

Уважаемые коллеги!

ТОО "Витатерм" и НИИсантехники предлагают Вашему вниманию рекомендации по применению стальных панельных отопительных радиаторов "RETTIG-PURMO", разработанных концерном "RETTIG" и изготавливаемых в Польше фирмой "RETTIG-SILESIA Ltd."

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 зданий, строящихся в России, 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 Г. Я. (под редакцией канд. техн. наук Сасина В.И.).

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

©ТОО "Витатерм"
1997

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов "RETTIG-PURMO"	4
2. Схемы и элементы систем отопления	15
3. Гидравлический расчёт	27
4. Тепловой расчёт.	32
5. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	42
6. Указания по монтажу и эксплуатации стальных панельных радиаторов	46
7. Список использованной литературы	53
Приложения	54
1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	55
2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	60
3. Характеристика сопротивления узлов присоединения стояка к подающей и обратной магистралям	61
4. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской.	62

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ "RETTIG-PURMO"

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов "RETTIG-PURMO" (в дальнейшем "ПУРМО") разработаны ТОО "Витатерм" на основе проведенных в лаборатории отопительных приборов Государственного предприятия НИИсантехники теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих приборов из номенклатуры, предлагаемой российскому потребителю ООО "МАРКЕТ ТЕРМА" (Россия, 125171, Москва, пл. Ганецкого, д.1, а/я 54, тел./факс (095) 150-37-03, тел. (095) 150-29-54), эксклюзивным дилером изготовителя этих приборов - польской фирмы "RETTIG-SILESIA Ltd." (44-203, Rybnik, ul. Przemystowa, Polska).

1.2. Радиаторы "ПУРМО" разработаны одним из всемирных лидеров в производстве отопительных приборов концерном "RETTIG", выпускаются рядом заводов Европы, в частности, польской фирмой "RETTIG-SILESIA Ltd." и предлагаются потребителям различных стран фирмой "RETTIG POLSKA Ltd." (00-519, Warszawa, ul. Wspolna, 30, Polska), в том числе, как указывалось, в России через дилера ООО "МАРКЕТ ТЕРМА".

1.3. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме /1/, /2/ с использованием проспектных материалов на радиаторы "ПУРМО".

1.4. Стальные панельные радиаторы "ПУРМО" (рис.1.1) отвечают требованиям высокого дизайна и представляют собой панельные отопительные приборы регистрового типа (с горизонтальными каналами вверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами с шагом 33 1/3 мм) широкой номенклатуры по высоте (300, 450, 600 и 900 мм), длине (от 400 до 2000 мм с шагом 200 мм, а также 2300, 2600 и 3000 мм) и теплоплотности за счёт количества гладких или оребренных панелей по глубине (от 1 до 3) и степени оребрения (за счёт приварки точечной сваркой к вертикальным каналам для прохода теплоносителя сплошного П-образного вертикального оребрения, увеличивающего теплосъём с панели в основном конвекцией). Расстояние между осями присоединительных штуцеров (монтажная высота) у всех модификаций радиатора на 50 мм меньше общей высоты прибора. На рис. 1.2 показаны основные размеры различных типов радиаторов "ПУРМО" без воздухо-выпускной решётки и боковых стенок. Модификации радиаторов определяются двузначной цифрой, первая из которых определяет количество панелей по глубине прибора, а вторая - количество рядов конвективного оребрения (при отсутствии оребрения - 0).

1.5. Радиаторы выпускаются трёх типов:

тип С ("Compaсt" = "Компакт") - радиатор широкого назначения из гладких панелей от одной до трёх по глубине с внутренним (тыльным) оребрением, с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой, упрочнённой направленными вовнутрь (вниз) выштамповками (типа "воротничков") и гладкой снаружи (сверху);

тип Р ("Panel" = "Панель") - радиатор из гладких панелей (от одной до трёх по глубине), характеризующийся улучшенными гигиеническими свойствами, предназначенный в основном для лечебных зданий. Также как и тип С имеет боковые стенки и воздуховыпускную решётку, поэтому внешне модификации С и Р выглядят идентично. Каждый радиатор типа С и Р имеет четыре присоединительных патрубка с внутренней резьбой условным диаметром 1/2" в каждом углу прибора;

тип V ("Ventil Komplet" = в комплекте с корпусом под вентиль) - радиатор аналогичный прибору типа С, но оборудованный дополнительно двумя присоединительными пат-

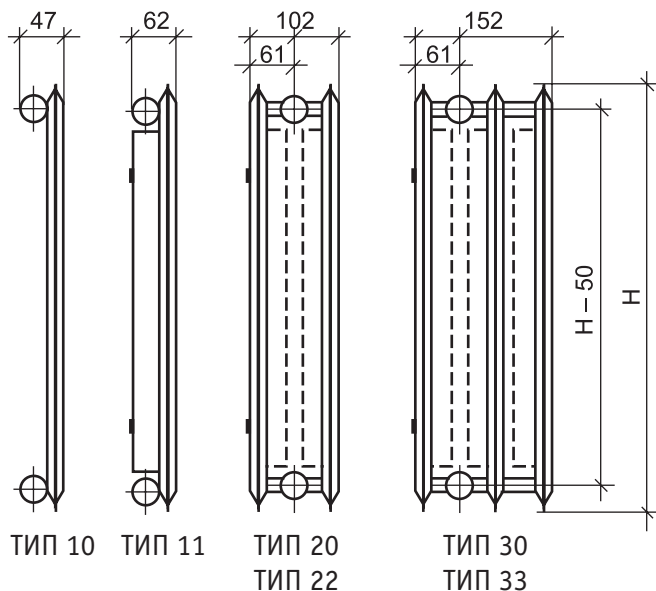


Рис. 1.2. Основные размеры радиаторов "ПУРМО"

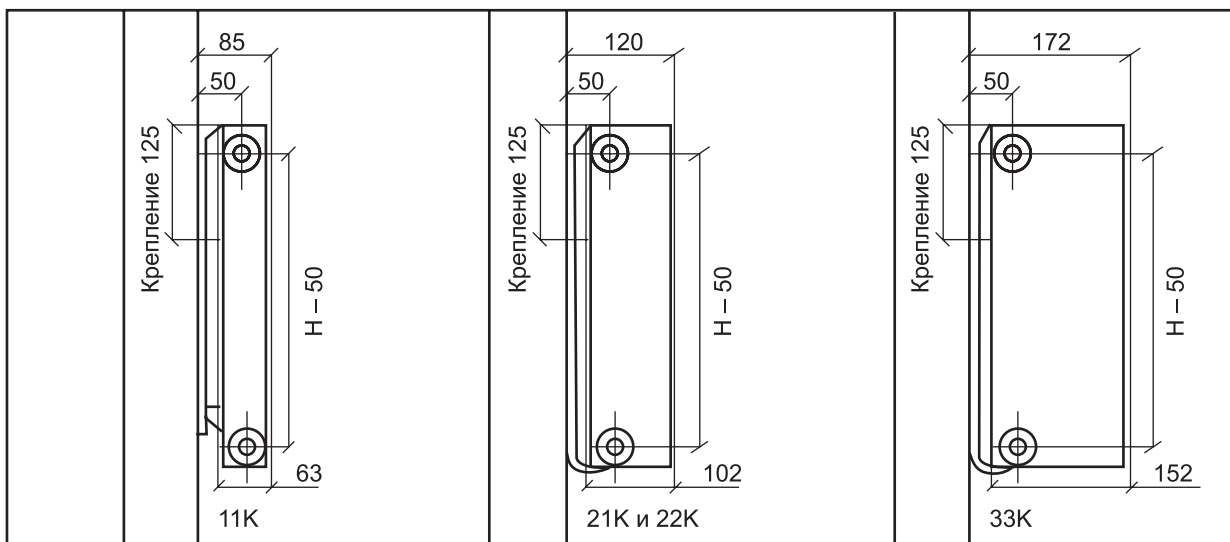


Рис. 1.3. Установочные размеры радиаторов "ПУРМО"

рубками также условным диаметром 1/2" для донного подключения теплопроводов (со стороны пола), транзитной трубой для подвода теплоносителя к верхнему коллектору и корпусом термостата или ручного вентиля, расположенным у верхнего коллектора радиатора, т. е. радиатор типа V можно подключать как традиционно сбоку, так и со стороны пола.

Донная подводка теплопроводов со стороны пола у радиаторов типа V11 всегда с правой стороны, радиаторы типов V22 и V33 могут подключаться также и с левой стороны, для чего требуется их повернуть. Расстояние между осями патрубков для донной подводки - 50 мм.

Установочные размеры радиаторов "ПУРМО" с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками показаны на рис. 1.3.

1.6. Каждый радиатор имеет воздухоотводчик и глухую пробку (тип V - несколько глухих пробок), что позволяет присоединять радиатор при любой схеме движения теплоносителя.

