

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»



Утверждаю

Генеральный директор
НТФ ООО «Витатерм»

_____ **В. И. Сасин**

15 февраля 2013 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных панельных
компактных и вентильных радиаторов
«Kermi Therm X2»

Москва – 2013

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию рекомендации по применению оригинальных стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» известной немецкой компании «Kermi GmbH».

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., Кушнир В.Д. (ООО «Витатерм») и Байбара И. В., 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, генеральному директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. 8-495-482-38-79 и тел. 8-495-918-58-95; e-mail: vita-therm@yandex.ru.

**Основные характеристики стальных панельных радиаторов
«Kermi Therm X2»**

Наименование показателей	Ед. измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более	МПа кгс/см ²	0,87 8,7
Заводское испытательное избыточное давление для радиаторов, поставляемых в Россию, не менее	МПа кгс/см ²	1,3 13
Максимальная температура теплоносителя	°C	110
Содержание кислорода в воде, не более	мкг/дм ³	20
Значения pH воды: оптимальные допустимые	-	8,3÷9,0 8,0÷9,5
Монтажная высота приборов, представленных в «Рекомендациях»	мм	246, 346 446, 546
Длина прибора	мм	400÷3000
Стандартный цвет покрытия – по грунту порошковая эмаль RAL 9016 (белый) Антибактериальное покрытие – RAL 9016 Hygienic (белый)		

Содержание

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	35
3. Тепловой расчёт	46
4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	51
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» и основные требования к их эксплуатации	53
6. Список использованной литературы	58
 <i>Приложение 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб</i>	59
<i>Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах</i>	61
<i>Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской</i>	62

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» и условия их применения

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» разработаны Научно-технической фирмой ООО «Витатерм» на основе проведённых в отделе сантехоборудования, отопительных приборов и систем ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм» всесторонних испытаний образцов указанных радиаторов.

Образцы радиаторов «Kermi Therm X2» были представлены ООО «АФГ РУС». Адрес и контактные телефоны: 127282, Москва, Чермянский проезд, д. 7/1, оф. 2603; тел. +7(495) 646-27-19.

Реквизиты производителя радиаторов: Kermi GmbH, Pankofen-Bahnhof 1, 94447 Plattling, BRD; www.kermi.de. Tel.: +49 9931 501-0, tel/fax +49 9931 3075.

1.2. Рекомендации разработаны по традиционной для российской практики схеме [1], разработанной с участием ведущих специалистов проектных организаций г. Москвы (ЦНИИЭПжилища, Моспроект, МНИИТЭП и др.) и МИСИ (МГСУ). При разработке рекомендаций использованы каталоги и проспекты компании «Kermi».

1.3. Стальные панельные радиаторы «Kermi Therm X2» (рис. 1.1 и 1.2) предназначены для применения в насосных системах центрального и автономного водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе с низкотемпературным теплоносителем [2], а также в системах отопления коттеджей.

Для повышения эксплуатационной надёжности стальные панельные радиаторы «Kermi Therm X2» рекомендуется использовать в системах отопления 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].

Параметры теплоносителя, заявленные изготовителем этих радиаторов, отвечают требованиям ГОСТ 31311 [4] и стандарта АВОК [5]:

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

Давление разрушения радиаторов - не менее 2,2 МПа (22 кг/см²).

1.4. Радиаторы «Kermi Therm X2» разработаны на базе широко применявшихся в России стальных панельных компактных и вентильных радиаторов ком-



Рис. 1.1. Панельный радиатор «Kermi Therm X2» профильного типа



Рис. 1.2. Панельный радиатор «Kermi Therm X2» с гладкой фронтальной панелью

пании «Kermi» [6] и представляют собой панельные отопительные приборы регистрационного типа с горизонтальными коллекторами вверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами с шагом по длине 33 1/3 мм. По контуру панели свариваются сплошным швом, между каналами – незаметной с фронта точечной сваркой. Панели радиаторов изготавливаются из высококачественной холоднокатаной стали толщиной 1,2 мм. Оребрение из стального листа толщиной 0,4 мм приваривается точечной сваркой к внутренней стороне стенок вертикальных каналов. Углы панелей и воздуховыпускной решётки выполнены в травмобезопасном исполнении.

1.5. Гамма стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» отвечает требованиям современного дизайна, нормам DIN EN 442 со знаком СЕ и включает приборы следующих модификаций:

- **Profil-K** – приборы традиционного исполнения с боковыми присоединительными патрубками, изготавливаемые на базе профильных панелей типа «Profil» с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой, модификация этих радиаторов с гладкой фронтальной панелью называется **Plan-K**;

- **Profil-V** – приборы на базе профильных панелей, оснащённые встроенным автоматическим терморегулирующим клапаном (термостатом), с нижними присоединительными патрубками, расположенными сбоку прибора, боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой, модификация этих радиаторов с гладкой фронтальной панелью называется **Plan-V**;

- **Profil-VM** – приборы на базе профильных панелей, оснащённые встроенным автоматическим терморегулирующим клапаном, с нижними присоединительными патрубками, расположенными по центру прибора, с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой, модификация этих радиаторов с гладкой фронтальной панелью называется **Plan-VM**;

- **Plan-K Hygiene** и **Plan-V Hygiene** – гигиенические радиаторы с гладкой фронтальной панелью, со встроенным автоматическим терморегулирующим клапаном или без него, без внутреннего конвективного оребрения, без боковых стенок и воздуховыпускной решётки.

Радиаторы «Kermi Therm X2» характеризуются широкой номенклатурой по высоте и длине:

- высота: 300 (305), 400 (305), 500 (505), 600 (605) и 900 (905) мм;
- длина: от 400 до 1400 (1405) мм с шагом 100 мм, от 1400 до 2000 (2005) мм – с шагом 200 мм, а также 2300 (2305), 2600 (2605) и 3000 (3005) мм.

Различная теплоплотность (Вт/м) радиаторов обеспечивается 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), приваренного к внутренним сторонам вертикальных каналов панели точечной сваркой.

Отличающиеся по глубине и исполнению радиаторы обозначаются согласно принятой в Европе практике (рис. 1.3÷1.6):

тип 10 – однорядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – отсутствие оребрения) общей глубиной 61 мм (FK010, FTV10, FTM10) и 63 мм (PK010, PTV10 и PTM10);

тип 11 – однорядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения) общей глубиной 61 мм (FK011, FTV11, FTM11) и 63 мм (PK011, PTV11 и PTM11);

тип 12 – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, приваренного к внутренней стороне тыльной панели и «зажатого» практически

вплотную примыкающей к нему тыльной стороной фронтальной неоребрённой панели (1 – один ряд оребрения у тыльной панели, 2 – две панели) общей глубиной 64 мм (FK012, FTV12, FTM12) и 66 мм (PK012, PTV12 и PTM12);

тип 20 – двухрядный по глубине без конвективного оребрения (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения) общей глубиной 102 мм (PH020, PTV20);

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) глубиной 100 мм (FK022, FTV22, FTM22) и 102 мм (PK022, PTV22 и PTM22);

тип 30 – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения (3 – две панели, 0 – отсутствие оребрения) общей глубиной 157 мм (PH030, PTV30);

тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения) глубиной 155 мм (FK033, FTV33, FTM33) и 157 мм (PK033, PTV33 и PTM33).

Основная номенклатура панельных радиаторов «Kermi Therm X2» с указанием заводских артикулов представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Номенклатура радиаторов «Kermi Therm X2»

Модель радиатора		Артикул	Тип	Рис.
Therm X2 Profil-K	Профильный, компактный с четырьмя боковыми присоединительными патрубками, без встроенного термостата	FK0	10, 11, 12, 22, 33	1.3
Therm X2 Plan-K	Гладкий, компактный с четырьмя боковыми присоединительными патрубками, без встроенного термостата	PK0	10, 11, 12, 22, 33	1.3
Therm X2 Profil-V	Профильный, со встроенным терморегулирующим клапаном и нижними присоединительными патрубками, расположенными сбоку	FTV	10, 11, 12, 22, 33	1.4
Therm X2 Plan-V	Гладкий, со встроенным терморегулирующим клапаном и нижними присоединительными патрубками, расположенными сбоку	PTV	10, 11, 12, 22, 33	1.4
Therm X2 Profil-VM	Профильный, со встроенным терморегулирующим клапаном и нижними присоединительными патрубками, расположенными в центре	FTM	10, 11, 12, 22, 33	1.5
Therm X2 Plan-VM	Гладкий, со встроенным терморегулирующим клапаном и нижними присоединительными патрубками, расположенными в центре	PTM	10, 11, 12, 22, 33	1.5
Therm X2 Plan-K Hygiene	Гладкий, гигиенический, компактный с четырьмя боковыми присоединительными патрубками, без встроенного терморегулирующего клапана	PK0	10	1.6
		PH0	20, 30	
Therm X2 Plan-V Hygiene	Гладкий, гигиенический, со встроенным терморегулирующим клапаном и нижними присоединительными патрубками, расположенными сбоку	PTV	10, 20, 30	1.6

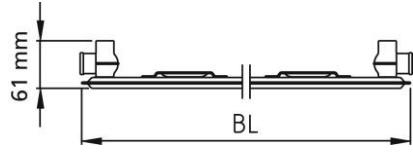
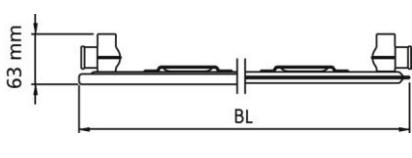
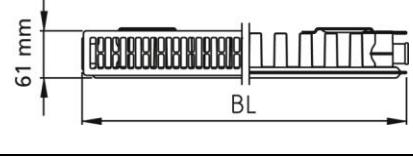
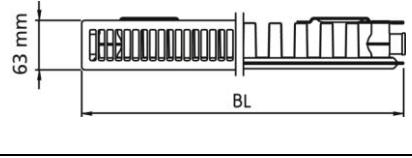
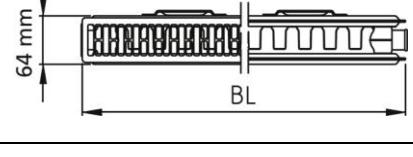
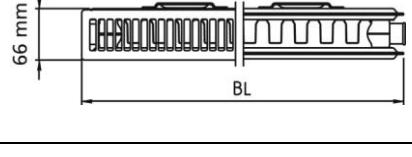
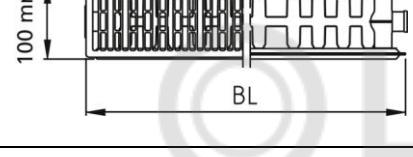
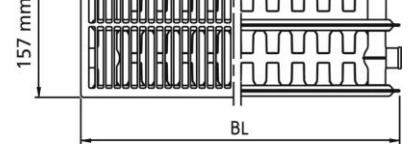
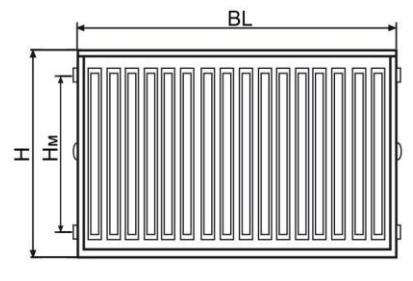
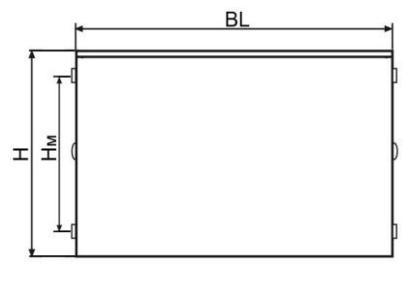
Profil-K, артикул FK0	Plan-K, артикул PK0	Тип
		10
		11
		12
		22
		33
		

Рис. 1.3. Модели радиаторов «Kermi Therm X2» с боковыми присоединительными патрубками без встроенного терморегулирующего клапана: профильных Profil-K (арт. FK0) и гладких Plan-K (арт. PK0)

Profil-V, артикул FTV	Plan-V, артикул PTV	Тип		
		10		
		11		
		12		
		22		
		33		
Тип 10 	Тип 11 	Тип 12 	Тип 22 	Тип 33

Рис. 1.4. Модели радиаторов «Kermi Therm X2» со встроенным терморегулирующим клапаном и нижними присоединительными патрубками, расположенными сбоку прибора: профильных Profil-V (арт. FTV) и гладких Plan-V (арт. PTV)

Profil-VM, артикул FTM	Plan-VM, артикул PTM	Тип
		10
		11
		12
		22
		33
Тип 10 	Тип 11 	Тип 12-33

Рис. 1.5. Модели радиаторов «Kermi Therm X2» со встроенным терморегулирующим клапаном и нижним расположением центральных присоединительных патрубков: профильных Profil-VM (арт. FTM) и гладких Plan-VM (арт. PTM)

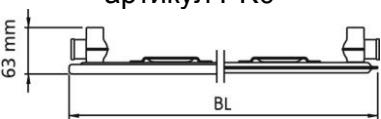
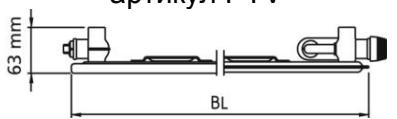
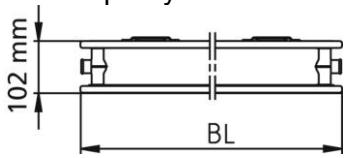
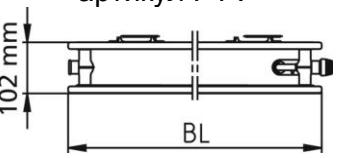
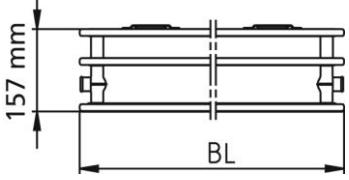
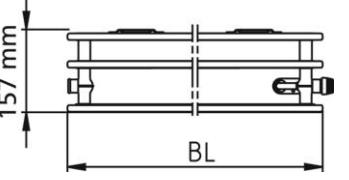
Plan-K Hygiene	Plan-V Hygiene	Тип
артикул PK0 	артикул PTV 	10
артикул PH0 	артикул PTV 	20
артикул PH0 	артикул PTV 	30

Рис. 1.6. Модели гладких гигиенических радиаторов «Kermi Therm X2» с боковыми присоединительными патрубками без встроенного терморегулирующего клапана Plan-K Hygiene (арт. PK0, PH0) и с нижними присоединительными патрубками, расположенными сбоку прибора и со встроенным терморегулирующим клапаном Plan-V Hygiene (арт. PTV)

Монтажная высота H_m (расстояние между осями присоединительных отверстий) радиаторов Profil-K, Plan-K и Plan-K Hygiene с боковыми присоединительными патрубками меньше общей высоты радиатора H на 54 (59) мм и составляет у представленных моделей 346, 446, 546 и 646 мм.

Компания «Kermi» предлагает также радиаторы с монтажной высотой 500 и 900 мм (с высотой 554 и 954 мм), которые могут быть использованы в период ремонта зданий с заменой старых чугунных радиаторов с упомянутыми монтажными высотами без демонтажа подводок.

Гигиенические радиаторы типа 10, 20 и 30 без конвективного оребрения, боковых стенок и воздуховыпускной решётки, с гладкой фронтальной панелью (рис. 1.7) предлагаются для использования в помещениях с повышенными требованиями к гигиене, в частности, в медицинских и детских учреждениях. При необходимости, например, для применения в медицинских учреждениях радиаторы могут иметь антибактериальное покрытие RAL 9016 Hygienic белого цвета.

1.6. Стальные панельные радиаторы «Kermi Therm X2», рассматриваемые в настоящих рекомендациях, отличаются оригинальностью конструктивного исполнения их многорядных по глубине модификаций (типов 12÷33). В этих модификациях обеспечивается последовательная обвязка панелей по ходу теплоносителя.



Рис. 1.7. Внешний вид гигиенического радиатора «Kermi Therm X2» Plan-V Hygiene тип 20

Подвод горячей воды в базовых моделях с боковым расположением присоединительных патрубков осуществляется только к верхнему патрубку. Затем через фитинг теплоноситель поступает в верхний коллектор фронтальной панели и далее по схеме «сверху-вниз» по диагонали подводится к противоположному от входа нижнему фитингу и перетекает по нему в нижние коллекторы тыльных панелей. Далее по схеме «снизу-вниз», он подводится к нижнему фитингу и через вставленную в него направляющую разделительную пробку (рис. 1.8) поступает в обратный нижний патрубок радиатора (рис. 1.9). Подробно требования к установке пробки изложены в разделе 5 настоящих рекомендаций.

Чтобы обеспечить последовательное прохождение теплоносителя через все панели многорядных модификаций, два верхних отверстия под фитинги тыльных панелей завариваются чашеобразными заглушками диаметром 13 мм с расположеннымными в их центре сквозными отверстиями диаметром 1,8 мм. Такая конструкция заглушек позволяет практически исключить переток горячей воды и в то же время обеспечивает удаление воздуха из всех верхних каналов панелей через верхний фитинг, оснащённый воздухоотводчиком.

У многорядных моделей со встроенным термостатом дополнительно заваривается нижнее отверстие под фитинг тыльной панели, и тем самым обеспечивается, как и при боковом подсоединении патрубков, последовательное движение теплоносителя по всем панелям.

Таким образом, достигается значительное увеличение скорости движения теплоносителя через фронтальную, а в двухрядных по глубине радиаторах и через тыльную панель. В результате обеспечивается быстрый прогрев фронтальной панели при включении радиатора, увеличение её средней температуры, а также относительное снижение температуры тыльной панели в период эксплуатации прибора по сравнению с распределением температур по наружной поверхности традиционных панельных радиаторов (рис. 1.10).

