тип 21К-S**	**Тип 22К**	**Тип 33К**	**Тип 11К**	**Тип 22К**
400	4,47	6,88	8,17	12,24	5,85	10,85
520	5,69	8,77	10,43	15,62	7,49	13,95
600	6,42	9,92	11,82	17,69	8,51	15,92
720	7,58	11,73	14,00	20,96	10,10	18,96
800	8,36	12,95	15,46	23,14	11,17	20,99
920	9,52	14,77	17,65	26,41	12,76	24,03
1000	10,30	15,98	19,11	28,59	13,83	26,06
1120	11,47	17,80	21,29	31,86	15,43	29,10
1200	12,24	19,01	22,75	34,04	16,49	31,13
1320	13,41	20,83	24,94	37,31	18,09	34,17
1400	14,19	22,04	26,40	39,49	19,15	36,19
1600	16,13	25,07	30,04	44,94	21,81	41,26
1800	18,07	28,10	33,68	50,39	24,47	46,33
2000	20,02	31,14	37,33	55,84	27,13	51,40
2200	21,96	34,17	40,97	61,29	29,80	56,47
2400	23,90	37,20	44,62	66,74	32,46	61,54
2600	-	-	48,26	72,19	-	66,61
2800	-	-	51,91	77,64	-	71,68
3000	-	-	55,55	83,09	-	76,75

Таблица 1.4. Масса радиаторов «VONOVA Kompakt» высотой 500 и 600 мм

Длина радиатора L, мм	Масса радиаторов, кг, не более, при их высоте H					
	H = 500 мм ($H_м$ = 446 мм)				H = 600 мм ($H_м$ = 546 мм)	
	Тип 11К	**Тип 21К-S**	**Тип 22К**	**Тип 33К**	**Тип 11К**	**Тип 22К**
400	7,2	11,13	13,49	20,22	8,58	16,17
520	9,26	14,32	17,42	26,10	11,06	20,94
600	10,57	16,35	19,97	29,90	12,66	24,07
720	12,60	19,47	23,85	35,71	15,12	28,81
800	13,94	21,56	26,44	39,59	16,75	31,97
920	15,97	24,69	30,33	45,40	19,21	36,71
1000	17,31	26,78	32,92	49,27	20,84	39,87
1120	19,34	29,91	36,80	55,08	23,29	44,61
1200	20,68	31,99	39,39	58,96	24,93	47,77
1320	22,70	35,12	43,28	64,77	27,38	52,51
1400	24,05	37,21	45,87	68,64	29,02	55,67
1600	27,42	42,42	52,34	78,33	33,11	63,57
1800	30,79	47,64	58,82	88,01	37,19	71,47
2000	34,16	52,85	65,29	97,70	41,28	79,37
2200	37,53	58,07	71,77	107,38	45,37	87,27
2400	40,90	63,28	78,25	-	49,46	95,17
2600	44,27	68,50	84,72	-	53,55	103,07
2800	-	73,71	91,20	-	-	110,97
3000	-	78,93	97,67	-	-	118,87

Таблица 1.5. Объём воды в радиаторах и площадь их наружной поверхности теплообмена, отнесённые к 1 м длины радиаторов «VONOVA Kompakt», «VONOVA Ventil» и «VONOVA - M Ventil»

Тип радиатора	Объём воды **V**, л/м, и площадь наружной поверхности **F '**, $м^2$/м, при высоте радиатора H							
	H = 300 мм		H = 400 мм		H = 500 мм		H = 600 мм	
	V	F '	V	F '	V	F '	V	F '
11 К	2,0	1,395	2,6	1,771	3,3	2,147	3,7	2,493
21 К-S	3,9	2,136	-	-	6,1	3,322	-	-
22 К	3,9	2,999	5,0	3,832	6,1	4,665	7,1	5,446
33 К	6,0	4,483	-	-	9,4	6,975	-	-

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Стальные панельные радиаторы фирмы «Vogel & Noot» предназначены для применения в однотрубных и двухтрубных системах водяного отопления зданий различного назначения.

Радиаторы применяются в системах отопления с насосным (элеваторным) побуждением. По своим гидравлическим характеристикам радиаторы «VONOVA Kompakt» типов 21К, 22К и 33К могут также использоваться в гравитационных системах отопления, а с учётом высокой теплоплотности этих типов радиаторов они могут быть рекомендованы и для низкопотенциальных систем отопления [3].

2.2. Для повышения эксплуатационной надёжности стальные радиаторы «VONOVA» необходимо использовать только в системах отопления с независимой схемой подсоединения, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами. Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям [6].

2.3. Согласно СНиП 41-01-2003 [7], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [8] и аналогичные нормативы, введённые в ряде других регионов России, более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

2.4. На рис. 2.1, 2.2 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и присоединения к ним радиаторов.

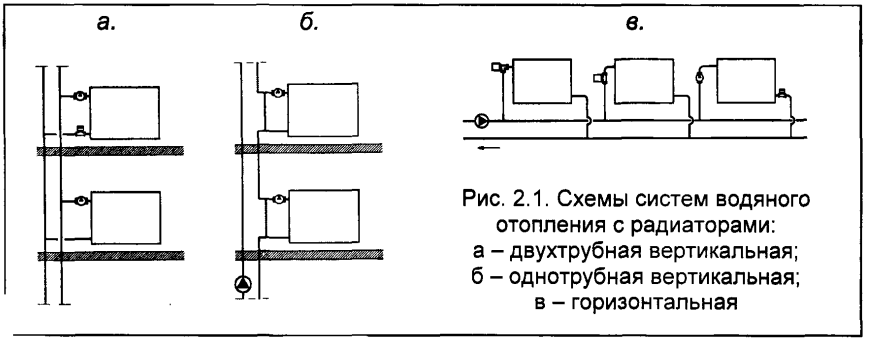


Рис. 2.1. Схемы систем водяного отопления с радиаторами:
а – двухтрубная вертикальная;
б – однотрубная вертикальная;
в – горизонтальная

Показанные на рис. 2.1 схемы обвязки отопительных приборов характерны для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [9], [10]. Согласно данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора 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 или устанавливать дополнительно циркуляционные тормоза. При этом остаточная теплоотдача при закрытии вентиля уменьшается до 4-8 %.