1.7. Панели радиаторов сварные из двух штампованных деталей, изготавливаемых из высококачественного холоднокатанного стального листа SFS600-CR2 толщиной 1,25 мм по строго контролируемой технологии, оребрение - из стального листа SFS600-CR2 толщиной 0,5 мм. Сварка панелей по контуру роликовая, а между вертикальными каналами точечная.

1.8. Радиаторы поставляются полностью окрашенными: предварительно после щелочной промывки по фосфатному грунту методом электрофореза, а затем снаружи окончательно порошковыми полиэфирноэпоксидными эмалями в электростатическом поле, цвет - белый, RAL 9010.

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

1.10. Радиаторы, поставляемые в Россию, рассчитаны на рабочее избыточное давление 0,9 МПа (9 атм) при испытательном не менее 1,35 МПа (13,5 атм).

Испытания на прочность радиаторов "ПУРМО", проведённые в НИИсантехники, показали, что эти приборы являются одними из самых прочных в группе стальных панельных радиаторов. Разрушение радиатора происходит при давлениях, трёхкратно превышающих рабочее.

1.11. Каждый прибор поставляется с закрытыми четырьмя (тип V - шестью) пластмассовыми пробками присоединительными патрубками и упакованным в картон и прочную термоусадочную плёнку, а в углах имеются дополнительно наклейки из твёрдой пластмассы. На упаковке указана маркировка с обозначением типа, размера радиатора и его заводского номера.

1.12. С учётом характерного для России спроса ООО "МАРКЕТ ТЕРМА" поставляет со склада в Москве только оребрённые модификации радиаторов типа "Comract": C11, C22, C33 и по спецзаказу C21, оснащённые решёткой и боковыми стенками.

1.13. Радиаторы "ПУРМО" в настенном исполнении навешиваются на кронштейны (см. раздел, посвящённый монтажу приборов) за скобы, приваренные к тыльной стороне прибора только в один ряд по глубине и высоте. Конструкция радиаторов и деталей крепежа обеспечивают простой и быстрый монтаж.

Возможен монтаж этих радиаторов и на стойках в напольном исполнении.

1.14. Стальные панельные радиаторы типа "ПУРМО" предназначены для применения в системах водяного отопления жилых, общественных и административных зданий, в том числе с низкотемпературным теплоносителем. Приборы панельного типа необходимо использовать только в закрытых системах отопления, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами, не допуская опорожнения приборов в межотопительный период более, чем на 15 дней.

1.15. Исследования, проведённые ТОО "Витатерм" и ТОО "Юпитер" (тел. (095) 218-05-75), показали возможность применения радиаторов "ПУРМО" в системах отопления, заполненных антифризом "Арктика-45" - экологически чистой морозостойкой жидкостью с температурой начала кристаллизации (замерзания) ниже минус 45°C (согласно 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). В последнее время применяют также специальный антифриз "Галан-Аргус" с температурой замерзания -65°C. Консультации по применению антифриза "Галан-Аргус" можно получить по тел. (095)235-87-72.

Согласно нашим исследованиям закрытые расширительные сосуды, например, "Expansomat" фирмы "Zilmet" и бесфундаментные насосы "Грундфосс" и "Вило" могут быть использованы в системах отопления, заполненных антифризом.

1.16. Значения номинального теплового потока радиаторов "ПУРМО" определены в лаборатории отопительных приборов НИИсантехники - головного института 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) $\Delta T = 70^\circ\text{C}$, расходе теплоносителя через прибор $M_{пр} = 0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме "сверху-вниз" и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт.ст.).

1.17. Гидравлические характеристики радиаторов "ПУРМО" получены при подводках условным диаметром 15 мм согласно методике НИИсантехники /4/, позволяющей определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\xi_{ну}$ и характеристик сопротивления $S_{ну}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных гладких (новых) труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих эквивалентной шероховатости 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

1.18. Основные технические характеристики радиаторов "ПУРМО" типа С ("Comract"), поставляемых ООО "МАРКЕТ ТЕРМА" в Россию, представлены в табл. 1.1. Товар отпускается со склада в Москве. Для оптовых покупателей предусмотрена гибкая система скидок. Цены на радиаторы и комплектующие могут корректироваться с учётом, например, изменения таможенных правил и стоимости транспортировки. В табл. 1.2 приведены усреднённые значения площади поверхности нагрева, массы и ёмкости воды в приборе, приходящихся на 1 м длины радиатора.

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 приборного участка. Отечественные же нормы /3/ запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления приборного 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°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°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 даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем смывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 70 до 90°C в расчётном режиме). С другой стороны очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих 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 следующих разделах 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.

1.20. Испытания, проведённые НИИСантехники и ТОО "Витатерм", показали, что тепловые показатели радиаторов "ПУРМО" типа С и V практически совпадают, поэтому данные табл. 1.1 могут быть отнесены и к радиаторам типа V. По специальному заказу могут быть поставлены радиаторы типа Р.

1.21. В случае отсутствия боковых стенок и воздуховыпускных решёток (рис.1.1, б) тепловые показатели радиаторов "ПУРМО" типа С и V увеличиваются в среднем на 5%.

1.22. При заказе радиаторов "ПУРМО" сначала указывается их тип (С, V или Р), затем модификация (11, 22 и т.п.), потом общая высота радиатора Н в сантиметрах (30, 45, 60 или 90) и, наконец, длина прибора в условных обозначениях: 400 мм=04, 800 мм=08, 1000 мм=10, 2000 мм=20 и т.п.

Пример заказа радиатора "ПУРМО" типа С, модификации 22, высотой 600 мм и длиной 1200 мм:

Радиатор "ПУРМО" тип С 22-60-12.

Таблица 1.2

Таблица 1.1

Номенклатура и тепловой поток панельных радиаторов "ПУРМО" типов С и V

Длина радиатора L, мм	Номинальный тепловой поток, Q _{нп} , Вт, при высоте радиатора Н, мм					
	450			600		
	C11, V11	C22, V22	C33, V33	C11, V11	C22, V22	C33, V33
400	478	822	1165	612	1038	1469
600	717	1233	1748	918	1556	2204
800	958	1644	2330	1224	2075	2938
1000	1195	2055	2913	1530	2594	3673
1200	1434	2466	3496	1836	3113	4408
1400	1673	2817	4078	2142	3613	5142
1600	1912	3288	4661	2446	4150	5877
1800	2151	3699	5243	2754	4669	6611
2000	2390	4110	5826	3060	5188	7346
2300	2748	4726	6700	3515	5966	8448
2600	3107	5343	7574	3978	6744	9550
3000	3585	6165	8739	4590	7782	11019

Площадь наружной поверхности нагрева F', масса радиаторов P' и объём воды V, заключённый в радиаторе, отнесённые к 1 м длины радиатора

Наименование показателя	Высота радиатора Н, мм	Тип радиатора		
		С 11	С 22	С 33
Площадь наружной поверхности нагрева F', м²/м	450	1,54	2,88	4,32
	600	2,17	4,07	6,12
Масса радиатора P', кг/м	450	15,0	27,0	40,2
	600	20,1	36,3	54,0
Объём воды в радиаторе V, л/м	450	2,33	4,65	6,98
	600	2,97	5,92	8,89

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Стальные панельные радиаторы "ПУРМО" применяются в двухтрубных и однотрубных 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 С21, С22, С33, Р20 и Р30.

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

2.3. У всех модификаций радиаторов типа С и Р возможны три способа присоединения к системе отопления:
одностороннее (левое или правое);
разностороннее (слева и справа);
проходное.

У радиаторов типа V возможно также донное присоединение к теплопроводам.

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, вентиля или термостатов только 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 20-30%, 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. Поэтому ТОО "Витатерм" рекомендует устанавливать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору (при этом остаточная