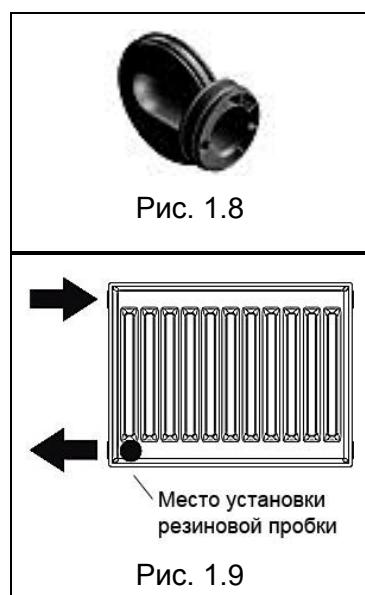


Рис. 1.9

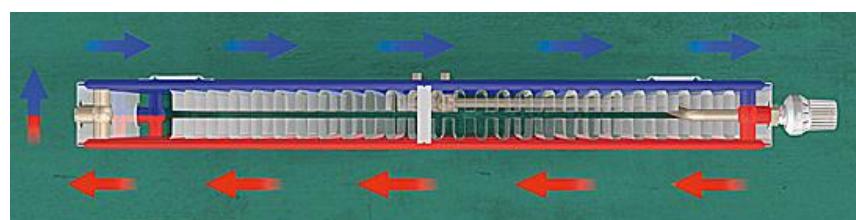


Рис. 1.10. Схема движения теплоносителя в панельном радиаторе «Kermi Therm X2»

Повышенная температура фронтальной панели увеличивает эквивалентно-эффективную температуру воздуха у оконного проёма, что целесообразно при использовании низкотемпературных систем отопления для улучшения комфортных условий в отапливаемых помещениях. Снижение температуры тыльной панели уменьшает бесполезные теплопотери за радиаторного участка.

Движение теплоносителя по диагонали во фронтальной панели и по весьма эффективной схеме «снизу-вниз» в тыльных панелях обеспечивает равномерный прогрев панельного радиатора по всей его длине, как в коротких, так и в длинных типоразмерах. Это позволяет при подборе отопительных приборов не учитывать снижение теплового потока у типоразмеров длиной свыше 1400 мм.

Отмеченные достоинства радиаторов «Kermi Therm X2» относятся к их многорядным моделям. Радиаторы типов 10 и 11 (на базе однорядных по глубине

панелей) подключаются и работают как традиционные стальные панельные радиаторы.

1.7. Радиаторы «**Kermi Therm X2**» поставляются полной строительной готовности с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой (у гигиенических моделей без стенок и решётки); все элементы радиатора окрашены двухслойным лакокрасочным покрытием.

Технология окраски радиаторов соответствует самым строгим европейским стандартам (согласно DIN 55900). Поверхность радиатора очищена, обезжирена, фосфатирована, огрунтована методом катафорезного погружения, высушена при 180°C, после нанесения порошкового напыления лакокрасочное покрытие вновь высушивается при 180°C. В итоге получается блестящее лакокрасочное покрытие, не выделяющее вредных веществ в окружающую среду. Покрытие отличается высокой устойчивостью к царапинам и ударам. Цвет покрытия – белый RAL 9016 (по умолчанию) и любой цвет – по заказу из номенклатуры RAL. Возможна окраска специальных оттенков по номенклатуре компании «Kermi».

1.8. Для влажных помещений с повышенной опасностью коррозии (например, для бассейнов, саун) рекомендуются использовать оцинкованные радиаторы, поставка которых осуществляется только по требованию заказчика по специальной цене. Оцинкованные радиаторы перед поставкой потребителю окрашиваются эмалью только одного цвета - RAL 9016 (белый).

Радиаторы «**Kermi Therm X2**» с традиционным покрытием можно устанавливать в ванных комнатах и туалетах при условии соблюдения расстояния от источника разбрызгивания воды до радиатора не менее 60 см (по существующим нормам Германии).

1.9. Радиаторы «**Kermi Therm X2**» имеют надежную прочную упаковку. Радиаторы упаковываются в картон, дополнительно на углы прибора накладываются защитные уголки из плотного картона. Затем радиатор обтягивается полиэтиленовой плёнкой. На упаковку наклеивается информационная этикетка с обозначением модели радиатора, а внутрь упаковки вкладывается инструкция по эксплуатации и монтажу радиатора, а также монтажный комплект.

Для предохранения лакокрасочного покрытия от повреждений во время проведения строительных работ при работающей системе отопления термоусадочную пленку рекомендуется оставлять на радиаторах, если температура теплоносителя в приборах не превышает 60°C.

1.10. В таблице 1.2 приведён стандартный комплект поставки радиаторов «**Kermi Therm X2**».

Таблица 1.2. Комплектность стандартной поставки радиаторов «Kermi Therm X2**»**

Наименование	Количество элементов в комплекте поставки радиаторов	
	Без термостата	С термостатом
Радиатор в сборе	1 шт.	1 шт.
Пробка глухая	1 шт.	2 шт.
Воздухоотводчик	1 шт.	1 шт.
Кронштейны для настенного крепления	2 (3) шт.	2 (3) шт.
Клапан терморегулятора (вентильная вставка)	-	1 шт.
Упаковка	1 шт.	1 шт.
Паспорт	1 шт.	1 шт.
Разделительная пробка (EPDM)	1 шт.	-
Ключ для установки разделительной пробки	1 шт.	-

В стандартный комплект поставки входит комплект длинных оцинкованных кронштейнов (рис. 1.11) для настенной установки радиатора (арт. ZB02590009÷ZB02590016). Малая и большая полки этих кронштейнов (30 и 50 мм) позволяют устанавливать радиаторы с различными зазорами между ними и стеной. Также можно заказать эти же кронштейны, окрашенными в белый цвет краской RAL 9016 (арт. ZB02590001÷ZB02590008). Количество кронштейнов (2 или 3) зависит от длины радиатора.

Термостатические элементы к радиаторам со встроенным терморегулирующим клапаном (вентильной вставкой) в основной комплект поставки не входят и поставляются заводом по отдельному заказу или приобретаются потребителем самостоятельно.

По дополнительному заказу могут быть поставлены следующие фирменные принадлежности:

- комплект кронштейнов штыревых для крепления на пористых стенах;
- комплект укороченных кронштейнов для настенного крепления;
- комплект кронштейнов для быстрого монтажа радиаторов типа 10;
- комплект кронштейнов для быстрого монтажа радиаторов типов 11÷33;
- вертикальные внутренние кронштейны (стойки) для напольной установки на чистые полы;
- вертикальные внешние кронштейны (стойки) для напольной установки радиаторов на чистые и на неподготовленные полы;
- универсальные шаблоны для предварительного монтажа радиаторов;
- адаптеры-переходники для изменения монтажной высоты;
- экран теплозащитный;
- держатель для полотенца.

Заводские артикулы для заказа изделий указаны в каталоге компании.

1.11. Настоящие рекомендации разработаны на основе результатов испытаний представительных образцов радиаторов **«Kermi Therm X2»**.

Значения номинального теплового потока $Q_{ну}$ определены согласно российскому национальному стандарту на методику тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [7], [8] 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 $M_{пр}=0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении $B=1013,3 \text{ гПа}$ (760 мм рт.ст.).

В таблицах 1.3 и 1.4 приведены основные технические характеристики стальных панельных радиаторов **«Kermi Therm X2»**: в табл. 1.3 – для радиаторов Therm X2 Profil-K (FK0), Profil-V (FTV) и Profil-VM (FTM), в табл. 1.4 – для радиаторов Therm X2 Plan-K Hygiene и Plan-V Hygiene.

Для гладких радиаторов Therm X2 Plan-K (PK0), Plan-V (PTV) и Plan-VM (PTM), согласно исследованиям ООО «Витатерм», при вычислении тепловых характеристик следует принимать значения усреднённых понижающих коэффициентов в зависимости от типа прибора. Заметим, что чем больше количество рядов панелей и оребрения по глубине радиатора, тем меньше отличие характеристик гладких радиаторов типа **«Plan»** от тепловых показателей профильных радиаторов типа **«Profil»** (см. табл. 1.5).

Масса гладких радиаторов типа **«Plan»** увеличена за счёт лицевой стальной фронтальной панели толщиной 0,5 мм (около 4 кг на 1 м^2 фронта прибора).

Таблицы 1.3 и 1.4 представлены в конце настоящего раздела.

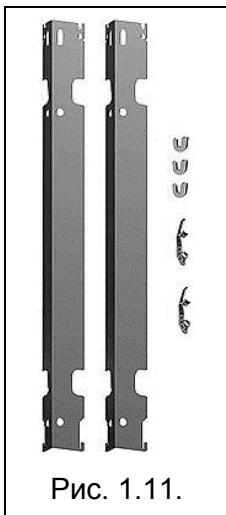


Рис. 1.11.

Таблица 1.5. Усреднённые значения понижающих коэффициентов, вводимых на тепловые показатели радиаторов Profil-K, Profil-V и Profil-VM при определении номинального теплового потока радиаторов Plan-K, Plan-V и Plan-VM

Тип радиатора	10	11	12	22	33
Значения понижающего коэффициента	0,864	0,872	0,927	0,932	0,96

Тепловые характеристики радиаторов Plan-K Hygiene и Plan-V Hygiene типа 10 совпадают с тепловыми характеристиками радиатора Plan-K и Plan-V типа 10.

Приведённые в табл. 1.3 и 1.4, значения номинального теплового потока действительны для радиаторов длиной до 1400 мм с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз». При длине радиаторов 1500÷3000 мм для типов 10 и 11 данные табл. 1.3 и 1.4 относятся только к случаям диагонального присоединения радиаторов при той же схеме движения теплоносителя (рис. 1.12). Если диагональное присоединение выполнить не удаётся, то при длине радиаторов от 1500 до 2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить на значения номинального теплового потока усреднённый понижающий коэффициент 0,95, а при длине от 2200 до 3000 мм – коэффициент 0,9. Эти же понижающие коэффициенты следует учитывать при любом варианте нижнего (донного) подсоединения вентильных радиаторов типов 10 и 11, если длина прибора свыше 1400 мм.

Для радиаторов типов 12÷33 с последовательным движением теплоносителя по панелям радиатора понижающий коэффициент на теплоотдачу при длине приборов более 1400 мм вводить не требуется.

1.12. Представленные в табл. 1.3 и 1.4 тепловые показатели несколько отличаются от европейских [9]. Различие определяется рядом причин, из которых отметим лишь основные. Согласно европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления за радиаторного участка. Отечественные же нормы [7] запрещают охлаждать пол и противоположную прибору стену и требуют утепления за радиаторного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации отопительных приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Нормативные тепловые показатели зарубежных отопительных приборов определяются 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 1,0÷1,5 кВт) обычно находится в пределах 60÷100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [7] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч). При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,8÷1,2 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1,5÷3,0°C, что практически приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора и даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётом режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора

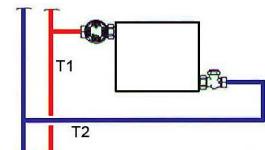


Рис.1.12

возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов 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 настоящих рекомендаций.

1.13. При заказе панельных радиаторов «Kermi Therm X2» условные обозначения должны соответствовать схеме, приведенной на рис. 1.13.

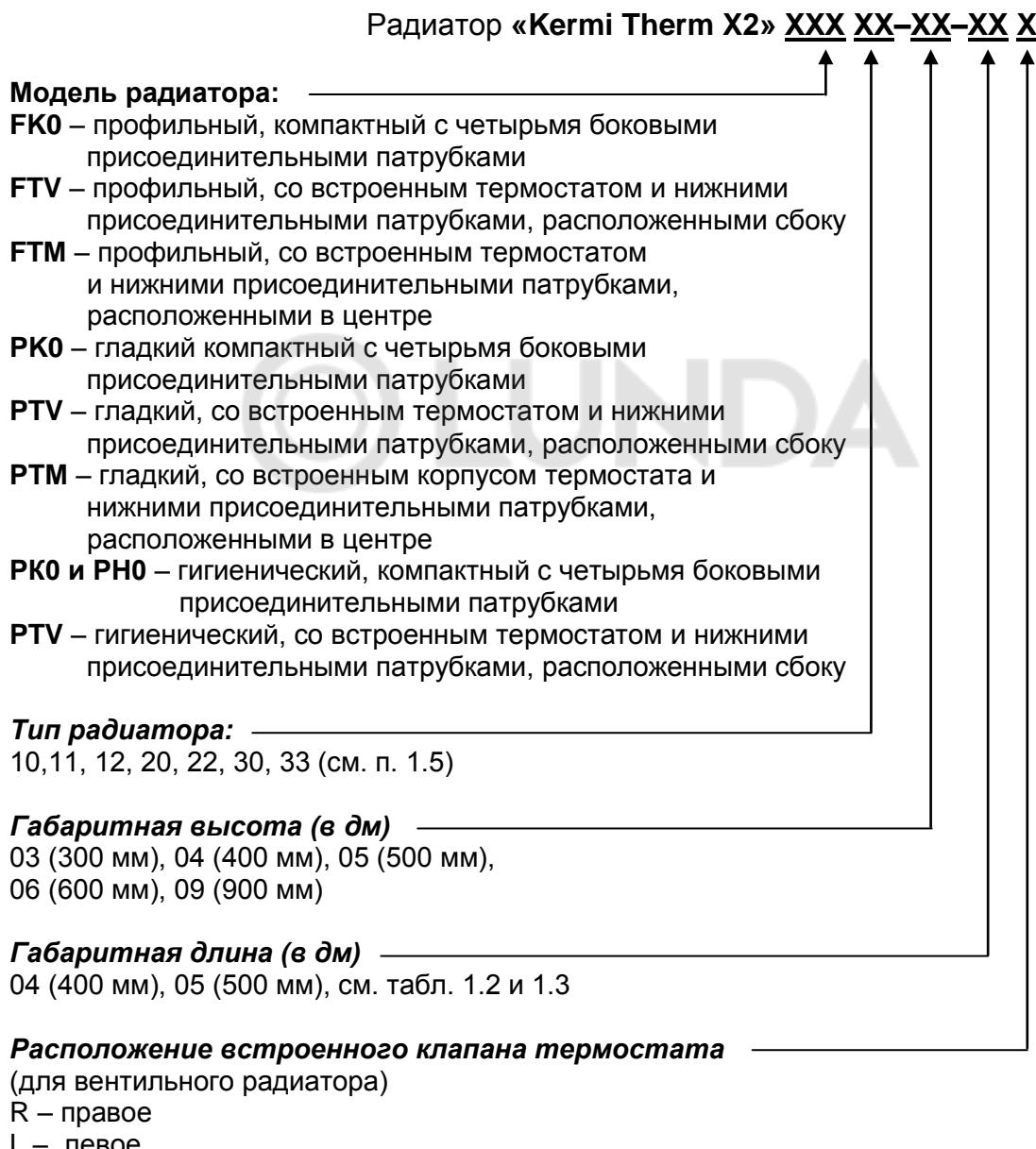


Рис. 1.13. Схема условных обозначений радиаторов «Kermi Therm X2», используемых при заказе

Следует отметить, что завод по умолчанию поставляет радиаторы FTV с нижними присоединительными патрубками, расположенными с правой стороны.

При заказе радиаторов «**Kermi Therm X2**» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.3 и 1.4, с учётом разъяснений в п. 1.5 настоящих рекомендаций. Согласно схеме, представленной на рис. 1.13, ниже приведены примеры условных обозначений радиаторов «**Kermi Therm X2**», принятых заводом-изготовителем и используемых при заказе.

Примеры условного обозначения радиаторов «**Kermi Therm X2**»:

радиатор отопительный стальной панельный «**Kermi Therm X2**», модель FK0, тип 11, высотой 400 мм, с одной панелью и одним рядом конвективного оребрения, длиной 1000 мм:

радиатор «Kermi Therm X2» FK0 11-04-10 ;

радиатор отопительный стальной панельный «**Kermi Therm X2**», модель FTV, тип 22, высотой 500 мм, с двумя панелями и двумя рядами конвективного оребрения между ними, длиной 1200 мм, со встроенным терморегулирующим клапаном для двухтрубных систем отопления, с правым нижним расположением присоединительных патрубков:

радиатор «Kermi Therm X2» FTV 22-05-12.R .

1.14. Стальные панельные радиаторы «**Kermi Therm X2**» рекомендуется, как указывалось, использовать в **независимых системах отопления**, оборудованных закрытыми расширительными сосудами и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя.

Помимо использования в системе отопления традиционных воздухосборников, необходимо оснащать каждый радиатор **воздухогазоотводчиком** (рис.1.14).

1.15. Панельные радиаторы «**Kermi Therm X2**» всех типоразмеров предусмотрены для установки только в один ряд по высоте и глубине. В помещении они размещаются, как правило, под окном на стене или на стойках у стены (окна). Длина радиатора по возможности должна подбираться из расчёта перекрытия не менее 75% длины светового проёма, поэтому для лучшего распределения теплоты в помещении выбор радиаторов желательно начинать с типоразмеров малой глубины (например, с типа 10, 11 или 12).

1.16. Радиаторы «**Kermi Therm X2**» можно устанавливать как при левом, так и при правом размещении подводок, причём обеспечена возможность любого подсоединения теплопроводов - бокового, диагонального, а также донного при наличии вентильной вставки.

Радиаторы Profil-K (FK0), Plan-K (PK0) и Plan-K Hygiene (PK0, PH0) с четырьмя боковыми присоединительными отверстиями соединяются с теплопроводами по традиционным схемам:

- одностороннее – для типов 12-33 только «сверху-вниз» с установкой разделительных пробок (левое или правое);

- разностороннее (диагональное) – для типов 12-33 с разделительными пробками только «сверху-вниз» (левое или правое), а также «снизу-вниз» без установки разделительных пробок.

