

ТОО “ВИТАТЕРМ”
НИИ сантехники

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению стальных панельных
компактных отопительных радиаторов
фирмы “Мосварт”

Москва-1996

Уважаемые коллеги!

ТОО "Витатерм" и НИИсантехники предлагают Вашему вниманию рекомендации по применению стальных панельных компактных отопительных радиаторов, изготавливаемых фирмой "Мосварт" по отвечающей европейским требованиям технологии австрийской фирмы "Фогель и Ноот".

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных руководству ТОО "Витатерм" на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления, и включают также дополнительные материалы, используемые для этой же цели, согласно СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование", а также тепловые характеристики панельных радиаторов при их присоединении к теплопроводам системы отопления по схемам "снизу-вверх" и "снизу-вниз", которые зарубежными фирмами обычно не определяются и в рекламных проспектах и каталогах не представляются.

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

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87-1-23, директору ТОО "Витатерм" Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (095) 482-38-79 и (095) 302-02-44.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов фирмы "Мосварт".....	4
2. Схемы и элементы систем отопления	14
3. Гидравлический расчёт	23
4. Тепловой расчёт	28
5. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	39
6. Указания по монтажу и эксплуатации стальных панельных радиаторов	43
7. Список использованной литературы	47
 Приложения	 48
1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	49
2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	54
3. Характеристика сопротивления узлов присоединения стояка к подающей и обратной магистралям	55
4. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	56

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ ФИРМЫ "МОСВАРТ"

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов фирмы "Мосварт" разработаны ТОО "Витатерм" на основе проведённых в лаборатории отопительных приборов Государственного унитарного предприятия НИИСантехники теплогидравлических и эксплуатационных испытаний наиболее характерных типоразмеров этих приборов из широкой номенклатуры радиаторов, изготавливаемых фирмой "Мосварт" (Россия, 125171, Москва, Ленинградское шоссе, 16, тел. (095) 156-75-77, (095) 156-76-46, факс. (095) 943-00-24).

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме /1/, /2/ с использованием проспектных материалов фирмы "Мосварт".

1.3. Цена рекомендаций договорная.

1.4. Фирма "Мосварт" выпускает стальные панельные радиаторы по европейской технологии. Конструкция и ноу-хау радиаторов соответствуют требованиям нормативной документации австрийской фирмы "Фогель и Ноот".

1.5. Стальные панельные отопительные радиаторы фирмы "Мосварт" отвечают требованиям высокого дизайна и выпускаются в самой широкой среди отечественных изготовителей номенклатуре в количестве 144 типоразмеров. Они представляют собой приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами вверху и внизу каждой панели, соединёнными профилированными для жёсткости вертикальными каналами с шагом 40 мм по длине прибора. Выпускаются радиаторы высотой $H=300$ и 600 мм и общей длиной L от 400 до 3000 мм с шагом по длине типоразмеров 200 мм, включая дополнительные типоразмеры с длиной 720, 920, 1120 и 1320 мм. Номенклатура предусматривает 4 модификации приборов по глубине и, соответственно, по теплоплотности (рис.1.1): тип 10 - однорядный без оребрения (1 - одна панель, 0 - отсутствие (ноль) оребрения), тип 11 - однорядный с одним рядом приваренного точечной сваркой к вертикальным каналам панели и промежуткам между каналами сплошного практически на всю длину тыльной стороны панели П-образного вертикального оребрения, увеличивающего теплосъём с панели в

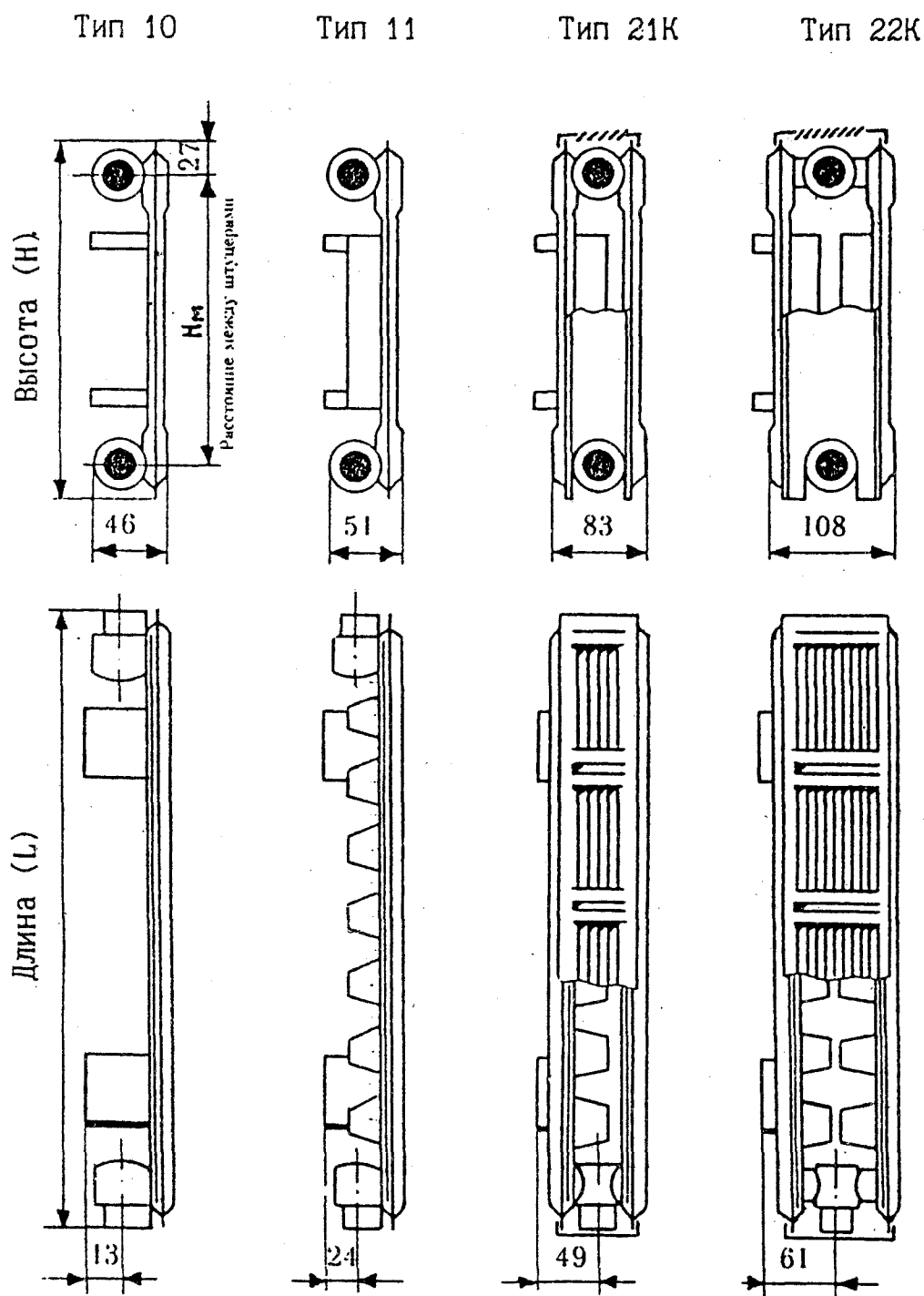


Рис. 1.1. Номенклатура и основные размеры всех типов панельных радиаторов фирмы "Мосварт"

основном за счёт конвекции (1 - одна панель, 1 - один ряд оребрения), тип 21К - двухрядный по глубине с одним рядом оребрения, расположенным между панелями и приваренным к тыльной панели, оснащённый боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой, т.е. элементами кожуха (2 - две панели, 1 - один ряд оребрения, К - оформление радиатора в виде прибора в кожухе), тип 22К - двухрядный по глубине с двумя рядами оребрения, расположенными между панелями, оснащённый боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой (2 - две панели, 2 - два ряда оребрения, К - оформление радиатора в виде прибора в кожухе).

1.6. У однорядных модификаций 4 присоединительных патрубка с трубной резьбой 1/2", расположенных у верхнего и нижнего горизонтальных коллекторов с тыльной стороны панели. С тыльной же стороны панели к её вертикальным каналам приварены и скобы для крепления прибора на кронштейнах к стене.

У двухрядных модификаций 4 присоединительных патрубка также с трубной резьбой 1/2", являющихся частью штампованных тройников, приваренных изнутри с двух сторон верхнего и нижнего коллекторов обеих панелей. Скобы для крепления на кронштейны приборов типов 21К и 22К приварены к вертикальным каналам тыльной неоребрённой стороны панели.

Расстояние между осями присоединительных отверстий (монтажная высота H_m) на 54 мм меньше высоты радиатора, т.е. равна 246 или 546 мм. Глубина радиаторов и расстояние от оси присоединительных патрубков до стены показаны на рис. 1.1.

1.7. Панели радиаторов сварные из двух штампованных деталей, изготовленных из холоднокатанного стального листа толщиной 1,25 мм по ГОСТ 9045-80 согласно технологии австрийской фирмы "Фогель и Нот". Оребрение - из стального листа толщиной 0,5 мм. Сварка панелей по контуру роликовая, а между вертикальными каналами - точечная.

1.8. Радиаторы поставляются полностью окрашенными комплексным двухслойным покрытием:

1-й слой - грунт Дельта RAL 1001,

2-й слой - порошковая эпоксиполиэфирная краска Дельта-С-НТ RAL 9010.

Толщина комплексного лакокрасочного покрытия не менее 70 мкм.

Окраска включает подготовку поверхности по технологии фирмы Collardin GmbH, которая соответствует требованиям ГОСТ 9.402-80 "ЕСКЗ. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием" и состоит из следующих стадий: обезжиривание, травление, фосфатирование и пассивация.

Первый слой лакокрасочного покрытия получают методом окунания изделия в водорастворимый грунт Дельта RAL 1001 с последующим отверждением при 220-230°C. Толщина слоя составляет не менее 10 мкм.