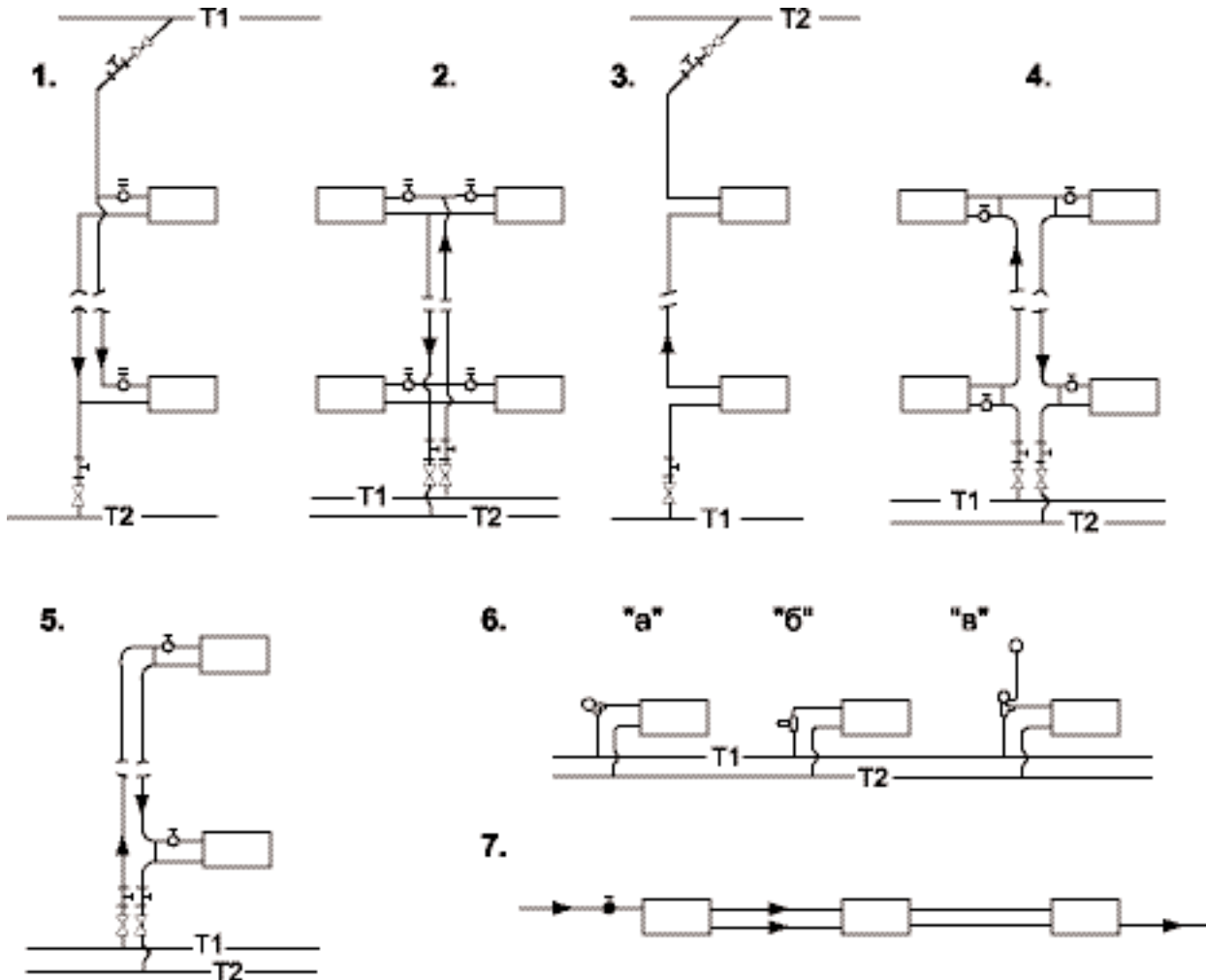


Рис. 2.1. Схемы стояков систем отопления:

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.

теплоотдача уменьшается до 4-10%). В случае установки арматуры на верхней подводке на нижней следует монтировать специальный (тормозной) клапан, предотвращающий струйное течение теплоносителя.

2.5. Настенные панельные радиаторы "ПУРМО" 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 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 фирм "ГЕРЦ Арматурен" (Австрия), "Данфосс" (Дания), "Овентроп" (Германия), FAR (Италия) 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. 2.2), типа RTD-N фирмы "Данфосс" (см. рис. 2.3, а), типа A, RF и AZ фирмы "Овентроп" (см. рис.2.4).

Для широко используемых в России одноконтурных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления типа ГЕРЦ-TS-E (см. рис. 2.5), типа RTD-G (см. рис.2.3, б) и AZ (см. крайнюю правую линию зависимости перепада давления от расхода воды на рис. 2.4).

Наклонные линии (1, 2, 3...) на диаграммах рис. 2.2 и 2.3(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 ведётся более точная настройка на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.2 линия "максимального подъёма" 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. 2.4 для каждого значения Kv (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 край-

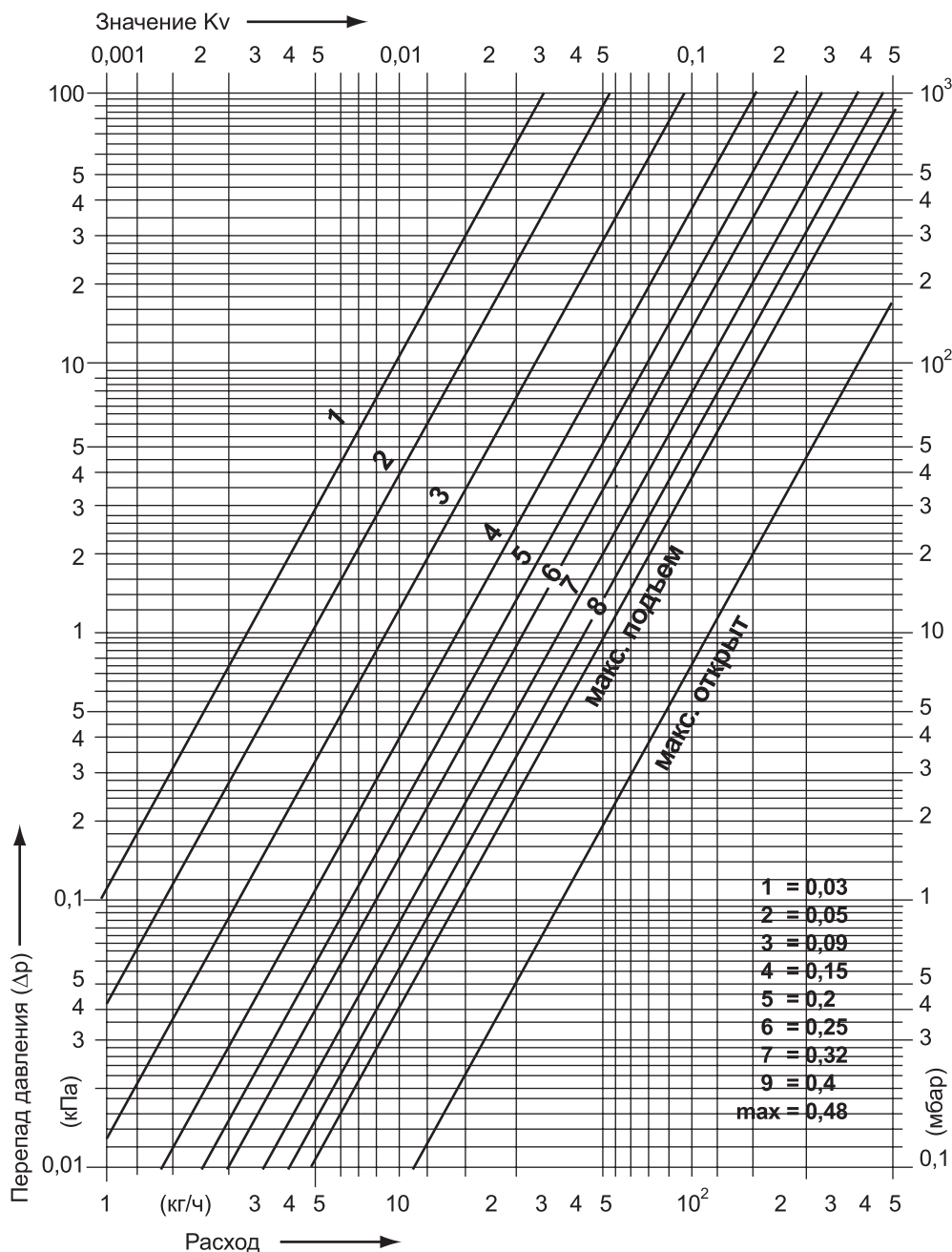


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов "ГЕРЦ TS-90-V" с предварительной настройкой на режим 2К (2°C) и при полном открытии вентиля