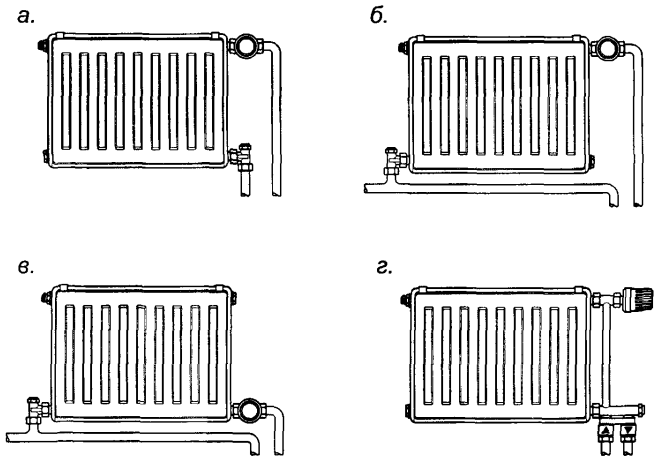


Рис. 2.2. Варианты присоединения радиаторов «VONOVA Kompakt» с термостатами фирмы «ГЕРЦ Арматурен» при напольной или плинтусной разводке теплопроводов

В современной практике обвязки отопительных приборов при их боковом и диагональном подсоединении наиболее часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках. Обычно для этой цели используются шаровые или запорно-сливные 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 *категорически не допускается*.

Для отключения радиатора без слива воды из него достаточно закрыть запорный кран только на нижней подводке.

2.5. Настенные радиаторы «VONOVA» всех типоразмеров предусмотрены 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 составлять не менее 75% длины светового проёма, поэтому для лучшего распределения теплоты в помещении выбор радиаторов желательно начинать с типоразмеров малой глубины (тип 11К). При длине приборов 1400 мм и более рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения теплопроводов.

2.6. На рис. 2.3 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры распределительного коллектора.

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания (на лестничных клетках, в специальных каналах). Теплоноситель от стояков подводится к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также металлополимерные теплопроводы, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб.

Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах, в оболочках из гофрированных полимерных труб и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии. При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов).

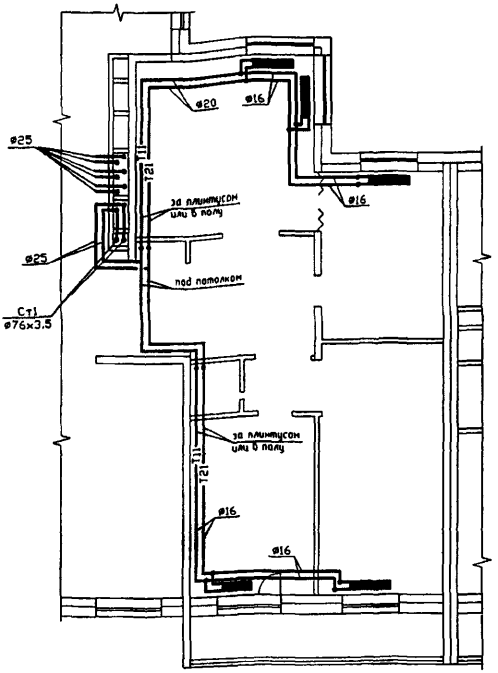


Рис. 2.3. Система отопления с плинтусной разводкой теплопроводов по квартире

2.7. Данные о регулирующей арматуре представлены в 3 разделе настоящих рекомендаций.

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

2.9. 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 по мере надобности. Для этих целей могут быть использованы, например, запорные вентили типа «Штрёмакс» и балансировочные вентили типа «Штрёмакс-М» фирмы «ГЕРЦ Арматурен» или их аналоги.

Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы [6], то для обеспечения нормальной работы термостатов и регулирующей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постояковыми.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

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

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

$$\Delta P = S\ M^2 \qquad (3.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R\ L + Z, \qquad (3.2)$$

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

S=A ζ′ - характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)^2;

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

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

λ - коэффициент трения;

$d_{вн}$ - внутренний диаметр теплопровода, м

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

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

Σζ - сумма коэффициентов местных сопротивлений;

М - массный расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па .

3.3. Гидравлические характеристики радиаторов «VONOVA Kompakt» определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [11]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{ну}$ и характеристик сопротивления $S_{ну}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

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

3.4. В табл. 3.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «VONOVA Kompakt» при нормативном расходе горячей воды через прибор $М_{пр}$= 0,1 кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также при расходе 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. Гидравлические характеристики при движении теплоносителя

по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически не зависят от высоты и длины радиатора.

Определение гидравлических характеристик радиаторов в пределах расходов воды через прибор от 0,01 до 0,15 кг/с (от 36 до 540 кг/ч) возможно по зависимостям в логарифмических координатах, построенным по реперным точкам (при $M_{пр}$=0,017 кг/с и 0,1 кг/с). С допустимой для практических расчётов погрешностью в большинстве случаев проектирования систем отопления возможна и линейная интерполяция в диапазоне, ограниченном реперными точками.

3.5. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов используют краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные и др. по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия).