Второй слой формируют из эпоксиполиэфирного порошкового материала Дельта-С-НТ RAL 9010, наносимого пневмоэлектростатическим методом, при температуре 185°C. Толщина второго слоя не менее 60 мкм.

1.9. Максимальная температура теплоносителя, регламентированная заводом-изготовителем, составляет 150°C.

1.10. Радиаторы испытываются на герметичность и прочность избыточным давлением воды 1,3 МПа (13 кгс/см²). Максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя - 0,9 МПа (9 кгс/см²).

Испытания на прочность радиаторов, изготовленных фирмой "Мосварт", проведенные в НИИСантехники, подтвердили заводские данные. Разрушение радиатора происходит при избыточном давлении 2,3-2,4 МПа (23-24 кгс/см²).

1.11. Каждый радиатор поставляется с закрытыми четырьмя резьбовыми пробками из полиамида присоединительными патрубками, с защитой углов трёхслойным гофрокартоном, с защитой скоб для кронштейнов однослойным картоном и с защитой наружных поверхностей панелей двухслойным гофрокартоном.

1.12. Радиаторы, изготавливаемые фирмой "Мосварт", выпускаются в настенном исполнении и навешиваются на кронштейны за скобы, показанные на рис. 1.1, а также на рис. 6.1.

Конструкция радиаторов и деталей крепежа обеспечивают простой и быстрый монтаж приборов.

1.13. Стальные панельные радиаторы, изготавливаемые фирмой "Мосварт", предназначены для применения в системах водяного отопления жилых, общественных и административных зданий, в том числе с низкопотенциальным теплоносителем. Наличие многорядных модификаций радиаторов (типа 21К и 22К), характеризующихся высокой теплоплотностью, обеспечивает компактность радиаторов даже при низких параметрах теплоносителя.

Приборы панельного типа рекомендуется использовать в закрытых системах отопления, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами, поставляемыми на российский рынок рядом дилеров, не допуская опорожнения приборов в межотопительный период.

1.14. Исследования, проведенные ТОО "Витатерм" и ТОО "Юпитер", показали возможность применения радиаторов фирмы "Мосварт" 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-щёлочес-термостойкую резину средней твёрдости, а паронитовые - требованиям ГОСТ 481-80 (паронит марок ПОН и ПМВ). По вопросам применения антифриза "Арктика-45" рекомендуется обращаться по тел. (095) 465-75-76.

1.15. Значения номинального теплового потока $Q_{н\gamma}$ радиаторов фирмы "Мосварт" определены в лаборатории отопительных приборов НИИ-сантехники - головного института Минстроя Российской Федерации 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 $M_{np}=0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме "сверху-вниз" и барометрическом давлении $B=1013,3 \text{ гПа}$ (760 мм рт. ст.).

1.16. Гидравлические характеристики радиаторов фирмы "Мосварт" получены при подводках условным диаметром 15 мм согласно методике лаборатории отопительных приборов НИИсантехники /4/, позволяющей определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\xi_{н\gamma}$ и характеристик сопротивления $S_{н\gamma}$ 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 гладких (новых) труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту

шероховатости 0,2 мм, принятому в качестве расчётного для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

1.17. Номенклатура и значения номинального теплового потока $Q_{н\ y}$ различных типоразмеров панельных радиаторов фирмы "Мосварт" представлены в табл. 1.1, а их масса - в табл. 1.2. Значения объёма воды в радиаторе V , л/м, и площади наружной поверхности теплообмена F' , m^2/m , отнесённые к 1 м длины радиаторов, приведены в табл. 1.3.

1.18. Цены на радиаторы с учётом гибкой системы скидков указаны в прайс-листе фирмы "Мосварт". Сведения о ценах можно получить по телефонам и факсу, указанным в п. 1.1 настоящих рекомендаций.

1.19. 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, в целом отвечающим германским 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 испытываются обычно при перепаде температур теплоносителя $90-70^{\circ}C$, 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 однетрубных 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 $1-2^{\circ}C$, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по вертикали прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве,

Таблица 1.1

**Номенклатура и номинальный тепловой поток стальных
панельных радиаторов, изготавливаемых фирмой "Мосварт"**

Длина радиатора L, мм	Номинальный тепловой поток Q_{ny} , Вт, радиаторов различных типов при их высоте Н							
	Н = 300 мм				Н = 600 мм			
	Тип 10	Тип 11	Тип21К	Тип22К	Тип 10	Тип 11	Тип21К	Тип22К
400	211	335	485	632	385	599	873	1132
600	320	508	735	958	584	907	1317	1699
720	392	622	900	1174	715	1110	1613	2081
800	435	691	1000	1304	794	1233	1792	2312
920	500	795	1150	1500	913	1419	2061	2659
1000	544	864	1250	1630	993	1542	2240	2890
1120	609	968	1400	1826	1112	1727	2509	3237
1200	653	1037	1500	1956	1192	1850	2688	3468
1320	718	1140	1650	2152	1311	2035	2957	3815
1400	762	1210	1750	2282	1390	2159	3136	4046
1600	870	1382	2000	2608	1589	2467	3584	4624
1800	979	1555	2250	2934	1787	2776	4032	5202
2000	1088	1728	2500	3260	1986	3084	4480	5780
2200	1197	1901	2750	3586	2185	3392	4928	6358
2400	1306	2074	3000	3912	2383	3701	5376	6936
2600	1414	2246	3250	4238	2582	4009	5824	7514
2800	1516	2407	3482	4541	2766	4296	6241	8052
3000	1616	2566	3712	4841	2949	4580	6653	8583

Примечание. Значения Q_{ny} различных типоразмеров радиаторов
определены при $\theta=70^{\circ}\text{C}$, $M_{np}=0,1\text{ кг/с}$, $B=1013,3\text{ гПа}$.

Таблица 1.2

**Масса окрашенных стальных панельных радиаторов,
изготавливаемых фирмой "Мосварт"**

Длина радиатора L, мм	Масса различных типов радиатора, кг, не более, при их высоте Н							
	Н = 300 мм				Н = 600 мм			
	Тип 10	Тип 11	Тип21К	Тип22К	Тип 10	Тип 11	Тип21К	Тип22К
400	3,1	4,0	7,1	8,5	5,5	8,0	13,9	17,0
600	4,3	5,8	10,3	12,2	8,0	12,1	20,5	25,3
720	5,1	6,9	12,	14,5	9,4	14,5	24,5	30,2
800	5,6	7,7	13,4	16,0	10,4	16,1	27,1	33,6
920	6,3	8,8	15,3	18,3	11,9	18,5	31,1	38,5
1000	6,8	9,5	16,5	19,8	12,9	20,2	33,7	41,9
1120	7,6	10,6	18,4	22,0	14,3	22,6	37,7	46,8
1200	8,0	11,3	19,7	23,5	15,3	24,2	40,3	50,2
1320	8,8	12,4	21,6	25,8	16,8	26,6	44,3	55,1
1400	9,3	13,2	22,8	27,3	17,8	28,2	46,9	58,4
1600	10,5	15,0	25,9	31,1	20,2	32,3	53,5	66,7
1800	11,7	16,8	29,1	34,9	22,6	36,3	60,1	75,0
2000	13,0	18,7	32,2	38,6	25,1	40,4	66,8	83,3
2200	14,2	20,5	35,4	42,4	27,5	44,4	73,4	91,6
2400	15,4	22,3	38,5	46,2	30,0	48,4	80,0	99,9
2600	16,7	24,2	41,6	49,9	32,4	52,5	86,6	108,2
2800	17,9	26,0	44,8	53,7	34,9	56,5	93,2	116,5
3000	19,2	27,8	47,9	57,5	37,3	60,6	99,8	124,8

Таблица 1.3

**Объём воды в радиаторе и площадь
наружной поверхности теплообмена,
отнесённые к 1 м длины радиаторов
фирмы "Мосварт"**

Тип радиатора	Объём воды V , л/м, и площадь наружной поверхности F' , м ² /м, при высоте радиатора H			
	$H = 300$ мм		$H = 600$ мм	
	V	F'	V	F'
10	2,2	0,69	3,8	1,38
11	2,2	2,07	3,8	5,13
21	4,3	2,76	7,6	6,51
22	4,4	4,14	7,7	10,25

встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омыwania поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 70 до 90°С в расчётном режиме). С другой стороны очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и немецкой, наиболее близкой к нашей, методикам. С учётом изложенного не подтверждается обычно принимаемая в зарубежных каталогах пропорциональность теплоотдачи радиаторов их длине. Особенности теплопередачи радиаторов при "нестандартных" схемах движения теплоносителя рассмотрены в четвёртом разделе рекомендаций.

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

1.20. При заказе радиаторов сначала указывается их тип, затем высота и длина в мм.

Пример условного обозначения панельного радиатора фирмы "Мосварт" типа 22К, высотой 600 мм и длиной 1000 мм:

22К-600-1000.

По вопросам оформления заказов радиаторов следует обращаться в отдел сбыта фирмы "Мосварт" по телефонам (095) 156-76-46, (095) 156-76-38 и (095) 156-76-20.

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Стальные панельные компактные радиаторы фирмы "Мосварт" применяются в двухтрубных и однетрубных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

При проектировании рекомендуется применять тупиковую схему разводки магистралей /5/.

2.2. Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. В гравитационных системах рекомендуется использовать только радиаторы типа 22К.

2.3. У всех модификаций радиаторов возможны три способа присоединения к системе отопления:

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

Рекомендуемые схемы вертикальных стояков и горизонтальных ветвей систем отопления представлены на рис. 2.1.

2.4. На рис. 2.1. показана характерная для отечественной практики установка кранов, вентилей или термостатов только на верхней из двух подводок к радиатору. Согласно данным НИИСантехники и ТОО "Витатерм" при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 20-25%, поскольку по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ТОО "Витатерм" рекомендует устанавливать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8%.