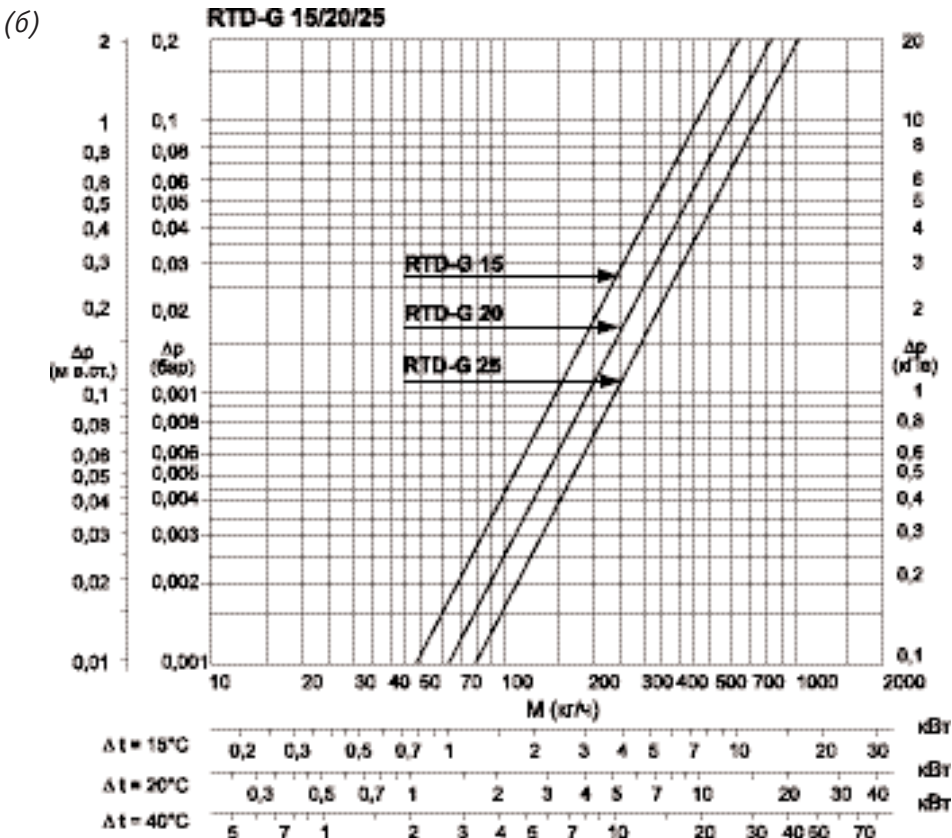
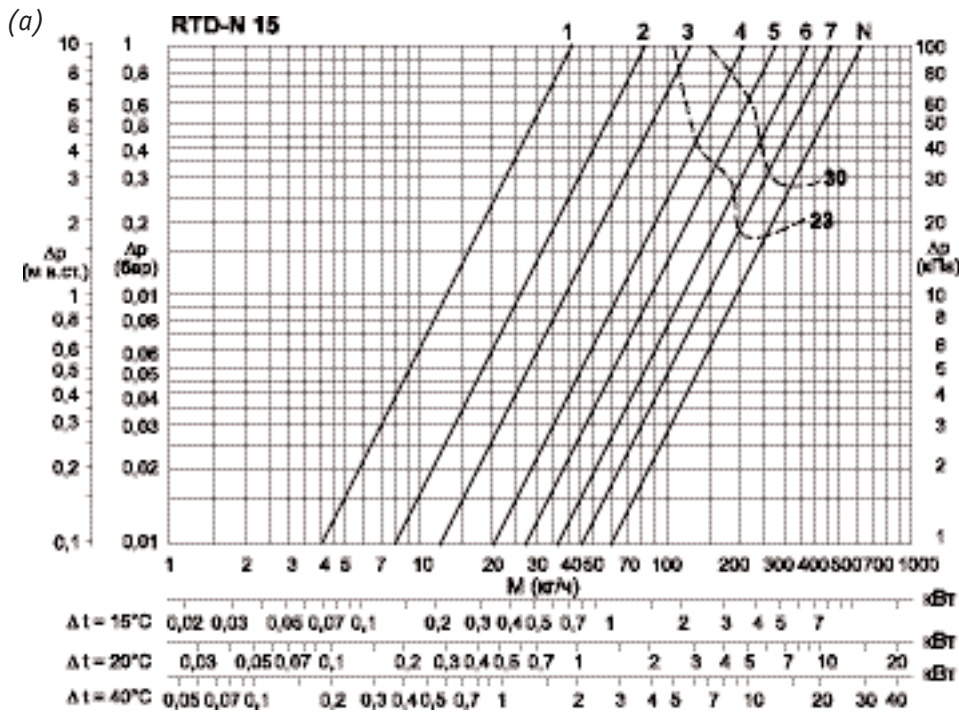


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов фирмы "Данфосс"
 а) RTD-N 15 при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_u 15
 б) RTD-G для гравитационных и насосных однотрубных систем отопления с подводками d_u 15, 20 и 25 мм

Пунктирными линиями на рис. 2.3(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 находят 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, как у радиаторов типа V, транзитным вертикальным подводющим теплопроводом, обеспечивающим наиболее рациональную

ная линия на этом же рисунке характеризует термостат серии AZ, очевидно, имеющий наименьшее сопротивление, что предопределяет его использование как в двухтрубных, так и в однотрубных системах отопления.

На рис. 2.5 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. 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. 2.3(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 трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди наиболее интересных термостатов этого типа выделяются трёхходовой вентиль типа CALIS-TS фирмы "ГЕРЦ" (см.рис.2.6), а также трёхходовые термостаты фирм "ГЕРЦ" и "Овентроп", у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводющим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

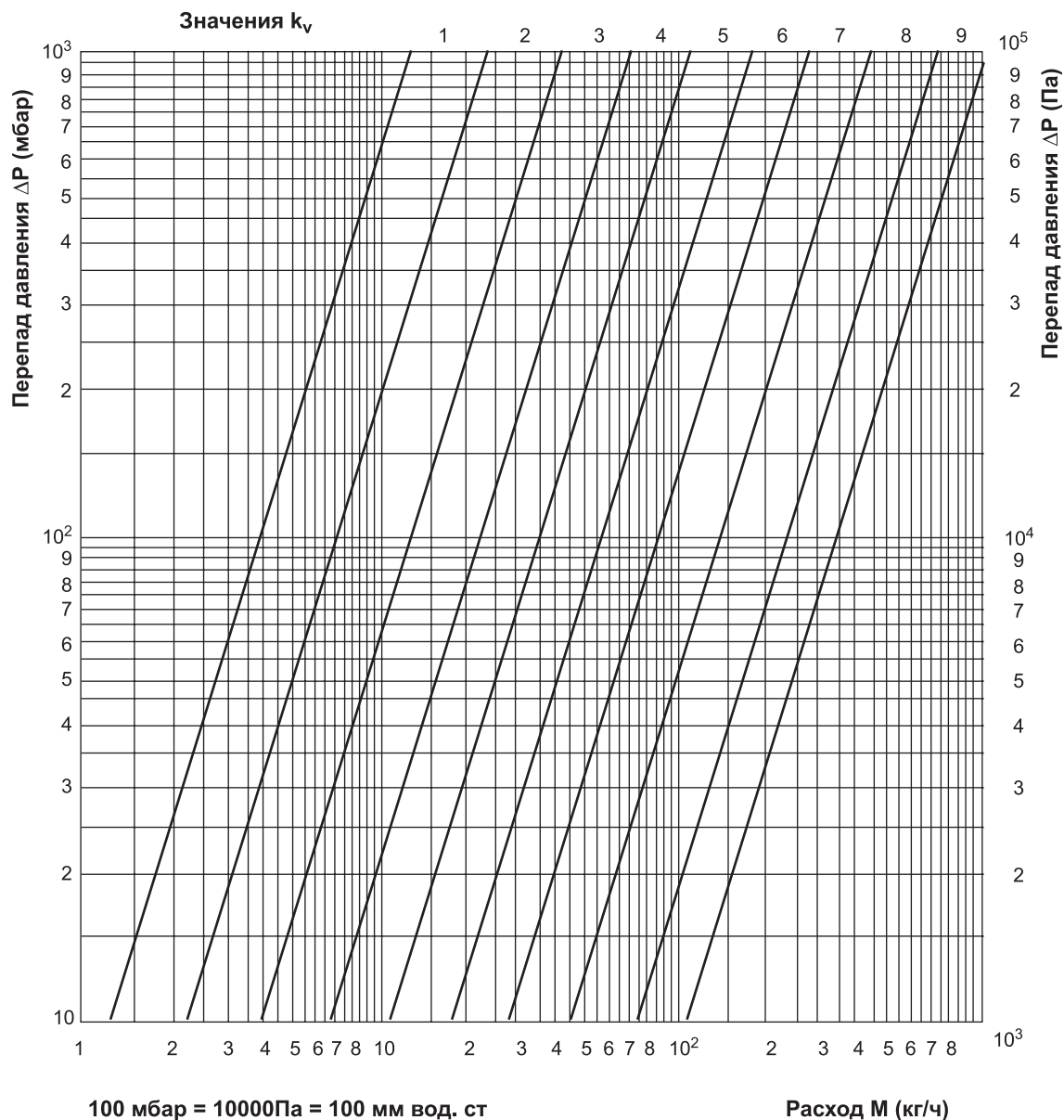


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов фирмы "Овентрон"

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.2.7). 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, например, FAR (Италия).

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. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах, в оболочках из гофрированных полимерных труб и заливают цементом высоких марок с пластификатором (с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм). При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов). Для напольного отопления в настоящее время часто используют полимерные трубы, как наиболее удобные при монтаже и надёжные при эксплуатации.

2.9. Для полного отключения стояков и спуска из них воды на подъёмном и опускном участках в местах присоединения стояков к горячей и обратной магистралям устанавливают запорные проходные пробочные или шаровые краны или вентили и тройники с пробками. В зданиях с числом этажей 8 и более установка спускных кранов (вместо тройников с пробками) на подъёмных и опускных участках является обязательной независимо от расчётной температуры теплоносителя.

