

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов фирмы «Kermi»	4
2. Схемы и элементы систем отопления	19
3. Гидравлический расчет	35
4. Тепловой расчет	41
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов фирмы «Kermi» и основные требования к их эксплуатации	50
6. Список использованной литературы	58
Приложения	59

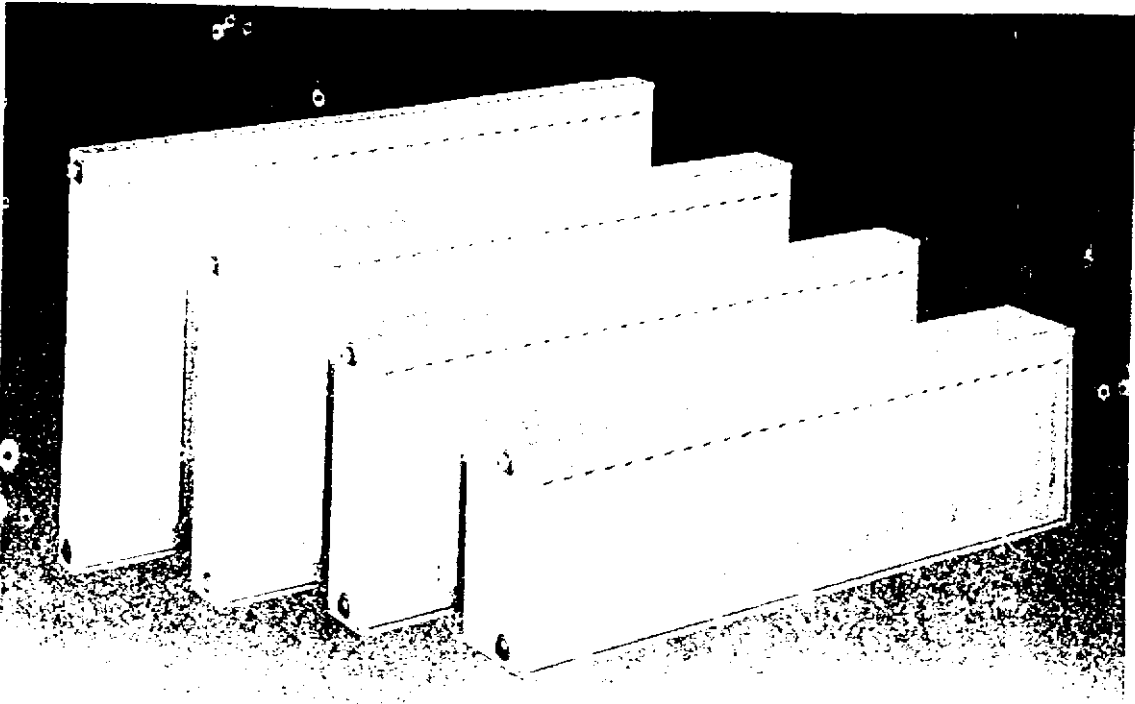
1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ ФИРМЫ «KERMI»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных компактных и вентильных радиаторов фирмы «Kermi» разработаны Научно-производственной фирмой ТОО «Витатерм» на основе проведенных в лаборатории отопительных приборов Государственного предприятия НИИ сантехники теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих приборов, наиболее часто используемых в отечественной практике.

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме /1/, /2/ с использованием рекламных материалов фирмы «Kermi».

1.3. Гамма стальных панельных радиаторов «Kermi» состоит из различных модификаций компактных гладкопанельных и оребренных отопительных приборов высокого дизайна, широко используемых в зарубежной практике (например, около 65% от всех типов приборов в Западной Европе). Она включает традиционные профильные радиаторы («ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» или сокращенно «ПРОФИЛЬ-К») с боковым расположением присоединительных патрубков к подводящим теплопроводам (рис. 1.1а); приборы, внешне похожие на радиаторы «ПРОФИЛЬ-К», но со встроенным в верхний коллектор корпусом термостата («ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» или сокращенно «ПРОФИЛЬ-В») и специальными патрубками для данного (нижнего) присоединения теплопроводов (рис. 1.1б), и наконец, аналоги последней модификации, также со встроенным корпусом термостата и патрубками для нижнего присоединения, отличающиеся наличием запрессованной с фронтальной стороны дополнительной гладкой панели, увеличивающей общую глубину таких радиаторов на 2 мм («ПАНЕЛЬ-ВЕНТИЛЬ», сокращенно «ПЛАН-В»).

а.



б.

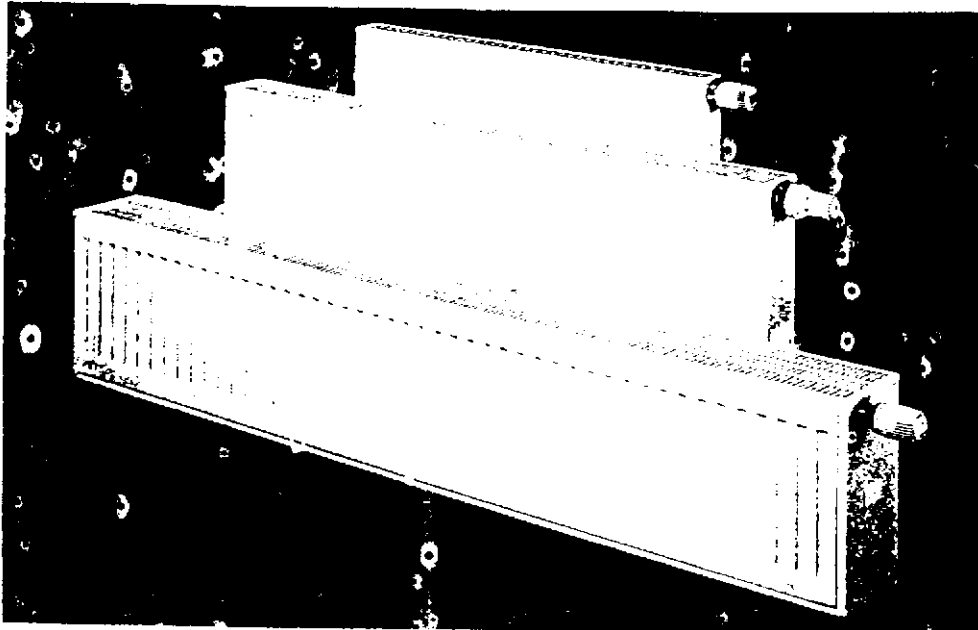


Рис. 1.1. Общий вид радиаторов фирмы «Kermi»
а - «ПРОФИЛЬ-KOMPAKT», б - «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ»

1.4. Все модификации стальных панельных радиаторов «Kermi» представляют собой отопительные приборы регистрового типа (с горизонтальными коллекторами вверху и внизу каждой панели, соединенными вертикальными каналами-колонками с шагом по длине прибора 33 1/3 мм) широкой номенклатуры по высоте (300, 400, 500, 600 и 900 мм), длине (от 400 до 1000 мм с шагом 100 мм, свыше 1000 до 2000 мм с шагом 200 мм, а также длиной 2300, 2600 и 3000 мм) и теплоплотности (за счет числа гладких или оребренных панелей по глубине в одном приборе – от 1 до 3) и степени оребрения (за счет приварки точечной сваркой к колонкам между коллекторами практически по всей длине прибора П-образного вертикального оребрения, увеличивающего теплоъем с панели в основном за счет конвективного теплообмена). Оребрение приваривается к тыльным сторонам панели (у однорядных приборов) или находится между панелями (у многорядных по глубине).

1.5. При боковом расположении присоединительных патрубков (у радиаторов «ПРОФИЛЬ-К») монтажная высота H_m (расстояние между осями патрубков) на 54 мм меньше общей высоты радиатора H , т.е. $H_m = H - 54$ мм. Например, при общей высоте прибора 600 мм $H_m = 546$ мм.

При донном подсоединении (в радиаторах «ПРОФИЛЬ-В» и «ПЛАН-В») расстояние между осями присоединительных патрубков 50 мм, причем эти две модификации изготавливаются только в правостороннем исполнении (патрубки внизу с правой стороны прибора при взгляде на него из помещения) и поставляются без термостатической головки. По специальному заказу могут быть изготовлены радиаторы и в левостороннем исполнении.

1.6. Все модификации радиаторов «Kermi» выпускаются нескольких типов:

тип 10 – однорядный без оребрения, а также без воздуховыпускной решетки и боковых стенок общей глубиной (по наружным образующим тыльных патрубков) 46 мм (1 – одна панель, 0 – отсутствие (ноль) оребрения);

тип 11 – однорядный с одним рядом приваренного к тыльной стороне панели оребрения (1 – одна панель; 1 – один ряд оребрения) глубиной 59 мм);

тип 12 – двухрядный по глубине с оребрением, приваренным к тыльной панели и «зажатым» практически вплотную примыкающей к ней тыльной стороной фронтальной неоребренной панелью (1 – одно оребрение; 2 – два ряда панелей), глубиной 64 мм;

тип 21 – двухрядный по глубине с одним рядом оребрения и двумя панелями, образующими зазор внутри между оребрением тыльной панели и тыльной стороной неоребренной фронтальной панели (представляющий собой вариант типа 22, но только с одним рядом оребрения; 2 – две панели, 1 – одно оребрение), глубиной 100 мм;

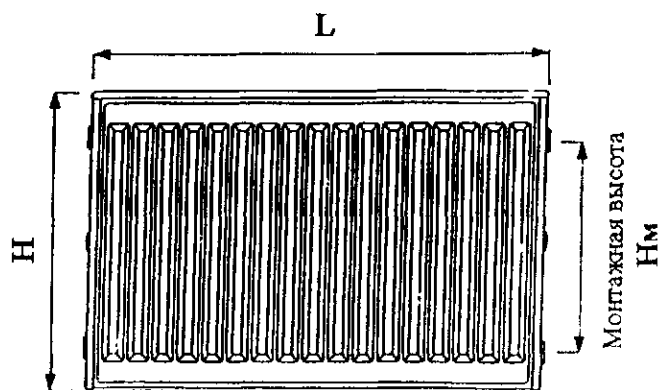
тип 22 – двухрядный по глубине с двумя рядами оребрения, расположенными между панелями и приваренными по одному к внутренней стороне каждой панели (2 – две панели; 2 – два ряда оребрения), глубиной 100 мм;

тип 33 – трехрядный по глубине с 3 рядами расположенных между панелями оребрения (3 – три панели; 3 – три оребрения) глубиной 155 мм.

По специальному заказу могут быть изготовлены радиаторы типа 20 и 30 (с двумя или тремя рядами панелей по глубине без оребрения), которые обычно используются в помещениях больниц и тому подобных зданий.

Все типы всех модификаций панельных радиаторов фирмы «Kermi», кроме типов 10 и 11, оборудуются воздуховыпускными решетками и боковыми декоративными стенками. Как указывалось, глубина радиатора «ПЛАН-В» больше на 2 мм, чем у других аналогичных модификаций.

Схемы испытанных в лаборатории отопительных приборов НИИ сантехники типов радиаторов, наиболее применяемых в отечественном строительстве, показаны на рис. 1.2.



«ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ»

«ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ»

Тип 11



Тип 11



Тип 12



Тип 22



Тип 22



Тип радиатора	11	12	22
Глубина радиатора В, мм	59	64	100

Рис. 1.2. Номенклатура радиаторов фирмы «KERMI», испытанных НИИсантехники.

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

1.8. Радиаторы поставляются полностью окрашенными: сначала после обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивации осуществляют катафорезное покрытие методом окунания в водорастворимом грунте с последующим отверждением термообработкой (метод KTL), а затем пневмоэлектростатическим методом напыления наносят снаружи второй слой краски из эпоксиполиэфирного порошкового материала белого цвета RAL 9010 с последующей термообработкой.

1.9. С учетом типа краски рекомендуемая максимальная температура теплоносителя 110°C.

1.10. Радиаторы «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» и «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» испытываются избыточным давлением 1,3 МПа и, согласно российским нормативам о полуторном превышении испытательного давления над рабочим, могут быть использованы в отечественных системах отопления при максимальном рабочем избыточном давлении 0,87 МПа. Испытания на прочность этих модификаций радиаторов, проведенные в лаборатории отопительных приборов НИИ сантехники, показали, что их разрушение происходит при избыточных давлениях 2,35-2,65 МПа.

Радиаторы «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» могут быть установлены в системах отопления с рабочим избыточным давлением теплоносителя не более 0,6 МПа.

1.11. Каждый радиатор «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» имеет 4 присоединительных патрубка с резьбой G 1/2 В. Обычно при поставке радиаторов два патрубка с одной стороны прибора закрыты пластмассовыми пробками, а с другой – один внизу закрыт глухой пробкой (заглушкой), а второй сверху имеет пробку с воздуховыпускным клапаном типа крана Маевского.