3.6. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (далее термостаты) «ГЕРЦ-TS-90-V» фирмы «ГЕРЦ Арматурен» (рис. 3.1), а для широко используемых в России однотрубных систем отопления специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления, например, «ГЕРЦ-TS-E» (рис. 3.2).

Наклонные линии (1, 2, 3...) на диаграмме рис. 3.1 показывают диапазоны предварительной монтажной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°С). Отметим, что согласно данным ООО «Витатерм», с учётом реальных условий эксплуатации отечественных систем отопления монтажная настройка термостатов (независимо от фирмы-изготовителя) на позиции 1 и 2 не рекомендуется.

Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°С) 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°С), а иногда допускается настройка на 3К (3°С). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет меньше. С учётом этого замечания представленные на рис. 3.2 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 (при снятой термоголовке).

В однотрубных системах можно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобные подключение к прибору и монтаж замыкающего участка, например, трёхходовой вентиль «CALIS-TS» фирмы «ГЕРЦ» (см. рис. 3.5), а также трёхходовые термостаты фирмы «ГЕРЦ Арматурен», у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами, определяющие 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.

Подробные сведения об этих термостатах можно получить в ООО «ГЕРЦ Арматурен» и ООО «Витатерм» (номера телефонов указаны на стр. 2 настоящих рекомендаций).

3.7. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1. Гидравлические характеристики медных теплопроводов принимаются по диаграмме в приложении 2.

3.8. Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых и металлополимерных труб имеются в ООО «Витатерм» и в ООО «ГЕРЦ Арматурен». Данные по комбинированным трубам приведены также в ТР 125-02 [12].

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

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

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} , \qquad (3.3)$$

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

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

3.11. Значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ для радиаторов «VONOVA Kompakt» при различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зу}$) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке термостатов на подводках представлены в таблице 3.3.

Значения коэффициентов затекания при установке термостатов определены согласно EN 215 при настройке их на режим 2К (2°С). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания потребная площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте, исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для отечественной практики инженерных расчётов в случае применения обычных кранов и вентилей.

3.12. Производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом, необходимо увеличивать на 10-12%, а их напор на 50-60%.

Таблица 3.1. Усреднённые гидравлические характеристики стальных панельных радиаторов «VONOVA Kompakt» 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 $M_{пр}$	
	60 кг/ч	360 кг/ч	60 кг/ч	360 кг/ч
11	50,0	47,0	68,49	64,38
21	16,0	12,2	21,92	16,71
22	14,0	10,0	19,17	13,7
33	9,8	7,5	13,42	10,27

Таблица 3.2. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем водяного отопления со стальными панельными радиаторами «VONOVA Kompakt» и термостатами «ГЕРЦ-TS-E»

Тип радиатора	Значения $\alpha_{пр}$ при сочетаниях диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{зу} \times d_{п}$ (мм)	
	15 x 15 x 15	20 x 15 x 15
11 К	0,193	0,16
21 К-S	0,223	0,182
22 К	0,224	0,184
33 К	0,226	0,187

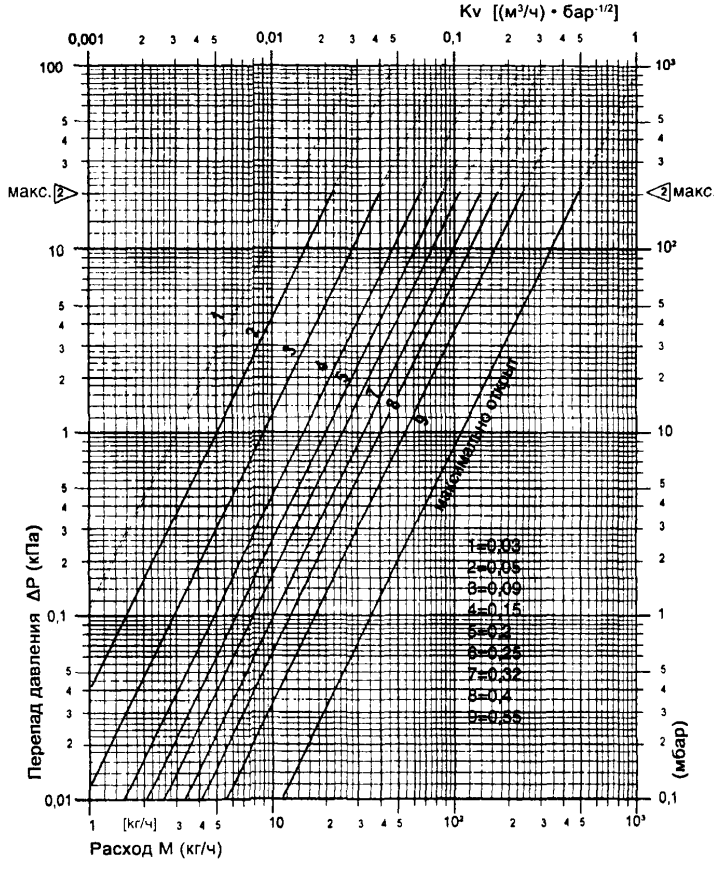


Рис. 3.1. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°С) и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)