2.5. Настенные панельные радиаторы фирмы "Мосварт" всех типов и размеров 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

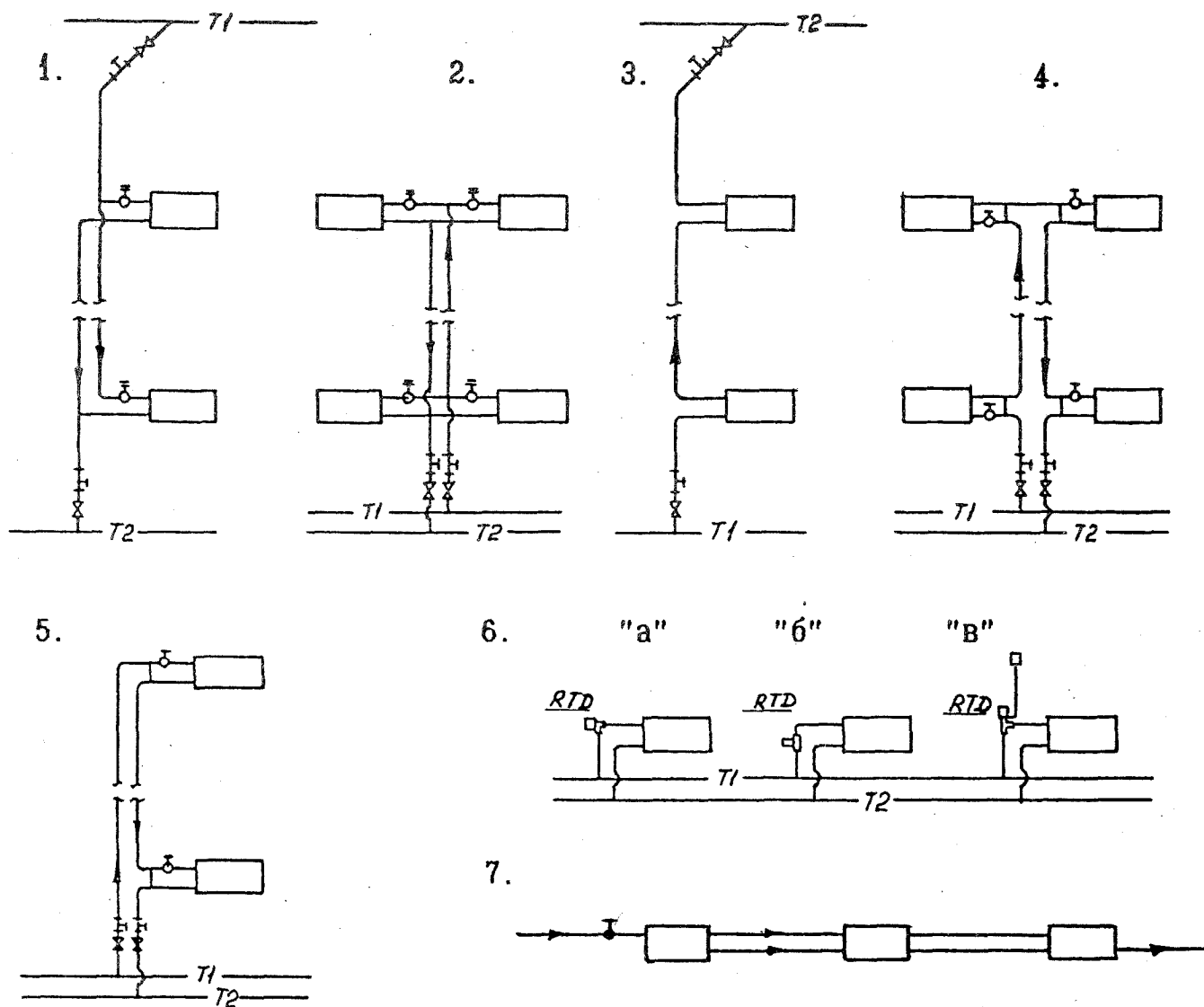


Рис. 2.1. Схемы стояков систем отопления: 1-двухтрубный с верхней разводкой подающей магистрали; 2-двухтрубный с нижней разводкой подающей и обратной магистралей; 3-однотрубный проточный с "опрокинутой" циркуляцией; 4-однотрубный П-образной формы с замыкающими участками; 5-однотрубный с "холостым" подъёмным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

возможности, должна соответствовать длине светового проёма (не менее 75% длины подоконника). Большая номенклатура радиаторов по размерам и теплоплотности позволяет выполнить эту рекомендацию.

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 фирмы "Герц Арматурен" (Австрия) и др. Для автоматического регулирования можно рекомендовать серию терморегуляторов (термостатов) типа RTD фирмы "Данфосс" (Дания) или термостаты ГЕРЦ-TS-90-Е фирмы "ГЕРЦ Арматурен" (как правило, для панельных радиаторов фирмы "Мосварт" используются модели для присоединения к патрубкам с условным диаметром 15 мм).

Диаграммы для подбора термостатов фирмы "Данфосс", используемых в двухтрубных системах отопления, приведены на рис. 2.2 и 2.3. Наклонные линии (1-7) на этих диаграммах означают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора. В положении "N" клапан полностью открыт. Пунктирными линиями на этих же рисунках показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не превышает 25 или 30 дБ. Для однетрубных систем отопления рекомендуются термостаты типа RTD-G фирмы "Данфосс" (диаграмма для подбора показана на рис. 2.4), трёхходовые термостаты типа CALIS-TS (см. рис. 2.5) и проходные, угловые или специальные термостаты ГЕРЦ-TS-Е фирмы "ГЕРЦ Арматурен".

Подробные сведения об этих термостатах можно получить в представительствах соответствующих фирм в Москве: АО "Данфосс" - тел. (095)912-00-03, (095)912-00-73, факс. (095)956-77-98; АО "Герц Арматурен" - тел. (095)482-39-18, (095)488-63-79, факс. (095)482-40-29 или в ТОО "Витатерм" (номера телефонов указаны на стр.2 настоящих рекомендаций).

2.8. За рубежом и в последнее время в отечественной практике находит всё более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и донное их присоединение к радиаторам через специальные коллекторы: одноузловые, присоединённые с одной стороны к нижнему патрубку радиатора, и со специальным транзитным

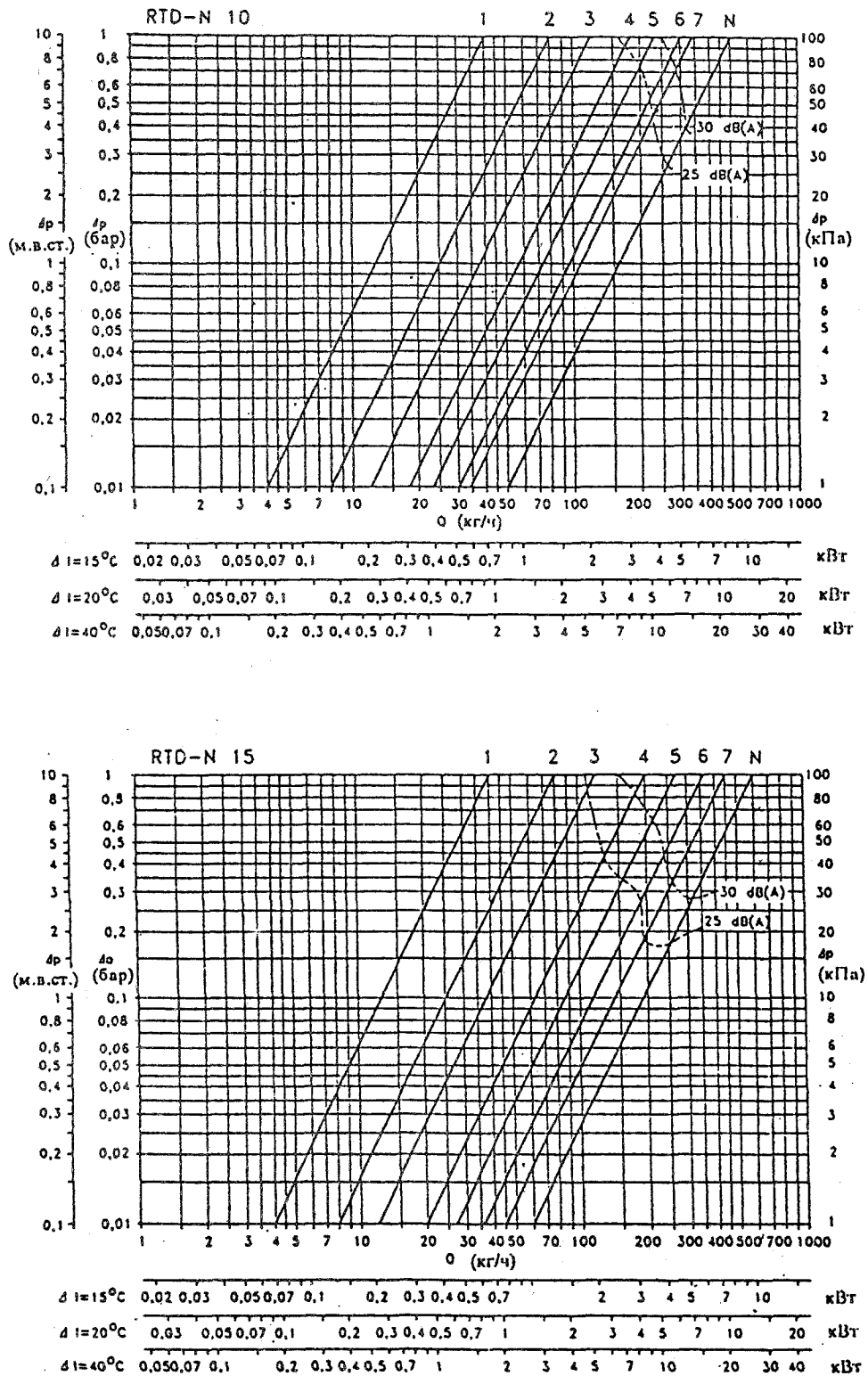


Рис. 2. 2. Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-N10 и RTD-N15 фирмы "Данфосс" при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления