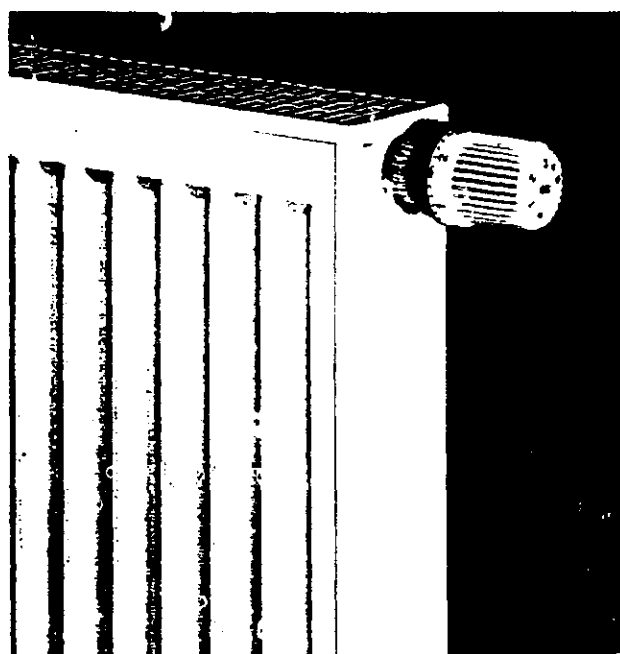
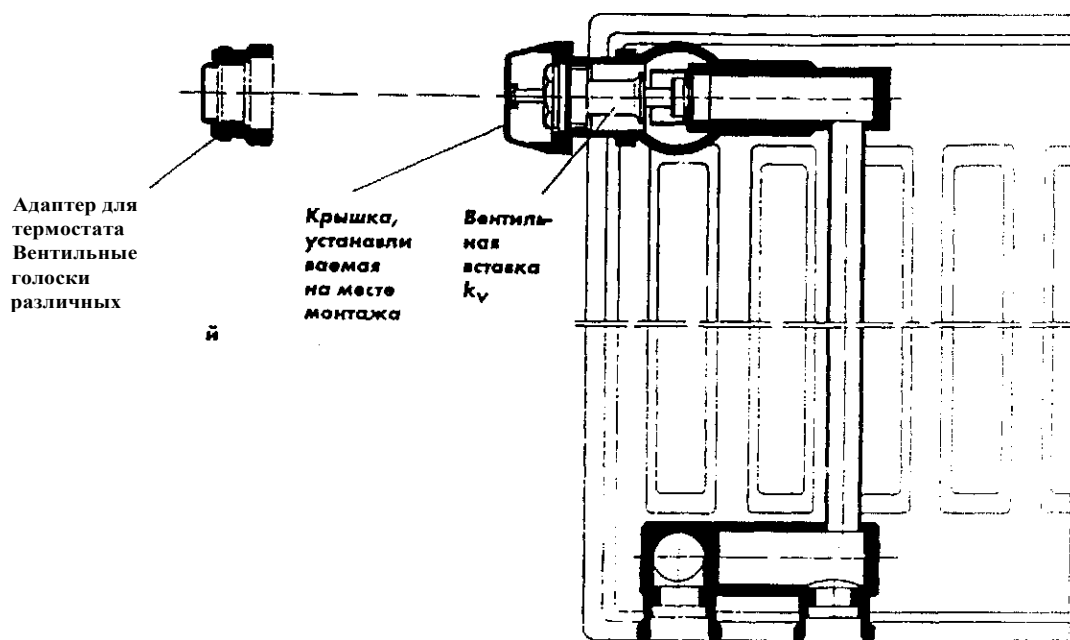


Рис. 1.3. Схема установки корпуса термостата в радиаторе «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ».

1.12. Схема подвода теплоносителя в верхний коллектор от расположенных внизу присоединительных патрубков (с резьбой G 3/4 В) радиаторов «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» и «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» показана на рис. 1.3. Встроенная в корпус термостата вентильная вставка позволяет осуществлять монтажную регулировку гидравлических характеристик радиатора.

При поставке вентильная вставка закрыта колпачком (крышкой). С помощью специального адаптера корпус термостата можно соединить с термостатическими головками различных фирм.

При поставке этих радиаторов нижние патрубки также закрыты пластмассовыми пробками, а в верхнем противоположном корпусе термостата углу монтируется воздухоотводчик.

1.13. В зависимости от схемы системы отопления (однотрубной или двухтрубной) для радиаторов «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» и «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» следует заказывать специальный присоединительный узел – байпасное резьбовое соединение (G 3/4 В): угловая форма с запором и дроссельным винтом при подключении к однотрубной системе отопления и проходная форма с запором или без него при подключении к двухтрубной системе (рис. 1.4). Регулирование коэффициента затекания в прибор при подключении к однотрубной системе обеспечивается дроссельным винтом. Байпасные резьбовые соединения могут быть закрыты специальными заглушками или вместо них можно заказать запираемые резьбовые соединения (только G 3/4 В), при использовании которых можно осуществить замену радиатора без остановки системы отопления и спуска воды из нее.

1.14. Каждый радиатор упакован в экологически безопасную самоусадочную пленку, а со стороны коллекторов и по углам защищен специальными картонными коробками.

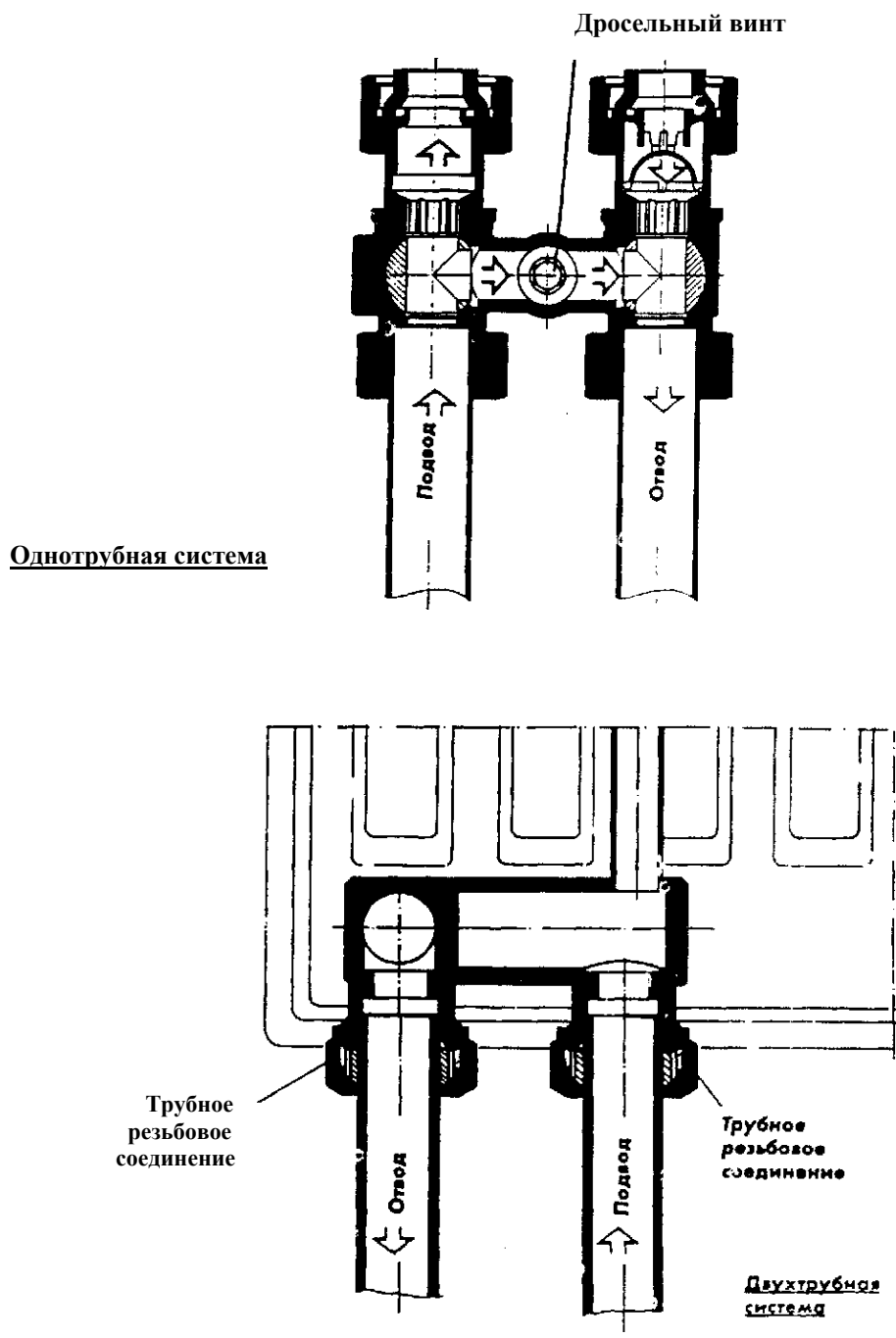


Рис. 1.4. Схемы подсоединения подводящих теплопроводов к радиаторам «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» и «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» в однотрубной и двухтрубной системах отопления.

1.15. Стальные панельные радиаторы фирмы «Kermi» предназначены для применения в системах водяного отопления жилых, общественных и административных зданий, в том числе с низкопотенциальным теплоносителем. Приборы панельного типа рекомендуется использовать только в закрытых системах отопления, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами, не допуская опорожнения приборов в межотопительный период.

1.16. Исследования, проведенные ТОО «Витатерм» и ТОО «Юпитер», показали возможность применения радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» в системах отопления, заполненных антифризом «Арктика-45» – экологически чистой морозостойкой жидкостью с температурой начала кристаллизации (замерзания) ниже минус 45°C (по ТУ 400 НП «Ч» 11516758.179-92) и рассчитанных на работу при температурах теплоносителя до 105°C. В этом случае необходимо, чтобы резиновые прокладки под пробки отвечали требованиям ТУ 38105376-82 (ГОСТ 7338-77, марка 37 МКЦ) на кислото-щелоче-термостойкую резину средней твердости, а паронитовые – требованиям ГОСТ 481-80 (паронит марок ПОН и ПМВ). В последнее время применяют также специальный антифриз «Аргус-Хатдип» с температурой замерзания -65°C.

1.17. Значения номинального теплового потока $Q_{\text{нп}}$ радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ», «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» определены в лаборатории отопительных приборов НИИ сантехники – головного института РФ по разработке и испытанию отопительных приборов согласно методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде /3/ 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 прибор $M_{\text{пр}}= 0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении $B=1013,3$ гПа (760 мм рт.ст.).

1.18. Гидравлические характеристики радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ», «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ», «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» получены при подводках условным диаметром соответственно 15 и 20 мм согласно методике НИИ сантехники /4/, позволяющей определять значения приведенных коэффициентов местного сопротивления $\xi_{\text{ну}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{ну}}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчетной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

1.19. В таблице 1.1 представлены основные характеристики радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» из номенклатуры, обычно предлагаемой на российском рынке. Значения номинального теплового потока радиаторов типов 11, 12 и 22 получены при испытании приборов высотой 600, 500 и 300 мм. Испытания показали, что с учетом допускаемых методикой тепловых испытаний /3/ отклонений, теплотехнические характеристики радиаторов «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» можно принять равными показателям радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» (погрешность не превышает – 2%). Масса этих радиаторов за счет встроенного корпуса термостата и транзитного теплопровода от нижнего узла присоединения до термостата увеличивается в среднем на 0,8 кг.

Для радиаторов «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» впредь до уточнения согласно исследованиям ТОО «Витатерм» при вычислении тепловых характеристик следует принимать понижающие коэффициенты в зависимости от типа прибора. Заметим, что чем больше число панелей и рядов оребрения по глубине радиатора, тем меньше отличие характеристик радиатора «ПЛАН- ВЕНТИЛЬ» от тепловых показателей радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» и «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» (см. табл. 1.2.).

Масса радиаторов «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» увеличена за счет лицевой стальной фронтальной панели толщиной 0,5 мм (около 4 кг на 1 м² фронта прибора).

Таблица 1.1.

**Номенклатура и технические характеристики
стальных панельных радиаторов фирмы «Kermi»
типа «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ»**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нц}}, \text{Вт}$	Габаритные размеры, мм		Масса окрашенного радиатора, кг	Площадь наружной поверхности нагрева $F, \text{м}^2$	Объем воды в радиаторе, л
		Высота Н	Длина L			
11-500-400	534	500	400	6,41	1,56	1,08
11-500-500	668	500	500	7,97	1,98	1,35
11-500-600	801	500	600	9,54	2,39	1,62
11-500-700	935	500	700	11,11	2,81	1,89
11-500-800	1068	500	800	12,67	3,22	2,16
11-500-900	1202	500	900	14,24	3,64	2,43
11-500-1000	1335	500	1000	15,81	4,06	2,7
11-500-1200	1602	500	1200	18,94	4,89	3,24
11-500-1400	1869	500	1400	22,07	5,72	3,78
11-500-1600	2136	500	1600	25,2	6,55	4,32
11-500-1800	2403	500	1800	28,33	7,38	4,86
11-500-2000	2670	500	2000	31,46	8,21	5,4
11-500-2300	3070	500	2300	36,16	9,46	6,21
11-500-2600	3471	500	2600	40,86	10,71	7,02
11-500-3000	4005	500	3000	47,13	12,37	8,1
11-600-400	627	600	400	7,65	1,9	1,26
11-600-500	784	600	500	9,54	2,4	1,57
11-600-600	940	600	600	11,43	2,91	1,89
11-600-700	1097	600	700	13,31	3,41	2,2
11-600-800	1254	600	800	15,2	3,91	2,52
11-600-900	1410	600	900	17,09	4,42	2,83
11-600-1000	1567	600	1000	18,99	4,92	3,15
11-600-1200	1880	600	1200	22,76	5,93	3,78
11-600-1400	2194	600	1400	26,54	6,94	4,41
11-600-1600	2508	600	1600	30,32	7,94	5,04
11-600-1800	2810	600	1800	34,1	8,95	5,67
11-600-2000	3134	600	2000	37,87	9,96	6,3
11-600-2300	3604	600	2300	43,54	11,47	7,24
11-600-2600	4074	600	2600	49,21	12,98	8,19
11-600-3000	4701	600	3000	56,77	14,99	9,45
12-500-400	668	500	400	10,5	1,63	2,16
12-500-500	835	500	500	12,9	2,07	2,7
12-500-600	1002	500	600	15,3	2,5	3,24
12-500-700	1169	500	700	17,7	2,89	3,78
12-500-800	1336	500	800	20,1	3,36	4,32
12-500-900	1503	500	900	22,5	3,79	4,86
12-500-1000	1670	500	1000	24,9	4,22	5,4
12-500-1200	2004	500	1200	29,7	5,09	6,48
12-500-1400	2338	500	1400	34,5	5,95	7,56
12-500-1600	2672	500	1600	39,3	6,81	8,64
12-500-1800	3006	500	1800	44,1	7,68	9,72
12-500-2000	3340	500	2000	48,9	8,54	10,8
12-500-2300	3841	500	2300	56,1	9,83	12,42
12-500-2600	4342	500	2600	63,3	11,3	14,04
12-500-3000	5010	500	3000	72,9	12,86	16,2

Продолжение таблицы 1.1.