- одностороннее и разностороннее – для типов 10 и 11 (без разделительных пробок) применяется любая схема, т.е. «сверху-вниз», «снизу-вниз» и «снизу-вверх»;

На рисунках в табл. 1.6 показаны варианты присоединений радиаторов «**Kermi Therm X2**» к теплопроводам системы отопления.

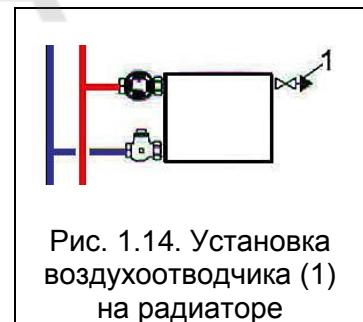
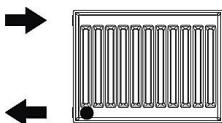
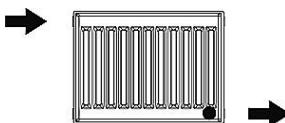
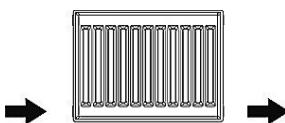
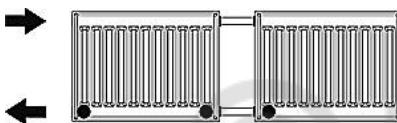
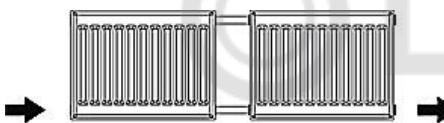
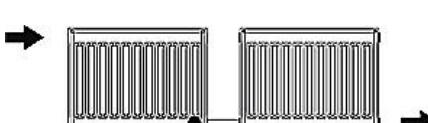
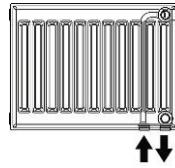


Рис. 1.14. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе

Таблица 1.6. Рекомендуемые схемы присоединений радиаторов «Kermi Therm X2» к системе отопления

Схема	Характеристика схемы
<i>Радиаторы Profil-K, Plan-K типа 12÷33 (без встроенных термостатов)</i>	
	Одностороннее (левое или правое), движение теплоносителя по схеме «сверху-вниз», с разделительной пробкой
	Разностороннее, диагональное (левое или правое), движение теплоносителя по схеме «сверху-вниз», с разделительной пробкой
	Разностороннее (левое или правое), движение теплоносителя по схеме «снизу-вниз», без разделительной пробки
	Одностороннее (левое или правое), на сцепке, движение теплоносителя по схеме «сверху-вниз», с разделительными пробками
	Разносторонне (левое или правое), на сцепке, движение теплоносителя по схеме «снизу-вниз», без разделительных пробок
	Разносторонне, диагональное (левое или правое), на сцепке, движение теплоносителя по схеме «сверху-вниз». Один радиатор с разделительной пробкой, другой без пробки
<i>Радиаторы Profil-V (VM), Plan-V (VM) типа 10÷33</i>	
Profil-V, Plan-V 	Нижнее боковое и центральное присоединение. При нижнем боковом присоединении подающий теплопровод всегда второй от боковой стенки, где установлен термостат
Условные обозначения: ➤ - направление движения теплоносителя; • - разделительная пробка	
Внимание! Радиаторы с разделительными пробками присоединяются только по схеме «сверху-вниз». Радиаторы Profil-K, Plan-K типов 10 и 11 не имеют разделительных пробок и могут присоединяться к системе отопления по любой схеме, т.е. «сверху-вниз», «снизу-вниз» и «снизу-вверх».	

На рис. 1.15 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и присоединений к ним радиаторов, как с боковыми, так и с нижними подводками.

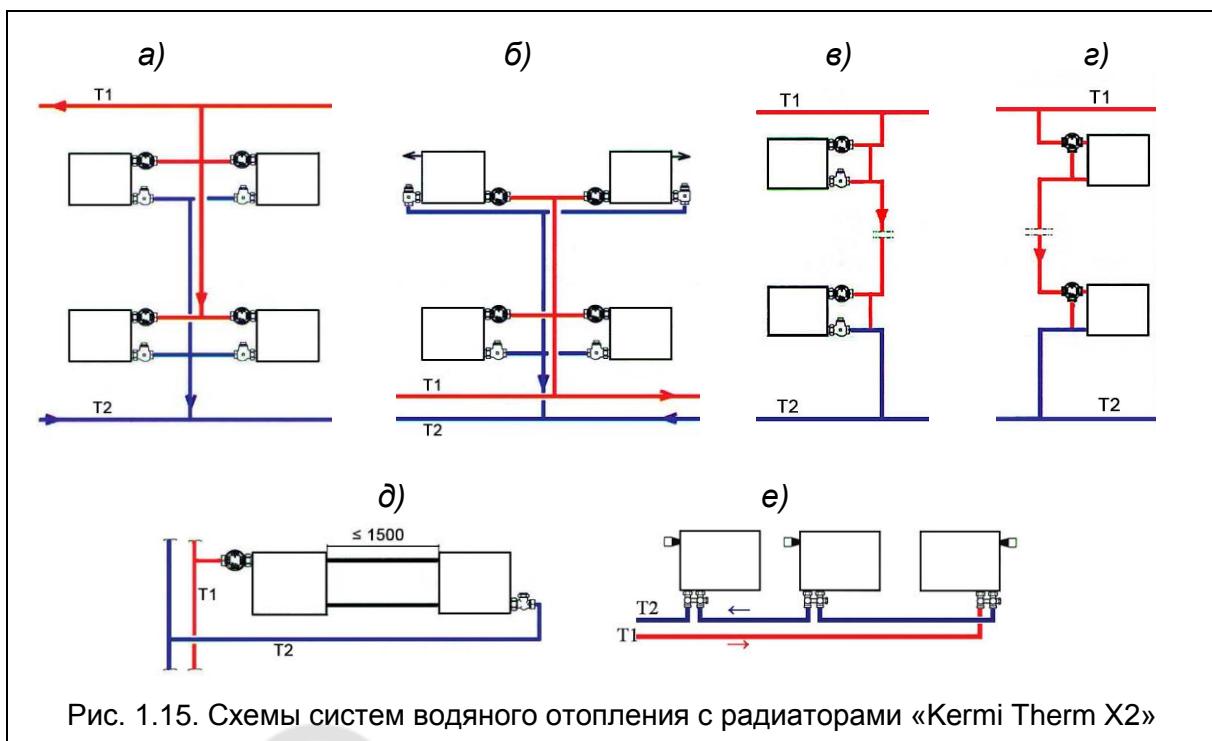


Рис. 1.15. Схемы систем водяного отопления с радиаторами «Kermi Therm X2»

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.15) рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы условным диаметром 20 мм.

Отметим, что вентильные радиаторы являются универсальными отопительными приборами. Они могут быть подключены как снизу, так и, подобно компактным радиаторам, сбоку, если из встроенного корпуса термостата предварительно удалить вентильную вставку. Для подключения радиатора к боковым подводкам системы отопления можно использовать адаптеры-переходники, которые предлагает компания «Kermi». Адаптеры можно использовать в случае ремонтных работ и замены старых отопительных приборов на

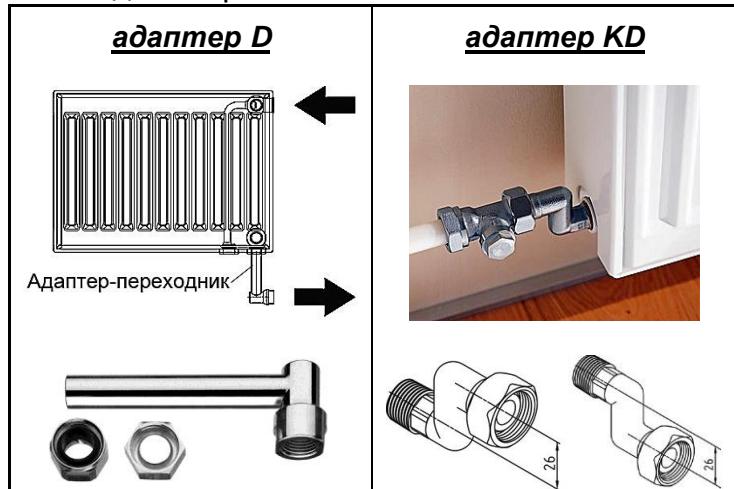


Рис. 1.16. Адаптеры для присоединения радиаторов «Kermi Therm X2» к существующим подводкам системы отопления

радиаторы «Kermi Therm X2». Предлагается два вида адаптеров (рис. 1.16): с переменными размерами 300÷700 мм и 900÷1000 мм (адаптер D) и с фиксированным монтажным размером 26 мм (адаптер KD).

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

Согласно СНиП [10] 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 [11] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

Характерная для части отечественной справочной и учебной литературы схема обвязки отопительного прибора без встроенного термостата предусматривает установку регулирующей арматуры только на горячей подводке. При такой схеме обвязки, по данным ООО «Витатерм», при полном закрытии регулирующей арматуры, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 25÷35%. Это объясняется тем, что по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует на нижней подводке к радиатору «Profil K» устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.14 и 1.15).

У радиаторов «Profil K» на нижних подводках могут монтироваться, в частности, запорные клапаны типа RLV фирмы «Данфосс», RL-1 фирмы «HERZ Armaturen» или их аналоги других фирм. Такие клапаны позволяют отключать отопительные приборы для их демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы. Они могут быть укомплектованы спускным краном.

1.18. Для моделей радиаторов со встроенным термостатом и нижними присоединительными патрубками можно рекомендовать, например, присоединительные узлы типа «Multiflex V» фирмы «Oventrop» (с широкими функциональными возможностями) или запорно-присоединительные клапаны Н-образного типа других фирм (рис. 1.17), которые могут быть использованы в однотрубных и в двухтрубных системах отопления. С их помощью можно также отключить радиатор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы отопления. Клапан может присоединяться к штуцерам радиатора G 3/4" AG. 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.

1.19. В случае размещения термостатических элементов (термостатических головок) в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами (занавесками) необходимо предусматривать установку термостатической головки с выносным датчиком (рис.1.18). На схеме 1.18а показана головка термостата с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.18б – головка термостата с выносной регулировкой и на схеме 1.18в – электронная термостатическая головка (термопривод).

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



Рис. 1.17. Стандартные узлы для донного подключения вентильного радиатора

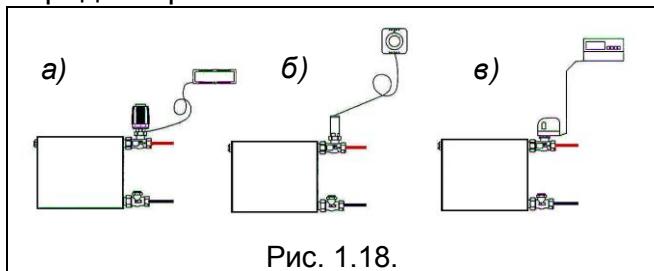


Рис. 1.18.

1.21. Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы [3], то для стабильной работы термостатов и регулирующей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постоянными, и обеспечивать их нормальную эксплуатацию. В системах отопления с независимой схемой подсоединения для поддержания требуемого качества теплоносителя целесообразно применять сепараторы.

1.22. На рис. 1.19 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры коллектора. Поквартирные системы позволяют наиболее объективно определять расход тепловой энергии с помощью теплосчётчиков и регулировать теплоотдачу отдельных приборов.

Разводящие теплопроводы в этих системах, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в оболочках из гофрированных полимерных труб или термоизоляции толщиной не менее 9 мм и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии по всей площади пола.

При плинтусной прокладке могут использоваться специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (обычно из полимерных материалов).

1.23. При использовании распределителей стоимости теплоты [12] для учёта расхода тепловой энергии на отопление они устанавливаются на середине фронтальной панели, на высоте 1/4 от её верха.

1.24. Компания «Kermi» предлагает для специалистов по проектированию систем отопления программу **«Kermi Xcalc»**, ориентированную на применение собственного оборудования. В данной программе приведены также сведения для подбора панельных радиаторов серии **«Kermi Therm X2»**.

1.25. Стальные панельные радиаторы **«Kermi Therm X2»** сертифицированы согласно DIN EN ISO 9001:2008, DIN EN ISO 14001:2004, DIN EN ISO 50001:2011 и ГОСТ Р, а также отвечают требованиям BAGUV.

1.26. Сведения о стоимости радиаторов **«Kermi Therm X2»** на отечественном рынке с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить на заводе-изготовителе или в его российском представительстве (реквизиты указаны в п. 1.1).

1.27. Компания «Kermi» 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 тепловых, гидравлических и прочностных характеристик продукции.

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

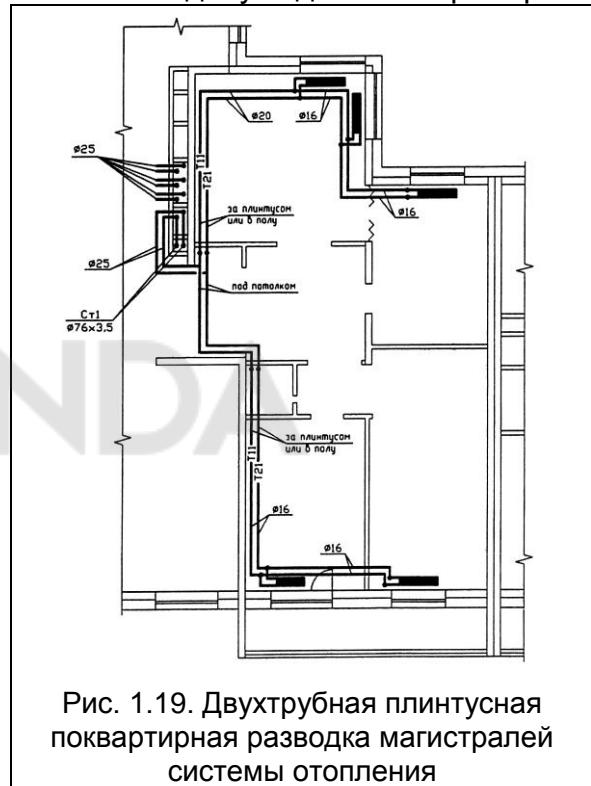


Рис. 1.19. Двухтрубная плинтусная поквартирная разводка магистралей системы отопления

Таблица 1.3. Номенклатура и технические характеристики стальных панельных радиаторов «Therm X2 Profil-K» (FK0), «Therm X2 Profil-V» (FTV) и «Therm X2 Profil-VM» (FTM) компании «Kermi»

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток Q_{Hv} , Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
10-05-04	323	500	400	4,6	0,46	1,08
10-05-05	404		500	5,5	0,58	1,35
10-05-06	484		600	6,5	0,70	1,62
10-05-07	565		700	7,4	0,81	1,89
10-05-08	646		800	8,4	0,93	2,16
10-05-09	726		900	9,3	1,04	2,43
10-05-10	807		1000	10,3	1,16	2,70
10-05-11	888		1100	11,2	1,28	2,97
10-05-12	968		1200	12,2	1,39	3,24
10-05-13	1049		1300	13,1	1,51	3,51
10-05-14	1130		1400	14,1	1,62	3,78
10-05-16	1291		1600	16,0	1,86	4,32
10-05-18	1453		1800	17,9	2,09	4,86
10-05-20	1614		2000	19,8	2,32	5,40
10-05-23	1856		2300	22,7	2,67	6,21
10-05-26	2098		2600	25,5	3,02	7,02
10-05-30	2421		3000	29,3	3,48	8,10
10-06-04	374	600	400	5,3	0,56	1,26
10-06-05	468		500	6,5	0,70	1,57
10-06-06	562		600	7,6	0,83	1,89
10-06-07	655		700	8,7	0,97	2,20
10-06-08	749		800	9,9	1,11	2,52
10-06-09	842		900	11,0	1,25	2,83
10-06-10	935		1000	12,2	1,39	3,15
10-06-11	1030		1100	13,3	1,53	3,46
10-06-12	1123		1200	14,4	1,67	3,78
10-06-13	1217		1300	15,6	1,81	4,10
10-06-14	1310		1400	16,7	1,95	4,41
10-06-16	1498		1600	19,0	2,22	5,04
10-06-18	1685		1800	21,3	2,50	5,67
10-06-20	1872		2000	23,6	2,78	6,30
10-06-23	2153		2300	27,0	3,20	7,24
10-06-26	2434		2600	30,4	3,61	8,19
10-06-30	2808		3000	35,0	4,17	9,45

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{ну}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
11-03-04	326	300	400	4,6	0,94	0,72
11-03-05	408		500	5,5	1,17	0,90
11-03-06	490		600	6,3	1,40	1,08
11-03-07	571		700	7,2	1,64	1,26
11-03-08	653		800	8,1	1,87	1,44
11-03-09	734		900	9,0	2,11	1,62
11-03-10	816		1000	9,9	2,34	1,80
11-03-11	898		1100	10,8	2,57	1,98
11-03-12	979		1200	11,7	2,81	2,16
11-03-13	1061		1300	12,6	3,04	2,34
11-03-14	1142		1400	13,5	3,28	2,52
11-03-16	1306		1600	15,3	3,74	2,88
11-03-18	1469		1800	17,2	4,21	3,24
11-03-20	1632		2000	19,0	4,68	3,60
11-03-23	1877		2300	21,7	5,38	4,14
11-03-26	2122		2600	24,4	6,08	4,68
11-03-30	2448		3000	28,0	7,02	5,40
11-04-04	415	400	400	5,9	1,28	0,90
11-04-05	518		500	7,1	1,60	1,12
11-04-06	622		600	8,3	1,92	1,35
11-04-07	726		700	9,4	2,24	1,57
11-04-08	830		800	10,7	2,56	1,80
11-04-09	933		900	11,9	2,88	2,02
11-04-10	1037		1000	13,1	3,20	2,25
11-04-11	1141		1100	14,3	3,52	2,48
11-04-12	1244		1200	15,6	3,84	2,70
11-04-13	1348		1300	16,8	4,16	2,93
11-04-14	1452		1400	18,0	4,48	3,15
11-04-16	1659		1600	20,4	5,12	3,60
11-04-18	1867		1800	23,0	5,76	4,05
11-04-20	2074		2000	25,4	6,40	4,50
11-04-23	2385		2300	29,1	7,36	5,18
11-04-26	2696		2600	32,8	8,32	5,85
11-04-30	3111		3000	37,6	9,60	6,75