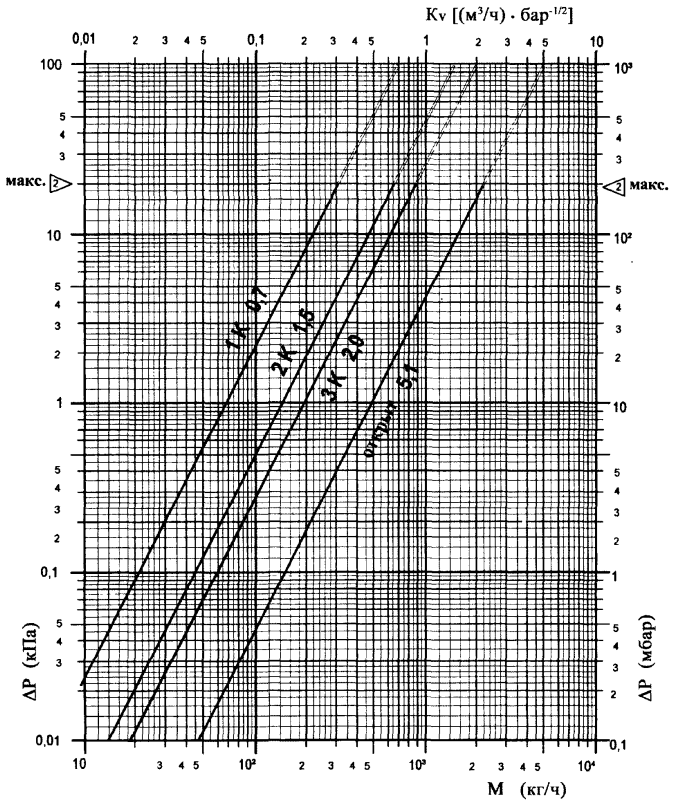
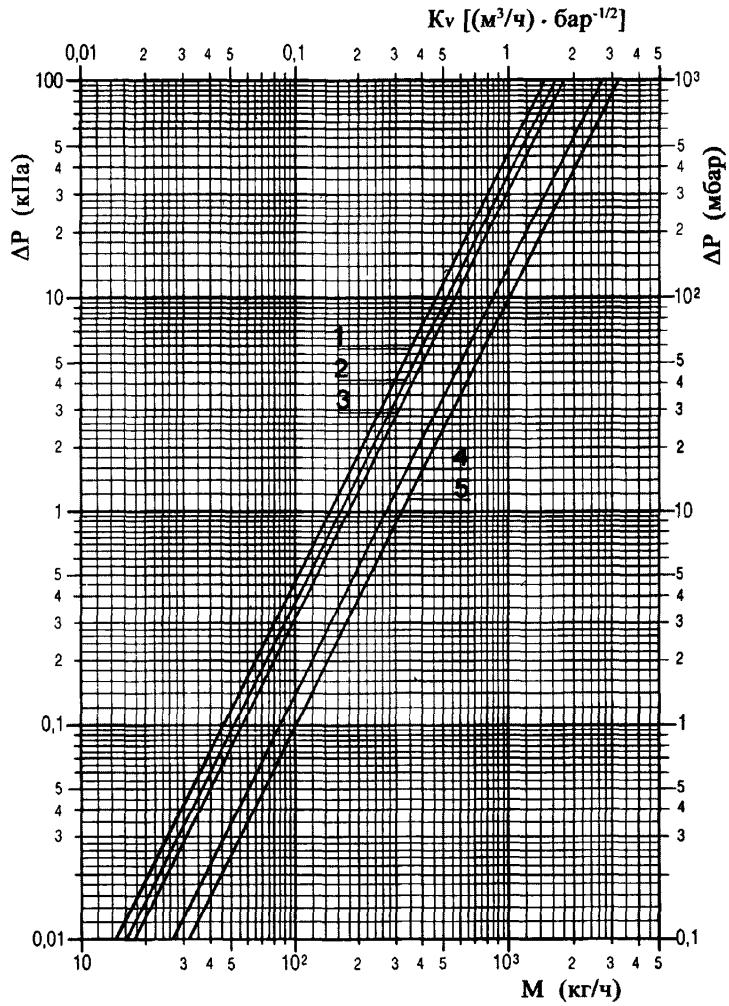


Рис. 3.2. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки



Номер линии	Клапан CALIS-TS		Коэффициент затекания $\alpha_{пр}$	Рабочее состояние
	№ заказа	d_y		
1	1 **7761** 01	15	0	Клапан к отопит. прибору закрыт
2	1 **7761** 02	20		
3	1 **7761** 01	15	0,5	Настройка на режим 2К
	1 **7761** 02	20		
	1 **7761** 01	15	0,6	Настройка на режим 3К
	1 **7761** 02	20		
4	1 **7761** 01	15	0,8	Клапан открыт
5	1 **7761** 02	20		

Рис. 3.3. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ» с клапаном CALIS-TS, соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана и значения расходных коэффициентов K_V

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

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

4.2. 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. 4.1, а второй - β_2 определяется долей увеличения теплопотерь через зарадиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 4.1.

Таблица 4.1. Значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	Средний номенклатурный шаг, кВт	β_1	β_2	
				При установке у наружной стены	При установке у наружного остекления
10, 11 К	300	0,084	1	1,03	1,08
	400	0,108	1,01		
	500	0,129	1,023		
	600	0,149	1,03		
21 К-S	300	0,122	1,02	1,02	1,06
	500	0,188	1,047		
22 К	300	0,159	1,033	1,015	1,04
	400	0,203	1,075		
	500	0,244	1,084		
	600	0,281	1,115		
33 К	300	0,219	1,08	1,01	1,02
	500	0,332	1,181		

При нахождении значений β_1 учитывали средний 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 напольной установке радиаторов «VONOVA Kompakt» у остекления для повышения уровня защиты от радиационных теплопотерь возможна установка у приборов защитных экранов без внутренней теплоизоляции. В этом случае вводится поправочный коэффициент β_2', определяемый по формуле

$$\beta_2' = 1 + \frac{\beta_2 - 1}{3}. \qquad (4.1)$$

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

Увеличение теплопотерь через зарадиаторные 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.