12-600-400	779	600	400	12,43	1,98	2,52
12-600-500	974	600	500	15,3	2,5	3,15
12-600-600	1168	600	600	18,18	3,02	3,78
12-600-700	1363	600	700	21,06	3,54	4,41
12-600-800	1558	600	800	23,94	4,06	5,04
12-600-900	1752	600	900	26,82	4,58	5,67
12-600-1000	1947	600	1000	29,7	5,1	6,3
12-600-1200	2336	600	1200	35,46	6,14	7,56
12-600-1400	2726	600	1400	41,22	7,18	8,82
12-600-1600	3115	600	1600	46,98	8,22	10,08
12-600-1800	3505	600	1800	52,74	9,27	11,34
12-600-2000	3894	600	2000	58,5	10,31	12,6
12-600-2300	4478	600	2300	67,14	11,87	14,49
12-600-2600	5062	600	2600	75,78	13,44	16,38
12-600-3000	5841	600	3000	87,3	15,52	18,9
22-300-400	601	500	400	7,7	1,32	1,44
22-300-500	752	500	500	9,29	1,69	1,8
22-300-600	902	500	600	10,87	2,06	2,16
22-300-700	1052	500	700	12,46	2,42	2,52
22-300-800	1202	500	800	14,05	2,79	2,88
22-300-900	1353	500	900	15,63	3,16	3,24
22-300-1000	1503	500	1000	17,22	3,52	3,6
22-300-1200	1804	500	1200	20,39	4,26	4,32
22-300-1400	2104	500	1400	23,56	4,99	5,04
22-300-1600	2405	500	1600	26,73	5,73	5,76
22-300-1800	2705	500	1800	29,9	6,46	6,48
22-300-2000	3006	500	2000	33,07	7,19	7,2
22-300-2300	3457	500	2300	37,82	8,29	8,28
22-300-2600	3908	500	2600	42,58	9,4	9,36
22-300-3000	4509	500	3000	48,92	10,86	10,8
22-500-400	900	500	400	12,95	2,32	2,16
22-500-500	1125	500	500	15,0	2,96	2,7
22-500-600	1350	500	600	17,76	3,59	3,24
22-500-700	1575	500	700	20,51	4,22	3,78
22-500-800	1800	500	800	23,27	4,85	4,32
22-500-900	2025	500	900	26,02	5,49	4,86
22-500-1000	2250	500	1000	28,78	6,12	5,4
22-500-1200	2700	500	1200	34,29	7,38	6,48
22-500-1400	3150	500	1400	39,8	8,65	7,56
22-500-1600	3600	500	1600	45,31	9,91	8,64
22-500-1800	4050	500	1800	50,82	11,18	9,72
22-500-2000	4500	500	2000	56,33	12,44	10,8
22-500-2300	5175	500	2300	64,59	14,34	12,42
22-500-2600	5850	500	2600	72,86	16,24	14,04
22-500-3000	6750	500	3000	83,88	18,77	16,2
22-600-400	1049	600	400	14,52	2,83	2,52
22-600-500	1311	600	500	17,89	3,59	3,15
22-600-600	1574	600	600	21,2	4,36	3,78
22-600-700	1835	600	700	24,54	5,12	4,41
22-600-800	2098	600	800	27,88	5,89	5,04
22-600-900	2360	600	900	31,22	6,65	5,67
22-600-1000	2622	600	1000	34,56	7,42	6,3
22-600-1200	3146	600	1200	41,24	8,95	7,56
22-600-1400	3671	600	1400	47,92	10,48	8,82
22-600-1600	4195	600	1600	54,6	12,01	10,08
22-600-1800	4720	600	1800	61,28	13,54	11,34
22-600-2000	5244	600	2000	67,96	15,07	12,6
22-600-2300	6031	600	2300	77,98	17,37	14,49
22-600-2600	6817	600	2600	88,0	19,66	16,38
22-600-3000	7866	600	3000	101,4	22,72	18,9

Усредненные значения понижающих коэффициентов, вводимых на тепловые показатели радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» и «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» при определении номинального теплового потока радиаторов «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ»

Тип радиатора	10	11	12	21	22	33
Значение понижающего коэффициента	0,860	0,875	0,925	0,915	0,935	0,958

1.20. Представленные в табл. 1.1 данные несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» (для других схем движения теплоносителя зарубежные испытатели теплотехнические характеристики отопительных приборов, как правило, не дают). Различие связано с несколькими причинами, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам EN 442, в целом отвечающим DIN 4704, испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с шестью охлаждаемыми ограждениями без утепления заприборного участка. Отечественные же нормы /3/ запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления заприборного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Зарубежные приборы испытывают обычно при перепаде температур теплоносителя 90-70°, характерном для двухтрубных систем отопления, при котором расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 40-70 кг/ч, в то время как согласно отечественной методике /3/ расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч) и характерен для однотрубных систем отопления. При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,85-1 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°C, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по вертикали прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры,

что дает несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 70 до 90°C в расчетном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей ее скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и немецкой, наиболее близкой к нашей, методикам. Особенности теплопередачи радиаторов при «нестандартных» схемах движения теплоносителя рассмотрены в четвертом разделе рекомендаций.

Обращаем дополнительно внимание специалистов на тот факт, что российские нормы относят номинальный тепловой поток к температурному напору 70°C, характерному при обычных для отечественных однетрубных систем отопления параметрах теплоносителя 105-70°C, зарубежные – к температурному напору 60°C (при температурах теплоносителя 90-70°C), характерному для двухтрубных систем.

1.21. При заказе стальных панельных радиаторов фирмы «Kermi» обычной номенклатуры (без специального заказа) сначала указывается наименование их модификаций, потом тип, общая высота и длина прибора в мм. Пример условного обозначения панельного радиатора «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» двухрядного по глубине с двойным ребрением (тип 22), общей высотой 600 мм и длиной 1000 мм:

радиатор «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» 22-600x1000 мм.

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Стальные панельные радиаторы фирмы «Kermi» применяются в двухтрубных и однетрубных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

2.2. Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. В гравитационных системах согласно нашим испытаниям радиаторов фирмы «Kermi» целесообразно применять только «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» типа 22.

Как указывалось в разделе 1, стальные панельные радиаторы рекомендуется использовать только в закрытых системах отопления, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами.

2.3. У всех модификаций радиаторов «ПРОФИЛЬ-К» возможны три способа бокового присоединения к системе отопления:

- одностороннее (левое или правое);
- разностороннее (слева и справа);
- проходное.

Рекомендуемые схемы вертикальных стояков и горизонтальных ветвей систем отопления с радиаторами «ПРОФИЛЬ-К» представлены на рис. 2.1. и 2.2.

Варианты нижней подводки реализуются при помощи специальной обвязки, например, типа «ГЕРЦ 2000» или при использовании модификаций со встроенным вентилем «ПРОФИЛЬ-В» (рис. 2.3.).

2.4. На рис. 2.1. показана характерная для отечественной практики установка кранов, вентиля или термостатов на верхней из двух подводок к радиатору. Согласно данным ТОО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 20-35%, поскольку по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлажденный возвращается в стояк или разводящий теплопровод.

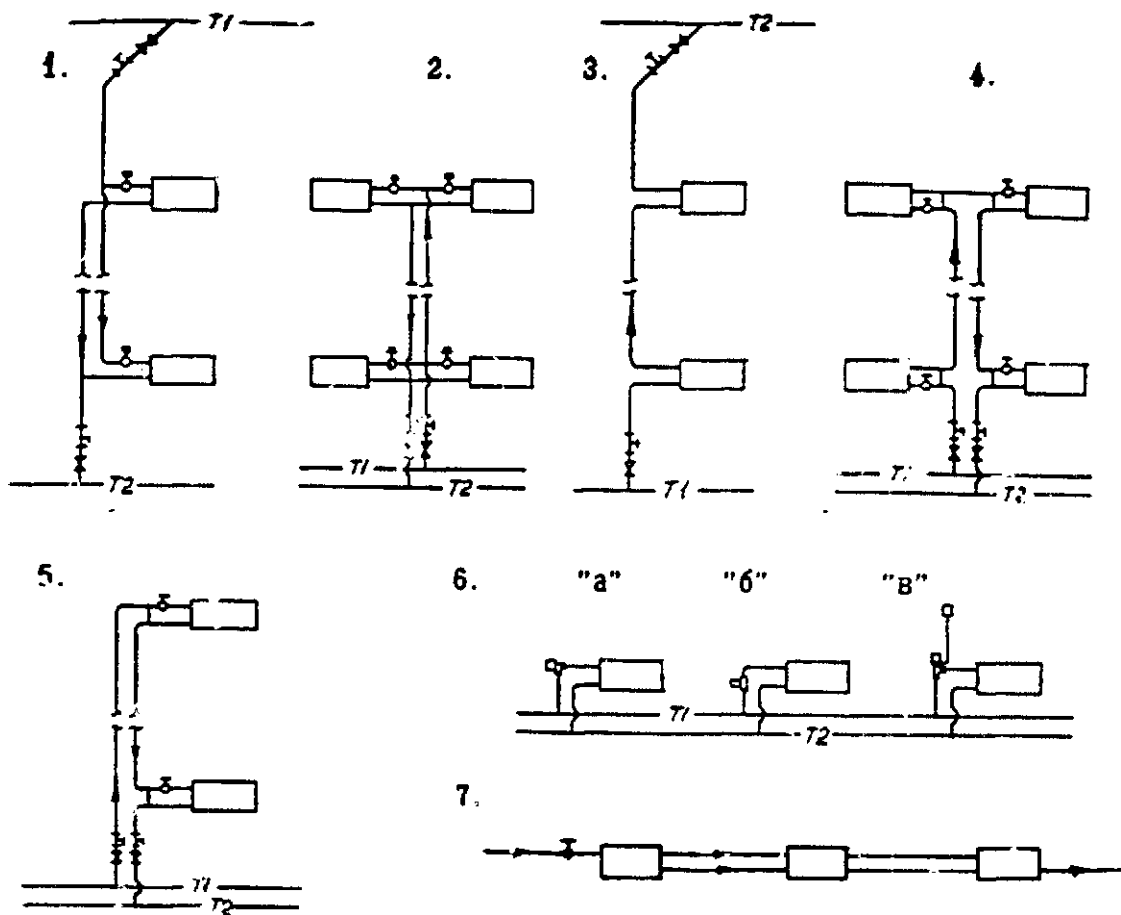


Рис. 2.1. Схемы стояков систем отопления: 1 – двухтрубный с верхней разводкой подающей магистрали; 2 – двухтрубный с нижней разводкой подающей и обратной магистралей; 3 – однотрубный проточный с «опрокинутой» циркуляцией; 4 – однотрубный П-образной формы с замыкающими участками; 5 – однотрубный с «холостым» подъемным стояком и замыкающими участками; 6 – горизонтальная ветвь с установкой термостатов (а-угловое расположение, б-на прямой подводке, в-угловое расположение с выносным датчиком); 7 – горизонтальная однотрубная проточная ветвь.

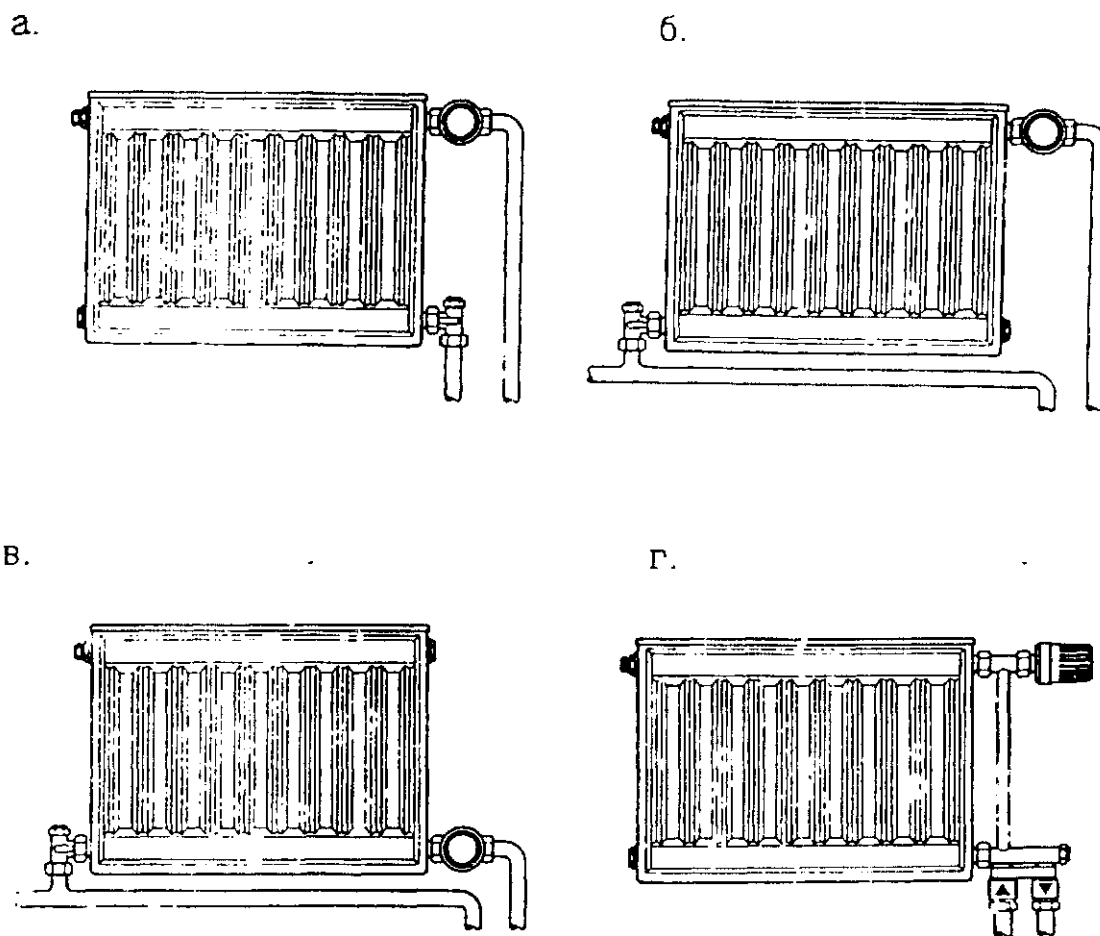


Рис.2.2. Варианты присоединения радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» с термостатами при напольной или плинтусной разводке теплопроводов в двухтрубной (а, б, в) и однотрубной (г) системах отопления:

- а – с односторонним присоединением по схеме «сверху-вниз»;
- б – с разносторонним присоединением по схеме «сверху-вниз»;
- в - с разносторонним присоединением по схеме «сверху-вниз»;
- г – с использованием комплекта «ГЕРЦ 2000»