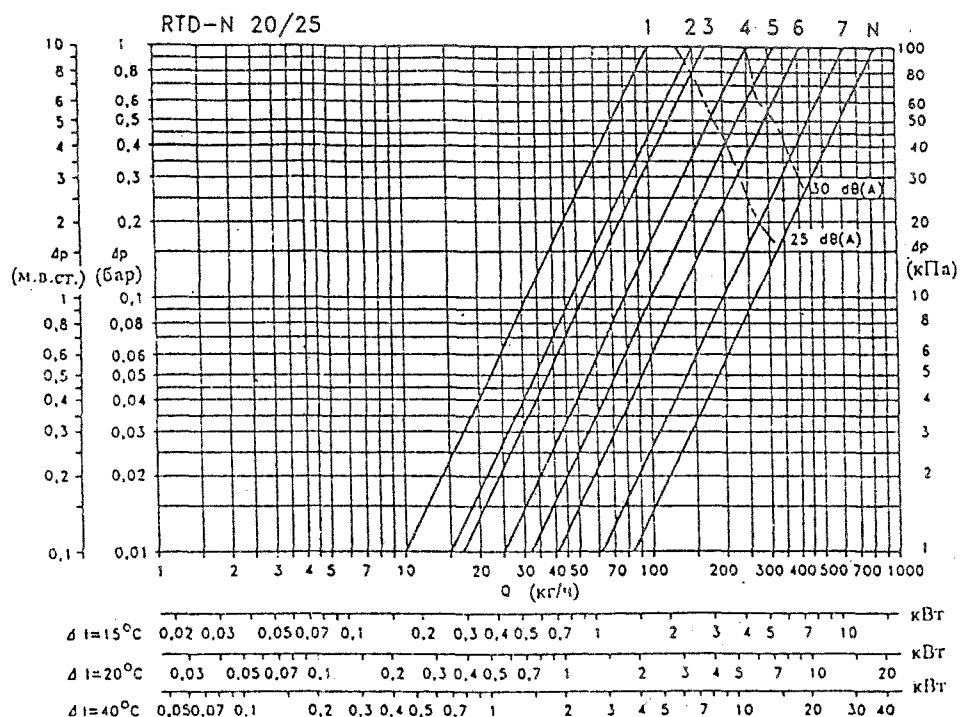


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-N20/25 фирмы "Данфосс" при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления

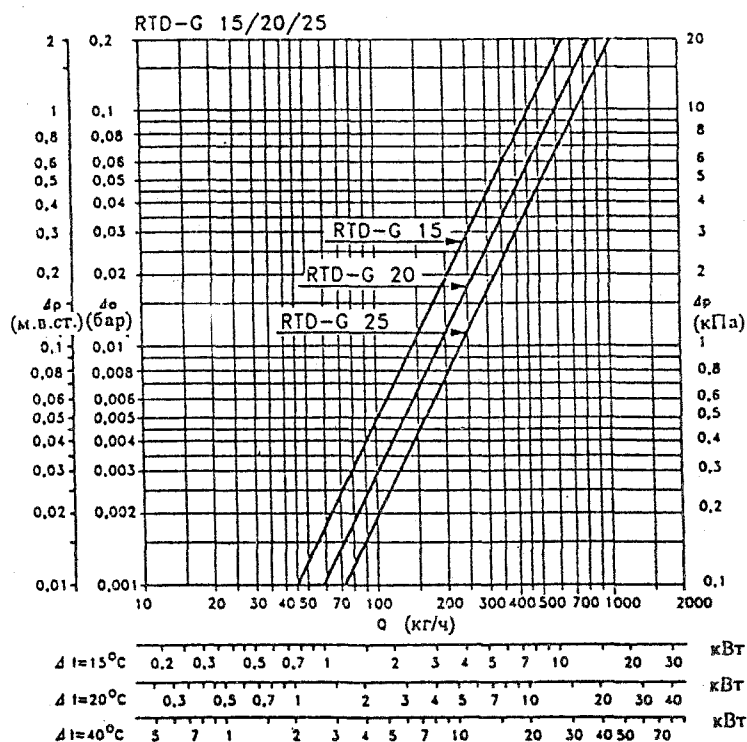
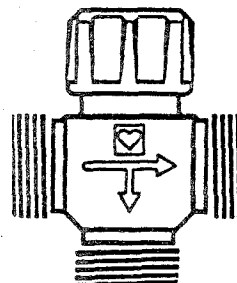
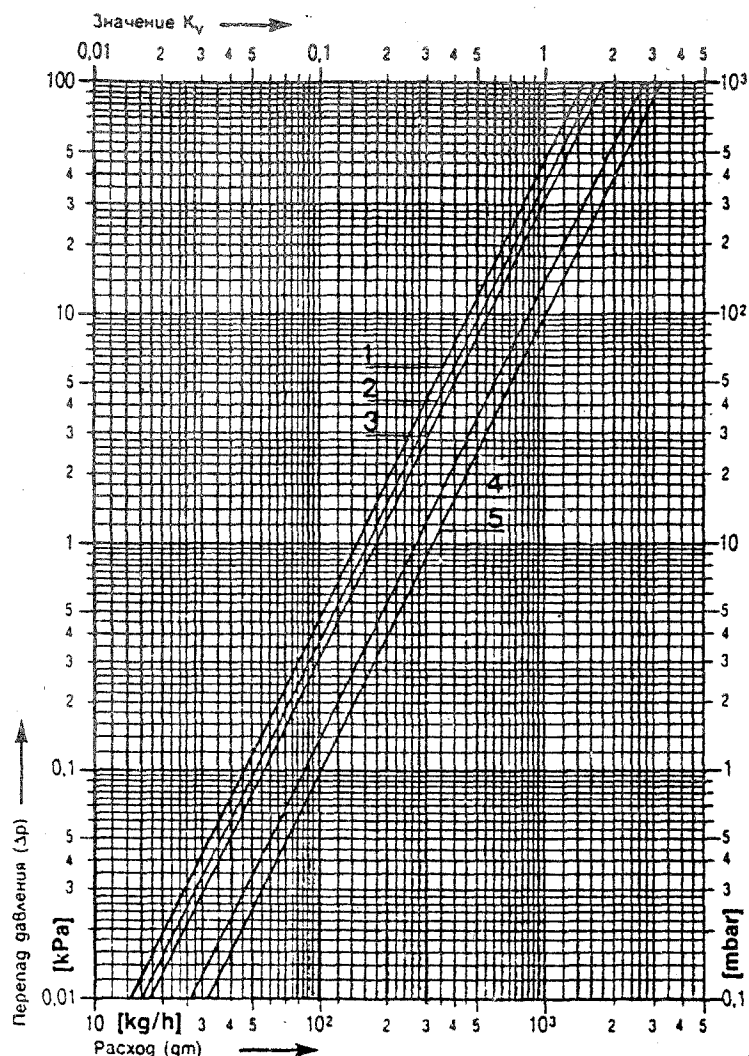


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-G фирмы "Данфосс" для гравитационных и насосных одноконтурных систем отопления с условными диаметрами 15, 20 и 25 мм



Прямая	Клапан CALIS-TS	Расход воды на отопительный прибор %	Рабочее состояние
1	1 7761 01	0	Клапан к отопительному прибору закрыт
2	1 7761 02		
3	1 7761 01	50	Термостатический режим хр=2К
	1 7761 02		
	1 7761 01	60	Термостатический режим хр=3К
	1 7761 02		
4	1 7761 01	80	Клапан открыт
5	1 7761 02		

Рис. 2.5. 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.

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. 2.6). Для одноузловых подсоединений можно рекомендовать четырёхходовые клапаны ГЕРЦ-VTA 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.

Применяются также, особенно в коттеджах, системы отопления с лучевой напольной разводкой теплопроводов, традиционным боковым подключением отопительных приборов по схеме "сверху-вниз" и с использованием термостатов углового исполнения. Вертикальные стояки для уменьшения бесполезных теплопотерь размещают вдоль внутренних стен здания, например, на лестничной клетке. Отопительные приборы, устанавливаемые у наружных стен, подключают к распределительной гребёнке с помощью теплопроводов, которые прокладывают в полу квартиры. Обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы или изготовленные из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых труб "Фузиотерм-Штаби" со стабилизирующей алюминиевой оболочкой, поставляемых российским потребителям фирмой "Акватерм-Москва" (тел. (095) 255-25-25, факс. (095) 255-29-69), или из полиэтиленовых пластметаллических труб "Китек", поставляемых АО "Гента" (тел. (095) 429-01-22, факс. (095) 420-70-95). Разводящие теплопроводы, как правило теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах или заливают цементом высоких марок с пластификатором (с толщиной слоя цементного 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 используют полимерные трубы, как наиболее удобные при монтаже и надёжные при эксплуатации.