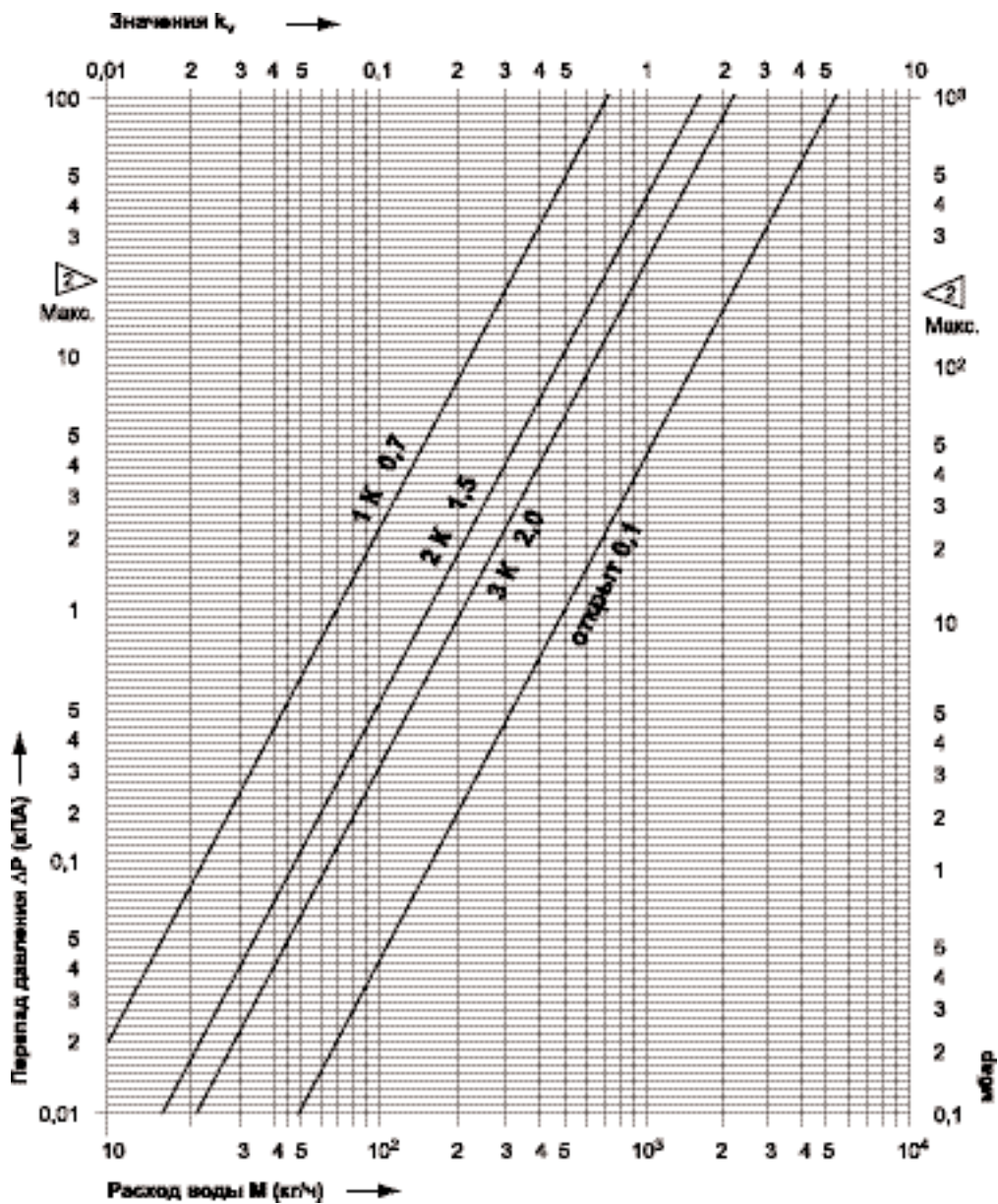
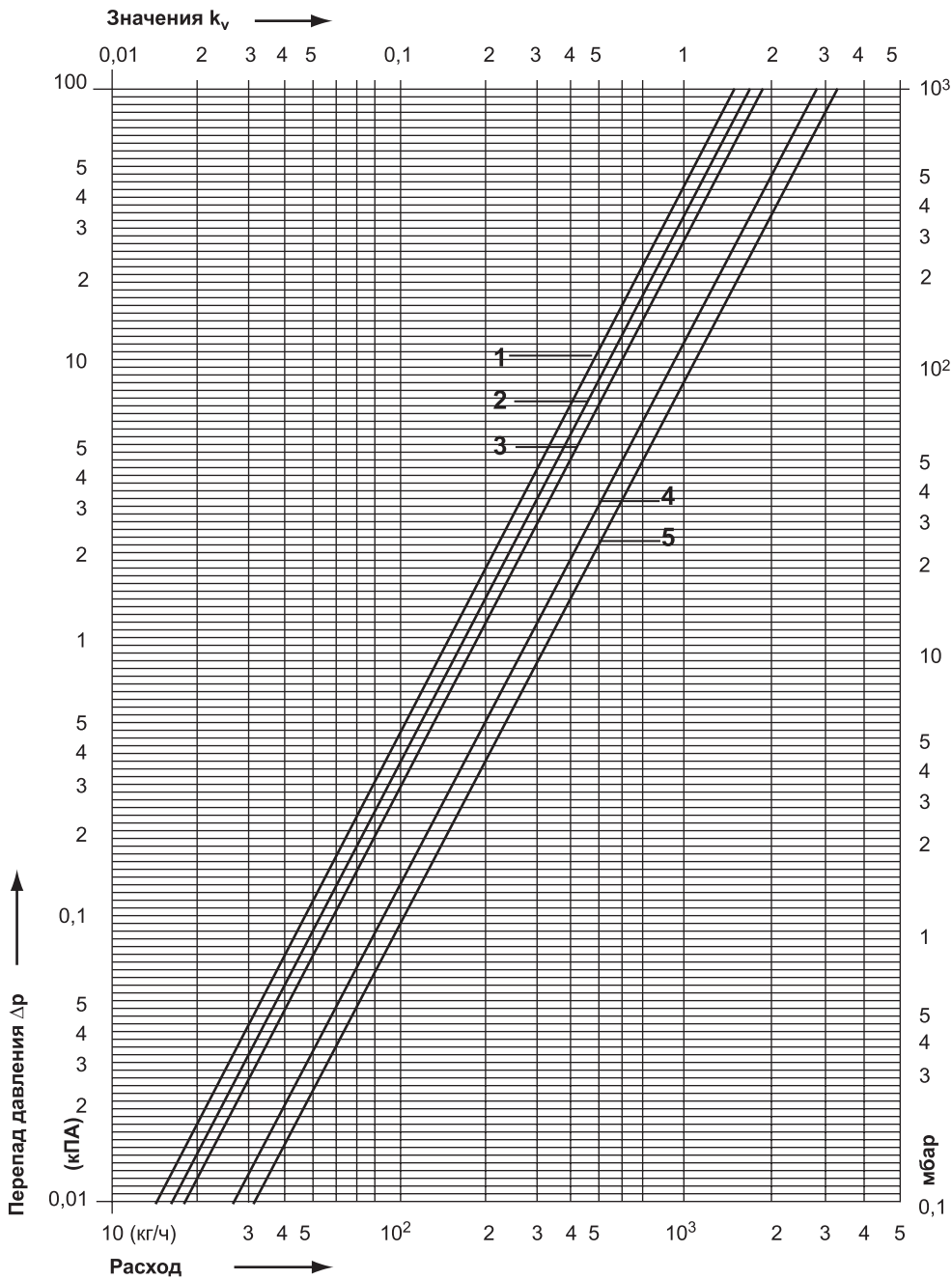


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов "ГЕРЦ-TS-E" при различных режимах настройки

2.10. При необходимости соединения радиаторов на сцепке целесообразно применять приборы с наименьшим коэффициентом гидравлического сопротивления (типа С21, С22, С33, Р20 и Р30) с разносторонним подводом и отводом теплоносителя (с его транзитом через первый прибор) и обязательной установкой воздуховыпускного крана в верхнем штуцере дальнего от стояка радиатора.