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

$$Q = Q_{ну} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{пр}/0{,}1)^m \cdot b \cdot p = Q_{ну} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p =$$

$$= K_{ну} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p \ , \qquad (4.2)$$

где $Q_{ну}$ - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1 с учётом замечаний в п. п. 1.15 -1.17), Вт;

Θ - фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

$$\Theta = \frac{t_н + t_к}{2} - t_п = t_н - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_п \ , \qquad (4.3)$$

здесь

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

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

$\Delta t_{пр}$ - 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 нормированных температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 4.2);

n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по таб. 4.2);

$M_{пр}$ - 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. 4.3);

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. 4.4); 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 таб. 4.5, 4.6);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{пр}/0{,}1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 4.7);

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

$$K_{ну} = \frac{Q_{ну}}{F \cdot 70}\ ,\ \text{Вт/(м}^2 \cdot {}^\circ\text{C)}\ , \qquad (4.4)$$

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 (принимается по табл. 1.5 с учётом длины прибора в метрах).

4.4. Коэффициент теплопередачи радиатора K, Вт/(м^2 · °С), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{ну} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{пр}/0{,}1)^m \cdot b \cdot p = K_{ну} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p\,. \qquad (4.5)$$

4.5. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «VONOVA Kompakt» 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. 4.2 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 подводящим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. Такое распределение потоков теплоносителя приводит к большей эффективности теплообмена в радиаторах с меньшей длиной. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводящими теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент ***p***, приведённый в табл. 4.4.

4.6. Тепловые показатели радиаторов «VONOVA Ventil» и «VONOVA-M Ventil», как указывалось, можно определять по зависимостям для радиаторов «VONOVA Kompakt» при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз».

4.7. 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.

4.8. При использовании антифриза «DIXIS-30» необходимая площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в среднем в 1,1 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде.

Таблица 4.2. Усреднённые значения показателей степени *n* и *m* и коэффициента *c* при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах «VONOVA»

Схема движения теплоносителя	Высота радиатора **H**, мм	Расход теплоносителя $M_{пр}$		*n*	*c*	*m*	*p*
		кг/с	кг/ч				
Сверху – вниз	300, 400	0,015 – 0,15	54 – 540	0,25	1	0	1
	500, 600			0,3	1	0	1
Снизу – вверх	300, 400	0,015 – 0,15	54 – 540	0,3	0,8	0,1	Табл. 4.4
	500, 600			0,33	0,8	0,1	
Снизу – вниз	300, 400	0,015 – 0,1	54 - 360	0,25	0,96	0	1
	500, 600			0,3	0,96	0	1

Примечание: приведённые в таблице данные получены при испытаниях радиаторов типов 11К, 21К-S, 22К и 33К высотой от 300 до 600 мм и длиной от 400 до 1400 мм и усреднены в пределах погрешности ± 1%.

Таблица 4.3. Значения поправочного коэффициента *b*

Типы радиаторов	**S**	*b* при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)							
		933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
11К	0,35	0,968	0,974	0,979	0,984	0,99	0,995	1	1,01
21К-S, 22К	0,25	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33К	0,15	0,958	0,966	0,972	0,979	0,986	0,993	1	1,013

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

Таблица 4.4. Значения поправочного коэффициента *p* (при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»)

Длина радиатора	Значения *p* для радиаторов типа	
	10, 11К	21К-S, 22К, 33К
400	1,13	1,057
520	1,095	1,041
600	1,081	1,036
720	1,065	1,03
800	1,057	1,027
920	1,049	1,023
1000	1,045	1,021
1120	1,039	1,019
1200	1,036	1,017
1320	1,033	1,016

Длина радиатора	Значения *p* для радиаторов типа	
	10, 11К	21К-S, 22К, 33К
1400	1,031	1,015
1600	1,027	1,013
1800	1,024	1,011
2000	1,021	1,01
2200	1,019	1,009
2400	1,017	1,008
2600	1,016	1,008
2800	1,015	1,007
3000	1,014	1,007

Таблица 4.5. Значения поправочного коэффициента φ_1 при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз»

Θ, °С	φ_1 для радиаторов высотой Н, мм	
	300 и 400	500 и 600
44	0,56	0,547
46	0,592	0,579
48	0,624	0,612
50	0,657	0,646
52	0,69	0,679
54	0,723	0,714
56	0,757	0,748
58	0,791	0,783
60	0,825	0,818
62	0,859	0,854
64	0,894	0,89
66	0,929	0,926
68	0,964	0,963
70	1	1
72	1,036	1,037

Θ, °С	φ_1 для радиаторов высотой Н, мм	
	300 и 400	500 и 600
74	1,072	1,075
76	1,108	1,113
78	1,145	1,151
80	1,182	1,19
82	1,219	1,228
84	1,256	1,267
86	1,293	1,307
88	1,331	1,346
90	1,369	1,386
92	1,407	1,427
94	1,446	1,467
96	1,484	1,508
98	1,523	1,549
100	1,562	1,59
102	1,601	1,631

Таблица 4.6. Значения поправочного коэффициента φ_1 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

Θ, °С	φ_1 для радиаторов высотой Н, мм	
	300 и 400	500 и 600
44	0,547	0,539
46	0,579	0,572
48	0,612	0,605
50	0,646	0,639
52	0,679	0,673
54	0,714	0,708
56	0,748	0,743
58	0,783	0,779
60	0,818	0,815
62	0,854	0,851
64	0,89	0,888
66	0,926	0,925
68	0,963	0,962
70	1	1
72	1,037	1,038

Θ, °С	φ_1 для радиаторов высотой Н, мм	
	300 и 400	500 и 600
74	1,075	1,077
76	1,113	1,116
78	1,151	1,155
80	1,19	1,194
82	1,228	1,234
84	1,267	1,274
86	1,307	1,315
88	1,346	1,356
90	1,386	1,397
92	1,427	1,438
94	1,467	1,48
96	1,508	1,522
98	1,549	1,564
100	1,59	1,607
102	1,631	1,65