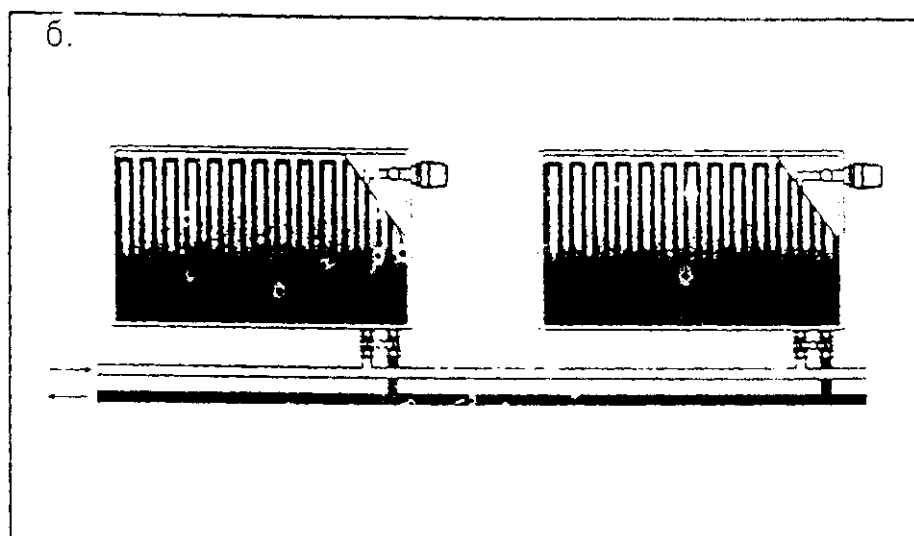
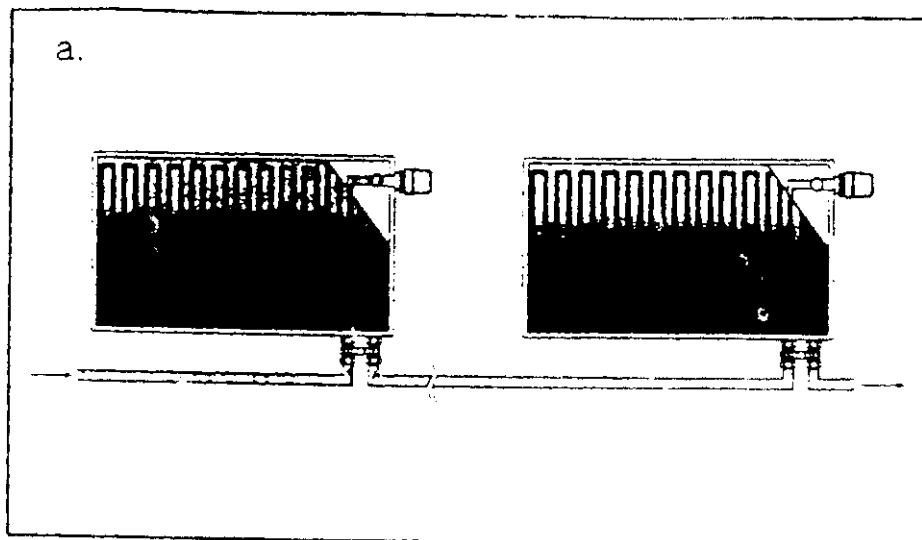


Рис 2.3. Схемы горизонтальных систем отопления с радиаторами «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ»: а – однотрубная, б – двухтрубная.

Поэтому ТОО «Витатерм» рекомендует устанавливать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 5-10%. В случае установки арматуры на верхней подводке - на нижней следует монтировать специальный клапан (циркуляционный тормоз), предотвращающий встречное струйное течение теплоносителя в нижней подводке. Удобно для этой цели применять разработанный фирмой «Овентроп» комплект из циркуляционного тормоза и специального сопла, устанавливаемого у нижнего тройника замыкающего участка, позволяющего исключить подток горячей воды к низу радиатора и не допустить снижения коэффициента затекания.

2.5. Настенные радиаторы фирмы «Kermi» всех типоразмеров предусмотрены для установки только в один ряд по высоте и глубине.

2.6. Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене с помощью специальных кронштейнов. Длина прибора, по возможности, должна соответствовать длине светового проема (не менее 75% длины подоконника).

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

Для ручного регулирования используют обычные краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные (КРП), краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен АГ» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп» (Германия), «Тур и Андерсон» (Швеция) и др.

Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (термостаты) типа ГЕРЦ-TS-90-V (диаграмма для подбора представлена на рис.2.4), типа RTD-N фирмы «Данфосс» (см. рис.2.5, а), типа **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Овентроп» (см. рис. 2.6.), типа «Комфорт» ПО «Теплоконтроль» (г. Казань) и т.п.

Для широко используемых в России однетрубных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления типа ГЕРЦ-TS-E (см. рис.2.7), типа RTD-G (см. рис.2.5,б), **AZ** (см.

крайнюю правую линию зависимости перепада давления от расхода воды на рис. 2.6.) и модификацию последнего **MAX** фирмы «Овентроп».

Для радиаторов «ПРОФИЛЬ-К» используются, как правило, термостаты для присоединения к патрубкам с условным диаметром 15 мм.

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.4 и 2.5 (а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт (в общем случае для каждой линии настройки по-своему) и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°C), он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и, по его желанию, её повышать. В ряде случаев ведется более точная настройка на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.4 линия «максимального подъема» штока термостата при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления при том же расходе воды, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

На рис. 2.6. для каждого значения K_v (от 1 до 9), расположенного между левой и правой линией, левая линия соответствует заводской настройке на режим 1К, правая на режим 2К термостатов серии **A** и **RF** фирмы «Овентроп». Правая крайняя линия на этом же рисунке характеризует термостат серии **AZ**, очевидно, имеющий наименьшее сопротивление, что предопределяет его использование, как в двухтрубных, так и в однетрубных системах отопления.

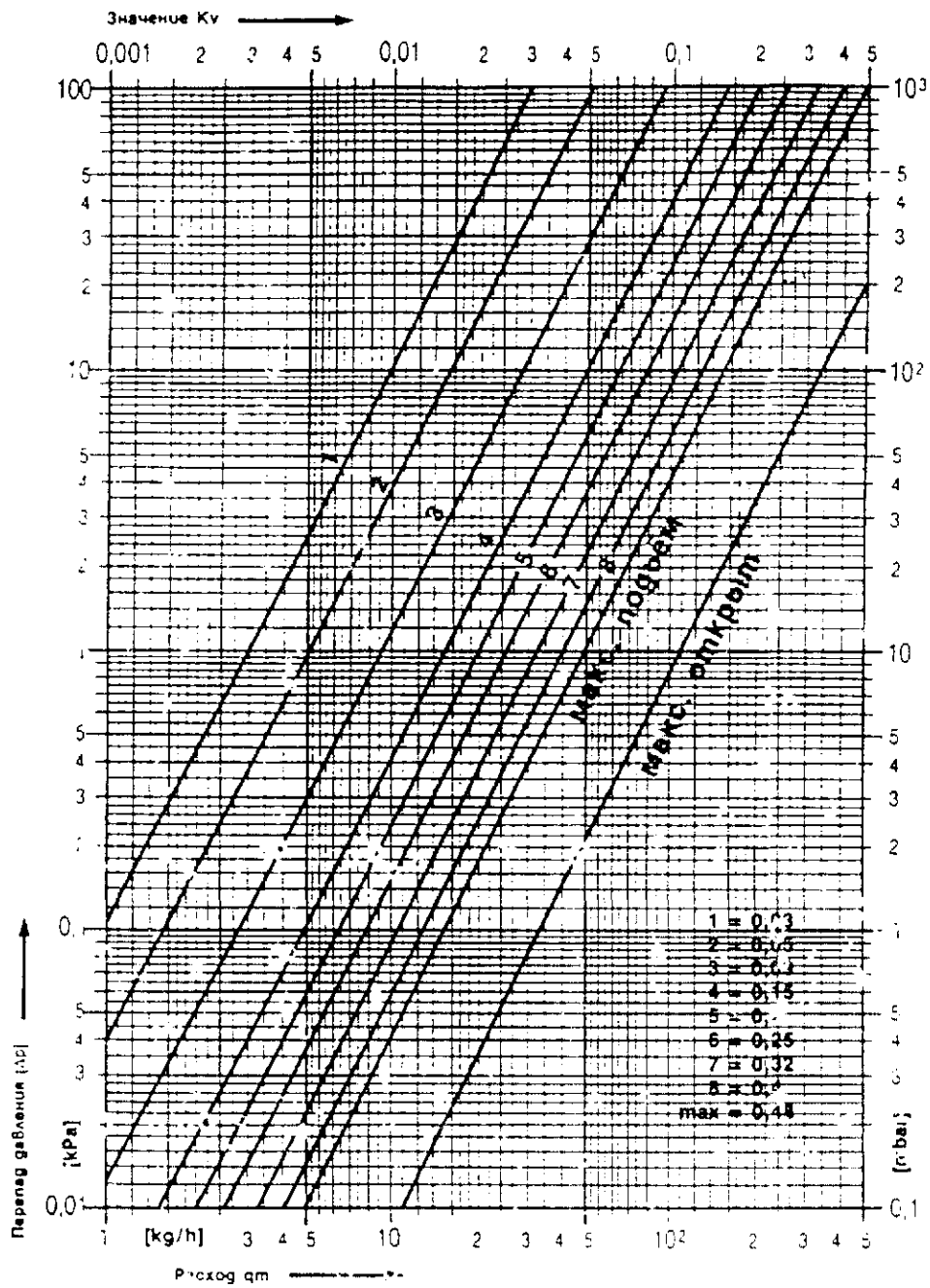


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с предварительной настройкой на режим 2К (2°C) и при полном открытии вентилей.

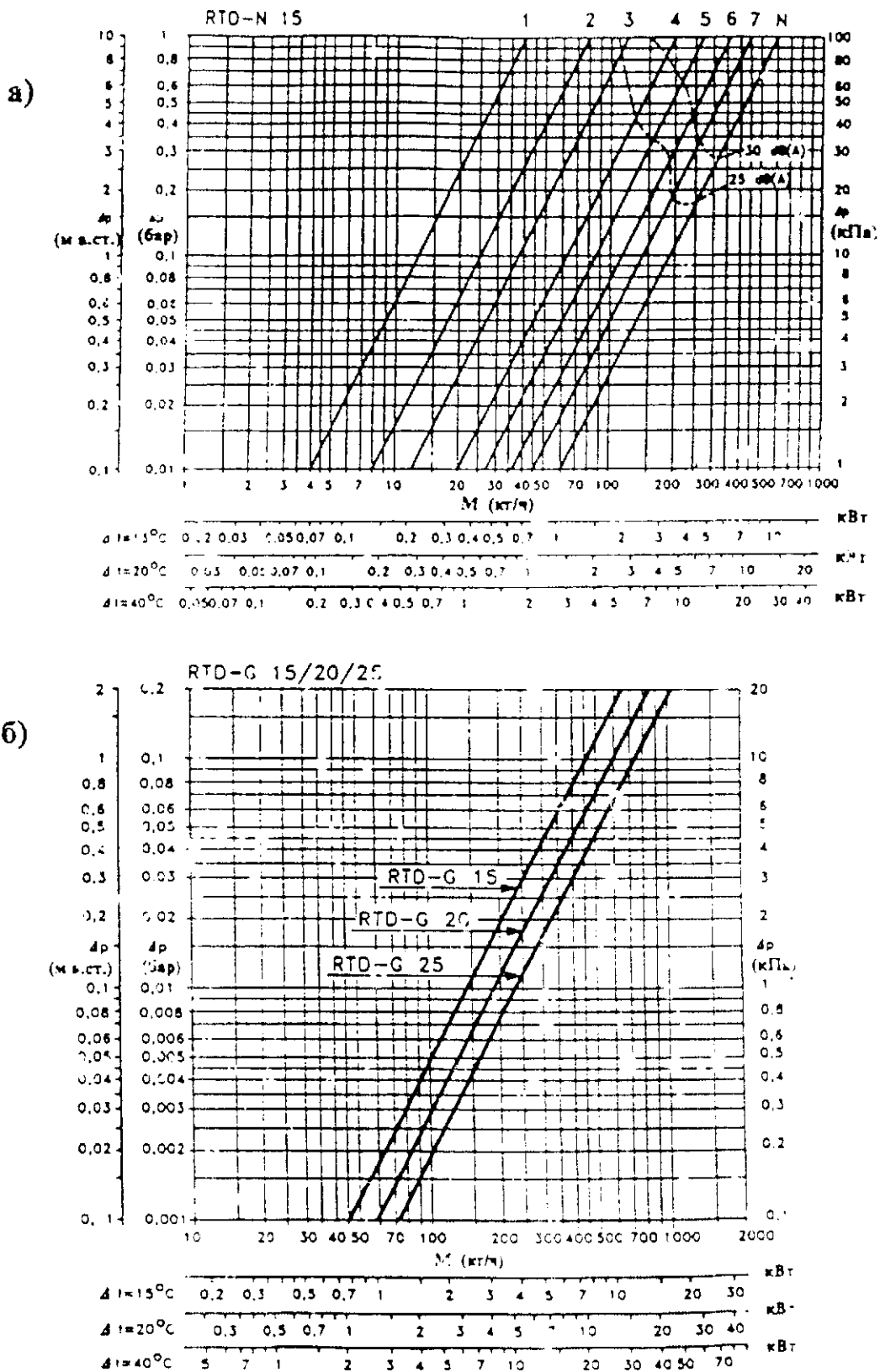


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»

- а) RTD-N 15 при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15
- б) RTD-G для гравитационных и насосных однетрубных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм.