Прямая	Клапан CALIS-TS	Значение k_v	Расход воды на отопительный прибор, %	Рабочее состояние
1	1 7761 01	1,45	0	Клапан к отопительному прибору закрыт
2	1 7761 02	1,65		
3	1 7761 01	1,8	50	Термостатический режим хр-2К
	1 7761 02		60	Термостатический режим хр-3К
	1 7761 01	1,8	80	Клапан открыт
	1 7761 02			
4	1 7761 01	2,75	80	Клапан открыт
5	1 7761 02	3,2		

РИС. 2.6. 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

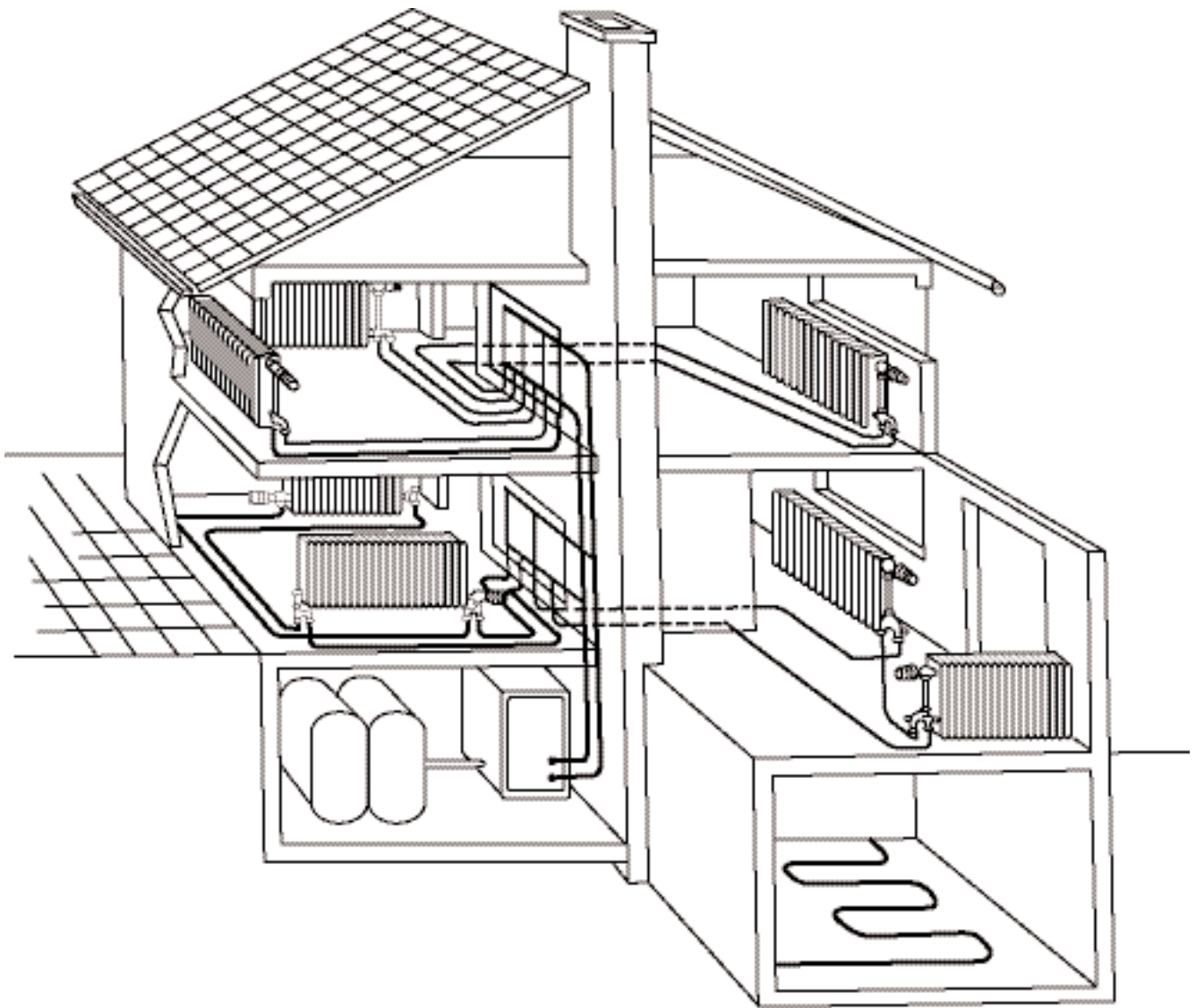


Рис. 2.7. Схема системы отопления коттеджа с напольной разводкой теплопроводов и донным подключением радиаторов "ПУРМО" по схеме "сверху-вниз" с помощью специальных коллекторов (насос и закрытый расширительный сосуд встроены в кожух котла и на схеме не показаны)

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 радиаторами "ПУРМО" рекомендуется производить 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":

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

или по методу "удельных линейных потерь давления":

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

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

$S=A \times \xi'$ - 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);

$\xi'=[(\lambda/d) \times L + \sum \xi]$ - приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

λ - коэффициент трения;

d - внутренний диаметр теплопровода, м;

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

M - массовый расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па.

3. 5. Гидравлическое сопротивление стальных панельных радиаторов в основном определяется сопротивлением сваренных 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 $\xi'_{ну}$, характеристик сопротивления $S_{ну}$ и потерь давления ΔP радиаторов "ПУРМО" с присоединительными патрубками условным диаметром 15 мм (без обвязки теплопроводами) при различных расходах воды представлены в табл. 3.1. С допустимой для практических расчётов погрешностью указанные значения $\xi'_{ну}$ и $S_{ну}$ можно принимать неизменными в пределах температуры воды от 50 до 110°C.

Таблица 3.1

Гидравлические характеристики радиаторов "ПУРМО" (при $M_{пр} = 0,1$ кг/с и подводках $d_y 15$ мм)

Тип радиатора	Приведённый коэффициент сопротивления ξ''	Характеристика сопротивления радиатора, $S \times 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²	Перепад давления ΔP , Па
C11, P10	21	28,8	2880
C 22, P 20 с боковым подсоединением	8	10,96	1096
C 33, P 30 с боковым подсоединением	7	9,59	959
V 22 с донным подсоединением и без учёта сопротивления встроенного вентиля	40	54,8	5480

Поскольку приведённые в таблице 3.1 данные получены нами при испытаниях ограниченного числа характерных типоразмеров радиаторов "ПУРМО", по мере расширения программы экспериментальных исследований гидравлические показатели этих радиаторов могут быть уточнены.

3. 8. 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 "Витатерм", а также в фирмах "Акватерм-Москва" и "Гента".

3.9. 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.

3.10.. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ для отопительных приборов "ПУРМО" при наиболее характерном сочетании диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{з\у}$) и подводящих теплопроводов (d_n) узлов присоединения панельных радиаторов в однотрубных системах отопления при установке на подводках термостатов типа "ГЕРЦ-TS-90-E" марки 1 7723 11 фирмы "ГЕРЦ Арматурен" и типа RTD-G15 фирмы "Данфосс" 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.2.6.

3.11. Коэффициенты затекания при установке термостатов определены при их настройке на 2К, т.е. на положение частично открытого клапана, из которого, как указывалось, термостат полностью перекрывает движение воды при превышении заданной температуры воздуха в помещении на 2°С (на 2К). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания потребная площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте, исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, что характерно для случаев проектирования при использовании обычных кранов и вентиляей.

Таблица 3.2

**Коэффициенты затекания $\alpha_{пр}$ узлов
однотрубных систем водяного отопления с радиаторами "ПУРМО"
при $d_{ст} \times d_{з\у} \times d_n = 15 \times 15 \times 15$ мм**

Вид регулирующей арматуры	Значения $\alpha_{пр}$ для модификаций		
	С11 и P10	С22, P20	С33, P30
Термостат фирмы "ГЕРЦ Арматурен" типа ГЕРЦ-TS-E 1 7723 11	0,214	0,228	0,23
Термостат фирмы "Данфосс" типа RTD-G 15	0,211	0,225	0,228

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, приведенных в настоящих рекомендациях.

Тепловой и гидравлический расчёты 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 её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам, один из которых β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и равен 1,044 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	C11, P20	C22, V22	C33
β_2	1,03	1,015	1,01

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

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

где $Q_{\text{н}}$ - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1), Вт;
 θ - фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

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

здесь

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

$t_{\text{п}}$ - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной 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 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);

$M_{\text{пр}}$ - фактический массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

0,1 - нормированный массовый 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 коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормированного (принимается по табл. 4.5 - 4.7);

Таблица 4.2

Значения показателей степени n и m и коэффициентов c и p при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах "ПУРМО"

Схема движения теплоносителя	Тип радиатора	Расход теплоносителя		n	c	m	p
		кг/с	кг/ч				
Сверху-вниз	C11, V11	0,015-0,15	54-540	0,3	1	0	1
	C22, V22	0,015-0,15	54-540	0,31	1	0	1
	C33, V33	0,015-0,15	54-540	0,33	1	0	1
Снизу-вверх	C11, V11	0,015-0,15	54-540	0,33	0,7	0,06	см. табл. 4.4
	C22, V22	0,015-0,15	54-540	0,35	0,72	0,08	
	C33, V33	0,015-0,15	54-540	0,35	0,74	0,08	
Снизу-вниз	Все модификации (С и V)	0,015-0,1	54-360	0,33	0,97	0,03	1
		0,1-0,15	360-540	0,33	0,97	0	1

Таблица 4.3

Значения поправочного коэффициента b , с помощью которого учитывается влияние расчётного атмосферного давления воздуха 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)
P10	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
C11, P20	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
C22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
C33	0,961	0,967	0,973	0,98	0,986	0,993	1	1,013

Таблица 4.4

Значения поправочного коэффициента p

Тип радиатора	Значения p при длине радиатора L (мм)						
	400	600	800	1000	1200	1400	1600 и более
P10, C11	1,06	1,046	1,034	1,026	1,022	1,015	1
C22, P20, C33, P30	1,04	1,03	1,022	1,017	1,014	1,01	1

$\varphi_2 = C (M_{\text{пр}}/0.1)^m$ - безразмерный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массового расхода теплоносителя от нормированного; при движении теплоносителя по схеме "сверху-вниз" во всём исследованном диапазоне значений $M_{\text{пр}}$ $\varphi_2=1$, при движении по схемам "снизу-вниз" и "снизу-вверх" принимается по табл. 4.8;

$K_{\text{нУ}}$ - коэффициент теплопередачи наружной поверхности радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле

$$K_{\text{нУ}} = Q_{\text{нУ}} / (F \times 70), \text{ Вт} / (\text{м}^2 \times \text{°C}) \quad (4.3)$$

F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 , равная произведению $F' \times l$ (значения F' принимаются по табл. 1.2).