Продолжение табл. 1.3

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
11-05-04	503	500	400	7,2	1,62	1,08
11-05-05	628		500	8,7	2,03	1,35
11-05-06	754		600	10,2	2,44	1,62
11-05-07	880		700	11,7	2,84	1,89
11-05-08	1006		800	13,3	3,25	2,16
11-05-09	1131		900	14,8	3,65	2,43
11-05-10	1257		1000	16,3	4,06	2,70
11-05-11	1383		1100	17,9	4,47	2,97
11-05-12	1508		1200	19,4	4,87	3,24
11-05-13	1634		1300	21,0	5,28	3,51
11-05-14	1760		1400	22,5	5,68	3,78
11-05-16	2011		1600	25,6	6,50	4,32
11-05-18	2263		1800	28,8	7,31	4,86
11-05-20	2514		2000	31,9	8,12	5,40
11-05-23	2891		2300	36,5	9,34	6,21
11-05-26	3268		2600	41,1	10,56	7,02
11-05-30	3771		3000	47,3	12,18	8,10
11-06-04	591	600	400	8,5	1,97	1,26
11-06-05	739		500	10,4	2,46	1,57
11-06-06	887		600	12,2	2,95	1,89
11-06-07	1035		700	14,0	3,44	2,20
11-06-08	1182		800	15,8	3,94	2,52
11-06-09	1330		900	17,7	4,43	2,83
11-06-10	1478		1000	19,6	4,92	3,15
11-06-11	1626		1100	21,4	5,41	3,47
11-06-12	1774		1200	23,3	5,90	3,78
11-06-13	1921		1300	25,2	6,40	4,10
11-06-14	2069		1400	27,0	6,89	4,41
11-06-16	2365		1600	30,7	7,87	5,04
11-06-18	2660		1800	34,6	8,86	5,67
11-06-20	2956		2000	38,3	9,84	6,30
11-06-23	3399		2300	43,9	11,32	7,24
11-06-26	3843		2600	49,5	12,79	8,19
11-06-30	4434		3000	56,9	14,76	9,45

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
12-03-04	438	300	400	6,4	0,98	1,44
12-03-05	548		500	7,8	1,23	1,80
12-03-06	657		600	9,2	1,48	2,16
12-03-07	766		700	10,5	1,72	2,52
12-03-08	876		800	11,9	1,97	2,88
12-03-09	986		900	13,2	2,21	3,24
12-03-10	1095		1000	14,7	2,46	3,60
12-03-11	1204		1100	16,0	2,71	3,96
12-03-12	1314		1200	17,4	2,95	4,32
12-03-13	1424		1300	18,8	3,20	4,68
12-03-14	1533		1400	20,2	3,44	5,04
12-03-16	1752		1600	23,0	3,94	5,76
12-03-18	1971		1800	25,8	4,43	6,48
12-03-20	2190		2000	28,5	4,92	7,20
12-03-23	2518		2300	32,6	5,66	8,28
12-03-26	2847		2600	36,7	5,98	9,36
12-03-30	3285		3000	42,2	7,38	10,80
12-04-04	550	400	400	8,4	1,34	1,80
12-04-05	688		500	10,2	1,67	2,25
12-04-06	825		600	12,0	2,00	2,70
12-04-07	962		700	13,9	2,34	3,15
12-04-08	1100		800	15,7	2,67	3,60
12-04-09	1238		900	17,6	3,01	4,05
12-04-10	1275		1000	19,5	3,34	4,50
12-04-11	1512		1100	21,3	3,67	4,95
12-04-12	1650		1200	23,1	4,01	5,40
12-04-13	1788		1300	25,0	4,34	5,85
12-04-14	1925		1400	26,9	4,68	6,30
12-04-16	2200		1600	30,6	5,34	7,20
12-04-18	2475		1800	34,4	6,01	8,10
12-04-20	2750		2000	38,0	6,68	9,00
12-04-23	3162		2300	43,6	7,68	10,35
12-04-26	3575		2600	49,1	8,68	11,70
12-04-30	4125		3000	56,5	10,02	13,50

Продолжение табл. 1.3

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
12-05-04	654	500	400	10,3	1,69	2,16
12-05-05	818		500	12,6	2,11	2,70
12-05-06	981		600	15,0	2,53	3,24
12-05-07	1144		700	17,3	2,95	3,78
12-05-08	1308		800	19,6	3,38	4,32
12-05-09	1472		900	21,9	3,80	4,86
12-05-10	1635		1000	24,3	4,22	5,40
12-05-11	1798		1100	26,6	4,64	5,94
12-05-12	1962		1200	28,9	5,06	6,48
12-05-13	2126		1300	31,2	5,49	7,02
12-05-14	2289		1400	33,6	5,91	7,56
12-05-16	2616		1600	35,2	6,75	8,64
12-05-18	2943		1800	42,9	7,60	9,72
12-05-20	3270		2000	47,6	8,44	10,80
12-05-23	3760		2300	54,5	9,71	12,42
12-05-26	4251		2600	61,5	10,97	14,04
12-05-30	4905		3000	70,8	12,66	16,20
12-06-04	763	600	400	12,3	2,04	2,52
12-06-05	954		500	15,1	2,55	3,15
12-06-06	1145		600	17,8	3,06	3,78
12-06-07	1336		700	20,6	3,57	4,41
12-06-08	1526		800	23,4	4,08	5,04
12-06-09	1717		900	26,2	4,59	5,67
12-06-10	1908		1000	29,0	5,10	6,30
12-06-11	2099		1100	31,8	5,61	6,93
12-06-12	2290		1200	34,6	6,12	7,56
12-06-13	2480		1300	37,4	6,63	8,19
12-06-14	2671		1400	40,3	7,14	8,82
12-06-16	3053		1600	45,9	8,16	10,08
12-06-18	3434		1800	51,5	9,18	11,34
12-06-20	3816		2000	57,1	10,20	12,60
12-06-23	4388		2300	65,5	11,73	14,49
12-06-26	4961		2600	73,9	13,26	16,39
12-06-30	5724		3000	85,1	15,30	18,90

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{ну}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
22-03-04	572	300	400	7,5	1,41	1,44
22-03-05	715		500	9,1	1,76	1,80
22-03-06	858		600	10,6	2,11	2,16
22-03-07	1001		700	12,2	2,46	2,52
22-03-08	1144		800	13,8	2,82	2,88
22-03-09	1287		900	15,4	3,17	3,24
22-03-10	1430		1000	17,0	3,52	3,60
22-03-11	1573		1100	18,6	3,87	3,96
22-03-12	1716		1200	20,2	4,22	4,32
22-03-13	1859		1300	21,7	4,58	4,68
22-03-14	2002		1400	23,5	4,93	5,04
22-03-16	2288		1600	26,6	5,63	5,76
22-03-18	2574		1800	29,8	6,34	6,48
22-03-20	2860		2000	33,0	7,04	7,20
22-03-23	3289		2300	37,7	8,10	8,28
22-03-26	3718		2600	42,5	9,15	9,36
22-03-30	4290		3000	48,8	10,56	10,80
22-04-04	720	400	400	9,9	1,93	1,80
22-04-05	900		500	12,0	2,41	2,25
22-04-06	1080		600	14,1	2,89	2,70
22-04-07	1260		700	16,3	3,37	3,15
22-04-08	1440		800	18,4	3,86	3,60
22-04-09	1620		900	20,6	4,34	4,05
22-04-10	1800		1000	22,8	4,82	4,50
22-04-11	1980		1100	24,9	5,30	4,95
22-04-12	2160		1200	27,1	5,78	5,40
22-04-13	2340		1300	29,2	6,27	5,85
22-04-14	2520		1400	31,5	6,75	6,30
22-04-16	2880		1600	35,8	7,71	7,20
22-04-18	3240		1800	40,2	8,68	8,10
22-04-20	3600		2000	44,4	9,64	9,00
22-04-23	4140		2300	50,9	11,09	10,35
22-04-26	4680		2600	57,4	12,53	11,70
22-04-30	5400		3000	66,0	14,44	13,50

Продолжение табл. 1.3

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{ну}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
22-05-04	870	500	400	12,2	2,45	2,16
22-05-05	1088		500	14,9	3,06	2,70
22-05-06	1305		600	17,6	3,67	3,24
22-05-07	1522		700	20,3	4,28	3,78
22-05-08	1740		800	23,0	4,90	4,32
22-05-09	1958		900	25,8	5,51	4,86
22-05-10	2175		1000	28,6	6,12	5,40
22-05-11	2392		1100	31,3	6,73	5,94
22-05-12	2610		1200	34,0	7,34	6,48
22-05-13	2828		1300	36,7	7,96	7,02
22-05-14	3045		1400	39,6	8,57	7,56
22-05-16	3480		1600	45,0	9,79	8,64
22-05-18	3915		1800	50,5	11,02	9,72
22-05-20	4350		2000	55,9	12,24	10,80
22-05-23	5002		2300	64,1	14,08	12,42
22-05-26	5655		2600	72,3	15,91	14,04
22-05-30	6525		3000	83,2	18,36	16,20
22-06-04	1013	600	400	14,6	2,97	2,52
22-06-05	1266		500	17,8	3,71	3,15
22-06-06	1520		600	21,1	4,45	3,78
22-06-07	1773		700	24,4	5,19	4,41
22-06-08	2026		800	27,7	5,94	5,04
22-06-09	2280		900	31,0	6,68	5,67
22-06-10	2533		1000	34,3	7,42	6,30
22-06-11	2786		1100	37,6	8,16	6,93
22-06-12	3040		1200	40,9	8,90	7,56
22-06-13	3293		1300	44,2	9,65	8,19
22-06-14	3546		1400	47,6	10,39	8,82
22-06-16	4053		1600	54,2	11,87	10,08
22-06-18	4559		1800	60,8	13,36	11,34
22-06-20	5066		2000	67,4	14,84	12,60
22-06-23	5826		2300	77,2	17,07	14,49
22-06-26	6586		2600	87,2	19,29	16,38
22-06-30	7599		3000	100,4	22,26	18,90

Продолжение табл. 1.3

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{ну}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
33-03-04	784	300	400	11,2	2,11	2,16
33-03-05	980		500	13,5	2,64	2,70
33-03-06	1176		600	15,9	3,17	3,24
33-03-07	1372		700	18,2	3,70	3,78
33-03-08	1568		800	20,6	4,22	4,32
33-03-09	1764		900	22,9	4,75	4,86
33-03-10	1960		1000	25,4	5,28	5,40
33-03-11	2156		1100	27,8	5,81	5,94
33-03-12	2352		1200	30,2	6,34	6,48
33-03-13	2548		1300	32,4	6,86	7,02
33-03-14	2744		1400	35,1	7,39	7,56
33-03-16	3136		1600	39,8	8,45	8,64
33-03-18	3528		1800	44,6	9,50	9,72
33-03-20	3920		2000	49,3	10,56	10,80
33-03-23	4508		2300	56,4	12,14	12,42
33-03-26	5096		2600	63,6	13,73	14,04
33-03-30	5880		3000	73,1	15,84	16,20
33-04-04	989	400	400	14,5	2,89	2,70
33-04-05	1236		500	17,9	3,62	3,38
33-04-06	1483		600	21,1	4,34	4,05
33-04-07	1730		700	24,3	5,06	4,73
33-04-08	1978		800	27,5	5,78	5,40
33-04-09	2225		900	30,7	6,51	6,07
33-04-10	2472		1000	34,1	7,23	6,75
33-04-11	2719		1100	37,3	7,95	7,42
33-04-12	2966		1200	40,5	8,68	8,10
33-04-13	3214		1300	43,6	9,40	8,77
33-04-14	3461		1400	47,2	10,12	9,45
33-04-16	3955		1600	53,6	11,57	10,80
33-04-18	4450		1800	60,1	13,01	12,15
33-04-20	4944		2000	66,5	14,46	13,50
33-04-23	5686		2300	76,1	16,63	15,52
33-04-26	6427		2600	85,9	18,80	17,54
33-04-30	7416		3000	98,9	21,69	20,24

Продолжение табл. 1.3

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
33-05-04	1198	500	400	18,2	3,67	3,24
33-05-05	1497		500	22,2	4,59	4,05
33-05-06	1796		600	26,3	5,51	4,86
33-05-07	2096		700	30,4	6,43	5,67
33-05-08	2395		800	34,4	7,34	6,48
33-05-09	2695		900	38,5	8,26	7,29
33-05-10	2994		1000	42,7	9,18	8,10
33-05-11	3293		1100	46,8	10,10	8,91
33-05-12	3593		1200	50,9	11,02	9,72
33-05-13	3892		1300	54,8	11,93	10,53
33-05-14	4192		1400	59,3	12,85	11,34
33-05-16	4790		1600	67,4	14,69	12,96
33-05-18	5389		1800	75,6	16,52	14,58
33-05-20	5988		2000	83,7	18,36	16,20
33-05-23	6886		2300	95,9	21,11	18,63
33-05-26	7784		2600	108,3	23,87	21,06
33-05-30	8982		3000	124,7	27,54	24,30
33-06-04	1378	600	400	21,7	4,45	3,78
33-06-05	1722		500	26,6	5,56	4,72
33-06-06	2066		600	31,5	6,68	5,67
33-06-07	2411		700	36,5	7,79	6,61
33-06-08	2755		800	41,4	8,90	7,56
33-06-09	3100		900	46,3	10,02	8,50
33-06-10	3444		1000	51,4	11,13	9,45
33-06-11	3788		1100	56,3	12,24	10,40
33-06-12	4133		1200	61,3	13,36	11,34
33-06-13	4477		1300	66,1	14,47	12,29
33-06-14	4822		1400	71,4	15,58	13,23
33-06-16	5510		1600	81,2	17,81	15,12
33-06-18	6199		1800	91,1	20,03	17,01
33-06-20	6888		2000	101,0	22,26	18,90
33-06-23	7921		2300	115,8	25,60	21,73
33-06-26	8954		2600	130,6	28,94	24,57
33-06-30	10033		3000	150,5	33,39	28,35

Таблица 1.4. Номенклатура и технические характеристики стальных панельных радиаторов «Therm X2 Plan-K Hygiene» (РК0, РН0) и «Therm X2 Plan-V Hygiene» (РТВ) фирмы «Kermi»

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нн}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
10-05-04	282	505	405	6,3	0,44	1,08
10-05-05	352		505	7,7	0,54	1,35
10-05-06	421		605	9,1	0,65	1,62
10-05-07	491		705	10,5	0,76	1,89
10-05-08	561		805	11,9	0,87	2,16
10-05-09	630		905	13,3	0,98	2,43
10-05-10	700		1005	14,6	1,09	2,70
10-05-11	770		1105	16,0	1,20	2,97
10-05-12	839		1205	17,4	1,31	3,24
10-05-13	909		1305	18,8	1,42	3,51
10-05-14	979		1405	20,2	1,53	3,78
10-05-16	1118		1605	22,9	1,74	4,32
10-05-18	1257		1805	25,8	1,96	4,86
10-05-20	1396		2005	25,6	2,17	5,40
10-05-23	1605	605	2305	32,7	2,50	6,21
10-05-26	1814		2605	36,9	2,82	7,02
10-05-30	2093		3005	42,4	3,26	8,10
10-06-04	329		405	7,4	0,52	1,26
10-06-05	411		505	9,1	0,65	1,57
10-06-06	492		605	10,7	0,78	1,89
10-06-07	573		705	12,4	0,91	2,20
10-06-08	654		805	14,0	1,04	2,52
10-06-09	736		905	15,7	1,17	2,83
10-06-10	817		1005	17,3	1,30	3,15
10-06-11	898		1105	19,0	1,43	3,46
10-06-12	980		1205	20,7	1,56	3,78
10-06-13	1061		1305	22,3	1,69	4,10
10-06-14	1142		1405	24,0	1,82	4,41
10-06-16	1305		1605	27,3	2,08	5,04
10-06-18	1467		1805	30,7	2,33	5,67
10-06-20	1630		2005	34,0	2,59	6,30
10-06-23	1874		2305	38,9	2,98	7,24
10-06-26	2118		2605	43,9	3,37	8,19
10-06-30	2443		3005	50,5	3,89	9,45