Таблица 4.7. Значения поправочного коэффициента φ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{пр}$		φ_2
кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,662
0,02	72	0,681
0,03	108	0,709
0,04	144	0,73
0,05	180	0,746
0,06	216	0,76

$M_{пр}$		φ_2
кг/с	кг/ч	
0,07	252	0,772
0,08	288	0,782
0,09	324	0,792
0,1	360	0,8
0,125	450	0,818
0,15	540	0,833

Примечание. Значение φ_2 при движении теплоносителя «сверху-вниз» равно **1**, «снизу-вниз» - **0,96**

5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальным панельным радиатором «VONOVA Kompakt». Радиатор установлен на наружной стене под оконным проёмом без ниши (длиной 1200 мм) на 17 этаже 17-этажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и оснащён термостатом «ГЕРЦ-TS-E» на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «сверху-вниз».

Теплопотери помещения составляют 1400 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк $t_н$ условно принимается равной 95°С (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст}$=25°С, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_в$=20°С, атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е. b=1. Расход воды в стояке $M_{ст}$ =0,154 кг/с (554 кг/ч).

Условный диаметр стояка d_y=20 мм и диаметры труб подводок и замыкающего участка d_y=15 мм определены в результате предварительного гидравлического расчёта. Общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,8 м:

$L_{тр.в}$ =2,3 м (d_y=20 мм), $L_{тр.в}$ =0,4 м (d_y=15 мм), $L_{тр.г}$ =0,5 м (d_y=20 мм), $L_{тр.г}$ =0,6 м (d_y=15 мм).

Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} \quad , \qquad (5.1)$$

где $Q_{пот}$ - теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;

$Q_{тр.п}$ - полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.

Полезный тепловой поток от теплопроводов принимается обычно равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у внутренних перегородок.

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

где $$Q_{тр} = q_{тр.в} \cdot L_{тр.в} + q_{тр.г} \cdot L_{тр.г} \quad , \qquad (5.2)$$

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

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр.п}$ при движении теплоносителя «сверху-вниз» определён при температурном напоре $\Theta_{ср.тр} = t_н - t_в = 95 - 20 = 75$°С (без учёта охлаждения воды в радиаторе), где $t_н$ - температура теплоносителя на входе в этажестояк, °С.

$$Q_{тр.п} = 0{,}9\ [78{,}5 \cdot 2{,}3 + 62{,}8 \cdot 0{,}4 + 1{,}28(78{,}5 \cdot 0{,}5 + 62{,}8 \cdot 0{,}6)] = 274 \text{ Вт.}$$

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} = 1400 - 274 = 1126 \text{ Вт.}$$

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.2) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается модель радиатора «VONOVA Kompakt» 11К-500-1000 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{пр}$=0,16 (по данным табл. 3.2).

Расход воды через прибор равен $M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст}$ = 0,16 · 0,154 = 0,0246 кг/с.

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

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{C \cdot M_{пр}} = \frac{1126}{4186{,}8 \cdot 0{,}0246} = 10{,}9°C \ , \qquad (5.3)$$

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

Температурный напор Θ с допустимым приближением (без учёта охлаждения воды в стояке однотрубной системы отопления) определяется по формуле (4.2).

$$\Theta = t_{н} - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_{в} = 95 - 5{,}45 - 20 = 69{,}55°C.$$

Определяем предварительно требуемый тепловой поток радиатора при нормальных условиях $Q_{н}^{пр}$ по формуле

$$Q_{н}^{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{1126}{0{,}992 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 1135Вт \ , \qquad (5.4)$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 4.5 и 4.7.

p – безразмерный коэффициент, принимаемый по табл. 4.4 (исходя из предварительно выбранного типоразмера радиатора). В нашем случае при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» p=1.

Исходя из полученного значения $Q_{н}^{пр}$ и желаемой длины прибора (900 – 1200 мм) согласно табл. 1.2 принимаем вместо предварительно выбранного типоразмера 11К-500-1000 типоразмер 11К-500-920 с $Q_{ну}$=1190 Вт.

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

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{н} - Q_{н}^{пр}) : Q_{н}^{пр}] \cdot 100\% = [(1190–1135):1135] \cdot 100 = +4{,}8\%. \qquad (5.5)$$

Посколку невязка не превышает 10%, корректировку температуры теплоносителя на входе в следующий этажестояк можно не производить.

Таким образом окончательно принимаем к установке панельный радиатор **«VONOVA Kompakt» 11К-500-920**.

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ «VONOVA KOMPAKT» И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «VONOVA Kompakt» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [13], настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [14].

6.2. Панельные радиаторы «VONOVA Kompakt» поставляются фирмой-изготовителем и её региональными дилерами согласно номенклатуре, представленной в фирменных проспектах. На отечественном рынке чаще всего представлены типы радиаторов, указанные в в табл. 1.1 и 1.2 настоящих рекомендаций. Как указывалось, радиаторы поставляются окрашенными, обёрнутыми полиэтиленовой перфорированной плёнкой и снабжёнными вкладышами для защиты кромок радиаторов. Сверху и снизу радиаторы защищены картонными коробками.

Радиаторы следует хранить в сухих помещениях.

6.3. Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями скоб, приваренных с тыльной стороны радиатора, и консолей (кронштейнов). На рис. 6.1 показано размещение скоб, а на рис. 6.2 установка радиатора на стене при применении фирменных кронштейнов-консолей «Vonomat».