4.4. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов "ПУРМО" 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 0,27 до 0,35). Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 4.2 пределов значений M . При движении воды в приборе по схеме "снизу-вверх" в ходе исследований было установлено, что теплоноситель движется именно по этой схеме лишь по одному, двум или трём вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводным теплопроводам, а по остальным по схеме "сверху-вниз", причём 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 учёта этого обстоятельства введён поправочный коэффициент p , приведённый выше в табл. 4.4.

Таблица 4.5

Значения коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора θ при движении теплоносителя по схеме "сверху-вниз"

$\theta, \text{°C}$	φ_1 для радиаторов типа		
	C11, V11	C22, V22	C33, V33
44	0,547	0,544	0,539
46	0,579	0,577	0,572
48	0,612	0,61	0,605
50	0,646	0,643	0,639
52	0,679	0,677	0,673
54	0,714	0,712	0,708
56	0,748	0,746	0,743
58	0,783	0,782	0,779
60	0,818	0,817	0,815
62	0,854	0,853	0,851
64	0,89	0,889	0,888
66	0,926	0,926	0,925
68	0,963	0,963	0,962
70	1,0	1,0	1,0
72	1,037	1,038	1,038
74	1,075	1,076	1,077
76	1,113	1,114	1,115

$\theta, \text{°C}$	φ_2 для радиаторов типа		
	C11, V11	C22, V22	C33, V33
78	1,151	1,152	1,155
80	1,189	1,191	1,194
82	1,228	1,23	1,234
84	1,267	1,27	1,274
86	1,307	1,31	1,315
88	1,346	1,35	1,356
90	1,386	1,39	1,397
92	1,426	1,43	1,438
94	1,467	1,471	1,48
96	1,508	1,512	1,522
98	1,549	1,554	1,564
100	1,59	1,596	1,607
102	1,631	1,638	1,65
104	1,673	1,68	1,693
106	1,715	1,722	1,736
108	1,757	1,765	1,78
110	1,8	1,808	1,824

Значения коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора θ при движении теплоносителя по схеме "снизу-вверх"

$\theta, ^\circ\text{C}$	φ_1 для радиаторов типа	
	C11, V11	O22, V22, C33, V33
44	0,539	0,534
46	0,572	0,567
48	0,605	0,60
50	0,639	0,635
52	0,673	0,669
54	0,708	0,704
56	0,743	0,74
58	0,779	0,776
60	0,815	0,812
62	0,851	0,849
64	0,888	0,886
66	0,925	0,924
68	0,962	0,962
70	1,0	1,0
72	1,038	1,038
74	1,077	1,078
76	1,115	1,117

$\theta, ^\circ\text{C}$	φ_1 для радиаторов типа	
	C11, V11	C22, V22, C33, V33
78	1,155	1,157
80	1,194	1,197
82	1,234	1,238
84	1,274	1,279
86	1,315	1,32
88	1,356	1,362
90	1,397	1,404
92	1,438	1,446
94	1,48	1,489
96	1,522	1,532
98	1,564	1,575
100	1,607	1,618
102	1,65	1,662
104	1,693	1,706
106	1,736	1,751
108	1,78	1,796
110	1,824	1,841

Таблица 4.7

Значения коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора θ при движении теплоносителя по схеме "снизу-вниз" (для всех модификаций радиаторов C и V)

$\theta, ^\circ\text{C}$	φ_1
44	0,539
46	0,572
48	0,605
50	0,639
52	0,673
54	0,708
56	0,743
58	0,779
60	0,815
62	0,851
64	0,888
66	0,925
68	0,962
70	1,0
72	1,038
74	1,077
76	1,115

$\theta, ^\circ\text{C}$	φ_1
78	1,155
80	1,194
82	1,234
84	1,274
86	1,315
88	1,356
90	1,397
92	1,438
94	1,48
96	1,522
98	1,564
100	1,607
102	1,65
104	1,693
106	1,736
108	1,78
110	1,824

Значения коэффициента φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя $M_{пр}$ при движении его по схемам "снизу-вверх" и "снизу-вниз"

M		φ_1 при схеме движения теплоносителя			
		Снизу-вверх			Снизу-вниз
кг/с	кг/ч	C11, V11	C22, V22	C33, V33	для всех моделей
0,015	54	0,625	0,619	0,636	0,916
0,02	72	0,636	0,633	0,651	0,924
0,025	90	0,644	0,644	0,662	0,93
0,03	108	0,651	0,654	0,672	0,936
0,04	144	0,662	0,669	0,688	0,944
0,05	180	0,6710	0,681	0,7	0,95
0,06	216	0,679	0,691	0,71	0,955
0,07	252	0,685	0,7	0,719	0,96
0,08	288	0,691	0,707	0,727	0,963
0,09	324	0,696	0,714	0,734	0,967
0,1	360	0,7	0,72	0,74	0,97
0,125	450	0,709	0,733	0,753	0,97
0,15	540	0,717	0,744	0,764	0,97

4.5. Коэффициент теплопередачи радиатора K , Вт/($m^2 \times ^\circ C$), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{ну} \times (0/70)^n \times C \times (M_{пр}/0,1)^m \times b \times p. \quad (4.4)$$

4.6. В однотрубных системах отопления расход воды через прибор $M_{пр}$ определяется зависимостью

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

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

$M_{ст}$ - масснй расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления при одностороннем подсоединении радиатора, кг/с.

4.7. В разделе 5 дана примерная схема теплогидравлического расчёта этажестояка системы отопления с радиатором "ПУРМО".

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 "ПУРМО". Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом фирмы "ГЕРЦ" 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 °С, расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст} = 35$ °С, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b = 20$ °С, атмосферное давление воздуха в районе строительства 1013,3 гПа, т.е. $b = 1$. Средний расход воды в стояке $M_{ст} = 155$ кг/ч (0,043 кг/с).

Условные диаметры труб стояка, подводок 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 ($L_{тр.в} = 2,7$ м, $L_{тр.г} = 0,8$ 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 $Q_{тр.п} = 0,9 Q_{тр}$,

где $Q_{тр} = q_{тр.в} \times L_{тр.в} + q_{тр.г} \times L_{тр.г}$,

$q_{тр.в}$ 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.

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

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

$$\Delta t_{ср.тр} = t_n - t_b = 105 - 20 = 85 \text{ °С,}$$

где t_n - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, °С.

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно выбирается модель радиатора типа С22 высотой 450 мм и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{пр} = 0,228$ (по данным табл. 3.2).

Расход воды через прибор $M_{пр}$ равен

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \times M_{ст} = 0,228 \times 0,043 = 0,0098 \text{ кг/с.}$$

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

$$\Delta t_{пр} = Q_{пр\ расч} / (C \times M_{пр}) = 1252 / (4186,8 \times 0,0098) = 30,5 \text{ °С,} \quad (5.3)$$

Где C - удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг x °С);

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

Температурный напор θ определяется по формуле

$$\theta = t_n - \Delta t_{пр} / 2 - t_b = 105 - 15,25 - 20 = 69,8 \text{ °С.} \quad (5.4)$$

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

$$Q_{пр}^{ну} = Q_{пр\ расч} / (\varphi_1 \times \varphi_2 \times b) = 1252 / (0,996 \times 1 \times 1) = 1257 \text{ Вт,} \quad (5.5)$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 4.5 и 4.6.

Исходя из полученного значения $Q_{пр}^{ну}$, предварительно принимаем типоразмер радиатора с ближайшим значением $Q_{ну}$ по таблице 1.1: тип С22, Н = 450 мм, L = 600 мм, $Q_{ну} = 1233$ Вт.

Поскольку предварительно принятый к установке радиатор С 22-45-06 характеризуется номинальным тепловым потоком, меньшим всего лишь на 24 Вт при допустимом его занижении до 50 Вт, регламентированном СНиП /6/, дополнительного уточнённого расчёта не проводим и окончательно принимаем к установке радиатор С 22-45-06.