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{ну}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
20-03-04	347	305	405	6,8	0,54	1,44
20-03-05	432		505	8,2	0,68	1,80
20-03-06	518		605	9,7	0,81	2,16
20-03-07	603		705	11,1	0,95	2,52
20-03-08	689		805	12,5	1,08	2,88
20-03-09	774		905	13,9	1,22	3,24
20-03-10	860		1005	15,5	1,35	3,60
20-03-11	946		1105	16,9	1,49	3,96
20-03-12	1031		1205	18,3	1,62	4,32
20-03-13	1117		1305	19,8	1,76	4,68
20-03-14	1202		1405	21,4	1,89	5,04
20-03-16	1373		1605	24,3	2,16	5,76
20-03-18	1545		1805	27,2	2,43	6,48
20-03-20	1716		2005	30,1	2,69	7,20
20-03-23	1972		2305	34,4	3,09	8,28
20-03-26	2229		2605	38,8	3,50	9,36
20-03-30	2571		3005	44,6	4,04	10,80
20-04-04	426	405	405	8,6	0,72	1,80
20-04-05	532		505	10,5	0,90	2,25
20-04-06	637		605	12,4	1,08	2,70
20-04-07	742		705	14,3	1,26	3,15
20-04-08	847		805	16,2	1,44	3,60
20-04-09	953		905	18,1	1,62	4,05
20-04-10	1058		1005	20,1	1,80	4,50
20-04-11	1163		1105	22,0	1,98	4,95
20-04-12	1269		1205	23,9	2,16	5,40
20-04-13	1374		1305	25,8	2,34	5,85
20-04-14	1479		1405	27,8	2,52	6,30
20-04-16	1690		1605	31,6	2,88	7,20
20-04-18	1900		1805	35,5	3,24	8,10
20-04-20	2111		2005	39,3	3,59	9,00
20-04-23	2421		2305	44,9	4,12	10,35
20-04-26	2737		2605	50,7	4,66	11,70
20-04-30	3158		3005	58,4	5,37	13,50

Продолжение табл. 1.4

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
20-05-04	508	505	405	10,5	0,91	2,16
20-05-05	633		505	12,8	1,13	2,70
20-05-06	759		605	15,2	1,36	3,24
20-05-07	884		705	17,5	1,58	3,78
20-05-08	1009		805	19,9	1,80	4,32
20-05-09	1135		905	22,2	2,02	4,86
20-05-10	1260		1005	24,7	2,25	5,40
20-05-11	1385		1105	27,0	2,47	5,94
20-05-12	1511		1205	29,4	2,69	6,48
20-05-13	1636		1305	31,7	2,92	7,02
20-05-14	1762		1405	34,3	3,14	7,56
20-05-16	2012		1605	39,0	3,59	8,64
20-05-18	2263		1805	43,8	4,03	9,72
20-05-20	2514		2005	48,5	4,48	10,80
20-05-23	2890		2305	55,5	5,15	12,42
20-05-26	3266		2605	62,6	5,82	14,04
20-05-30	3767		3005	72,1	6,71	16,20
20-06-04	589	605	405	12,3	1,09	2,52
20-06-05	735		505	15,2	1,36	3,15
20-06-06	880		605	18,0	1,63	3,78
20-06-07	1026		705	20,8	1,89	4,41
20-06-08	1171		805	23,6	2,16	5,04
20-06-09	1317		905	26,4	2,43	5,67
20-06-10	1462		1005	29,3	2,70	6,30
20-06-11	1607		1105	32,1	2,97	6,93
20-06-12	1753		1205	34,9	3,23	7,56
20-06-13	1898		1305	37,7	3,50	8,19
20-06-14	2044		1405	40,7	3,77	8,82
20-06-16	2335		1605	46,3	4,31	10,08
20-06-18	2626		1805	52,0	4,84	11,34
20-06-20	2917		2005	57,6	5,38	12,60
20-06-23	3353		2305	66,1	6,18	14,49
20-06-26	3790		2605	74,6	6,99	16,38
20-06-30	4371		3005	85,9	8,06	18,90

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
30-03-04	485	305	405	9,6	0,82	2,16
30-03-05	605		505	11,6	1,02	2,70
30-03-06	725		605	13,6	1,23	3,24
30-03-07	845		705	15,6	1,44	3,78
30-03-08	964		805	17,6	1,64	4,32
30-03-09	1084		905	19,7	1,84	4,86
30-03-10	1204		1005	21,8	2,05	5,40
30-03-11	1324		1105	23,9	2,26	5,94
30-03-12	1444		1205	25,9	2,46	6,48
30-03-13	1563		1305	27,9	2,66	7,02
30-03-14	1683		1405	30,2	2,87	7,56
30-03-16	1923		1605	34,2	3,27	8,64
30-03-18	2162		1805	38,4	3,68	9,72
30-03-20	2402		2005	42,4	4,09	10,80
30-03-23	2761		2305	48,5	4,71	12,42
30-03-26	3121		2605	54,7	5,32	14,04
30-03-30	3600		3005	62,9	6,13	16,20
30-04-04	601	405	405	12,2	1,10	2,70
30-04-05	750		505	14,9	1,37	3,38
30-04-06	898		605	17,5	1,64	4,05
30-04-07	1047		705	20,2	1,92	4,73
30-04-08	1195		805	22,9	2,19	5,40
30-04-09	1344		905	25,5	2,46	6,07
30-04-10	1492		1005	28,3	2,73	6,75
30-04-11	1640		1105	31,0	3,00	7,42
30-04-12	1789		1205	33,7	3,27	8,10
30-04-13	1937		1305	36,3	3,55	8,77
30-04-14	2086		1405	39,3	3,82	9,45
30-04-16	2383		1605	44,6	4,36	10,80
30-04-18	2680		1805	50,1	4,90	12,15
30-04-20	2977		2005	55,4	5,45	13,50
30-04-23	3422		2305	63,4	6,26	15,52
30-04-26	3867		2605	71,6	7,08	17,54
30-04-30	4461		3005	82,4	8,16	20,24

Краткое условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нУ}}$, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в радиаторе, л
		Высота H	Длина BL			
30-05-04	717	505	405	14,8	1,38	3,24
30-05-05	894		505	18,1	1,72	4,05
30-05-06	1072		605	21,4	2,06	4,86
30-05-07	1249		705	24,7	2,40	5,67
30-05-08	1426		805	28,1	2,74	6,48
30-05-09	1600		905	31,4	3,08	7,29
30-05-10	1780		1005	34,8	3,42	8,10
30-05-11	1957		1105	38,2	3,76	8,91
30-05-12	2134		1205	41,5	4,10	9,72
30-05-13	2311		1305	44,8	4,44	10,53
30-05-14	2488		1405	48,4	4,78	11,34
30-05-16	2842		1605	55,0	5,46	12,96
30-05-18	3197		1805	61,8	6,14	14,58
30-05-20	3551		2005	68,4	6,82	16,20
30-05-23	4082		2305	78,3	7,84	18,63
30-05-26	4614		2605	88,4	8,86	21,06
30-05-30	5322		3005	101,9	10,22	24,30
30-06-04	836	605	405	17,4	1,65	3,78
30-06-05	1042		505	21,4	2,06	4,72
30-06-06	1249		605	25,3	2,47	5,67
30-06-07	1455		705	29,3	2,87	6,61
30-06-08	1661		805	33,3	3,28	7,56
30-06-09	1868		905	37,2	3,69	8,50
30-06-10	2074		1005	41,4	4,10	9,45
30-06-11	2280		1105	45,3	4,51	10,40
30-06-12	2487		1205	49,3	4,91	11,34
30-06-13	2693		1305	53,2	5,32	12,29
30-06-14	2899		1405	57,5	5,73	13,23
30-06-16	3312		1605	65,4	6,55	15,12
30-06-18	3725		1805	73,5	7,36	17,01
30-06-20	4138		2005	81,4	8,18	18,90
30-06-23	4757		2305	93,3	9,40	21,73
30-06-26	5376		2605	105,3	10,63	24,57
30-06-30	6201		3005	121,3	12,26	28,35

2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [13] и [14], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

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 - массный расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па.

2.2. Гидравлические характеристики панельных радиаторов «Kermi Therm X2» определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [15]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ и характеристики 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, определённых по упомянутой методике [15], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку их работы в отечественных системах отопления.

2.3. В табл. 2.1 приведены усреднённые гидравлические характеристики компактных радиаторов «Kermi Therm X2» при нормативном [4], [5] 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 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и терmostатом пониженного гидравлического сопротивле-

ния на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики, представленные в этой таблице, определены согласно отечественной методике [15] с учётом условий эксплуатации.

Таблица 2.1. Усреднённые значения гидравлических характеристик стальных компактных панельных радиаторов «Kermi Therm X2»

Артикул и тип радиатора	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при расходе теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$		Потери давления в радиаторе, ΔP , Па, при расходе теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$	
	60 кг/ч	360 кг/ч	60 кг/ч	360 кг/ч	60 кг/ч	360 кг/ч
FK0, PK0 10 и 11	30	24	41,1	32,88	114	3228
FK0, PK0 12÷33 PH0 20 и 30	59,7	59	81,8	80,83	228	8083

Гидравлические характеристики компактных радиаторов типов 10 и 11 при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически не зависят от их высоты и длины и приняты усреднёнными. По этой же причине усреднены гидравлические характеристики всех вентильных радиаторов. У компактных радиаторов зависимость потери давления ΔP от расхода теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$, кг/ч, не квадратичная, поэтому коэффициент местного сопротивления при малых расходах через прибор (в табл. 2.1 – при $M_{\text{пр}}=60$ кг/ч) выше, чем при больших (в нашем случае при 360 кг/ч). У вентильных приборов типов 12÷33 из-за высокой доли местных сопротивлений в приборе зависимость ΔP от $M_{\text{пр}}$ близка к квадратичной, поэтому коэффициент местного сопротивления практически не зависит от расхода.

Гидравлические характеристики радиаторов типов FK0, FTV, PK0, PTV и PH0 представлены по данным компании «Kermi» на диаграмме рис. 2.1.

Гидравлические характеристики радиаторов FTM и PTM типов 10 и 11, FTM и PTM типов 12 и 22 и FTM и PTM типа 33 с нижними патрубками, расположеннымными в центре прибора, рекомендуется впредь до уточнения принимать согласно данным компании «Kermi» по номограмме, приведенной на рис. 2.2.

Характеристики на рисунках 2.1 и 2.2 получены по европейской методике на чистых (новых) приборах и не учитывают потери давления ни встроенной в прибор вентильной вставки, ни узла подсоединения к прибору.

2.4. Вентильные радиаторы «Kermi Therm X2 Profil-V» (VM), «Kermi Therm X2 Plan-V» (VM) на заводе оснащаются встроенным клапаном термостата типа V3K S или V3K F **для двухтрубных систем отопления**. Каждый радиатор в зависимости от своей тепловой мощности позволяет осуществлять предварительную настройку вентильной вставки на позиции от 1 до 8, а также на промежуточные позиции (1,5, 2,5, ..., 7,5). Кроме того, на торцевой стороне клапана разными цветами отмечены предварительно настроенные значения расходного коэффициента K_v [$(\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{-1/2}$].

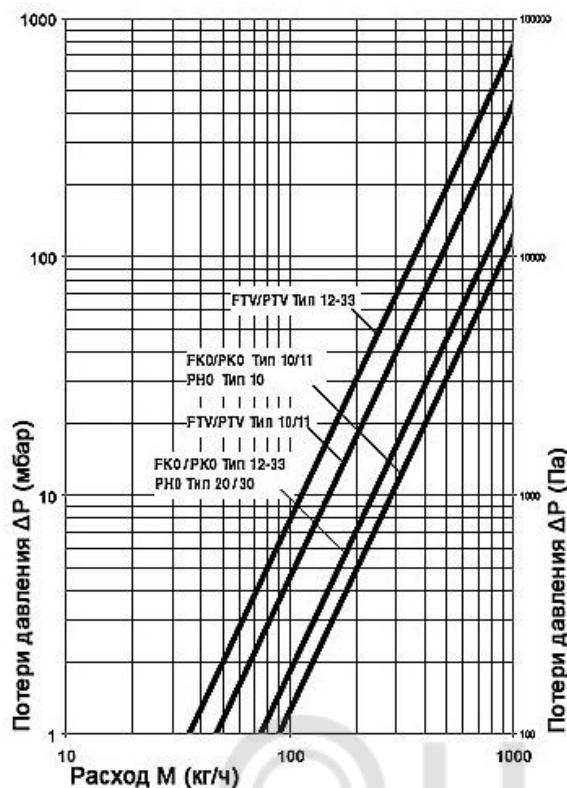


Рис. 2.1. Потери давления в радиаторах «Kermi Therm X2» типов FKO, PK0, FTV, PTV и PH0

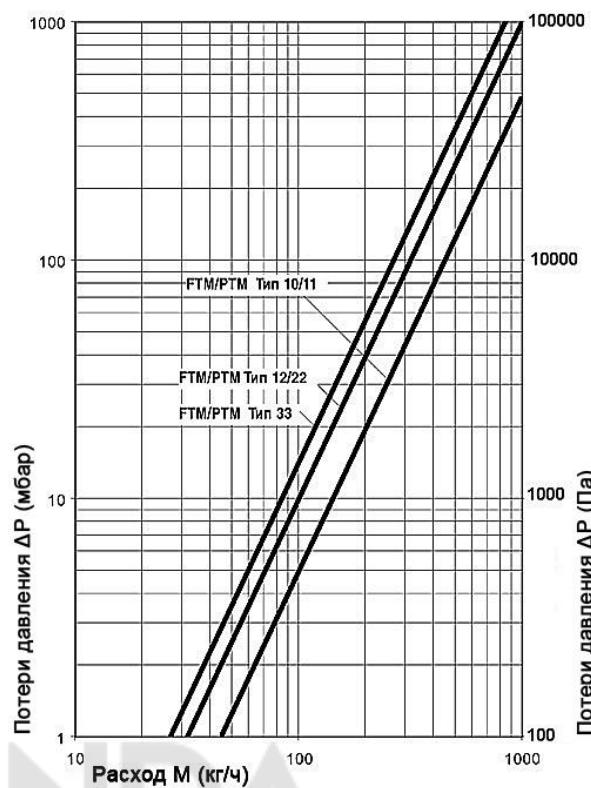


Рис. 2.2. Потери давления в радиаторах «Kermi Therm X2» типов FTM и PTM

Проведённые в ООО «Витатерм» согласно методике НИИсантехники [15] испытания радиаторов с нижними присоединительными патрубками с заводской вентильной вставкой **V3K S** при настройке её на позиции от 1 до 8 в режиме 2К (2°C) дали результаты близкие заводским данным. Ниже в таблице 2.2 приводятся данные по расходным коэффициентам K_v , суммирующие для удобства расчётов гидравлические **сопротивления, как вентильной вставки, так и самого радиатора**. Дополнительно в этой таблице приведено значение расходного коэффициента K_{vs} при полностью открытой (ПО) вентильной вставке. Зависимости между K_v , ζ , **S** и ΔP приведены в п. 2.7 настоящих рекомендаций.

Таблица 2.2. Значения K_v [$(\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{-1/2}$] для радиаторов «Kermi Therm X2» с вентильной вставкой **V3K S**

Номер позиции настройки	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Значение K_v	0,123	0,172	0,219	0,262	0,304	0,317	0,329	0,376
Цвет	белый						красный	

Продолжение табл. 2.2

Номер позиции настройки	5	5,5*	6	6,5	7	7,5	8	ПО
Значение K_v	0,422	0,462	0,513	0,546	0,579	0,621	0,662	1,008
Цвет	красный	жёлтый	чёрный				синий	

На рис. 2.3 приведена диаграмма зависимости перепада давления ΔP от расхода теплоносителя M **вентильной вставки V3K S без радиатора** при настройке на режим 2К. Данная вентильная вставка применяется только в двухтрубных системах отопления. Эти гидравлические характеристики получены по европейской методике и представлены компанией «Kermi».

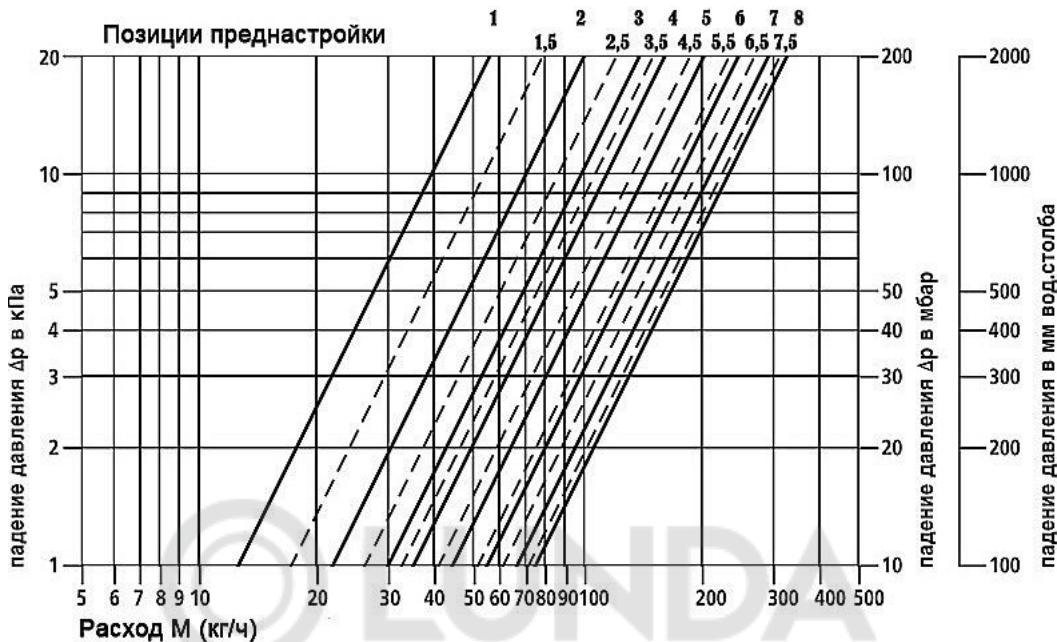


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики вентильной вставки V3K S при различных позициях преднастройки при режиме 2К

Следует учитывать, что если нет специальных требований к погрешности регулирования температуры воздуха в отапливаемом помещении, то при проектировании системы отопления выбирают допустимые перепады температур воздуха в пределах 2К (2°C). Поэтому таблицы 2.2 и рис. 2.3 отнесены именно к этому режиму настройки при подъёме штока на 0,44 мм, характерном для термостатов с жидкостными датчиками. При необходимости более точной регулировки температуры воздуха в пределах 1К (1°C) следует использовать соответствующую диаграмму настроек вентильной вставки V3K S, представленную в материалах компании «Kermi».