Тип радиатора	Размер X, мм
10	100
11 К	93
21 К-S	100
22 К	100
33 К	100

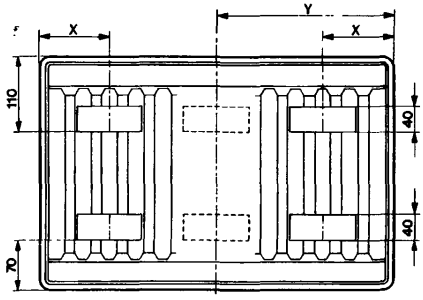


Рис. 6.1. Схема расположения скоб для крепления радиаторов всех типов на стене

Тип радиатора	Размер Z, мм
10	38
11 К	50
21 К-S	74
22 К	86
33 К	86

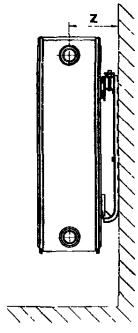


Рис. 6.2. Установка радиатора «VONOVA Kompakt» на стене на кронштейнах-консолях «Vonomat»

При длине радиатора L=1800 мм и более предусмотрена установка дополнительного кронштейна. Расстояние от края радиатора до середины скоб под этот кронштейн Y=L/2 (см. рис. 6.1).

Расстояния от стены до осей присоединительных патрубков Z, указанные на рис. 6.2, одинаковы для радиаторов высотой от 300 до 900 мм.

6.4. Монтаж настенных радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

6.5. Монтаж настенных радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов-консолей (в соответствии с рис 6.1);
- закрепить кронштейны в стене дюбелями (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);
- удалить упаковку только в местах присоединения радиатора к подводящим теплопроводам;
- установить радиатор на кронштейнах;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными по крайней мере на одной из подводок краном, вентилем или термостатом;
- установить воздухоотводчик в верхнюю пробку.

6.6. При монтаже настенных 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 консолях или кронштейнах, изготовленных другими фирмами, вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые зализы (следы) над прибором;
- слишком высокой установки, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150% глубины прибора в установке, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;
- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 90% глубины радиатора в установке при высотах радиатора 500 и 600 мм и 75% - при высотах 300 и 400 мм), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (рис. 6.3);
- негоризонтального положения коллекторов радиатора, т.к. это ухудшает его тепловые показатели, гигиеничность и внешний вид;
- установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

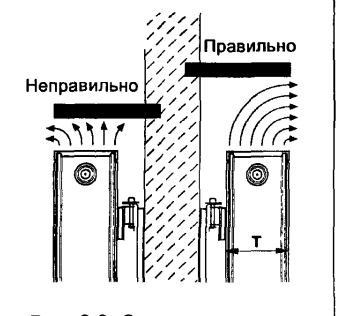


Рис. 6.3. Схемы установки панельного радиатора под подоконником

6.7. Монтаж напольных радиаторов производится на наружных или внутренних вертикальных консолях (стойках). Возможно оснащение напольных радиаторов теплозащитными экранами, обращёнными в сторону наружных ограждений (остекления).

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

Особо отметим, что производить транспортировку, хранение и монтаж стальных панельных радиаторов с готовым лаковым покрытием необходимо надлежащим образом, исключающим механические повреждения, нарушения лакокрасочного покрытия, попадание влаги (например, дождя, конденсата) и воздействие агрессивных сред (например, свежего цементного раствора или застывающего бетона).

6.9. Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к заполненному водой радиатору. Отключение радиатора, например, *шаровыми кранами на подводках допускается при наличии воздухоотводчика,* который в этом случае должен быть открыт. Во избежание опорожнения радиатора во время наладочных работ на стояке, к которому подключён прибор, рекомендуется перекрыть запорный кран, установленный на нижней подводке.

6.10. Категорически запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками (например, «серебрянкой») и воздуховыпускного отверстия воздухоотводчика.

6.11. В процессе эксплуатации следует производить очистку наружных поверхностей радиатора в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы и средства, являющиеся агрессивными веществами (сильной щёлочью или кислотой). Исключается использование пористых увлажнителей.

6.12. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны удовлетворять требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [6].

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм^3 [6], [15], а значение pH должно быть в пределах 8 -9,5 (оптимально 8,3 - 9). Содержание в воде соединений железа (до 0,5 мг/дм^3) и других примесей - согласно [6].

6.13. При эксплуатации стальных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде кислорода и загрязнений (шлама). Поэтому радиаторы «VONOVA» рекомендуется применять в системах отопления 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 использовании термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – ещё и фильтров, в том числе постояковых. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 5 мг/дм^3.

6.14. Перед установкой стальных панельных радиаторов в кухнях, ванных комнатах и туалетах необходимо тщательно проверять качество их лакокрасочного покрытия. Радиаторы с нарушением этого покрытия должны быть заменены качественными, причём те из них, на которые могут попадать брызги, должны быть защищены специальными экранами, облицовкой и т. п.

6.15. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 0,8 МПа. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего [6].

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 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 применении панельных радиаторов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 0,8 МПа, допустимое избыточное давление при опрессовке системы не должно превышать 1,0-1,2 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

6.16. При оснащении панельных радиаторов обязательными для них воздухоотводчиками предпочтение следует отдавать автоматическим, если гарантировано соответствие параметров теплоносителя нормативным требованиям, в частности, по предельному содержанию грязи и шлама [6]. При несоблюдении этого требования необходимо применять более простые и надёжные в эксплуатации ручные воздухоотводчики.

6.17. Во избежание образования воздушных пробок заполнение водой системы отопления с радиаторами, оборудованными термостатами на подводящих теплопроводах, следует производить снизу через обратную магистраль при открытых термостатах.

6.18. Термостат не является запорной арматурой. Если необходимо демонтировать радиатор, на подводке к которому установлен проходной или угловой термостат, следует снять термостатическую головку и полностью закрыть термостат с помощью металлического или упрочнённого пластмассового колпачка, а затем заглушить его со стороны снятой подводки, а также вторую подводку.