2.9. При необходимости соединения радиаторов на сцепке целесообразно применять приборы с наименьшим коэффициентом гидравлическо-

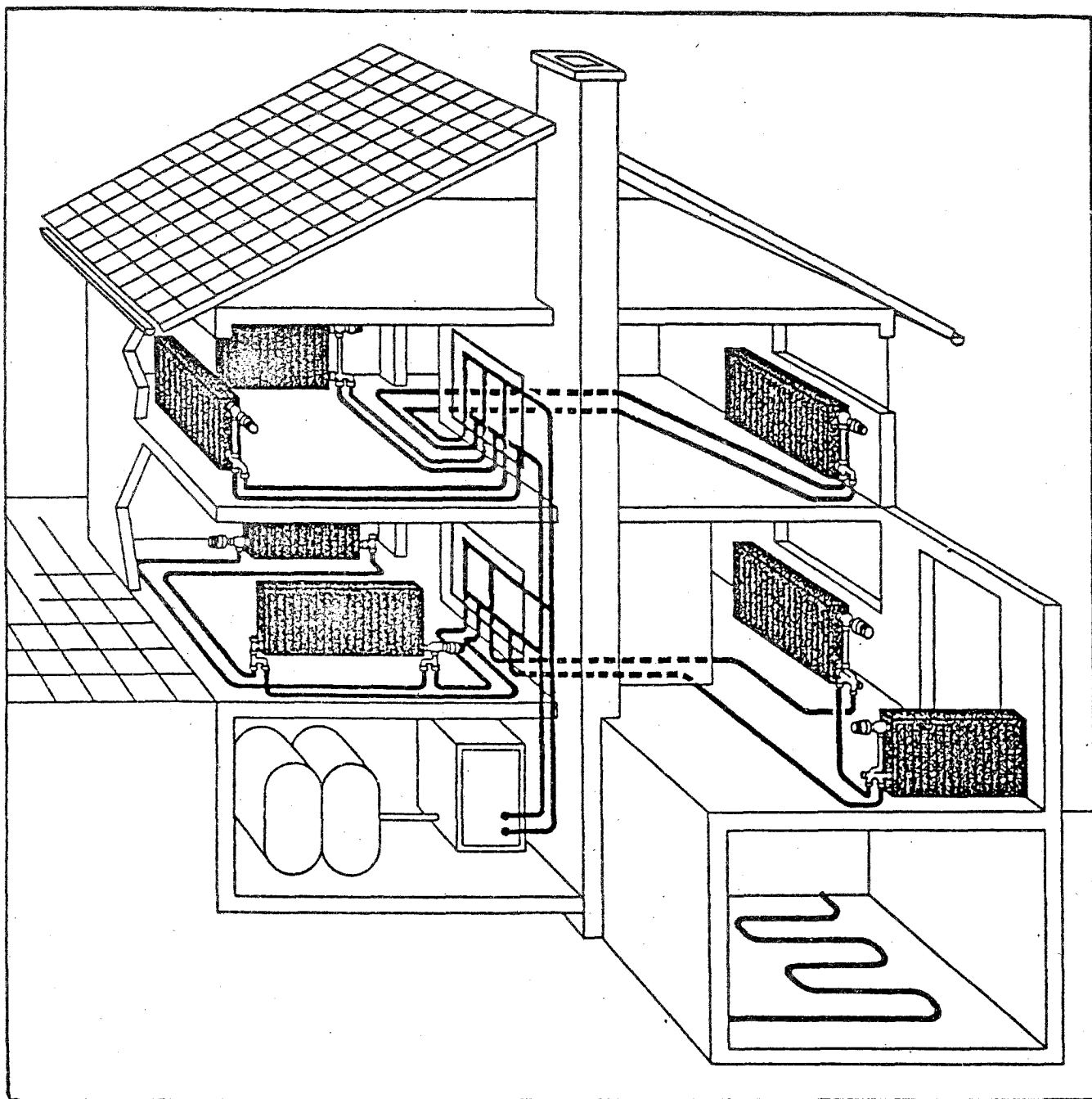


Рис. 2.6. Схема системы отопления коттеджа с напольной разводкой теплопроводов и донным подключением панельных радиаторов фирмы "Мосварт" по схеме "сверху-вниз" с помощью специальных коллекторов (насос и закрытый расширительный сосуд встроены в кожух котла и на схеме не показаны)

го сопротивления (типа 21К и 22К) с разносторонним подводом и отводом теплоносителя (с его транзитом через первый прибор) и обязательной установкой воздуховыпускного крана в верхнем штуцере дальнего от стояка радиатора.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

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

3.2. Гидравлический расчёт теплопроводов систем отопления с панельными радиаторами фирмы "Мосварт" рекомендуется проводить исходя из постоянного перепада температур теплоносителя в стояках. При переменном перепаде температур теплоносителя в стояках его отклонение от расчётного перепада в системе не должно превышать 15%.

3.3. Потери давления в циркуляционных кольцах системы отопления не должны отличаться при постоянном перепаде температур более чем на 15% при тупиковой схеме разводки магистралей и более чем на 5% при попутной схеме.

3.4. При гидравлическом расчёте теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу "характеристик гидравлического сопротивления"

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

или по методу "удельных линейных потерь давления"

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

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

$S = A \cdot \xi'$ - характеристика сопротивления участка теплопровода, 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);

$\xi' = \left| \left(\frac{\lambda}{d} \right) \cdot L + \sum \xi \right|$ - приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

λ - коэффициент трения;

d - внутренний диаметр теплопровода;

- L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;
 $\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;
 M - масснй расход теплоносителя, кг/с;
 R - удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;
 Z - местные потери давления на участке, Па.

3.5. Гидравлическое сопротивление стальных панельных радиаторов в основном определяется сопротивлением вваренных между стальными листами панелей водораспределительных шайб, расположенных по углам горизонтальных коллекторов против присоединительных патрубков и тройников.

3.6. 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, причём 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.

3.7. Определённые с учётом изложенного в п.п. 3.5 и 3.6 по методике /4/ значения приведённых коэффициентов ξ'_{ny} , характеристик сопротивления S_{ny} и потерь давления ΔP радиаторов фирмы "Мосварт" с присоединительными патрубками условным диаметром 15 мм (без обвязки теплопроводами) при $M_{np}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) представлены в табл. 3.1. С допустимой для практических расчётов погрешностью указанные значения ξ'_{ny} и S_{ny} можно принимать неизменными в пределах расхода воды от 0,015 до 0,15 кг/с (от 54 до 540 кг/ч) и её температуре от 50 до 110°С.

3.8. По причинам, рассмотренным в п. 3.5, гидравлическое сопротивление каждого типа радиаторов фирмы "Мосварт" практически не зависит от схемы движения теплоносителя, а также от длины и высоты радиатора.

Таблица 3.1

**Гидравлические характеристики радиаторов
фирмы "Мосварт" при расходе теплоносителя
0,1 кг/с (360 кг/ч)**

Наименование показателей	Тип радиатора		
	10, 11	21К	22К
Приведённый коэффициент сопротивления ξ'_{ny}	17,0	10,3	7,9
Характеристика сопротив- ления $S_{ny} \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²	23,3	14,1	10,8
Потери давления ΔP , Па	2330	1410	1080

3.9. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1. Гидравлические характеристики медных теплопроводов определяются по номограмме, приведённой в приложении 2. Гидравлические характеристики полипропиленовых труб типа "Фузиотерм" и полиэтиленовых труб "Китек" имеются в ТОО "Вита-терм", а также в фирмах "Акватерм-Москва" и "Гента".

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

Значения характеристик сопротивления узлов присоединения стояков к подающей и обратной магистралям приведены в приложении 3.

3.11. Значения коэффициентов затекания α_{np} для отопительных приборов фирмы "Мосварт" при различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зy}$) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) узлов присоединения радиаторов в однетрубных

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 7723 11 фирмы "ГЕРЦ Арматурен" представлены в таблице 3.2. Данные для определения коэффициента затекания в случае использования термостатов "ГЕРЦ Арматурен" с трёхходовым клапаном CALIS-TS марки 1 7761 01 для подводок условным диаметром 15 мм и марки 1 7761 02 для подводок условным диаметром 20 мм приведены на рис. 2.5.

3.12. 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°C (на 2К). Это общепринятое в европейской практике условие позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию её повышать. Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания необходимая площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте, исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения обычных кранов и вентилях.

Таблица 3.2

Коэффициенты затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем
водяного отопления с радиаторами фирмы "Мосварт"

Вид регулирующей арматуры	Тип радиа- тора	$\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{зy} \times d_{п}$ (мм)		
		15x15x15	20x15x15	20x15x20
1	2	3	4	5
Кран регулирующий проходной типа КРП	10, 11	0, 31	0, 26	0, 42
	21К	0, 33	0, 28	0, 45
	22К	0, 345	0, 29	0, 475
Термостат фирмы "Данфосс" типа RTD-G	10, 11	0, 217	0, 178	0, 237
	21К	0, 22	0, 184	0, 24
	22К	0, 225	0, 187	0, 243
Термостат фирмы "Герц Арматурен" типа ГЕРЦ-TS-E	10, 11	0, 22	0, 18	0, 181
	21К	0, 222	0, 186	0, 187
	22К	0, 227	0, 19	0, 192

Примечания:

1. В графе 5 коэффициенты затекания определены с учётом 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 ГЕРЦ-TS-E 1 7723 11, при $d_y 20$ мм - RTD-G20 или ГЕРЦ-TS-E 1 7723 02.

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

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

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

4.2. Согласно табл. 1 приложения 12 СНиП 2.04.05-91 при нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам, один из которых β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от модификации по табл. 4.1, а второй β_2 - от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимаемый в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Значения коэффициентов β_1 и β_2 для
различных типов радиаторов

Тип радиатора	β_1 при высоте радиатора		β_2 при установке	β_2 при установке
	300 мм	600 мм	у наруж- ной стены	у наружного остекления
10	1,01	1,028	1,04	1,1
11	1,024	1,043	1,03	1,08
21К	1,033	1,105	1,02	1,06
22К	1,042	1,2	1,015	1,04

4.3. При установке радиаторов с номинальным тепловым потоком более 2,3 кВт следует принимать вместо коэффициента β_1 коэффициент β_1' , определяемый по формуле

$$\beta_1' = 0,5(1 + \beta_1) . \quad (4.1)$$

4.4. При использовании в системе отопления радиаторов разных типов усреднённое значение коэффициента β_1 определяется как средневзвешенное между значениями, определёнными по табл. 4.1 и по формуле 4.1.