2.5. Вентильные радиаторы компании «Kermi» могут оснащаться также клапаном тонкой регулировки V3K F, позволяющим плавно осуществлять регулировку небольших расходов воды, имеющих место в основном в системах отопления с большим перепадом температур теплоносителя между входом и выходом прибора. Данные для подбора клапанов V3K F приводятся в каталоге компании.

Клапан тонкой регулировки V3K F устанавливается на заводе-изготовителе с преднастройкой только на позицию 5,5 (цвет - жёлтый).

2.6. С учётом опыта эксплуатации отечественных систем отопления ООО «Витатерм» не рекомендует устанавливать 1-ую и 2-ую позиции преднастройки вентильных вставок.

2.7. Как указывалось, гидравлические характеристики регулирующей арматуры в отечественной практике обычно представлены коэффициентом местного сопротивления ζ и характеристикой сопротивления S или потерями давления ΔP на рассматриваемом участке при различных расходах теплоносителя M и различ-

ных уровнях предварительной монтажной и текущей настроек регулировок. При нахождении гидравлических характеристик термостатов $\zeta = \zeta'$ (см. п.2.1).

В таблице 2.2 настоящего раздела приведены характерные для зарубежной практики гидравлические показатели термостатов - расходные коэффициенты K_v и K_{vs} . Первый определяет расход теплоносителя M в $\text{м}^3/\text{ч}$ при заданном положении устройства предварительной монтажной настройки и подъёме тарели шпинделя над седлом клапана, соответствующем настроенному режиму погрешности регулирования (на $0,5^\circ\text{C}$, 1°C , 2°C или на 3°C), второй при максимальном подъёме тарели шпинделя (при снятых термостатическом элементе и защитном колпачке) и максимальном открытии устройства для монтажной настройки при перепаде давления на клапане ΔP , равном 1 бару ($0,1 \text{ МПа}$).

Значение K_v (и K_{vs} при указанных выше условиях) вычисляют по формуле

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{\Delta P}} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \right) \left(\text{бар} \right)^{-1/2}. \quad (2.3)$$

Следует отметить, что эта формула весьма своеобразна, т.к. фактически вольно обращается с размерностью: M в $\text{м}^3/\text{ч}$ (в некоторых изданиях в $\text{т}/\text{ч}$, тогда вместо K_v следует принимать обозначение K_M) и ΔP в барах, причём чаще показывают K_v (или K_M) не по полной размерности, а лишь как расходную характеристику – $\text{м}^3/\text{ч}$ (или $\text{т}/\text{ч}$) – без учёта размерности перепада давления.

После преобразования формул (2.1), (2.2) и (2.3), имеем

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{A \cdot \zeta \cdot M^2}} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \right) \left(\text{бар} \right)^{-1/2}, \quad (2.4)$$

затем, устранив несоответствия в размерностях и принимая значения A по приложению 1, получим

$$\zeta = \frac{c_1}{K_v^2} \quad (2.5)$$

или для полного открытия клапана

$$\zeta_{vs} = \frac{c_1}{K_{vs}^2}, \quad (2.6)$$

где c_1 – коэффициент, устраняющий несоответствие в размерностях, использованных в формуле аргументов (с некоторой погрешностью из-за температурного фактора).

В первом приближении с допустимой для практических гидравлических расчётов можно принять при d_y 15 мм $c_1 = 97,3$ и при d_y 20 мм $c_1 = 324$ при условии, что находимый при испытаниях расход теплоносителя определяется в $\text{кг}/\text{с}$, а перепад давления ΔP при тех же испытаниях определяется в Па , а температура теплоносителя в среднем равна 50°C [4].

Очевидно, что из тех же формул можно получить, что

$$S = \frac{c_2}{K_v^2}, \quad \text{Па}/(\kappa c)^2, \quad (2.7) \quad \text{и} \quad S_{vs} = \frac{c_2}{K_{vs}^2}, \quad \text{Па}/(\kappa c)^2. \quad (2.7)$$

Значения c_1 и c_2 зависят от температуры теплоносителя. В среднем можно принять $c_2 = 1,37 \cdot 10^4 \cdot c_1$ при $d_y 15$ и $c_2 = 0,412 \cdot 10^4 \cdot c_1$ при $d_y 20$, т.е. в обоих случаях $c_2 = 133,3 \cdot 10^4$. Очевидно, что размерность S соответствует указанной для уравнения (2.3).

Следует учесть, что принятый при определении K_v перепад давления на клапане в 1 бар не всегда практически выполним: максимальный перепад давления на клапане обычно не должен превышать $0,2 \div 0,3$ бар. Отметим, что рекомендуемый предел этого перепада для большинства конструкций термостатов составляет от 0,1 до 0,2 бар (иначе нарушается нормальная работа термостата, в частности, эквивалентный уровень шума может превышать 25 дБ). Поэтому, со-

гласно ГОСТ 30815-2002, в качестве нормативного перепада принят $\Delta P=0,1$ бар (0,01 МПа), а номинальное значение расходных коэффициентов K_v или K_{vs} определяется расчётным способом по формуле (2.3), хотя при этом вносится погрешность из-за определённого отклонения от квадратичной зависимости перепада давления от расхода теплоносителя, различной у разных термостатов.

Для нормальной работы термостатов необходимо обеспечить и минимальный перепад на клапане. Обычно он равен 0,003÷0,005 МПа.

2.8. Согласно СНиП [10] отопительные приборы должны оснащаться арматурой для регулирования теплового потока, как правило, автоматическими терморегуляторами, но в ряде случаев ручными.

2.9. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов без вентильной вставки используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки компаний «HERZ Armaturen» (Австрия), «Данфосс» (Россия), «Oventrop», «Heimeier» и «Honeywell» (Германия) и др.

2.10. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать для установки на подводящих теплопроводах к радиаторам «Kermi Therm X2» терморегуляторы «HERZ-TS-90», «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8", 1/2" и 3/4" (практически совпадающие для всех размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.4), RA-N 15 и RA-N 20/25 компаний «Данфосс» (см. рис. 2.5), **A**, **AV6** и **RF** компании «Oventrop», терморегуляторы компаний «Heimeier», «Honeywell» и др.

Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам специальные терморегуляторы уменьшенного гидравлического сопротивления RA-G компании «Данфосс» (рис. 2.6), марки **AZ** компании «Oventrop», компании «Heimeier» (рис. 2.7), «HERZ-TS-E» (рис. 2.8) и типа **H** компании «Honeywell».

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.4 и 2.5 показывают диапазоны предварительной настройки терморегулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что терморегулятор частично прикрыт и в случае отклонения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении в пределах 2К (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 0,5К (0,5°C) или на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C) и более. Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.4 линия «максимального подъёма» штока терморегулятора при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» терморегулятора.

На рис. 2.6 и 2.8 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 0,5К, 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане.

На рис. 2.7 указаны зоны настройки терморегуляторов компании «Heimeier» на 1К или 2К при условном диаметре подводок 10, 15 и 20 мм.

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

В однотрубных системах отопления с представленными в настоящих рекомендациях панельными радиаторами «Kermi Therm X2» FK0, PK0 типов 10 и 11 целесообразно применять также трёхходовые терморегуляторы, обеспечивающие удобные подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые терморегуляторы компаний «HERZ Armaturen», «Oventrop» и др., у которых оси термостатических элементов перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходо-

выми терморегуляторами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода и температуры теплоносителя в стояке, а также от гидравлических характеристик отопительных приборов.

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

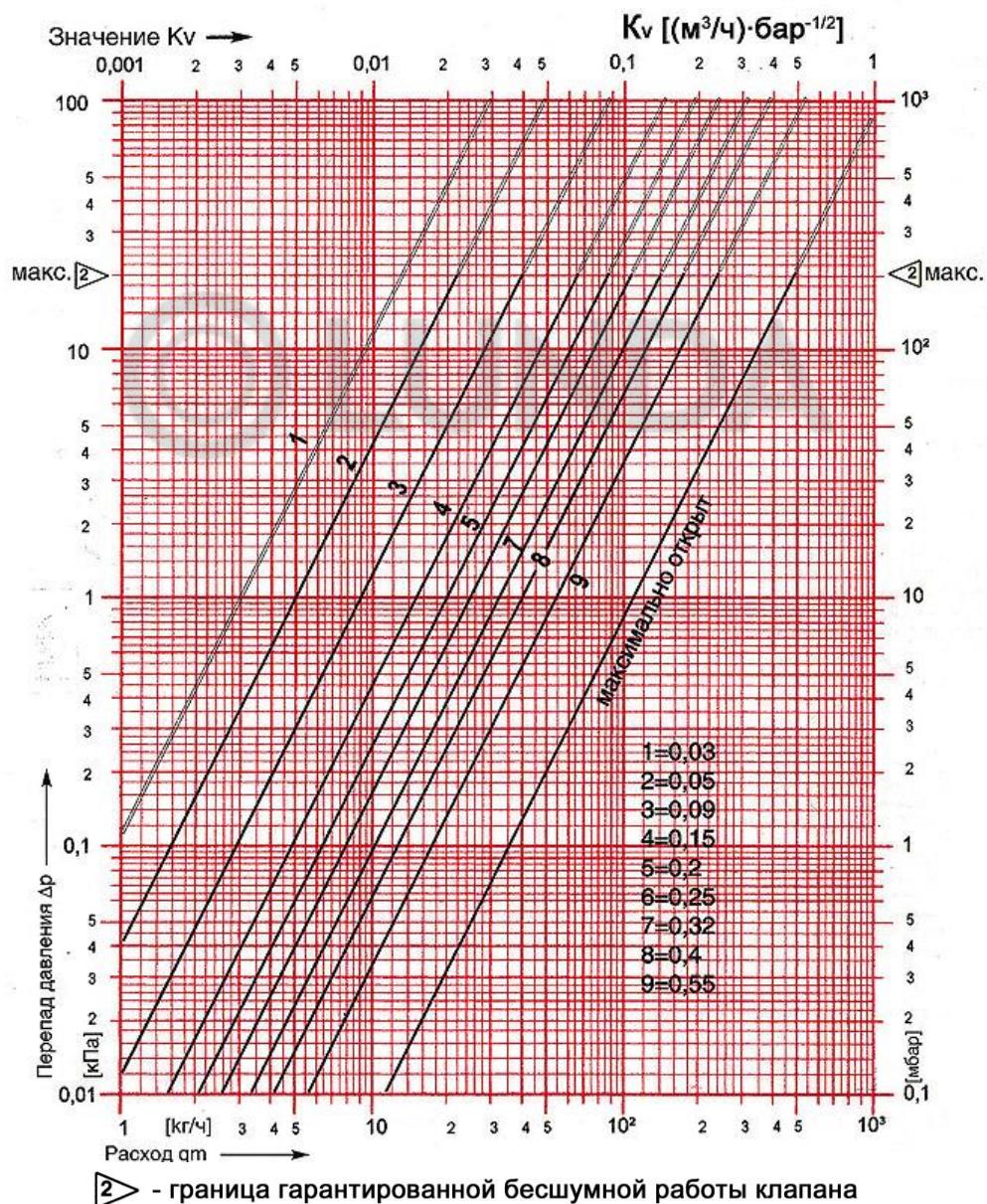
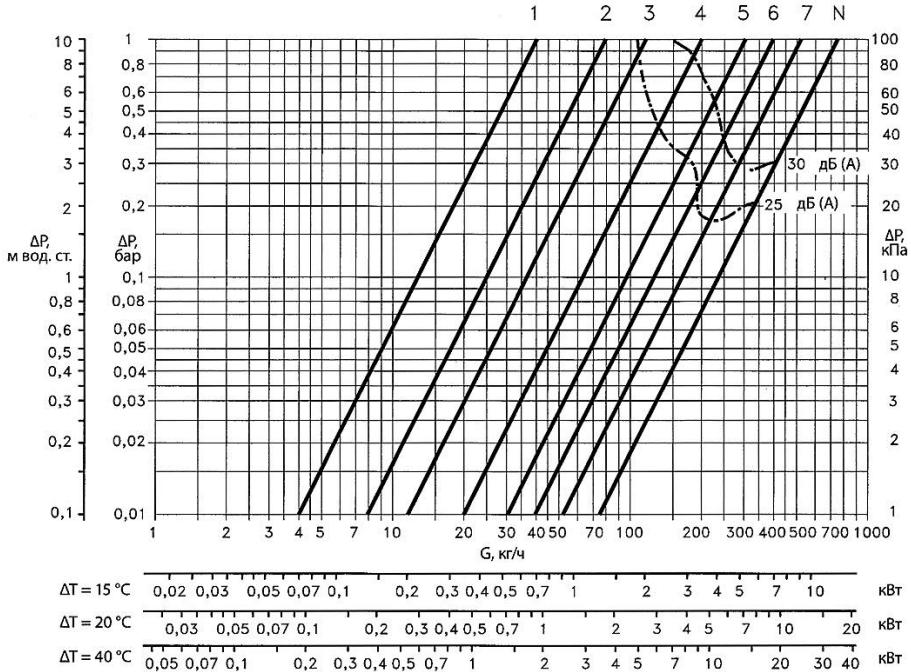


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2K (2°C) и при снятой термостатической головке (при полном открытии клапана)

а.



б.

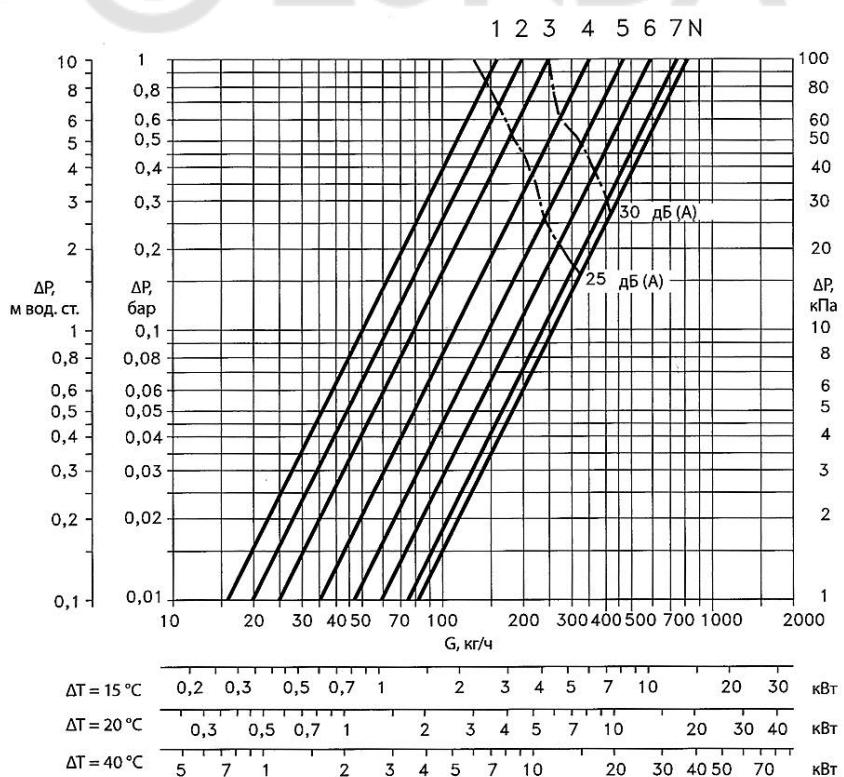


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики терморегуляторов «Данфосс» RA-N 15 (а) и RA-N 20/25 (б), предназначенных для двухтрубных систем отопления (при различных уровнях монтажной настройки клапана)

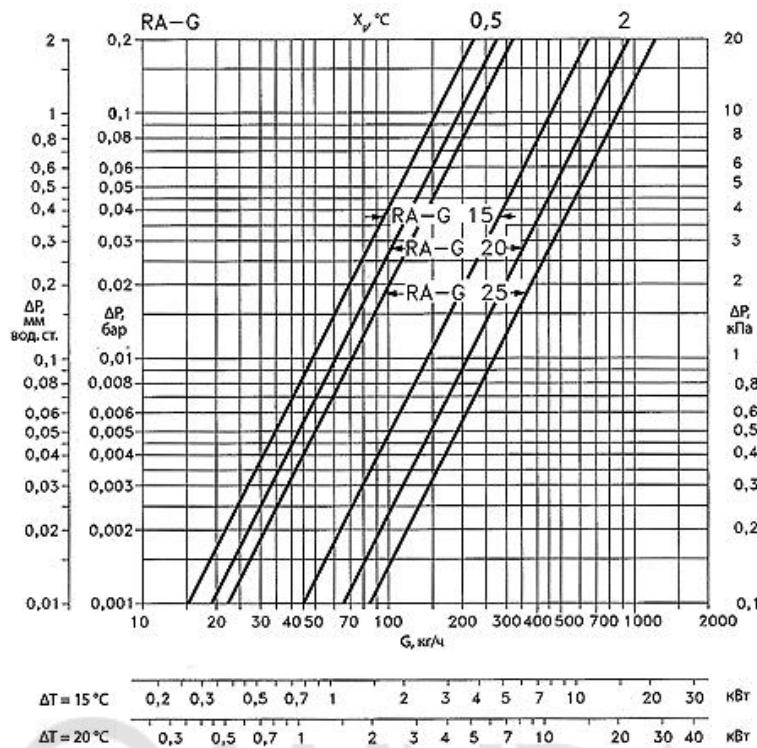


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики терморегуляторов пониженного сопротивления «Данфосс» RA-G при настройке на режимы 0,5K (слева) и 2K (справа)