6.19. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более, чем на 15 дней в году.

6.20. Во избежание замерзания воды в радиаторах, приводящего к их разрыву, не допускается обдув радиатора струями воздуха с отрицательной температурой (например, при постоянно открытой боковой створке окна).

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

6.21. Радиаторы «VONOVA Kompakt» 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 фитинга.

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 поставляемый ООО «Гелис Инт» (тел. (095) 748-87-13) низкозамерзающий теплоноситель «DIXIS-30» (на основе этиленгликоля) с наиболее оптимальным для отечественных условий эксплуатации соотношением гликоля и воды. Использование антифриза «DIXIS-65» при разбавлении его водой в «домашних» условиях может ухудшить качество смеси. Обращаем внимание на целесообразность применения антифриза «DIXIS TOP» (на основе пропиленгликоля), обеспечивающего безопасность работ при заполнении им системы отопления и при эксплуатации этой системы.

6.22. При выполнении систем отопления из медных труб необходимо применять переходники из бронзы или качественной латуни. В этом случае во избежание разрушения этих переходников использование льна для герметизации соединений запрещено. Можно применять вышеупомянутые герметики (гермесил, Loctite 542, Loctite 55 и т.п.).

7. 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. В.И.Сасин. К вопросу о снижении расчётных параметров теплоносителя в системах отопления. «АКВА-ТЕРМ», 2002, № 1, с. 24-26.

4. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИсантехники, 1984.

5. В.И.Сасин. Некоторые проблемы применения отопительных приборов в России. «АКВА-ТЕРМ», 2001, № 3, с. 36-38.

6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

7. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.

8. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. М., 1999.

9. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.

10. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.

11. Кушнир В.Д., Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным //Сб.тр. НИИсантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35 – 46.

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, M/w		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффиц. гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода d_y	Наружный d	Внутренний $d_{вн}$	$\frac{кг/ч}{м/с}$	$\frac{кг/с}{м/с}$	$A\cdot10^4$, $\frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$A\cdot10^{-4}$, $\frac{Па}{(кг/с)^2}$		$S\cdot10^4$, $\frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$S\cdot10^{-4}$, $\frac{Па}{(кг/с)^2}$
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,6	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания:

1) 1 Па = 0,102 кгс/м^2 ; 1 Па/(кг/с)^2 = 0,788·10^{-8} (кгс/м^2)/(кг/ч)^2 ; 1 кгс/м^2 = 9,80665 Па; 1 (кгс/м^2)/(кг/ч)^2= 1,271·10^8 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°С можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам

$$S = S_т \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.1)$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.2)$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.3)$$

где $S_т$, 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 М со средней температурой от 80 до 90°С .

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°С значения φ_4 определяются по приближённой формуле

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

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

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

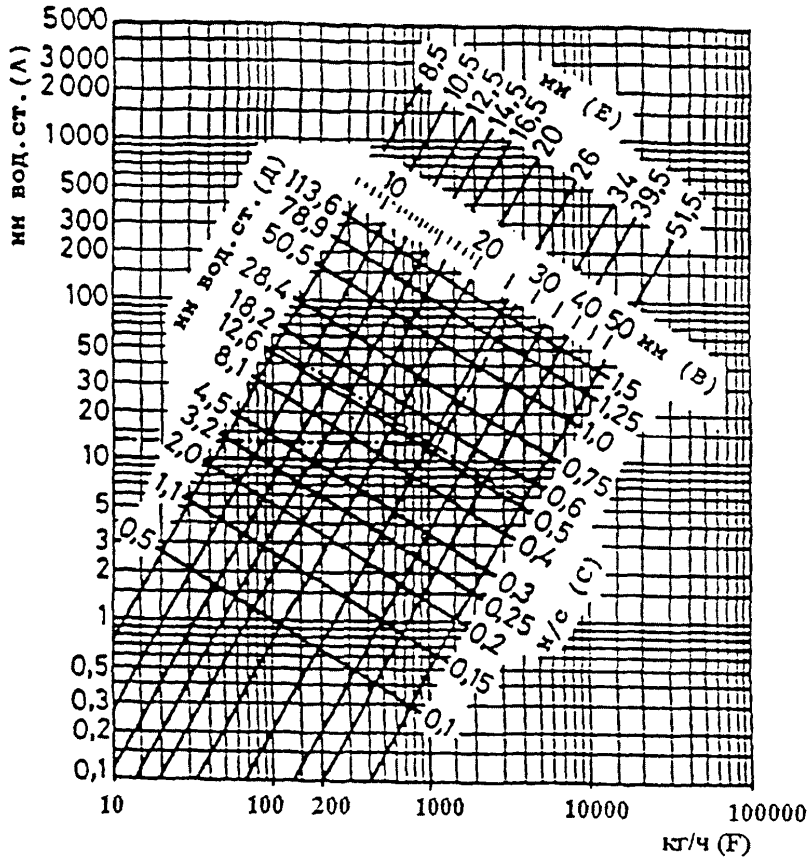
Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y, мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,0625	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°С



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

B – внутренние диаметры медных труб, мм;

C – скорость воды в трубах, м/с;

Д – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления ζ=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°С на значения потери давления, найденные по настоящей номограмме, вводить поправочный множитель 0,88; при средней температуре 10°С – поправочный множитель 1,25.

Приложение 3

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

d_y, мм	Θ, °С	Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при Θ, °С, 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 к приложению 3

1. Тепловой поток открыто проложенных горизонтальных труб, расположенных в нижней части помещения, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных.

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

3. 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).

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

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

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

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

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

Тираж 1000 экз. Заказ № 2542.

Отпечатано в ФГУП ЦПП

gost.e-ecolog.ru