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

$$\begin{aligned} Q &= Q_{ny} \cdot (\theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = Q_{ny} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p = \\ &= K_{ny} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p , \end{aligned} \quad (4.2)$$

где Q_{ny} - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1), Вт;

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

$$\theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_n = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n , \quad (4.3)$$

здесь

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

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

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

70 - нормальный (нормированный) температурный напор, °С;

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

Таблица 4.2

**Значения показателей степени "n" и "m" и
коэффициентов "с" и "р" при различных схемах
движения теплоносителя в радиаторах фирмы "Мосварт"**

Схема движения теплоно- сителя	Тип радиа- тора	Высота радиа- тора Н, мм	Расход теплоно- сителя M_{np}		n	с	m	р
			кг/с	кг/ч				
Сверху- вниз	10	300 600	0,015-0,15	54-540	0,3	1	0	1
	11	300	0,015-0,15	54-540	0,27	1	0	1
	11	600	0,015-0,15	54-540	0,3	1	0	1
	21К и 22К	300	0,015-0,15	54-540	0,33	1	0	1
	21К и 22К	600	0,015-0,15	54-540	0,35	1	0	1
Снизу- вверх	10	300 600	0,015-0,15	54-540	0,33	0,73	0,035	См. табл. 4.4
	11	300	0,015-0,15	54-540	0,33	0,69	0,045	
	11	600	0,015-0,15	54-540	0,35	0,72	0,045	
	21К и 22К	300	0,015-0,15	54-540	0,35	0,67	0,045	
	21К и 22К	600	0,015-0,15	54-540	0,37	0,7	0,045	
Снизу- вниз	Все типы	300	0,015-0,1	54-360	0,45	0,97	0,035	1
		600	0,1-0,15	360- 540	0,45	0,97	0	1

- n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по табл. 4.2);
- M_{np} - фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;
- $0,1$ - нормальный (нормированный) массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;
- b - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 4.3);
- p - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины при движении теплоносителя по схеме "снизу-вверх" (принимается по табл. 4.4); при движении теплоносителя по схемам "сверху-вниз" и "снизу-вниз" $p=1$;
- $\varphi_1 = (\theta/70)^{1+n}$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 4.5 и 4.6);
- $\varphi_2 = c(M_{np}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя от нормального; при движении теплоносителя по схеме "сверху-вниз" во всём исследованном диапазоне значений M_{np} $\varphi_2=1$, при движении теплоносителя по схемам "снизу-вверх" и "снизу-вниз" значения φ_2 принимаются по табл. 4.7;
- K_{ny} - коэффициент теплопередачи наружной поверхности радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле

$$K_{ny} = \frac{Q_{ny}}{F \cdot 70}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}, \quad (4.4)$$

F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 ; значения F находятся как произведение относительной площади наружной поверхности нагрева F' (см. табл. 1.3) на длину радиатора L .

Таблица 4.3

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

Тип радиатора	b при атмосферном давлении, гПа (мм рт.ст)							
	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
10	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
11	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21K	0,965	0,971	0,977	0,983	0,988	0,994	1	1,012
22K	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	
	10 и 11	21К и 22К
400	1,13	1,057
600	1,081	1,036
720	1,065	1,03
800	1,057	1,027
920	1,049	1,023
1000	1,045	1,021
1120	1,039	1,019
1200	1,036	1,017
1320	1,033	1,016
1400	1,031	1,015
1600	1,027	1,013
1800	1,024	1,011
2000	1,021	1,01
2200	1,019	1,009
2400	1,017	1,008
2600	1,016	1,008
2800	1,015	1,007
3000	1,014	1,007

Таблица 4.5

Значения поправочного коэффициента " ϕ_1 " в зависимости от среднеарифметического температурного напора " θ " между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при схеме движения теплоносителя в приборе "сверху-вниз"

ϕ_1 для типов радиаторов					ϕ_1 для типов радиаторов				
θ , °C	10-300	21K-300	21K-600		θ , °C	10-300	21K-300	21K-600	
	10-600	11-300	22K-300	22K-600		10-600	11-300	22K-300	22K-600
	11-600					11-600			
44	0,547	0,554	0,539	0,534	70	1,00	1,00	1,00	1,00
46	0,579	0,587	0,572	0,567	72	1,037	1,036	1,038	1,038
48	0,612	0,619	0,605	0,60	74	1,075	1,073	1,077	1,078
50	0,646	0,652	0,639	0,635	76	1,113	1,11	1,115	1,117
52	0,679	0,686	0,673	0,669	78	1,151	1,147	1,155	1,157
54	0,714	0,719	0,708	0,704	80	1,189	1,185	1,194	1,197
56	0,748	0,753	0,743	0,74	82	1,228	1,222	1,234	1,238
58	0,783	0,788	0,779	0,776	84	1,267	1,26	1,274	1,279
60	0,818	0,822	0,815	0,812	86	1,307	1,299	1,315	1,32
62	0,854	0,857	0,851	0,849	88	1,346	1,337	1,356	1,362
64	0,89	0,892	0,888	0,886	90	1,386	1,376	1,397	1,404
66	0,926	0,928	0,925	0,924	92	1,426	1,415	1,438	1,446
68	0,963	0,964	0,962	0,962	94	1,467	1,454	1,48	1,489

Таблица 4.6

Значения поправочного коэффициента " φ_1 " в зависимости от среднеарифметического температурного напора " θ " между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при схемах движения теплоносителя в приборе "снизу-вверх" и "снизу-вниз"

φ_1 при схеме движения теплоносителя					φ_1 при схеме движения теплоносителя				
Снизу-вверх					Снизу-вверх				
$\theta, ^\circ\text{C}$	Типы	Типы	Типы	Все	$\theta, ^\circ\text{C}$	Типы	Типы	Типы	Все
	10-300	11-600	21К-600	типы		10-300	11-600	21К-600	типы
	10-600	21К-300	22К-600	радиа-		10-600	21К-300	22К-600	радиа-
	11-300	22К-300		торов		11-600	22К-300		торов
44	0,539	0,534	0,529	0,51	70	1,00	1,00	1,00	1,00
46	0,572	0,567	0,562	0,544	72	1,038	1,039	1,039	1,042
48	0,605	0,60	0,596	0,579	74	1,077	1,078	1,079	1,084
50	0,639	0,635	0,631	0,614	76	1,115	1,117	1,119	1,127
52	0,673	0,669	0,665	0,65	78	1,155	1,157	1,16	1,17
54	0,708	0,704	0,701	0,686	80	1,194	1,197	1,201	1,214
56	0,743	0,74	0,737	0,723	82	1,234	1,238	1,242	1,258
58	0,779	0,776	0,773	0,761	84	1,274	1,279	1,284	1,303
60	0,815	0,812	0,809	0,80	86	1,315	1,32	1,326	1,348
62	0,851	0,849	0,847	0,839	88	1,356	1,362	1,368	1,394
64	0,888	0,886	0,884	0,878	90	1,397	1,404	1,411	1,44
66	0,925	0,924	0,922	0,918	92	1,438	1,446	1,454	1,486
68	0,962	0,962	0,961	0,959	94	1,48	1,489	1,498	1,533

Таблица 4.7

Значения поправочного коэффициента φ_2 в
зависимости от расхода теплоносителя $M_{п.р}$
при схемах движения теплоносителя
"снизу-вверх" и "снизу-вниз"

$M_{п.р}$		φ_2 при схеме движения теплоносителя					
		Снизу-вверх				Снизу-вниз	
кг/с	кг/ч	Типы 10-300 10-600	Тип 11-300	Тип 11-600	Типы 21К-300 22К-300	Типы 21К-600 22К-600	Радиаторы всех типов и высот
0,015	54	0,683	0,633	0,661	0,615	0,643	0,908
0,02	72	0,69	0,642	0,670	0,623	0,651	0,917
0,025	90	0,695	0,648	0,676	0,629	0,658	0,924
0,03	108	0,70	0,654	0,682	0,635	0,663	0,93
0,04	144	0,707	0,662	0,691	0,643	0,672	0,939
0,05	180	0,712	0,669	0,698	0,649	0,678	0,947
0,06	216	0,717	0,674	0,704	0,655	0,684	0,953
0,07	252	0,721	0,679	0,708	0,659	0,689	0,958
0,08	288	0,724	0,683	0,713	0,663	0,693	0,962
0,09	324	0,727	0,687	0,716	0,667	0,697	0,966
0,1	360	0,73	0,69	0,72	0,67	0,70	0,97
0,125	450	0,736	0,697	0,727	0,677	0,707	0,97
0,2	540	0,748	0,712	0,743	0,691	0,722	0,97

4.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов фирмы "Мосварт" значения показателей степени "n" и "m" зависят не только от исследованных пределов θ и M_{np} , но также от высоты, глубины и даже длины прибора (например, значения "n" получены в пределах от 0,27 до 0,45). Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 4.2 пределов значений M_{np} .

4.7. Согласно исследованиям, проведённым ТОО "Витатерм", при движении теплоносителя через панельный радиатор по схеме "снизу-вверх" во всём исследованном диапазоне расходов воды отмечалась идентичная картина: в однорядных модификациях через первые ближайшие к подводным теплопроводам 3-4 вертикальных канала, в двухрядных - через первые 2 вертикальных канала теплоноситель поднимается вверх и в значительной части, лишь немного охладившись, уходит через верхнюю подводку в систему отопления, другая же часть горячей воды распределяется по верхнему коллектору и за счёт гравитационных сил движется по остальным вертикальным каналам по схеме "сверху-вниз", смешиваясь в нижнем горизонтальном коллекторе с практически неохлаждённой водой у основания крайнего вертикального канала, у которого сохраняется движение воды снизу вверх. В результате большая часть прибора, которая, очевидно, зависит от соотношения длины четырёх или двух вертикальных каналов и общей длины радиатора, работает при средних температурах теплоносителя более низких, чем при его движении по стандартной схеме сверху вниз. Это обстоятельство учитывается изменённым значением показателей степени "n" и "m" и введением поправочных коэффициентов "с" и "р".