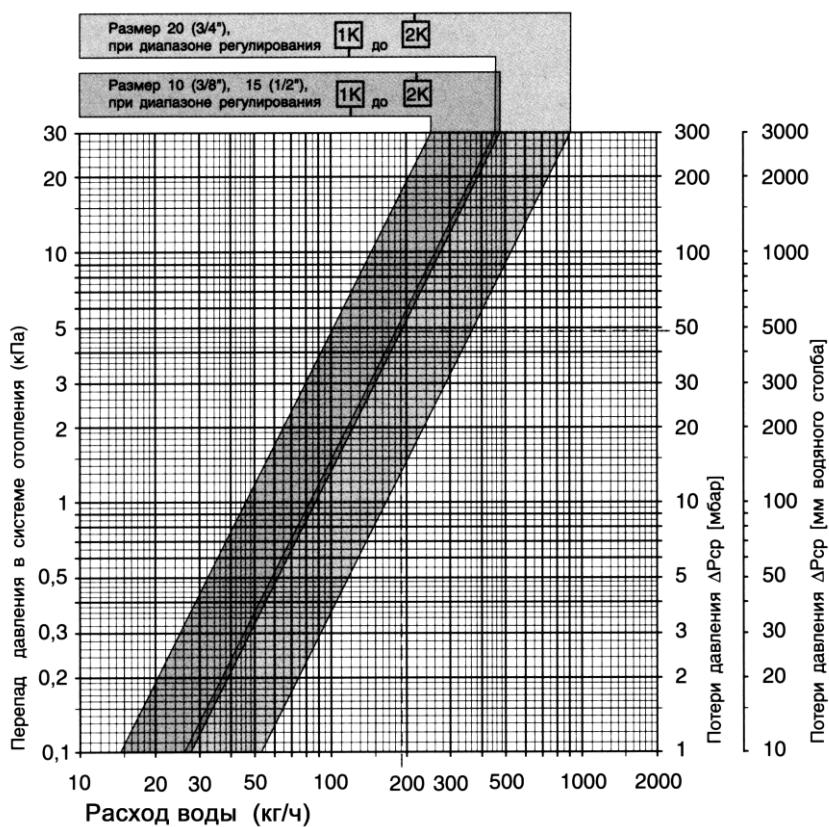


Рис. 2.7. Характеристики терморегуляторов уменьшенного гидравлического сопротивления компании «Heimeier»

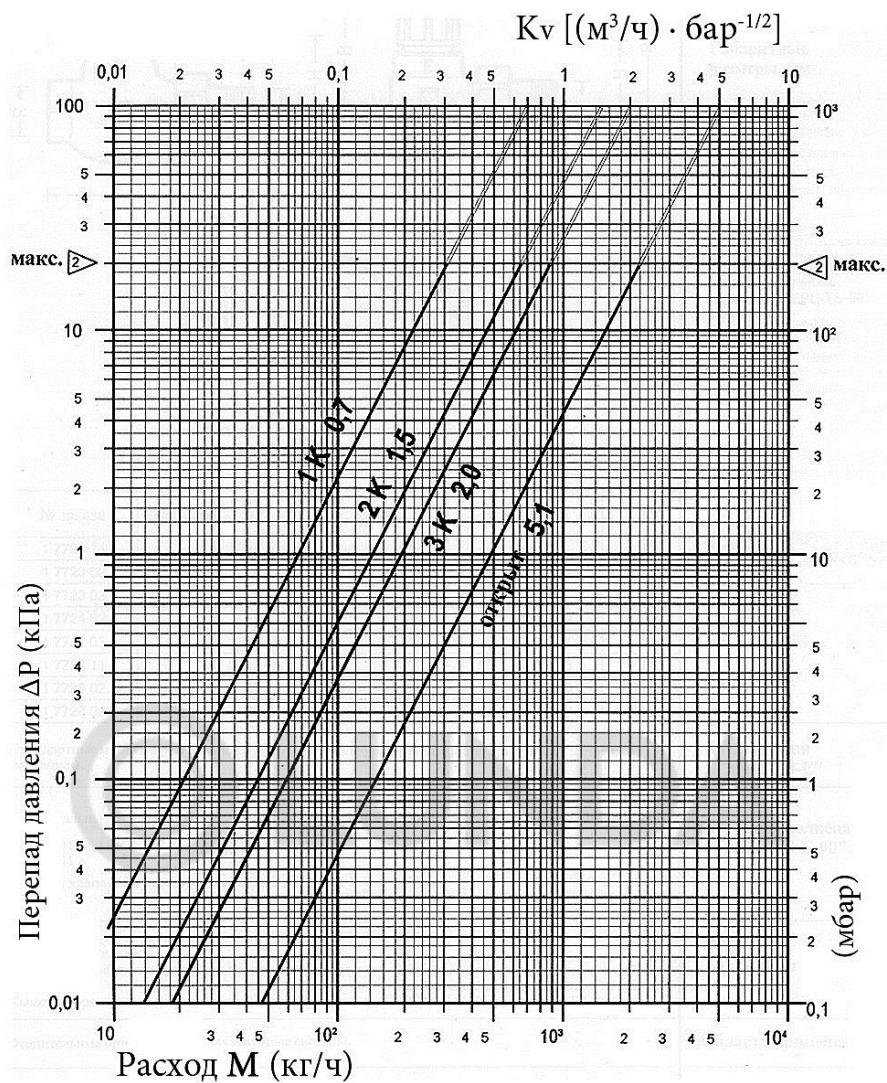


Рис. 2.8. Гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

На рис. 2.4 и 2.8 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления терморегуляторов от расхода воды, с линией $\Delta P=1$ бар указаны значения расходных коэффициентов K_v [$(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}$]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с $K_v \geq 1,2$ [16].

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

2.11. Гидравлические характеристики отопительного прибора и подводящих теплопроводов с регулирующей арматурой в однотрубных системах отопления с замыкающими участками определяют коэффициент затекания a_{pr} , 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_{pr} , кг/с, определяется зависимостью

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm}, \quad (2.9)$$

где α_{np} - коэффициент затекания воды в прибор;

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

2.12. Усреднённые значения коэффициентов затекания для радиаторов «Kermi Therm X2» FK0, PK0 типов 10 и 11 при сочетании условных диаметров труб стояка (d_{ct}), смещённого замыкающего участка (d_{3y}) и подводящих теплопроводов (d_n) 15x15x15 мм представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Усреднённые значения коэффициентов затекания α_{np} узлов однотрубных систем водяного отопления с радиаторами «Kermi Therm X2» FK0, PK0 типов 10 и 11 с боковыми патрубками

Изготовитель и тип регулирующей арматуры	Значения α_{np}
«HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $Xp=0,44$ мм	0,208
«HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $Xp=0,7$ мм с термоголовкой HERZ 7262	0,305
«Oventrop», в среднем для типов AZ и AV, с жидкостным датчиком при $Xp=0,44$ мм	0,195
«Heimeier», специальный термостат с жидкостным датчиком при $Xp=0,44$ мм	0,19

2.14. Коэффициенты затекания при установке терморегуляторов определены, как указывалось, при их настройке на режим 2К (2°C). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания потребная площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения ручных кранов и клапанов (обычно на 15÷23%).

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

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [17], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм» [18], а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.15. Согласно данным ООО «Витатерм» производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом, 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, представленных в специальной и справочно-информационной литературе [13] и [14], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

3.2. При подборе радиаторов, оснащённых автоматическими терморегуляторами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [13], [14], следует увеличивать в 1,15 раза для помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [5], [19], [20].

3.3. 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 зарадиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 3.1.

Таблица 3.1. Усреднённые значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	β_1	β_2 при установке	
			У наружной стены	У наружного остекления
Для всех моделей, кроме Plan-K Hygiene и Plan-V Hygiene				
10	500, 600	1,0075	1,04	1,1
11	300, 400	1,008	1,03	1,08
	500, 600	1,027		
12	300, 400	1,023	1,02	1,06
	500, 600	1,043		
22	300, 400	1,033	1,015	1,04
	500, 600	1,094		
33	300, 400	1,08	1,01	1,02
	500, 600	1,17		
Для моделей Plan-K Hygiene и Plan-V Hygiene				
10	300÷600	1,007	1,04	1,1
20	300÷600	1,014	1,03	1,08
30	300÷600	1,04	1,02	1,06

При нахождении значений β_1 учитывали средний номенклатурный шаг типоразмеров радиаторов, наиболее распространённых в системах отопления жилых зданий. По нашим данным это приборы длиной до 1400 мм включительно. Доля панельных радиаторов длиной более 1400 мм сравнительно невелика, поэтому при нахождении β_1 номенклатурный шаг длинных радиаторов не учитывался.

Для радиаторов типов 12÷33 при перепаде температур теплоносителя в приборе более 20°C значения β_2 следует уменьшать и определять его откорректированное значение β'_2 , по формуле

$$\beta'_2 = 1 + \frac{\beta_2 - 1}{2} \quad (3.1)$$

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

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

$$\begin{aligned} Q = Q_{hy} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = \\ = K_{hy} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot c \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p, \end{aligned} \quad (3.2)$$

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

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

$$\Theta = \frac{t_h + t_k}{2} - t_n = t_h - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n, \quad (3.3)$$

здесь

t_h и t_k - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °C;

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

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

70 - нормированный температурный напор, °C;

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. 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 панельных радиаторов типов FK0 и PK0 от их длины при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 3.4); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз» $p=1$;

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

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

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

$$K_{hy} = \frac{Q_{hy}}{F \cdot 70}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}), \quad (3.4)$$

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 (принимается по табл. 1.3 и 1.4).

Таблица 3.2. Усреднённые значения показателей степени n и m и коэффициентов c и p при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах «Kermi Therm X2» и расходе теплоносителя через прибор 0,015÷0,15 кг/с (54÷540 кг/ч)

Обозначение радиатора		Высота радиатора	Схема движения теплоносителя	n	c	m	p
Артикул	Тип						
FK0 PK0	10 10	500, 600	Сверху-вниз	0,25	1	0	1
			Снизу-вверх	0,33	0,78	0,1	Табл.3.4
			Снизу-вниз	0,25	0,94	0	1
FK0 PK0	11 11	300, 400	Сверху-вниз	0,26	1	0	1
			Снизу-вверх	0,33	0,81	0,1	Табл.3.4
			Снизу-вниз	0,26	0,96	0	1
FK0 PK0	11 11	500, 600	Сверху-вниз	0,27	1	0	1
			Снизу-вверх	0,33	0,8	0,1	Табл.3.4
			Снизу-вниз	0,27	0,94	0	1
FK0 PK0 PH0	12, 22, 33 12, 22, 33 20, 30	300, 400	Сверху-вниз	0,28	1	0	1
			Снизу-вниз	0,28	0,94	0	1
			Сверху-вниз	0,3	1	0	1
FK0 PK0 PH0	12, 22, 33 12, 22, 33 20, 30	500, 600	Снизу-вниз	0,3	0,92	0	1
			Сверху-вниз	0,29	1	0	1
			Сверху-вниз	0,3	1	0	1
FTV	12, 22, 33	300, 400	Сверху-вниз	0,27	1	0	1
PTV	12, 22, 33		Сверху-вниз	0,29	1	0	1
FTM	12, 22, 33		Сверху-вниз	0,3	1	0	1
PTM	12, 22, 33		Сверху-вниз	0,3	1	0	1
FTV	12, 22, 33	500, 600	Сверху-вниз	0,27	1	0	1
PTV	12, 22, 33		Сверху-вниз	0,29	1	0	1
FTM	12, 22, 33		Сверху-вниз	0,3	1	0	1
PTM	12, 22, 33		Сверху-вниз	0,3	1	0	1
PTV	20, 30	300, 400	Сверху-вниз	0,27	1	0	1
PTV	20, 30	500, 600	Сверху-вниз	0,29	1	0	1

Таблица 3.3. 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)
10	0,45	0,973	0,978	0,982	0,986	0,991	0,996	1	1,009
11,20	0,35	0,968	0,974	0,979	0,984	0,99	0,995	1	1,01
12, 22,30	0,25	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33	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 3.4. Значения поправочного коэффициента p

Высоты радиаторов типов 10 и 11, мм	Значения p при длине радиатора L (мм)				
	400÷500	600÷700	800÷1000	1200÷1400	1600 и более
300, 400	1,14	1,07	1,05	1,03	1
500, 600	1,1	1,05	1,03	1,02	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 , в зависимости от показателя степени « n » (см. табл. 3.2)

$\Theta, {}^{\circ}\text{C}$	Значения ϕ_1 при						
	$n=0,25$	$n=0,26$	$n=0,27$	$n=0,28$	$n=0,29$	$n=0,3$	$n=0,33$
44	0,56	0,557	0,555	0,552	0,549	0,547	0,539
46	0,592	0,589	0,587	0,584	0,582	0,579	0,572
48	0,624	0,622	0,619	0,617	0,615	0,612	0,605
50	0,657	0,654	0,652	0,65	0,648	0,646	0,639
52	0,69	0,688	0,686	0,684	0,682	0,679	0,673
54	0,723	0,721	0,719	0,717	0,716	0,714	0,708
56	0,757	0,755	0,753	0,752	0,75	0,748	0,743
58	0,791	0,789	0,788	0,786	0,785	0,783	0,779
60	0,825	0,823	0,822	0,821	0,82	0,818	0,815
62	0,859	0,858	0,857	0,856	0,855	0,854	0,851
64	0,894	0,893	0,892	0,892	0,891	0,89	0,888
66	0,929	0,929	0,928	0,927	0,927	0,926	0,925
68	0,964	0,964	0,964	0,964	0,963	0,963	0,962
70	1	1	1	1	1	1	1
72	1,036	1,036	1,036	1,037	1,037	1,037	1,038
74	1,072	1,073	1,073	1,074	1,074	1,075	1,077
76	1,108	1,109	1,11	1,111	1,112	1,113	1,116
78	1,145	1,146	1,147	1,149	1,15	1,151	1,155
80	1,182	1,183	1,185	1,186	1,188	1,19	1,194
82	1,219	1,221	1,223	1,224	1,226	1,228	1,234
84	1,256	1,258	1,261	1,263	1,265	1,267	1,274
86	1,293	1,296	1,299	1,301	1,304	1,307	1,315
88	1,331	1,334	1,337	1,34	1,343	1,346	1,356
90	1,369	1,373	1,376	1,379	1,383	1,386	1,397

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента Φ_2 в зависимости от показателя степени « m » (см. табл. 3.2)

M _{пр}		Значения Φ_2 при $m=0,1$
кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,827
0,02	72	0,851
0,025	90	0,871
0,03	108	0,887
0,035	126	0,9
0,04	144	0,912
0,05	180	0,933

M _{пр}		Значения Φ_2 при $m=0,1$
кг/с	кг/ч	
0,06	216	0,95
0,07	252	0,965
0,08	288	0,978
0,09	324	0,99
0,1	360	1
0,125	450	1,023
0,15	540	1,041

3.5. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов серии «**Kermi Therm X2**» 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 теплоносителя в радиаторах FK0 и PK0 типов 10 и 11 по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется при этой схеме лишь по двум-четырём вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводящим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства следует использовать поправочный коэффициент p , приведённый в табл. 3.4.

3.6. 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 открытого проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется согласно приложению 3 настоящих рекомендаций.

3.7. При использовании антифриза на этиленгликоловой основе необходимая площадь поверхности нагрева отопительных приборов должна быть увеличена в среднем в 1,1 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде. При использовании антифриза на основе пропиленгликоля площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в среднем в 1,3 раза.

4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальным панельным радиатором «Kermi Therm X2» Profil-K. 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 «HERZ-TS-E», установленном на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу вверх».

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.2 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_h условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ct}=35$ °C, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b=20$ °C, атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е. $b=1$. Средний расход воды в стояке $M_{ct}=480$ кг/ч (0,133 кг/с).

Условные 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 ($L_{tr.b}=2,7$ м, $L_{tr.g}=0,8$ м).

Последовательность теплового расчёта

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

формуле

$$Q_{np}^{расч} = Q_{nom} - Q_{mp.n} \quad (4.1)$$

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

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

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

где

$$Q_{mp} = q_{mp.v} \cdot L_{mp.v} + q_{mp.e} \cdot L_{mp.e} \quad (4.2)$$

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

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

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.3) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается радиатор типа 11-04-10 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{np} = 0,208$ (по данным табл. 2.3).

Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm} = 0,208 \cdot 0,133 = 0,0276 \text{ кг/с.}$$

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

$$\Delta t_{i\partial} = \frac{Q_{i\partial}^{\partial\tilde{a}\tilde{n}\div}}{C \cdot M_{i\partial}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,0276} = 8,2^{\circ}\tilde{N} \ , \quad (4.3)$$

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

Температурный напор Θ (без учёта охлаждения воды в стояке однотрубной системы отопления) определяется по формуле (3.3)

$$\Theta = t_i - \frac{\Delta t_{i\partial}}{2} - t_a = 105 - 4,1 - 20 = 80,9^{\circ}\tilde{N}.$$

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

$$Q_{i\partial}^{\partial\tilde{a}\tilde{n}\div} = \frac{Q_{hy}^{mp}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot \partial \cdot b} = \frac{952}{1,212 \cdot 0,879 \cdot 0,81 \cdot 1,05 \cdot 1} = 1051\text{А}\partial \ , \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 , c , p и b - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.3÷3.6.