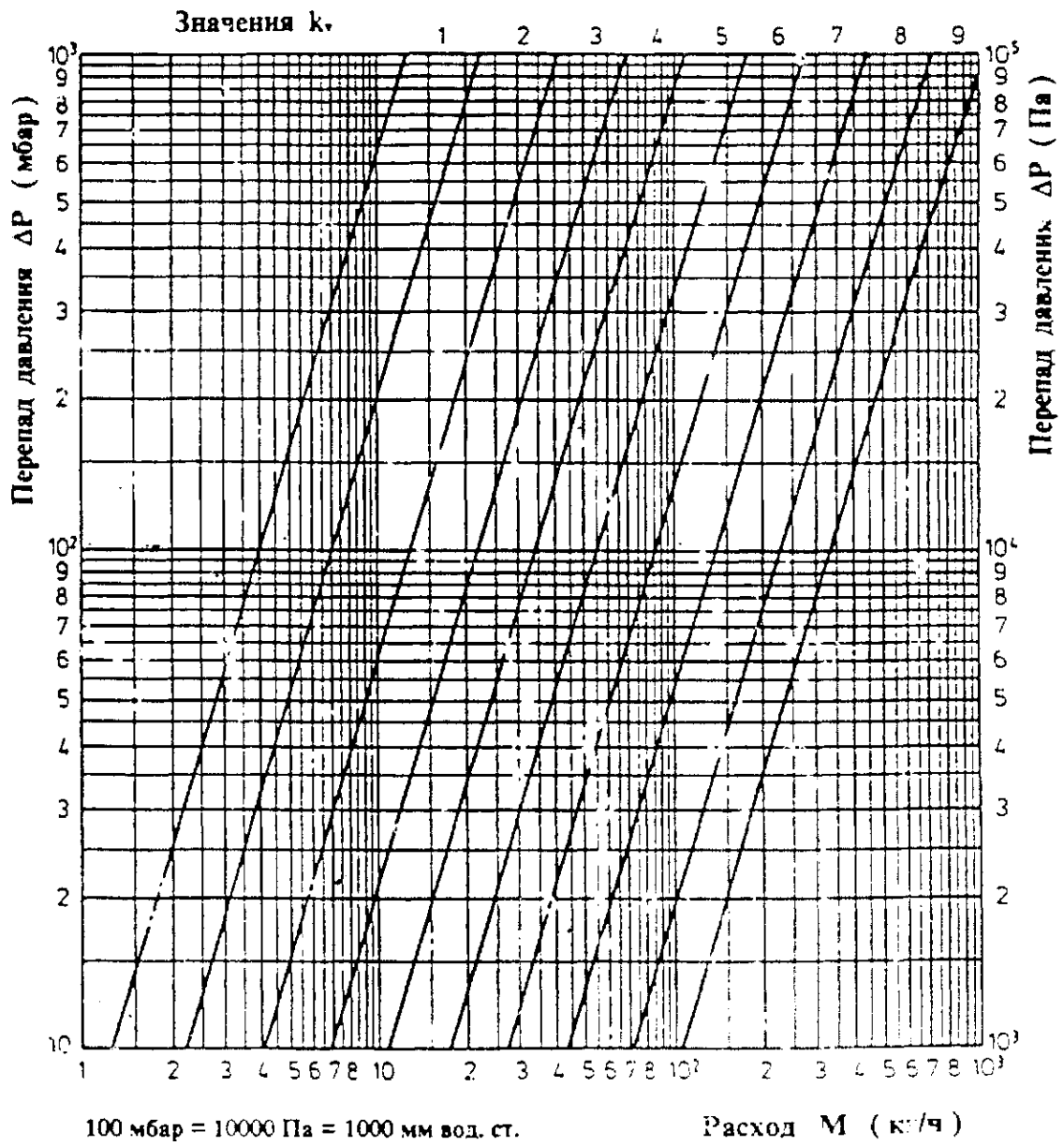


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики термостатов фирмы «Овентроп».

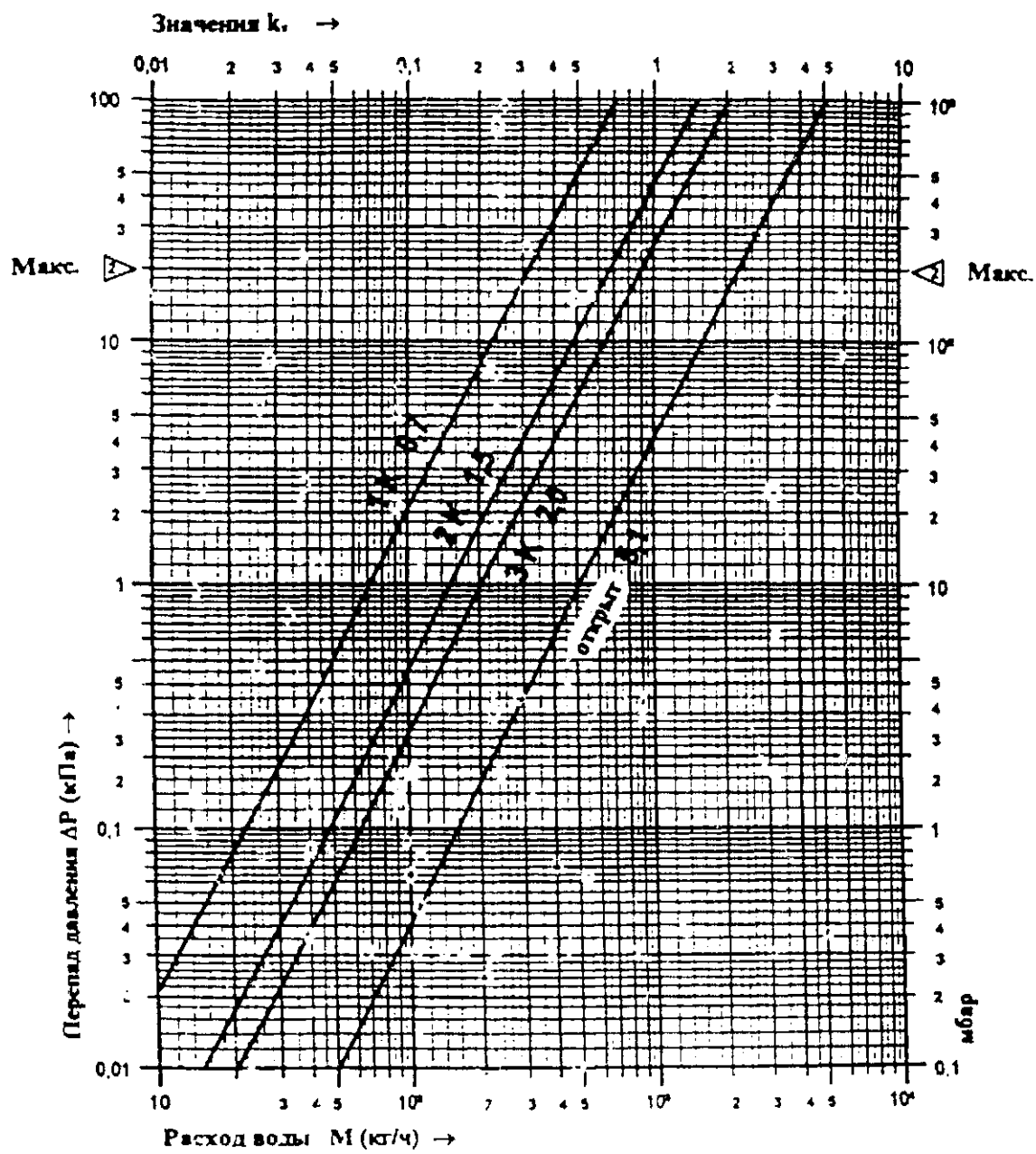


Рис. 2.7. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки.

На рис. 2.7 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане (при снятой термостатической головке). Анализ этих данных показывает, что термостаты этого типа могут быть использованы даже в гравитационных системах отопления. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

Представленные на рис. 2.5 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления типа RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках с условным диаметром 15, 20 и 25 мм в режиме настройки на 2К (2°C).

В однотрубных системах можно применять трехходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди наиболее интересных термостатов этого типа выделяются трехходовой вентиль типа CALIS-TS фирмы «ГЕРЦ» (см. рис. 2.8.), а также трехходовой термостаты фирмы «ГЕРЦ» и «Овентроп», у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трехходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов. Данные по узлам с трехходовыми термостатами фирм «ГЕРЦ» и «Овентроп» имеются в ТОО «Витатерм».

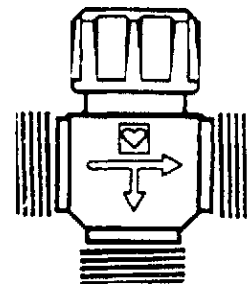
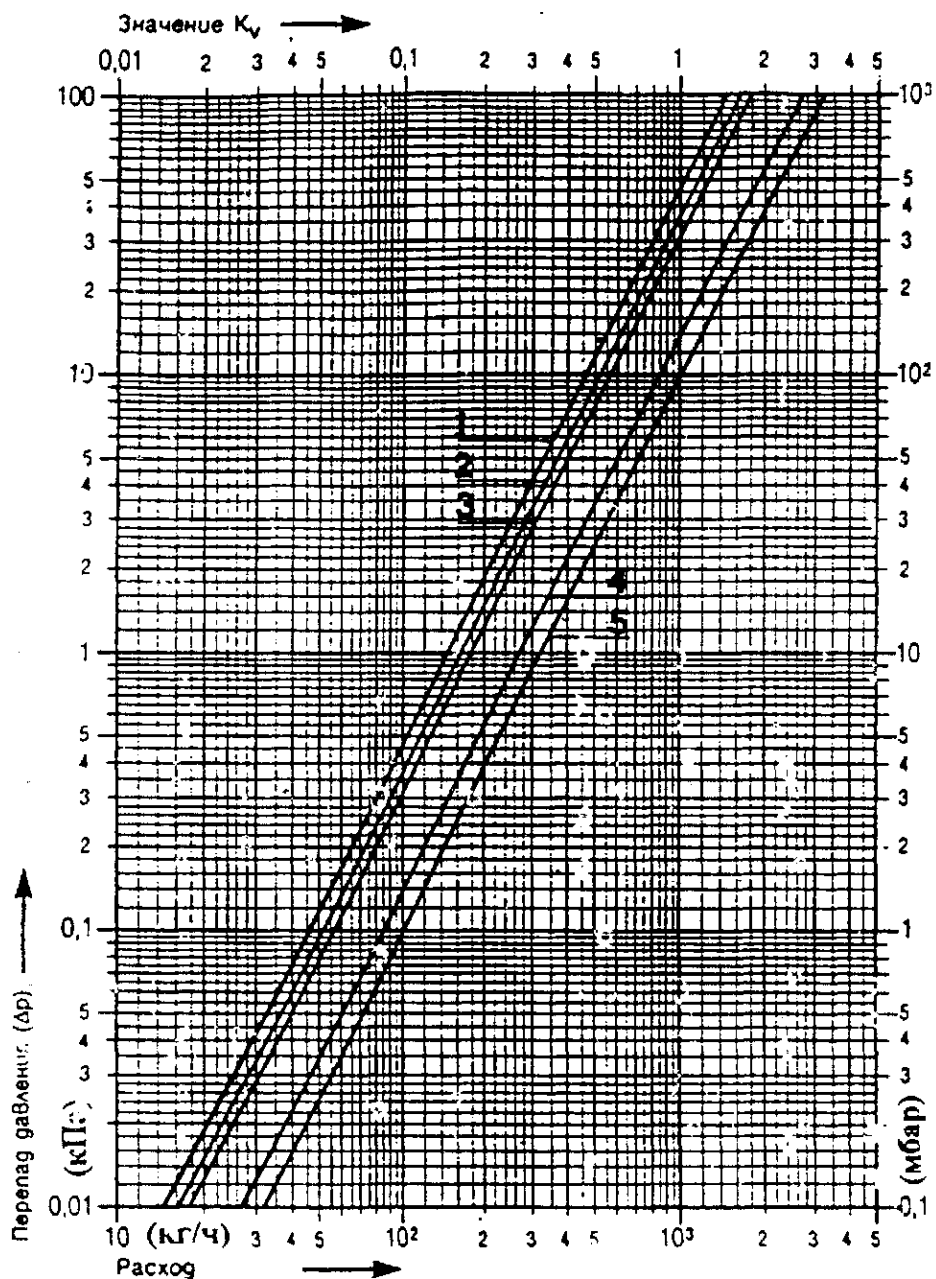
Пунктирными линиями на рис. 2.5 (а) показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не достигает 25 или 30 дБ. Обычно, этот уровень шума не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6 – 0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 1,5 – 3 м вод. ст.

2.8. За рубежом и в последнее время в отечественной практике находит все более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и данное их присоединение к радиаторам через специальные коллекторы: одноузловые, присоединенные с одной стороны к нижнему патрубку

радиатора, и со специальным транзитным вертикальным подводящим теплопроводом, обеспечивающим наиболее рекомендуемую схему движения теплоносителя в радиаторе «сверху-вниз». В обоих случаях в верхней противоположной пробке радиатора необходимо предусматривать установку воздухоотводчика. При этой схеме термостаты могут монтироваться с расположением оси термостатической головки вдоль наружной стены, а не перпендикулярно ей (см. рис. 2.9.). Для одноузловых подсоединений можно рекомендовать четырехходовые клапаны ГЕРЦ-VТА или ГЕРЦ-VUA, а для обеспечения подвода воды к прибору по схеме «сверху-вниз» при напольной и плинтусной разводке теплопроводов удобно использовать присоединительные наборы ГЕРЦ 2000 или аналогичные комплекты других фирм.

На рис. 2.10. представлена схема системы отопления с лучевой напольной разводкой теплопроводов, традиционным боковым подключением радиаторов «ПРОФИЛЬ-КОМПАКТ» по схеме «сверху-вниз» и с использованием термостатов углового исполнения. Вертикальные стояки (2,3) для уменьшения бесполезных теплотерь размещают вдоль внутренних стен здания, например, на лестничной клетке. Отопительные приборы (6), устанавливаемые у наружных стен, подключают к распределительной гребенке (1) с помощью теплопроводов (4), которые прокладывают в полу квартиры. Обычно используют защищенные от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы или изготовленные из термостойких полимеров.

Дополнительно наносимый водонерастворимый слой из этиленвинилалкоголя препятствует диффузии кислорода. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах или заливают бетонным раствором на базе цементов высоких марок с пластификатором (с толщиной слоя бетонного покрытия не менее 40 мм). При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов). Для напольного отопления в настоящее время обычно также используют полимерные трубы (5), как наиболее удобные при монтаже и надежные при эксплуатации.



Прямая	Клапан CALIS-TS	Значение Kv	Расход воды на отопительный прибор %	Рабочее состояние
1	1 7761 01	1,45	0	Клапан к отопит. прибору закрыт
2	1 7761 02	1,65		
3	1 7761 01	1,8	50	Термостатический режим $\Delta p=3K$
	1 7761 02			
	1 7761 01	1,8	60	Термостатический режим $\Delta p=3K$
	1 7761 02			
4	1 7761 01	2,75	80	Клапан открыт
5	1 7761 02	3,2		

Рис. 2.8. Общий вид и гидравлические характеристики термостата «ГЕРЦ» моделей 7761 01 и 7761 02 с клапаном «CALIS-TS» и соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана.