4.8. При движении теплоносителя по схеме "снизу-вниз" теплоноситель, распределяясь по нижнему коллектору, по каждому вертикальному каналу поднимается вверх (чаще по центру канала, иногда смещаясь к его краю - попарно с соседними каналами), а затем вдоль стенки канала, охлаждаясь, опускается вниз (эффект фонтана). При этом эффективность теплоотдачи при таком слоистом встречном потоке теплоносителя заметно возрастает с увеличением температурного напора, что и определяет сравнительно высокие значения показателя степени "n". Поскольку при этом характерном движении теплоносителя не отме-

чено резких перепадов температуры поверхности соседних вертикальных каналов по длине радиатора, значение коэффициента "р", как и при движении теплоносителя по схеме "сверху-вниз", принято равным 1.

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

$$K = K_{ny} \cdot (\theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{pr}/0,1)^m \cdot b \cdot p . \quad (4.5)$$

4.10. В однотрубных системах отопления расход воды через прибор M_{pr} определяется зависимостью

$$M_{pr} = \alpha_{pr} \cdot M_{ст} , \quad \text{кг/с} , \quad (4.6)$$

где α_{pr} - коэффициент затекания воды в прибор, принимаемый по табл. 3.2 ;

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

4.11. В разделе 5 дана примерная схема теплогидравлического расчёта этажестояка системы отопления с панельным радиатором фирмы "Мосварт".

5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется выполнить теплогидравлический расчёт этажестояка вертикальной одноконтурной системы водяного отопления со стальным панельным радиатором фирмы "Мосварт". Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и краном КРП на подводке. Схема движения теплоносителя - "сверху-вниз".

Теплопотери помещения составляют 1500 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_n условно принимается равной 105°C , расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст} = 35^\circ\text{C}$, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b = 20^\circ\text{C}$, атмосферное давление воздуха в районе строительства 1013,3 гПа (т.е. $b=1$). Средний расход воды в стояке $M_{ст} = 155 \text{ кг/ч}$ ($0,043 \text{ кг/с}$).

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

Последовательность теплового расчёта

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

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

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

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

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.

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

$$\text{где } Q_{тр} = Q_{тр.в} \cdot l_{тр.в} + Q_{тр.г} \cdot l_{тр.г}, \quad (5.2)$$

$q_{тр.в}$ и $q_{тр.г}$ - тепловые потоки 1 м открыто проложенных соответственно вертикальных и горизонтальных гладких труб, определяемые по приложению 4, Вт/м;

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

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр.п}$ определён при температурном напоре

$$\theta_{ср.тр} = t_n - t_v = 105 - 20 = 85^\circ\text{C},$$

где t_n - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, $^\circ\text{C}$.

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно выбирается модель радиатора типа 22К высотой 300 мм и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{пр} = 0,345$ (по данным табл. 3.2).

Расход воды через прибор $M_{пр}$ равен

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} = 0,345 \cdot 0,043 = 0,0148 \text{ кг/с.}$$

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

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{C \cdot M_{пр}} = \frac{1252}{4186,8 \cdot 0,0148} = 20,2^\circ\text{C}, \quad (5.3)$$

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} = 1500 - 248 = 1252 \text{ Вт.}$$

Температурный напор θ определяется по формуле

$$\theta = t_n - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_v = 105 - 10,1 - 20 = 74,9^\circ\text{C}. \quad (5.4)$$

Определяем требуемый тепловой поток прибора, приведённый к нормальным условиям, $Q_{пр}^{ну}$, по формуле

$$Q_{пр}^{ну} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{1252}{1,094 \cdot 1 \cdot 1} = 1144 \text{ Вт}, \quad (5.5)$$

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

Исходя из полученного значения $Q_{п.р.}$, предварительно принимаем типоразмер радиатора с ближайшим значением $Q_{н.у.}$ по таблице 1.1: тип 21К, $H=300$ мм, $L=920$ мм, $Q_{н.у.}=1150$ Вт.

В связи с заменой предварительно принятого типоразмера 22К-300 на другой 21К-300 проводим уточнённый расчёт.

Таким образом: $\alpha_{п.р.}=0,33$, $M_{п.р.}^{ут}=0,0142$ кг/с (уточнённый расход теплоносителя через прибор) и уточнённый перепад температур теплоносителя в радиаторе составит

$$\Delta t^{ут} = \frac{Q_{н.у.} \cdot M_{п.р.}}{Q_{п.р.}^{н.у.} \cdot M_{п.р.}^{ут}} \cdot \Delta t_{п.р.} = \frac{1150 \cdot 0,0148}{1144 \cdot 0,0142} \cdot 20,2 = 21,2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.6)$$

и тогда

$$Q_{п.р.}^{н.у.} = \frac{1252}{1,085 \cdot 1,1} = 1154 \text{ Вт.}$$

В результате уточнённого расчёта с учётом допусков, регламентированных СНиП / 6 /, к установке принят типоразмер 21К-300-920.

Гидравлический расчёт этажестояка

Находим характеристику гидравлического сопротивления радиаторного узла ($S_{ру}$), имеющего параллельные участки для прохода теплоносителя:

$$S_{ру} = \frac{1}{(1/\sqrt{S_{з.у.}} + 1/\sqrt{S_{п.од}})^2}, \quad \text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2, \quad (5.7)$$

где $S_{з.у.}$ и $S_{п.од}$ - характеристики гидравлического сопротивления соответственно замыкающего участка и подводов, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$;

$$S_{\Sigma y} = A \cdot \left[(\lambda/d) \cdot l + \Sigma \xi \right] = 1,37(2,7 \cdot 0,246 + 5,86) \cdot 10^4 = 8,94 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2,$$

где $\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местного сопротивления тройников в ответвлении при делении и слиянии потока;

$$S_{\text{под}} = 1,37(2,7 \cdot 0,38 + 25,3) \cdot 10^4 = 36,1 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2,$$

По формуле (5.7) определяем $S_{py} = 4 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2$.

Характеристика сопротивления этажестояка $S_{\Sigma T}$ определяется по формуле

$$S_{\Sigma T} = S_{py} + S_{Tp}, \text{ Па/(кг/с)}^2, \quad (5.8)$$

где S_{Tp} - характеристика сопротивления теплопроводов (труб) стояка, Па/(кг/с)^2 ;

$$\begin{aligned} S_{Tp} &= A \cdot \left[(\lambda/d) \cdot l + \Sigma \xi \right] \cdot \varphi_4 = 1,37(2,7 \cdot 2,67 + 2,6) \cdot 10^4 \cdot 1,11 = \\ &= 14,92 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2, \end{aligned}$$

где φ_4 - коэффициент, принимаемый по табл. П.2 приложения 1 и равный 1,11 при расходе теплоносителя в стояке 0,043 кг/с.

$$S_{\Sigma T} = (4 + 14,92) \cdot 10^4 = 18,92 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2.$$

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Монтаж стальных панельных радиаторов производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы" /8/ и настоящих рекомендаций, а также рекомендаций /9/ и /10/.

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

6.3. Монтаж радиаторов производится в индивидуальной упаковке, которая снимается после окончания отделочных работ.

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

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

6.6. Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов с учётом схемы расположения скоб на тыльной стороне радиатора согласно рис. 6.1; при длине $L=1800$ мм и более предусмотрено установка дополнительной пары кронштейнов, при этом расстояние от края радиатора до середины скоб под эти кронштейны $Y=L/2$ (см. рис. 6.1);
- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);
- установить радиатор на кронштейнах;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления;
- при необходимости установить автоматический воздухоотводчик

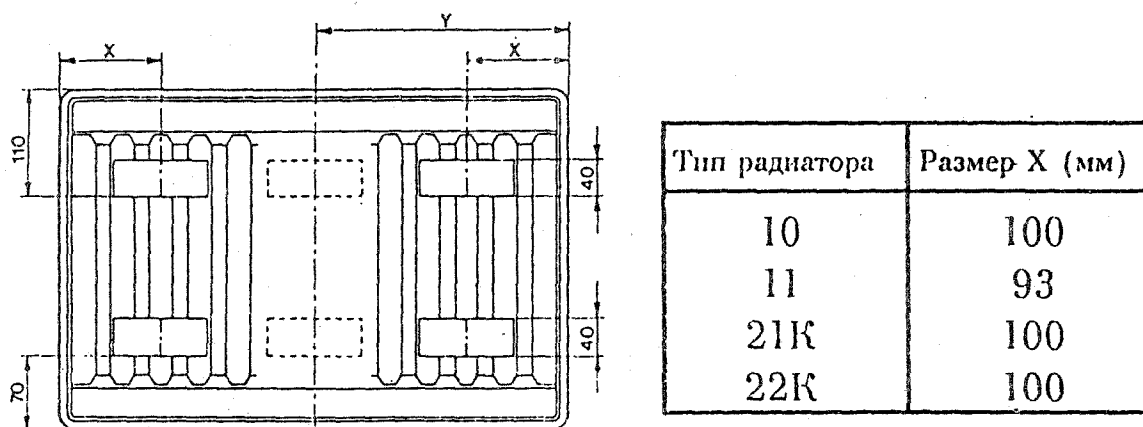


Рис. 6.1. Схема расположения скоб для крепления радиаторов всех типов к стене на кронштейны

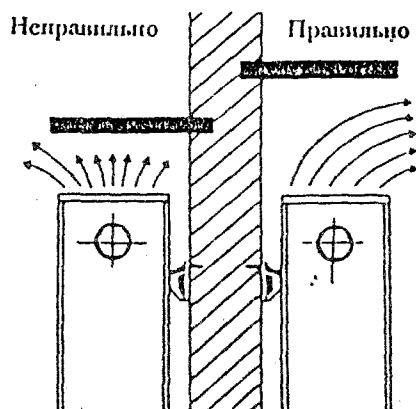


Рис. 6.2. Схемы установки панельного радиатора под подоконником

в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны.

6.7. 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 20 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. 6.2);
- 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 и искажает работу термостата.

6.8. 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.

6.9. Категорически запрещается дополнительная окраска радиаторов.

6.10. 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.