Исходя из полученного значения Q_{hy}^{mp} и желаемой длины прибора (900÷1200 мм), согласно табл. 1.3 принимаем выбранный типоразмера 11-04-10 с $Q_{hy}=1037 \text{ Вт}$.

С учётом рекомендаций [10] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева отопительного прибора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт, в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{hy} - Q_{hy}^{mp}) : Q_{hy}^{mp}] \cdot 100\% = -1,3\%. \quad (4.5)$$

К установке принимается панельный радиатор: «**Kermi Therm X2** Profil-K FK0 11-04-10.

5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» и основные требования к их эксплуатации

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «Kermi Therm X2» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [21] и настоящих рекомендаций.

5.2. Панельные радиаторы «Kermi Therm X2» поставляются заводом-изготовителем и его региональными дилерами согласно номенклатуре, представленной в табл. 1.1.

Как указывалось, радиаторы поставляются окрашенными и упакованными в термоусадочную полиэтиленовую плёнку.

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

5.3. Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями скоб, приваренных с тыльной стороны радиатора, и кронштейнов, на которые он монтируется. Перечень предлагаемых кронштейнов представлен в п. 1.10 (или см. в каталоге компании). Наиболее распространёнными являются длинные оцинкованные кронштейны для настенной установки, которые входят в комплект стандартной поставки (см. п. 1.10 и рис. 1.11). Кронштейн имеет малую и большую полки длиной соответственно 30 и 50 мм, что даёт возможность регулировать расстояние от стены до тыльной стенки радиатора (рис. 5.1).

При длине от 400 до 1600 мм радиатор оснащён 4 монтажными скобами, при длине от 1800 до 3000 мм – 6 скобами и комплектуется соответственно 2 или 3 кронштейнами.

Разметка мест установки кронштейнов радиаторов показана на рис. 5.2, а размеры их привязки представлены в табл. 5.1.

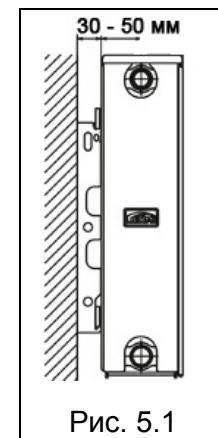


Рис. 5.1

Рис. 5.2. Схема расположения монтажных скоб на тыльной стороне радиатора

Таблица 5.1

Тип радиатора	Длина BL, мм	A	B
<i>Радиаторы без встроенного термостата</i>			
10	400	100	100
10	500÷3000	140	140
11	400÷3000	85	85
12/20/22/30/33	400	100	100
12/20/22/30/33	500÷3000	140	140
<i>Радиаторы со встроенным термостатом</i>			
10	400	165	100
10	500÷3000	165	140
11	400÷3000	85	85
12/20/22/30/33	400	100	100
12/20/22/30/33	500÷3000	140	140

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

5.5. Перед началом монтажных работ в радиаторы «Kermi Therm X2» следует установить разделительную пробку.

Разделительная пробка в радиаторах «Kermi Therm X2» используется только в двухрядных и трёхрядных моделях радиаторов «Profil-K», «Plan-K» и «Plan-K Hygiene» с боковым расположением присоединительных патрубков. При этом движение теплоносителя во фронтальной панели обеспечивается по схеме «сверху-вниз». Разделительная пробка встраивается в нижний патрубок, к которому присоединяется обратный теплопровод. Установка в других патрубках считается недопустимой. Разделительная пробка, монтажный ключ (рис. 5.3), воздухоотводчик и инструкция по монтажу входят в комплект обязательной поставки радиаторов «Profil-K» и «Plan-K».

Последовательность монтажа разделительной пробки (рис. 5.4):

- правильно и до упора вставить монтажный ключ в разделительную пробку (рис. 5.4а), при этом следует учитывать правильное положение разделительной пробки с монтажным ключом (рис. 5.4б), т.е. ручка ключа должна быть расположена горизонтально, стрелка на ключе при этом положении показывает в направлении задней (средней) панели;
- вставить разделительную пробку в патрубок радиатора (рис. 5.4б) – слегка сжать разделительную пробку и вставить её до упора;
- проверить положение монтажного ключа (рис. 5.4в) – ключ должен быть вставлен до упора и ручка расположена горизонтально:
- вынуть из патрубка монтажный ключ (рис. 5.4в).

В моделях радиаторов со встроенным термостатом разделительная пробка не устанавливается.

5.6. Монтаж настенных радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки консолей (в соответствии с рис 5.2) и просверлить отверстия в стене;
- закрепить кронштейны на 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 и в местах расположения скоб для кронштейнов;
- установить радиатор на кронштейнах;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, при этом следует учитывать максимальную глубину ввинчивания в соединительную пробку – не более 14 мм (не менее 12 мм) во избежание порчи разделительной пробки;
- установить воздухоотводчик в верхнюю пробку;
- установить терmostатический элемент у радиаторов Profil-V/VM, Plan-V/VM и Plan-V Hygiene.



Рис. 5.3. Монтажный комплект: а – разделительная пробка, б - монтажный ключ

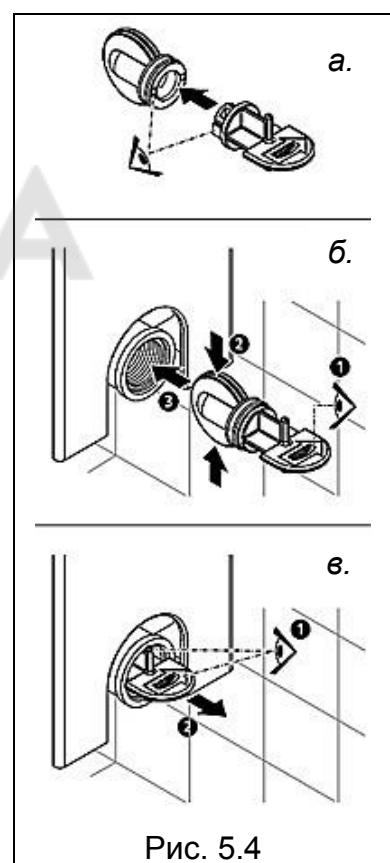


Рис. 5.4

5.7. 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 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 высотах радиатора 500 и 600 мм и 75% - при высоте 300 и 400 мм), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (рис. 5.5);
- 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 терmostата с автономным датчиком.

5.8. Монтаж напольных радиаторов производится на наружных или внутренних вертикальных консолях (стойках). Возможно оснащение напольных радиаторов теплозащитными экранами (см. рис.5.6), обращёнными в сторону наружных ограждений (остекления). Напольные стойки и защитные экраны можно заказать у производителя радиаторов (см. п.1.10).

5.9. 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 и ухудшают его внешний вид.

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

5.11. При оснащении обеих подводок к радиатору запорной арматурой установка воздухоотводчика обязательна в одной из верхних глухих пробок радиатора. При отключении радиатора от системы отопления без слива воды из него обязательно открыть ручной воздухоотводчик на отключённом радиаторе. Перед открытием запорной арматуры у приборов (для подключения его к системе отопления) необходимо закрыть воздухоотводчик.

5.12. При автоматическом регулировании не рекомендуется размещать термостаты на расстоянии менее 150 мм от проёма

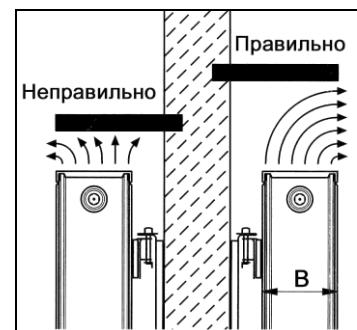


Рис. 5.5. Схемы установки панельного радиатора под подоконником



Рис. 5.6. Теплозащитный экран

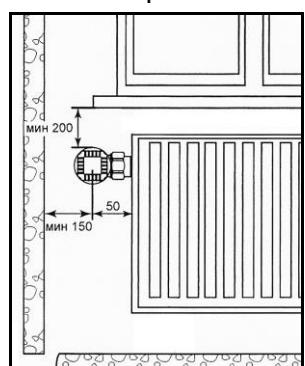


Рис. 5.7

балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника (рис. 5.7). В случае несоблюдения этих требований следует использовать термостаты с выносным датчиком (см. рис. 1.18).

5.13. 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.

5.14. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны 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], [22], а значение pH должно быть в пределах 8,0÷9,5 (оптимально 8,3÷9,0). Содержание в воде соединений железа (до 0,5 мг/дм³) и других примесей - согласно [3].

5.15. При эксплуатации стальных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде кислорода и загрязнений (шлама). Поэтому радиаторы «Kermi Therm X2» рекомендуется применять в автономных системах отопления и в системах 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 постоянных. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 5 мг/дм³.

5.16. 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.

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 [3].

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 [21] 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, проведённые 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 0,87 МПа, допустимое избыточное давление при опрессовке системы не должно превышать 1,09 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

5.18. 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 [3]. При несоблюдении этого

требования необходимо применять более простые и надёжные в эксплуатации ручные воздухоотводчики.

Удаление воздуха через воздухоотводчик допускается только через запорный винт с помощью специального ключа или отвёртки. Не допускается с этой целью вывинчивать воздухоотводчик во избежание нарушения герметичности радиатора в период его эксплуатации.

5.19. Во избежание образования воздушных пробок заполнение водой системы отопления с радиаторами, оборудованными терmostатами на подводящих теплопроводах, следует производить снизу через обратную магистраль при полностью открытых терmostатах (при снятых терmostатических элементах).

5.20. Терmostат не является запорной арматурой. При необходимости снятия отопительного прибора, например, для его ремонта или замены можно использовать терmostат в качестве запорной арматуры только при выполнении работ в следующей последовательности:

- снять терmostатический элемент;
- специальным металлическим или упрочнённым пластмассовым колпачком закрыть полностью терmostат;
- снять отопительный прибор;
- со стороны снятого прибора на терmostат установить заглушку.

Если эти требования не будут выполняться, то следует предусмотреть перед терmostатом (по ходу теплоносителя) установку шарового крана. Запорный и запорно-регулирующий клапан установки дублирующего шарового крана не требуются.

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

5.22. 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 терmostатах у отопительных приборов во избежание замерзания воды в этих приборах. Жильцы и посетители общественных зданий (особенно гостиниц) должны быть извещены об этом требовании.

5.23. Радиаторы «**Kermi Therm X2**» могут применяться в системах отопления, заполненных антифризом. Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий и его применение требует предварительного согласования с изготовителем или поставщиком терморегуляторов, используемых в вентильных радиаторах.

В случае использования антифриза при герметизации резьбовых соединений стальных теплопроводов, фитингов и других элементов систем отопления можно использовать шелковистый лён, 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. Заполнение системы антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после её монтажа.

5.24. При выполнении систем отопления из медных труб необходимо применять переходники из бронзы или качественной латуни [23]. В этом случае во избежание разрушения этих переходников использование льна для герметизации соединений запрещено.

5.25. Использование отопительных приборов и теплопроводов системы отопления в качестве токоведущих и заземляющих устройств **не допускается**.

5.26. При характерных для России расчётных параметрах теплоносителя (обычно выше 85°C) не допускается в качестве теплопроводов системы отопления использовать трубы с внутренней оцинковкой.

6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИсантехники, 1990.
2. В.И.Сасин. К вопросу о снижении расчётных параметров теплоносителя в системах отопления. «АКВА-ТЕРМ», 2002, № 1, с. 24-26.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
5. Стандарт АВОК 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.
6. Рекомендации по применению стальных панельных компактных и вентильных радиаторов фирмы «Kermi» (третья редакция) / В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, В.Д. Кушнир.- М.: ООО «Витатерм», 2004.
7. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний. – М. «Стандартинформ», 2010.
8. Сасин В.И., Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов. Действующая методика испытаний отопительных приборов – требуется ли корректировка?// АВОК, 2007, № 4, с. 46-48.
9. В.И.Сасин. Некоторые проблемы применения отопительных приборов в России. «АКВА-ТЕРМ», 2001, № 3, с. 36-38.
10. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
11. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловоодоэлектроснабжению. М., 1999.
12. Стандарт НП «АВОК» 4.3-2007. Распределители стоимости потреблённой теплоты от комнатных отопительных приборов. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2007.
13. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
14. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
15. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИсантехники, 1996.
16. Сасин В.И. Терmostаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
17. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОСССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
18. Сасин В.И. «Применение полимерных труб в системах отопления». Сантехника, № 3, 2011 г., с. 32-37.
19. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
20. EN 12831-2006. Отопительные установки в зданиях. Методы расчёта проектной тепловой нагрузки. Варшава, 2007.
21. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
22. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.
23. Стандарт АВОК. Трубопроводы из медных труб для систем внутреннего водоснабжения и отопления. СТО НП «АВОК» 6.3.1.-2007.

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

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

Примечания:

1) 1 Па = 0,102 кгс/м²; 1 Па/(кг/с)² = 0,788·10⁻⁸ (кгс/м²)/(кг/ч)²; 1 кгс/м² = 9,80665 Па; 1 (кгс/м²)/(кг/ч)² = 1,271·10⁸ 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 коэффициенты 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

$$\phi_{4(50)} = 1,5 \phi_4 - 0,5, \quad (\text{П 1.4})$$

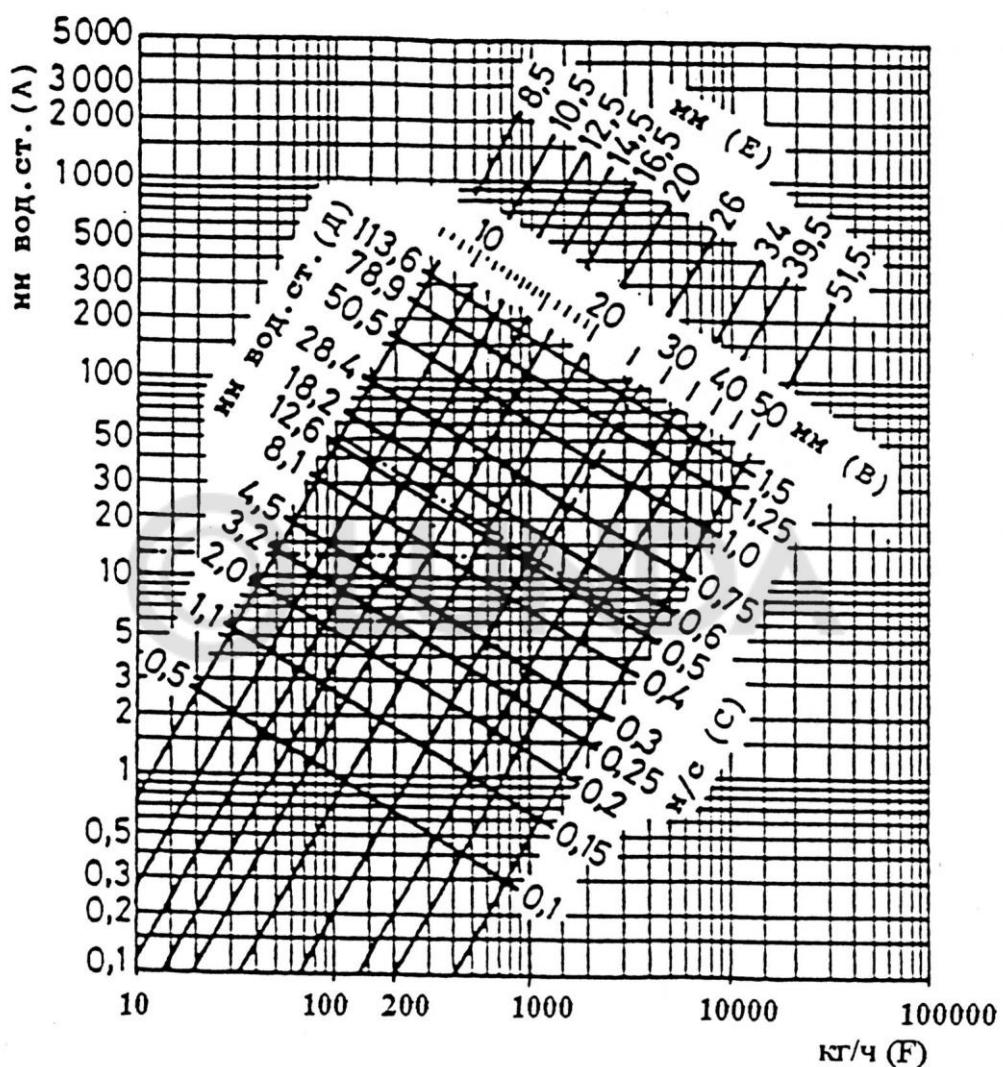
где $\phi_{4(50)}$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

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

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



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

В – внутренние диаметры медных труб, мм:

C = скорость воды в трубах, м/с

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

мединой трубы, мм вод. ст.,
Е – внутренние диаметры медных труб, характерные для западноевропейского рынка, мм:

Е= 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

Таблица П.3.1. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, q_{tr} , Вт/м

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

Примечания.

1. В двухтрубных системах отопления тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных стояков, окрашенных масляной краской, при расстоянии между их осями S , равном или меньшем двух наружных диаметров d_h , 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 горизонтальных труб в многорядных пучках 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_h большем или равном 2, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепло-

вой поток, приходящийся на одну горизонтальную трубу, в многорядных по высоте подводках и магистралях, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при $S/d_h \leq 2$ рекомендуется увеличить в среднем в 1,2 по отношению к значениям, приведённым в настоящем приложении.

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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$), 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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) 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.

10. Тепловые характеристики полимерных труб приведены, в частности, в работе: В.И. Сасин «Применение полимерных труб в системах отопления». Сантехника, № 3, 2011 г., с. 32-37.



Boiler-Gas.ru
Перейти на сайт