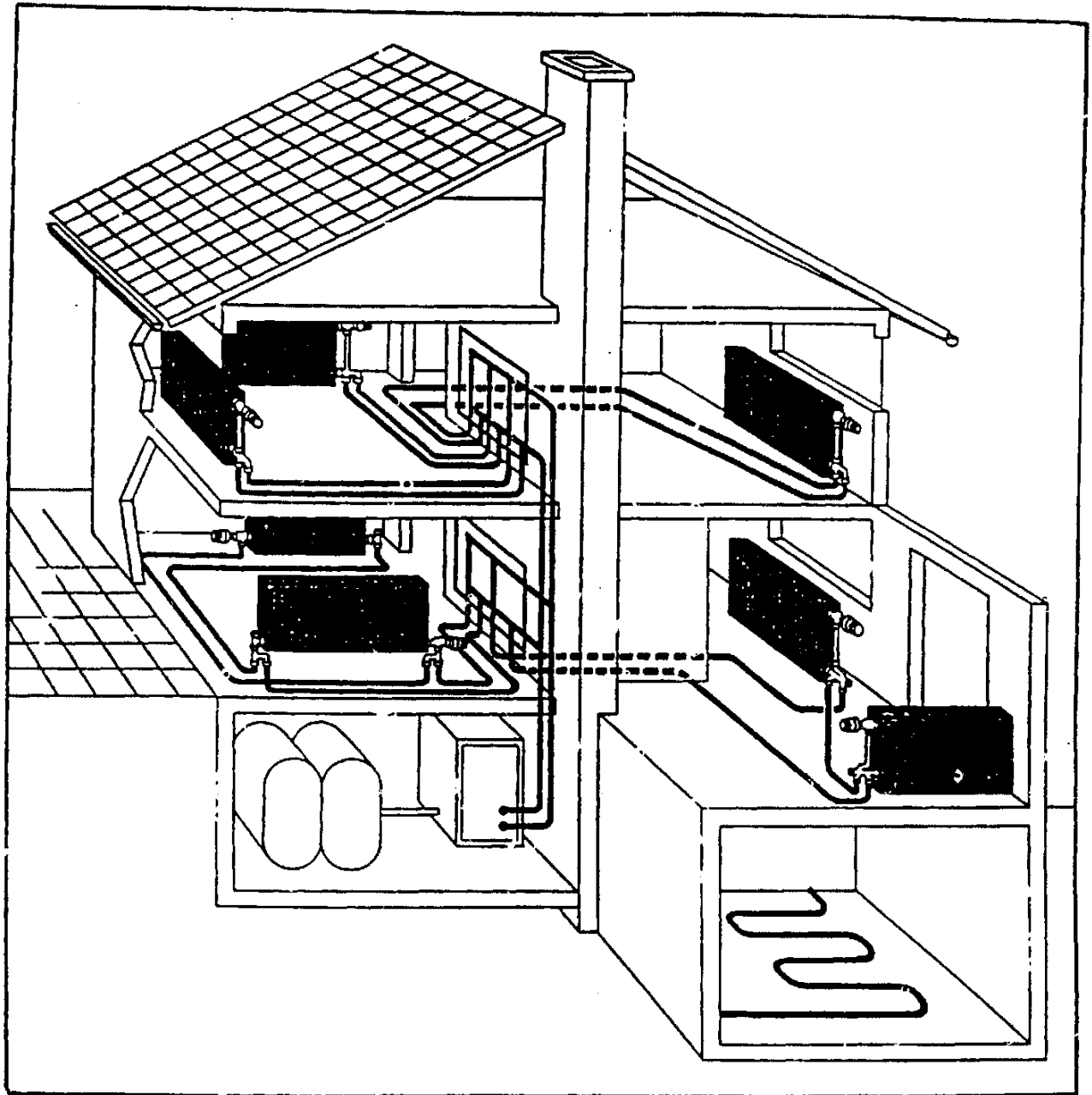


Рис. 2.9. Схема системы отопления коттеджа с напольной разводкой теплопроводов и донным подключением панельных радиаторов фирмы «KERMI» с помощью специальных коллекторов (насос и закрытый расширительный сосуд встроены в кожух котла и на схеме не показаны).

2.9. При необходимости соединения радиаторов на сцепке целесообразно применять приборы с наименьшим коэффициентом гидравлического сопротивления (типа 22) с разносторонним подводом и отводом теплоносителя (с его транзитом через первый прибор) и обязательной установкой воздуховыпускного крана в верхнем штуцере дальнего от стояка радиатора.

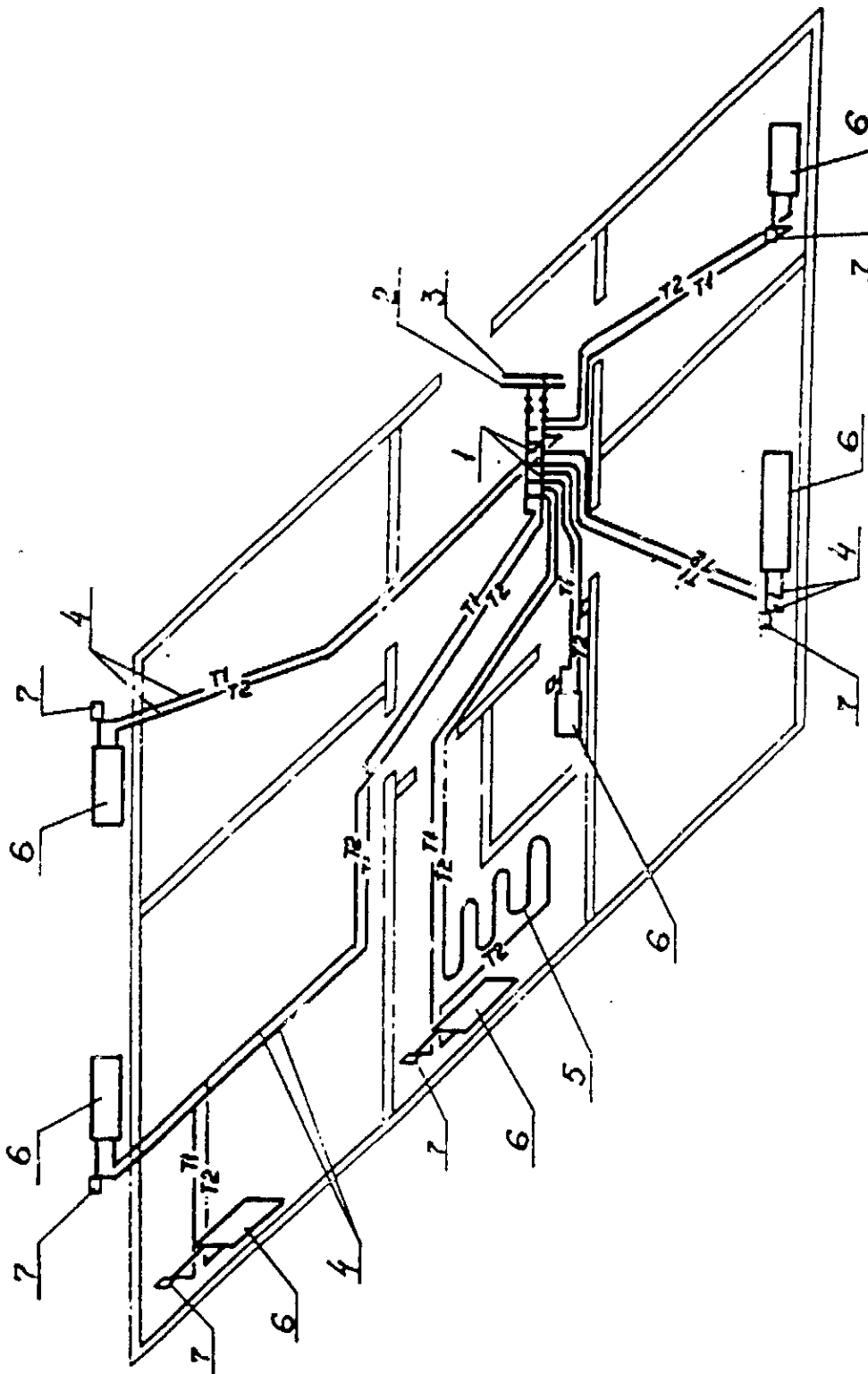


Рис. 2.10. Лучевая схема напольной разводки теплопроводов от вертикальных стояков у внутренних стен. 1 – гребенка, 2 – подающий стояк, 3 – обратный стояк, 4 – подводящие теплопроводы, 5 – теплопроводы напольного отопления, 6 – радиаторы, 7 – термостаты.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

3.1. Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении к тепловой сети через элеватор следует принимать согласно указаниям, приведенным в СНиП 2.04.05-91 /6/.

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

$$\Delta P = SM^2$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»:

$$\Delta P = RL + Z$$

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

$S = A \zeta'$ - характеристика сопротивления участка теплопровода, равная потере давления в нем 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);

$\zeta' = [(\lambda/d) L + \Sigma\zeta]$ - приведенный коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

λ - коэффициент трения;

d – внутренний диаметр теплопровода;

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.

3.3. Гидравлическое сопротивление стальных панельных радиаторов «ПРОФИЛЬ-К» в основном определяется сопротивлением вваренных между стальными листами панелей водораспределительных шайб, расположенных по углам горизонтальных коллекторов против присоединительных патрубков и

тройников. У радиаторов «ПРОФИЛЬ-В» и «ПЛАН-В» определяющими являются сопротивления корпуса встроенного термостата и присоединительного узла.

3.4. Учитывая сравнительное большое сечение горизонтальных коллекторов и соединяющих их вертикальных каналов, коррозия на их внутренних стенках мало отражается на общем гидравлическом сопротивлении радиатора. Изменение этого сопротивления в период эксплуатации в основном определяется образующимся со временем слоем рыхлых отложений на входе в присоединительные патрубки, а также в тройниках двухрядных модификаций, при чем увеличение гидравлического сопротивления примерно одинаково для всех типов радиаторов. По этой причине относительный рост гидравлического сопротивления однорядных модификаций панельных радиаторов в ходе их эксплуатации заметно меньше, чем многорядных, имеющих более низкие коэффициенты сопротивления.

3.5. Определенные с учетом изложенного в п.п. 3.3. и 3.4. по методике /4/ значения приведенных коэффициентов $\zeta'_{ну}$, характеристик сопротивления $S_{ну}$ и потерь давления ΔP радиаторов «ПРОФИЛЬ-К» с присоединительными патрубками условным диаметром 15 мм (без обвязки теплопроводами) при $M_{пр} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч) представлены в табл. 3.1. С допустимой для практических расчетов погрешностью указанные значения $\zeta'_{ну}$ и $S_{ну}$ можно принимать неизменными в пределах расхода воды от 0,033 до 0,15 кг/с (от 120 до 540 кг/ч) и ее температуре от 50 до 110°C. При расходе теплоносителя от 0,01 до 0,033 кг/с (от 36 до 120 кг/ч) гидравлические характеристики необходимо увеличивать в среднем в 1,25 раза.

Поскольку приведенные в таблице 3.1. данные получены нами при испытаниях ограниченного числа характерных типоразмеров радиаторов «ПРОФИЛЬ-К», по мере расширения программы экспериментальных исследований гидравлические показатели этих радиаторов могут быть уточнены.

3.6. По причинам, рассмотренным в п. 3.5., гидравлическое сопротивление каждого типа радиаторов «ПРОФИЛЬ-К» практически не зависит от схемы движения теплоносителя, а также от длины и высоты радиатора.

**Гидравлические характеристики радиаторов «ПРОФИЛЬ-К»
при расходе теплоносителя $M_{пр} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч)**

Наименование показателей	Тип радиатора		
	11	12	22
Приведенный коэффициент сопротивления $\zeta'_{н\upsilon}$	24,0	13,5	11,5
Характеристика сопротивления $S_{н\upsilon} 10^{-4}$, Па/ (кг/с) ²	32,88	18,5	15,76
Потери давления ΔP , Па	3288	1850	1576

3.7. Гидравлические характеристики радиаторов «ПРОФИЛЬ-В» и «ПЛАН-В» совпадают. При настройке термостата для двухтрубных систем отопления на режим 2К (2°C) и максимальном открытии термостата по характеристикам монтажной регулировки и расходе теплоносителя через прибор больше 120 кг/ч можно принимать в среднем $\zeta = 235$ и $S = 96,8 * 10^4$ Па/ (кг/с)², при меньших расходах можно принимать $\zeta = 300$ и $S = 123,6 * 10^4$ Па/ (кг/с)² (при подводках через переходник условным диаметром 20 мм).

Гидравлические характеристики этих радиаторов при их включении в однотрубную систему зависят от настройки вентильной вставки и замыкающего участка на коэффициент затекания и приведены в проспектных материалах фирмы «Kermi».

3.8. Значения удельных скоростных давлений и приведенных коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1. Гидравлические характеристики медных теплопроводов определяются по номограмме, приведенной в приложении 2.

3.9. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» /7/.

3.10. Значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ для отопительных приборов «ПРОФИЛЬ-К» при различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{ст}$),

смещенных замыкающих участков (d_{3y}) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) узлов присоединения радиаторов в одноконтурных системах отопления при установке на подводках кранов регулирующих проходных (КРП), а также термостатов типа RTD-G-15 фирмы «Данфосс» и типа «ГЕРЦ-TS-E» марки 1 7722 11 фирмы «ГЕРЦ Арматурен» представлены в таблице 3.2. Данные для определения коэффициента затекания в случае использования термостатов «ГЕРЦ Арматурен» с трехходовым клапаном CALIS-TS марки 1 7761 01 для подводок условным диаметром 20 мм приведены на рис. 2.5.

3.11. Коэффициенты затекания при установке термостатов определены при их настройке на 2К, т.е. на положение частично открытого клапана, из которого термостат полностью перекрывает движение воды при превышении заданной температуры воздуха в помещении на 2°С (на 2К). Это общепринятое в европейской практике условие позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию ее повышать. Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания необходимая площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчете, исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, что характерно для случаев проектирования при использовании обычных кранов и вентилях.

3.12. При использовании антифриза гидравлические характеристики следует увеличить в среднем в 1,3 раза.

Таблица 3.2.