6.11. Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к радиатору из системы отопления.

6.12. Исключается навешивание на радиатор пористых увлажнителей, например, из обожжённой глины.

6.13. 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.

6.14. Рекомендуется предусматривать установку воздухоотводчика (лучше автоматического) в верхней пробке. При подсоединении радиаторов по схеме "снизу-вниз" эта рекомендация является обязательной.

6.15. При эксплуатации систем отопления со стальными отопительными приборами рекомендуется обеспечивать pH теплоносителя-воды в пределах 7-9. 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" РД 34.20.501-95 (Минтопэнерго РФ, М., 1995).

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

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

6.18. 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.

6.19. По специальным вопросам антикоррозийной защиты систем отопления рекомендуется обращаться в фирму "Акватех" по телефону-факсу (095) 173-60-71.

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа "Универсал" и чугунных радиаторов / В. И. Сасин, Б. В. Швецов, Т. Н. Прокопенко, Л. А. Богацкая, Г. А. Бершидский. - М.: НИИСантехники, 1990.
2. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха "Аккорд" и "Север" / В. И. Сасин, Т. Н. Прокопенко, Б. В. Швецов, Л. А. Богацкая. - М.: НИИСантехники, 1990.
3. 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. пособ. 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. Старовойтова. - 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.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение 1

Таблица П. 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 скорос- ти 1 м/с, м ³ /ч		Удельное дина- мическое давле- ние		Приве- дённый коэффи- циент гидрав- личес- кого трения $\lambda/d_{вн.}$ 1/м	Удельная харак- теристика со- противления 1м трубы	
Усло- вного про- хода	Нару- жный	Вну- трен- ний	кг/ч	кг/с	Па	Па		$S_T \cdot 10^4$	$S_T \cdot 10^{-4}$
			м/с	м/с	(кг/ч) ²	(кг/с) ²		Па	Па
								(кг/ч) ²	(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 Па/(кг/с)² = 0,788 · 10⁻⁸ (кгс/м²)/(кг/ч)² или

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 , ξ и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ξ при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным

Продолжение приложения 1

зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°С можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (+ 1-5 %), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам

$$S = S_T \cdot \varphi_4 \quad , \quad (1)$$

$$\xi' = \xi'_T \cdot \varphi_4 \quad , \quad (2)$$

$$\xi = \xi_T \cdot \varphi_4 \quad , \quad (3)$$

где S_T , ξ'_T и ξ_T - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П.1 настоящего приложения).

Значения φ_4 определяются по таблице П.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы d_v , мм, и расхода горячей воды M со средней температурой от 80 до 90°С.

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

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

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

φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°С, принимаемый по табл. П.2.

Продолжение приложения 1

Таблица П. 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_y , мм						
	10	15	20	25	32	40	50
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	1151,6	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

Продолжение приложения 1

Продолжение таблицы П. 2

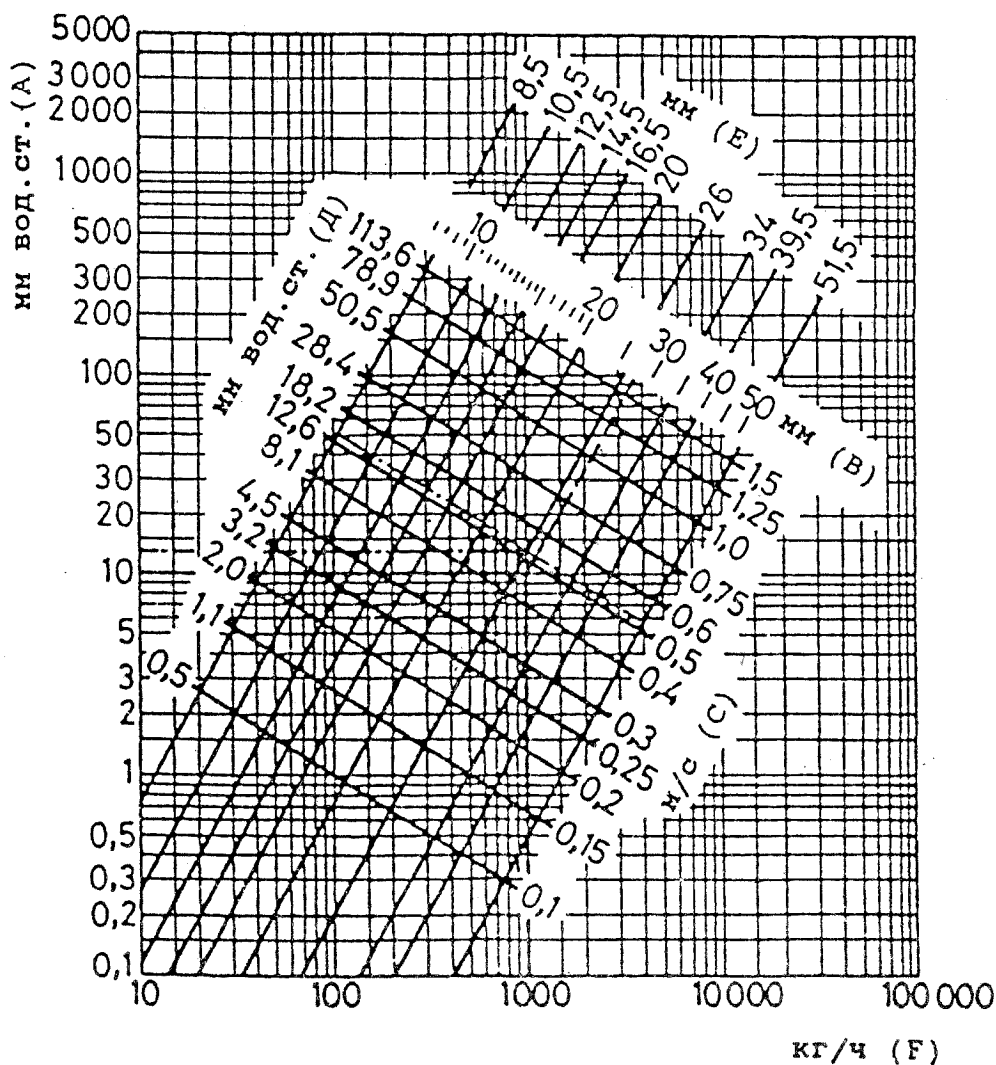
Φ_4	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y , мм						
	10	15	20	25	32	40	50
1, 16	0, 0175	0, 0272	0, 0496	0, 0810	0, 1423	0, 1856	0, 3101
	63, 0	97, 9	178, 6	292, 0	512, 3	668, 2	1116, 4
1, 18	0, 0151	0, 0235	0, 0428	0, 0700	0, 1229	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, 0845	0, 1103	0, 1843
	37, 4	58, 3	106, 2	173, 5	304, 2	397, 1	663, 5
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, 0893	0, 1492
	30, 2	47, 2	86, 0	140, 4	246, 6	321, 5	537, 1

Продолжение приложения 1

Продолжение таблицы П. 2

Φ_4	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
1,3	0,0077	0,0119	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	186,8	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 её температуре 40°C

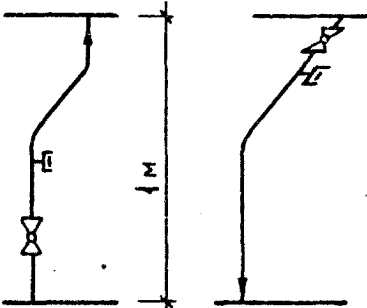
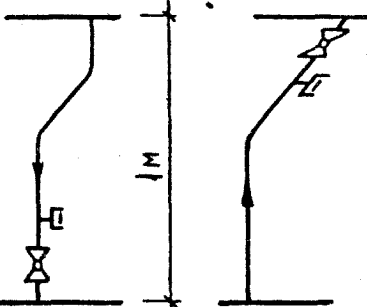


- А - потери давления на трение в медных трубах длиной 1 м при температуре теплоносителя 40°C , мм вод.ст.;
 В - внутренние диаметры медных труб, мм;
 С - скорость воды в трубах, м/с;
 Д - потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления $\xi = 1$ и соответствующем внутреннем диаметре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

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

Приложение 3

Характеристика сопротивления узлов присоединения
стояка к подающей и обратной магистралям

Наименование узла	Эскиз узла	Диаметр трубы d_y , мм	Характеристика сопротивления	
			$S \cdot 10^4$, Па/(кг/ч) ²	$S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²
Присоединение к подающей магистрали		15	266	34,5
			133	17,2
		20	57	7,4
			30	3,9
		25	20	2,6
			11	1,42
Присоединение к обратной магистрали		15	229	29,68
			96	12,44
		20	46	5,96
			19	2,46
		25	16	2,07
			6,7	0,87

Примечание: в числителе дано значение S при прямом вентиле, в знаменателе - при проходном кране.

Приложение 4

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

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

Продолжение приложения 4

		Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при θ , °C, через 1°C									
d_y , мм	θ , °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 тяжёлого бетона ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$, $\rho_{\text{бет}} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) увеличивается в среднем в 2,5 раза (при оклейке стен обоями в 2,3 раза) по сравнению со случаем открытой установки, причём полезный тепловой поток составляет в среднем 95% от общего (в каждое из смежных помещений поступает половина полезного теплового потока).

8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$, $\rho_{\text{бет}} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) 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.

ТОО “ВИТАТЕРМ”
НИИсантехники

**Рекомендации по применению стальных панельных
компактных отопительных радиаторов фирмы
“Мосварт”**

**Авторы: канд. техн. наук В.И.Сасин, канд. техн. наук
Г.А.Бершидский, инж. В.Д. Кушнир и инж.
Т.Н.Прокопенко**

**Подписано в печать 20.06.96. Формат 60х84 1/8.
Усл. печ. л. 7,75. Тираж 400 экз. Заказ N 1191.**

**127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2, тел. 482-17-02.
Отпечатано ГП “Информрекламиздат”**