**Коэффициенты затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем
водяного отопления с радиаторами «ПРОФИЛЬ-К»**

Вид регулирующей арматуры	Тип радиа- тора	$\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} * d_{зв} * d_{п}$ (мм)		
		15*15*15	20*15*15	20*15*20
1	2	3	4	5
Кран регулирующий проходной типа КРП	11	0,284	0,234	0,38
	12	0,32	0,27	0,44
	22	0,33	0,28	0,455
Термостат фирмы «Данфосс», тип RTD-G	11	0,205	0,161	0,231
	12	0,218	0,181	0,238
	22	0,22	0,182	0,239
Термостат фирмы «ГЕРЦ Арматурен» с проходным кла- паном (N 1 7723 11 или N 1 7723 02)	11	0,208	0,172	0,17
	12	0,221	0,183	0,184
	22	0,223	0,184	0,185

Примечания:

1. В графе 5 коэффициенты затекания определены с учетом гидравлического сопротивления переходников с d_y 15 на d_y 20 мм, установленных в присоединительных штуцерах радиатора.

2. При подводках d_y 15 мм используются термостаты типа RTD-G15 или 1 7723 11, при d_y 20 мм – RTD-G20 или 1 7723 02.

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

4.1. Тепловой расчет проводится по существующим методикам с применением основных расчетных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе, с учетом данных, приведенных в настоящих рекомендациях.

Тепловой и гидравлический расчеты взаимосвязаны и требуют многократного их повторения для выявления действительно необходимых параметров теплоносителя, размеров теплопровода и оборудования.

4.2. Согласно табл. 1 (Приложения 12 СНиП 2.04.05-91), при нахождении общего расхода воды в системе отопления - ее расход, определенный исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам. Один из которых, β_1 - зависит от номенклатурного шага радиатора и равен в среднем 1,07 (при использовании радиаторов в пределах номенклатуры, указанной в табл. 1.1.), а второй, β_2 - определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в соответствии с данными табл. 4.1

Таблица 4.1.

Значения поправочного коэффициента β_2

Тип радиатора	11	21	22
β_2 при установке у наружной стены	1,03	1,02	1,015
β_2 при установке у наружного остекления	1,08	1,06	1,04

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

$$Q = Q_{\text{н}} (\Theta/70)^{1+n} c (M/0,1)^m b p = Q_{\text{н}} \varphi_1 \varphi_2 b p = K_{\text{н}} 70 F \varphi_1 \varphi_2 b p \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{нн}}$ – номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1), Вт;

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

$$\Theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{п}} = t_{\text{н}} - \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{2} - t_{\text{п}}, \quad (4.2)$$

здесь $t_{\text{н}}$ и $t_{\text{к}}$ – соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

$t_{\text{п}}$ – расчетная температура помещения, принимаемая равной расчетной температуре воздуха в отапливаемом помещении $t_{\text{в}}$, °С;

$\Delta t_{\text{пр}}$ – перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора; °С;

70 – нормированный температурный напор, °С;

c – поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент, с помощью которого учитывается коэффициент теплопередачи прибора при нормированном температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 4.2.);

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

M – 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 расчетное атмосферное давление (принимается по табл. 4.3.).

Таблица 4.2.

Значения коэффициентов «с» и «р» и показателей степени «m» и «n» при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах фирмы «Kermi»

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя M_{np}		n	с	m	р
	кг/с	кг/ч				
Сверху-вниз	0,015-0,15	54-540	0,3	1	0	1
Снизу-вверх	0,015-0,15	54-540	0,63	0,78	0,1	Табл.4.4.
Снизу-вниз	0,015-0,1	54-360	0,28	0,96	0	1

Примечание: приведенные в таблице данные получены при испытаниях радиаторов типа 11, 21 и 22 высотой 300, 500 и 600 мм и усреднены, впредь до уточнения, для различных длин.

Таблица 4.3.

Поправочный коэффициент «b», с помощью которого учитывается влияние атмосферного давления на тепловой поток радиатора

Тип радиатора	В при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)							
	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
11	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
12, 22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012

Таблица 4.4.

Значения поправочного коэффициента «р»

Длина радиатора	Значения р для радиаторов типа	
	11	12, 22
400	1,15	1,063
500	1,11	1,047
600	1,081	1,036
700	1,064	1,03
800	1,057	1,027
900	1,048	1,023
1000	1,045	1,021
1200	1,036	1,017
1400	1,031	1,015
1600	1,027	1,013
1800	1,024	1,011
2000	1,021	1,01
2300	1,018	1,009
2600	1,016	1,008
3000	1,014	1,007

Р - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 4.4.); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз» $p=1$;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$ – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчетного температурного напора от нормированного (принимается по табл. 4.5.);

$\varphi_2 = c (M/0,1)^m$ – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчетного массового расхода теплоносителя от нормированного; при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» во всем исследованном диапазоне значений M $\varphi_2 = 1$; при движении по схеме «снизу-вниз» $\varphi_2 = 0,96$; при движении по схеме «снизу-вверх» принимается по табл. 4.6

K_{ny} – коэффициент теплопередачи наружной поверхности радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле:

$$K_{ny} = \frac{Q_{ny}}{F * 70}, \text{ Вт (м}^2 * \text{°С)}, \quad (4.3)$$

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 , (принимается по табл. 1.1).

4.4. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов фирмы «Kermi», значения показателей степени « n » и « m » зависят не только от исследованных пределов Θ и M , но также от высоты, глубины и даже длины прибора (например, значения « n » получены в пределах от 1,28 до 1,32). Для упрощения инженерных расчетов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных у табл. 4.2. пределов значений $M_{пр}$. При движении воды в приборе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследований было установлено, что теплоноситель движется именно по этой схеме лишь по двум или трем вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводным теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причем с заметно меньшим расходом и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. Такое распределение потоков теплоносителя приводит к большей эффективности

теплообмена в радиаторах с меньшей длиной. Для учета этого обстоятельства введен поправочный коэффициент «р», приведенный выше в табл. 4.4.

4.5. Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у вертикальных перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской определяется по приложению 3.

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

$$K = K_{\text{н}} (\Theta/70)^n c (M/0,1)^m b p \quad (4.4)$$

4.7. В однотрубных системах отопления расход воды через прибор $M_{\text{пр}}$ (при одностороннем присоединении) определяется зависимостью:

$$M_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} M_{\text{ст}}, \text{ кг/с}, \quad (4.5)$$

где $\alpha_{\text{пр}}$ – коэффициент затекания воды в прибор, принимаемый по табл. 3.2.;

$M_{\text{ст}}$ – массный расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления, кг/с.

4.8. Тепловой поток и коэффициент теплопередачи радиаторов «ПРОФИЛЬ-В», подсоединенных по двухтрубной схеме, определяются также, как и для радиаторов «ПРОФИЛЬ-К», работающих при движении воды по схеме «сверху-вниз». При тепловых расчетах радиаторов «ПЛАН-В» необходимо дополнительно учитывать понижающие тепловой поток коэффициенты согласно данным табл. 1.2.

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

Таблица 4.5.

Значения поправочного коэффициента « ϕ_1 » в зависимости от среднеарифметического температурного напора « Θ » между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении и от схемы движения теплоносителя в приборе

Θ , °C	ϕ_1 при схеме движения теплоносителя			Θ , °C	ϕ_1 при схеме движения теплоносителя		
	Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз		Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз
44	0,547	0,539	0,552	78	1,151	1,155	1,148
46	0,579	0,572	0,584	80	1,19	1,194	1,186
48	0,612	0,605	0,617	82	1,228	1,234	1,224
50	0,646	0,639	0,650	84	1,267	1,274	1,263
52	0,679	0,673	0,683	86	1,307	1,315	1,301
54	0,714	0,708	0,717	88	1,346	1,356	1,340
56	0,748	0,743	0,751	90	1,386	1,397	1,379
58	0,783	0,779	0,786	92	1,426	1,438	1,419
60	0,818	0,815	0,821	94	1,467	1,48	1,458
62	0,854	0,851	0,856	96	1,508	1,522	1,498
64	0,89	0,888	0,892	98	1,549	1,564	1,538
66	0,926	0,925	0,927	100	1,59	1,607	1,579
68	0,963	0,962	0,964	102	1,631	1,65	1,619
70	1,0	1,0	1,0	104	1,673	1,693	1,660
72	1,037	1,038	1,037	106	1,715	1,736	1,701
74	1,075	1,077	1,074	108	1,757	1,78	1,742
76	1,113	1,115	1,111	110	1,8	1,824	1,783

Таблица 4.6.

Значения поправочного коэффициента Φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя M при движении его по схеме «снизу-вверх»

M		Φ_2
кг/с	кг/ч	
0,015	54	0,645
0,02	72	0,664
0,025	90	0,679
0,03	108	0,692
0,04	144	0,712
0,05	180	0,728
0,06	216	0,741
0,07	252	0,753
0,08	288	0,763
0,09	324	0,772
0,1	360	0,78
0,125	450	0,798
0,15	540	0,812

5. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ ФИРМЫ «Kermi» И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов фирмы «Kermi» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» /8/, настоящих рекомендаций, рекомендаций /9/ и /10/, а также проспектных материалов фирмы и ее дилеров.

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.1., окрашенными и упакованными, в комплекте с кронштейнами для крепления к стене.

С целью обеспечения сохранности при хранении, транспортировке и монтаже каждый радиатор, как указывалось, снаружи обернут полиэтиленовой пленкой и сверху и снизу защищен картонными коробками.

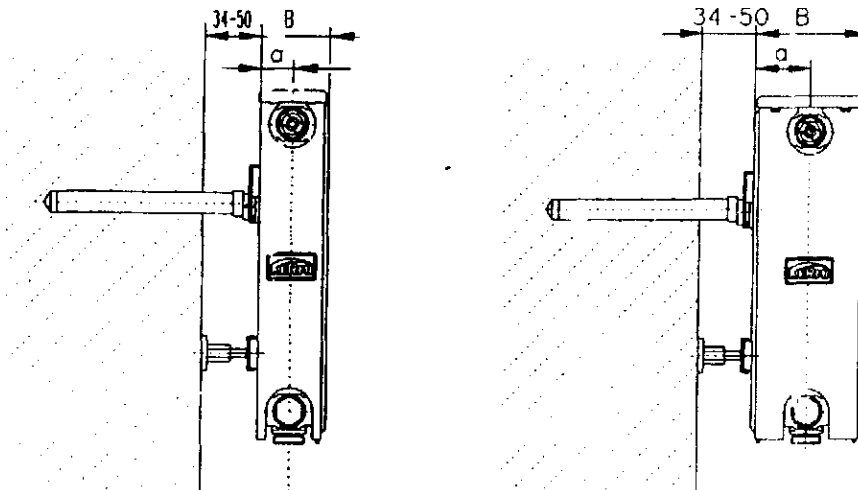
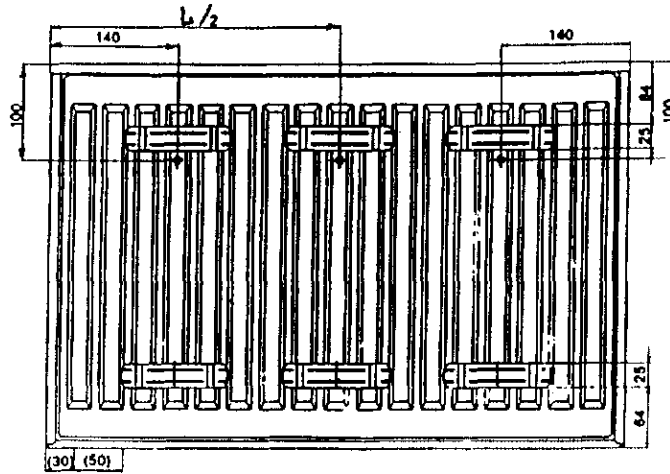
5.3. При монтаже радиаторов упаковка удаляется только в необходимых для монтажа местах и снимается полностью после окончания отделочных работ.

5.4. Монтаж радиаторов ведется только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

5.5. Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями скоб, приваренных к тыльной стенке панели, и кронштейнов (рис 5.1); расстояние от пола до низа прибора и от подоконника до верха прибора – 50-100 мм для однорядных и 100-150 для двухрядных радиаторов.

5.6. Каждый радиатор независимо от схем его обвязки теплопроводами рекомендуется оснащать воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

5.7. Наиболее целесообразны конструкции воздухоотводчиков, обеспечивающие максимально возможное удаление газов из верхней части верхних коллекторов прибора. Предпочтение отдается автоматическим



Тип радиатора	11	12	22
Глубина радиатора В, мм	59	64	100
а, мм	27	32	50

Рис. 5.1. Схема расположения скоб на радиаторе и его установка на стене.

воздухоотводчикам, однако при их использовании необходимо свести до минимума наличие грязи в теплоносителе путем установки в системе отопления дополнительных грязевиков и постоянных фильтров, применяемых, как указывалось, в двухтрубных системах отопления с термостатами.

5.8. Ось воздухоотводящего канала автоматического воздухоотводчика должна располагаться строго в вертикальной плоскости, что достигается подбором прокладки необходимой толщины или использованием в полной мере многозаходности резьбы в соединительных патрубках радиаторов.

5.9. Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разместить места установки кронштейнов с учетом схемы расположения скоб на тыльной стороне радиатора согласно рис. 5.1.; при длине $L=1800$ мм и более предусмотрена установка дополнительного кронштейна, при этом расстояние от края радиатора до середины скоб под этот кронштейн равно $L/2$;

- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепежных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);

- установить радиатор на кронштейнах в последовательности, указанной на рис. 5.2.

- соединить радиатор с подводными теплопроводами системы отопления;

- при необходимости вместо воздушного клапана типа крана Маевского установить автоматический воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны.

5.10. При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора:

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

- установки радиатора на не фирменных кронштейнах вплотную к стене или с зазором, меньшим 30 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 панельного радиатора и низом подоконника (менее 90% глубины радиатора в установке при высоте радиатора 600 мм и 75% - при высоте 300 мм), т.к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (рис. 5.3.);

- негоризонтального положения коллекторов радиатора, т.к. это ухудшает его теплотехнику и внешний вид;

- и, наконец, установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т.к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора, искажает работу термостата.

5.11. Схемы подключения радиаторов «ПРОФИЛЬ-В» и «ПЛАН-В» при скрытой прокладке подводящих теплопроводов в стене и в полу показаны на рис. 5.4.

5.12. После окончания отделочных работ необходимо снять с радиатора упаковку или тщательно очистить радиатор от строительного мусора и прочих загрязнений, т.к. они снижают тепловой поток радиатора.

5.13. Во избежание снижения тепловых показателей и ухудшения внешнего вида категорически запрещается дополнительная окраска радиаторов красками, отличающимися по физическим свойствам от RAL 9010, например, «металлическими» («серебрянкой»).

5.14 Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к заполненному водой радиатору из системы отопления за исключением кратковременных периодов ее опрессовки. В случае кратковременного отключения радиатора, например, шаровыми кранами на подводках необходимо в обязательном порядке на время перекрытия прибора открыть воздухоотводчик.

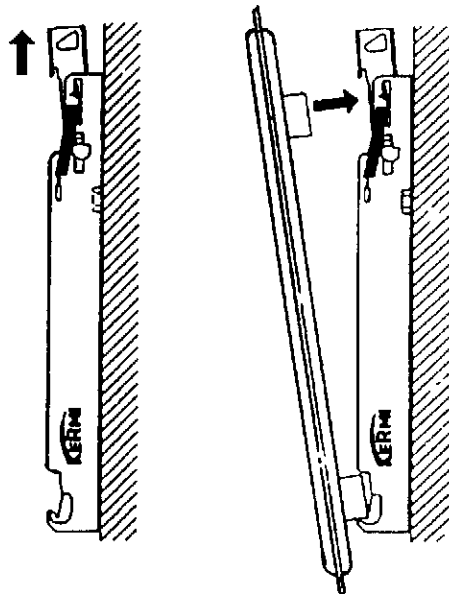


Рис. 5.2. Последовательность монтажа радиатора на стене.

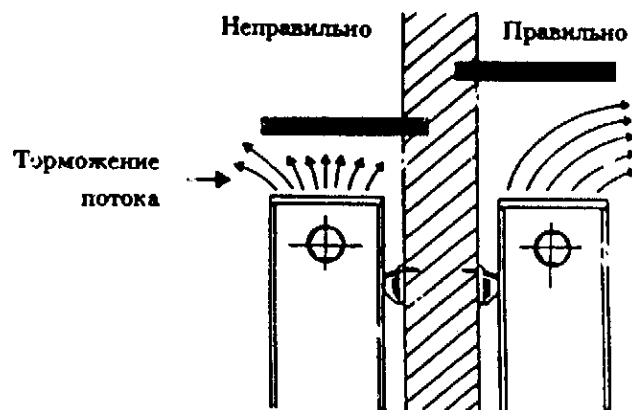


Рис. 5.3. Схемы установки панельного радиатора под подоконником.

5.14. В процессе эксплуатации следует производить очистку радиатора в начале отопительного сезона и 1 – 2 раза в течение отопительного периода. При очистке нельзя использовать абразивные материалы и растворители.

5.15. Исключается навешивание на радиатор пористых увлажнителей, например, из обожженной глины.

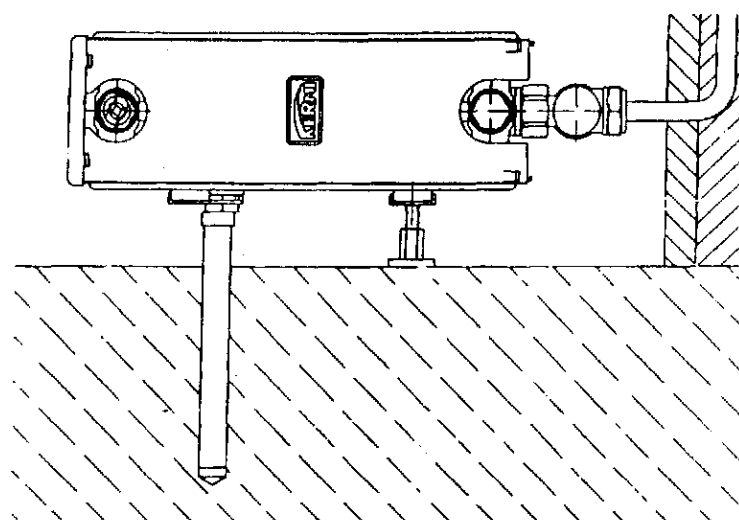
5.16. При эксплуатации стальных панельных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде кислорода и загрязнений (шлама), и поэтому системы отопления в этом случае целесообразно оснащать закрытыми расширительными сосудами, магистральными и/или стоячковыми фильтрами или дополнительными грязевиками.

5.17. При эксплуатации систем отопления со стальными отопительными приборами рекомендуется обеспечивать рН теплоносителя-воды в пределах 8-9,5. Содержание кислорода в питательной воде (после деаэраторов) для котлов, обслуживающих системы отопления со стальными панельными радиаторами, рекомендуется допускать в пределах до 0,02 мг/кг воды /11/. Основные требования к теплоносителю – горячей воде приведены в «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» РД 34.20.501-96 /12/.

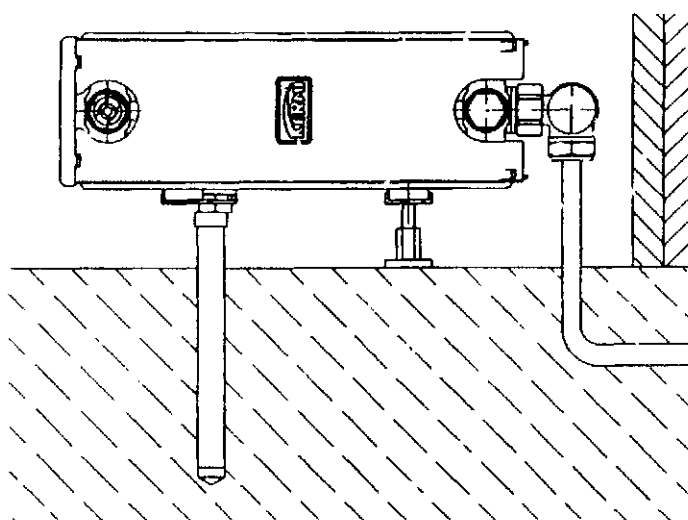
5.18. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более, чем на 15 дней в году.

5.19. В случае слишком частой необходимости спуска воздуха из радиатора, что является признаком неправильной работы системы отопления, рекомендуется вызывать специалиста.

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



б.



а.

Рис. 5.4. Схемы подключения радиаторов «ПРОФИЛЬ-ВЕНТИЛЬ» и «ПЛАН-ВЕНТИЛЬ» при скрытой прокладке теплопроводов:

а – в стене, б – в полу.

5.21. В системах, заполненных антифризом, при герметизации резьбовых соединений льном или пенькой не допускается смазывать их масляной краской. Вместо этой краски следует использовать эпоксидные эмали, а также эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Сам антифриз должен строго отвечать требованиям соответствующих технических условий. Заполнение систем антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после ее монтажа.

5.22. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в горячей или обратной магистралях тепловой сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно в любом радиаторе во время работы системы отопления превышать рабочего, определенного п. 1.10, и не менее, чем в 1,25 раза больше рабочего при опрессовке согласно п. 4.12.31 РД 34.20.501-95 /12/. Заметим, что СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке, хотя практика и опыт ТОО «Витатерм» показывают, что это превышение должно находиться в пределах 25%.

6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа «Универсал» и чугунных радиаторов /В.И.Сасин, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, Л.А.Богацкая, Г.А.Бершидский. – М.: НИИСантехники, 1990.

2. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» /В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая. – М.: НИИСантехники, 1990.

3. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде / Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко. – М.: НИИСантехники, 1984.

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

5. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление: Учебн. Пособие для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1991.

6. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 1992.

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

8. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.

9. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.

10. Дунаева Г.И., Беляева Т.А. Лабораторный практикум по технологии санитарно-технических работ. М., 1987.

11. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия / Гл. ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

12. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / М-во топлива и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России»: РД 34.20.501-95. – 15-е изд., перераб. и доп. – М.: СПО ОРГРЭС, 1996.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Таблица П1.1.

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

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, м ³ /ч		Удельное динамическое давление		Приведенный коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1м трубы	
Условного прохода	Наружный	Внутренний	Кг/ч М/с	Кг/с М/с	A*10 ⁴ Па (кг/ч) ²	A*10 ⁴ Па (кг/с) ²		Ст* 10 ⁴ Па (кг/ч) ²	Ст* 10 ⁴ Па (кг/с) ²
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,5	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания: 1) 1 Па = 0,102 кгс/м²;

$$1 \text{ Па (кг/с)}^2 = 0,788 * 10^{-8} \text{ (кгс/м}^2) / \text{(кг/ч)}^2 \text{ или}$$

$$1 \text{ кгс/м}^2 = 9,80665 \text{ Па};$$

$$1 \text{ (кгс/м}^2) / \text{(кг/ч)}^2 = 1,271 * 10^8 \text{ Па/ (кг/с)}^2.$$

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведенного коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика. – М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчетов фактические гидравлические характеристики труб S , ζ' и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ζ при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°С можно с допустимой для практических расчетов

погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам:

$$S = S_t * \varphi_4 \quad (\text{П1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_t * \varphi_4 \quad (\text{П1.2})$$

$$\zeta = \zeta'_t * \varphi_4 \quad (\text{П1.3})$$

где S_t , ζ'_t и ζ_t - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П1.1. настоящего приложения).

Значения φ_4 определяются по таблице П.1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы d_y , мм, и расхода горячей воды M со средней температурой от 80 до 90°C.

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°C значения φ_4 определяются по приближенной формуле:

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

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

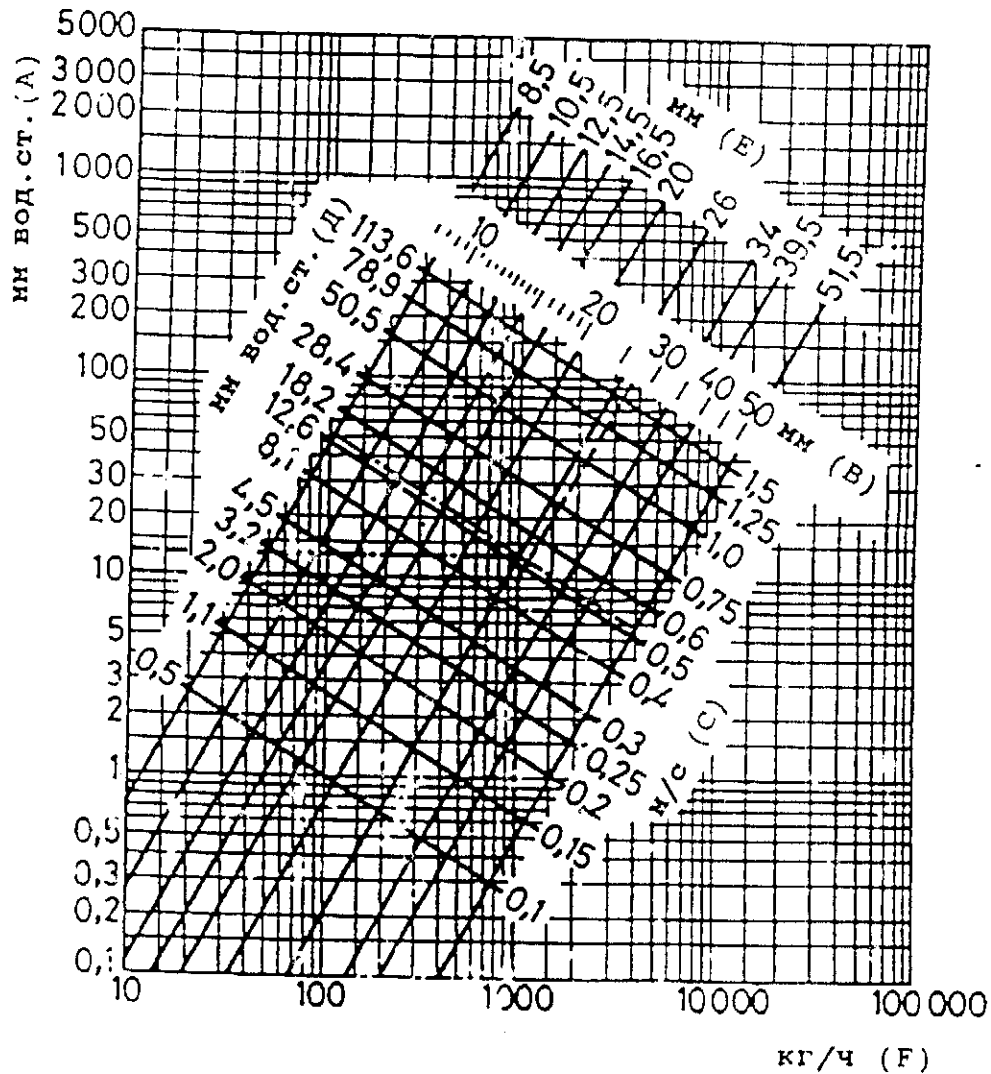
φ_4 – поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П1.2.

Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_u , мм						
	10	15	20	25	32	40	50
1	2	3	4	5	6	7	8
1,02	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,3	1502,3	2510,3
1,1	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0846	0,1103	0,1843
	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5

1	2	3	4	5	6	7	8
1,26	0,0093	0,0145	0,0625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0393	0,1492
	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	0,0077	0,0199	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	23,0	35,6	65,2	106,2	186,6	243,4	406,8
1,36	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	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 ее температуре 40°C.



- А – потери давления на трение в медных трубах длиной 1м при температуре теплоносителя 40°C, мм вод.ст;
- В – внутренние диаметры медных труб, мм;
- С – скорость воды в трубах, м/с;
- Д – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления =1 и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;
- Е – внутренние диаметры медных труб, характерные для западноевропейского рынка мм.;
- Ф – расход воды через трубу, кг/ч.

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

Приложение 3

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

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

Примечания.

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

2. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 90-100% от приведенного в данном приложении (в зависимости от места прокладки труб)

3. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб умножаются на КПД изоляции (обычно в пределах 0,6-0,75).

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

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

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

7. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжелого бетона ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8$ Вт/ (м °С), $\rho_{\text{бет}} \geq 2000$ кг/м³), увеличивается в среднем в 2,5 раза (при оклейке стен обоями в 2,3 раза) по сравнению со случаем открытой установки. Причем полезный тепловой поток составляет в среднем 95% от общего (в каждое из смежных помещений поступает половина полезного теплового потока).

8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжелого бетона ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8$ Вт/ (м °С), $\rho_{\text{бет}} \geq 2000$ кг/м³) увеличивается в среднем в 2 раза (при оклейке стен обоями в 1,8 раза). Причем полезный тепловой поток при наличии теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90% от общего.