Гидравлический расчёт этажестояка

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

$$S_{ру} = 1 / (1 / V S_{зу} + 1 / V S_{под})^2, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2, \quad (5.7)$$

где $S_{зу}$ и $S_{под}$ - характеристики гидравлического сопротивления соответственно замыкающего участка и отопительного прибора с подводками и термостатом, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$;

$$S_{зу} = A \times [(\lambda / d) \times L + \sum \xi] = 1,37(2,7 \times 0,4 + 5,86) \times 10^4 = 9,5 \times 10^4, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2,$$

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

$$S_{под} = 1,37(2,7 \times 0,38 + 53,3) \times 10^4 = 74,4 \times 10^4 \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2,$$

где 53,3 - сумма коэффициентов местного сопротивления термостата (43,8), радиатора (8) и тройников на подводках (1,5).

По формуле (5.7) определяем $S_{ру} = 5,18 \times 10^4 \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$. Характеристика сопротивления этажестояка $S_{эт}$ определяется по формуле

$$S_{эт} = S_{ру} + S_{тр}, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2, \quad (5.8)$$

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

$$S_{тр} = A \times [(\lambda / d) \times L + \sum \xi] \times \varphi_4 = 1,37(2,7 \times 2,67 + 2,6) \times 10^4 \times 1,11 = 14,92 \times 10^4 \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2,$$

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

$$S_{эт} = (5,18 + 14,92) \times 10^4 = 20,1 \times 10^4 \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2.$$

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ "ПУРМО" ФИРМЫ "RETTIG" 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, указываемой ООО "МАРКЕТ ТЕРМА" (тел. (095) 150-37-03), окрашенными и упакованными.

6.3. Для монтажа радиаторов "ПУРМО" предлагаются в широкой номенклатуре средства крепления (дюбели, державки, различного типа кронштейны и стойки), позволяющие просто и надёжно установить эти приборы на стене или на полу. Типы средств крепления показаны на рис. 6.1.

6.4. При монтаже радиаторов упаковка удаляется только в местах присоединения к теплопроводам и навески на кронштейны и снимается полностью после окончания отделочных работ.

6.5. Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен или на чистом полу.

6.6. 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, 100-150 для двухрядных и 150-200 для трёхрядных радиаторов.

Места установки приварных скоб под кронштейны показаны на рис. 6.2. В табл. 6.1 указаны расстояния от края радиатора до кронштейнов (для радиаторов длиной 400-1600 мм достаточно двух кронштейнов, при больших длинах - трёх). Радиаторы типов 10, 20, 30 (неоребрённые), а также V22 и V33 не имеют приваренных скоб.

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

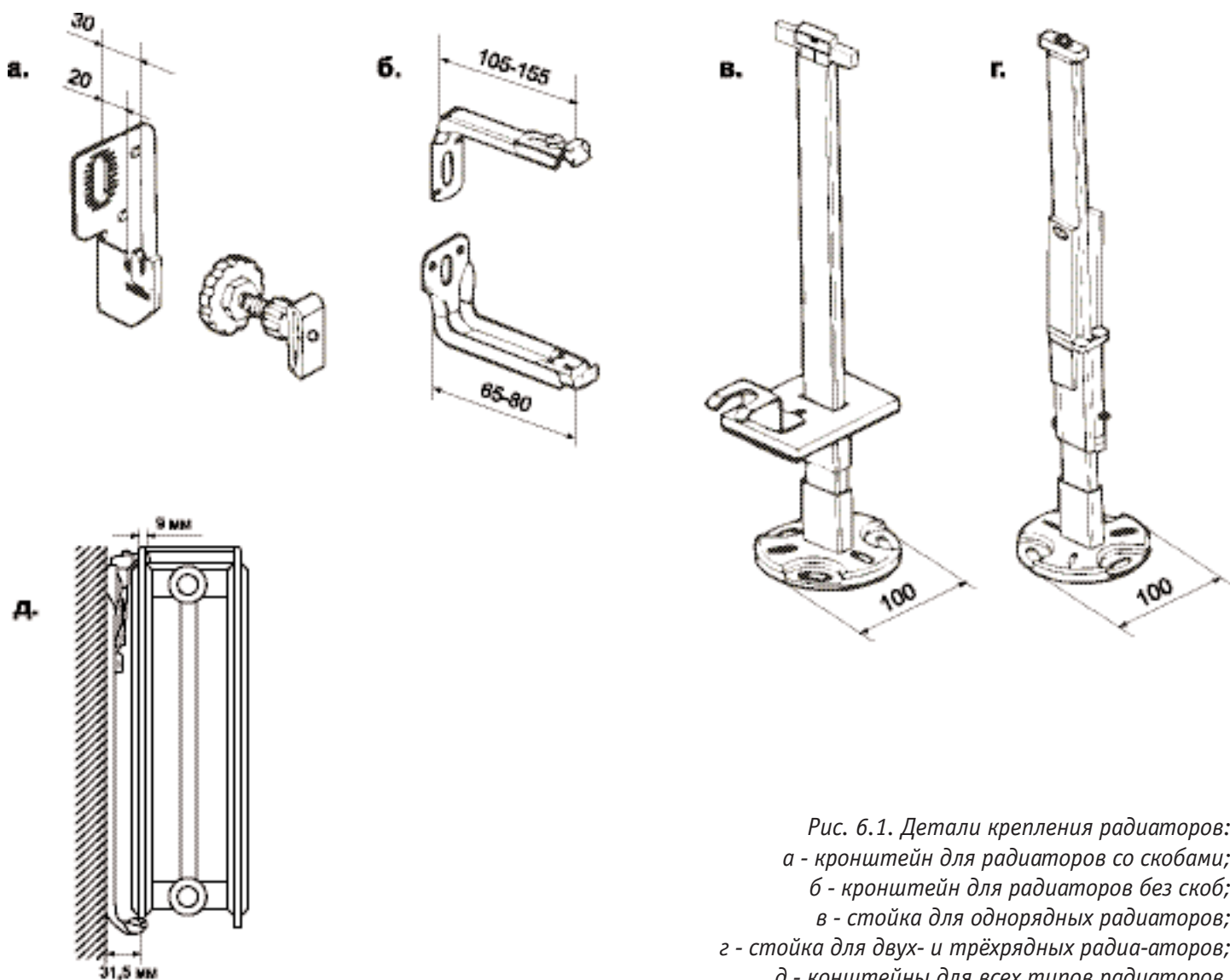


Рис. 6.1. Детали крепления радиаторов:
а - кронштейн для радиаторов со скобами;
б - кронштейн для радиаторов без скоб;
в - стойка для однорядных радиаторов;
г - стойка для двух- и трёхрядных радиаторов;
д - кронштейны для всех типов радиаторов.
(* - регулируемый размер)

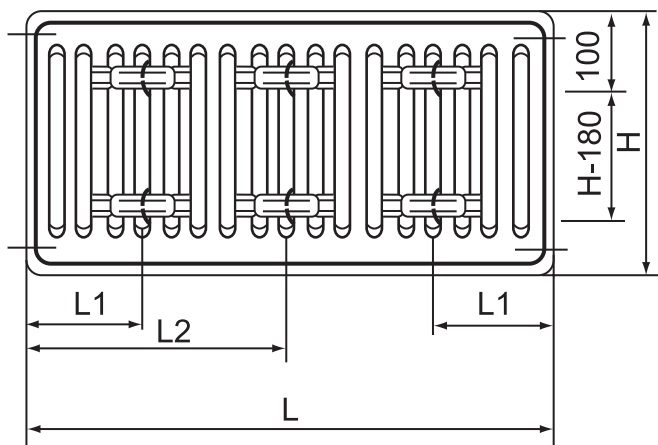


Рис. 6.2. Расположение скоб для установки радиатора

Таблица 4.8

Монтажные размеры для размещения деталей крепления

Длина	Тип C11, V11		Тип C22, 33	
	L1	L2	L1	L2
L	L1	L2	L1	L2
400-1600	117	-	133	-
1800	117	917	133	900
2000	117	1017	133	1000
2300	117	1150	133	1150
2600	117	1317	133	1300
3000	117	1517	133	1500

6.8. Наиболее целесообразны конструкции воздухоотводчиков, обеспечивающие максимально возможное удаление газов из верхней части верхних коллекторов прибора. Предпочтение отдаётся автоматическим воздухоотводчикам, однако при их использовании необходимо свести до минимума наличие грязи в теплоносителе путём установки в системе отопления дополнительных грязевиков и постоянных фильтров, применяемых, как указывалось, в двухтрубных системах отопления с термостатами.

6.9. 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 присоединительных патрубках радиаторов.

6.10. Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов (или стоек при напольной установке) с учётом схемы расположения скоб на тыльной стороне радиатора;
- закрепить кронштейны на стене или стойки на полу 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 или стойках;
- соединить радиатор с подводщими теплопроводами системы отопления (рекомендуется с помощью накидных гаек);
- установить воздухоотводчик типа крана Маевского или автоматический воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны.

Основные этапы монтажа радиаторов "ПУРМО" с помощью регулируемых по высоте кронштейнов показаны на рис. 6.3.

6.11. 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 кронштейнах, изготовленных другими фирмами, вплотную к стене или с зазором, меньшим 20 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые зализы (следы) над прибором;

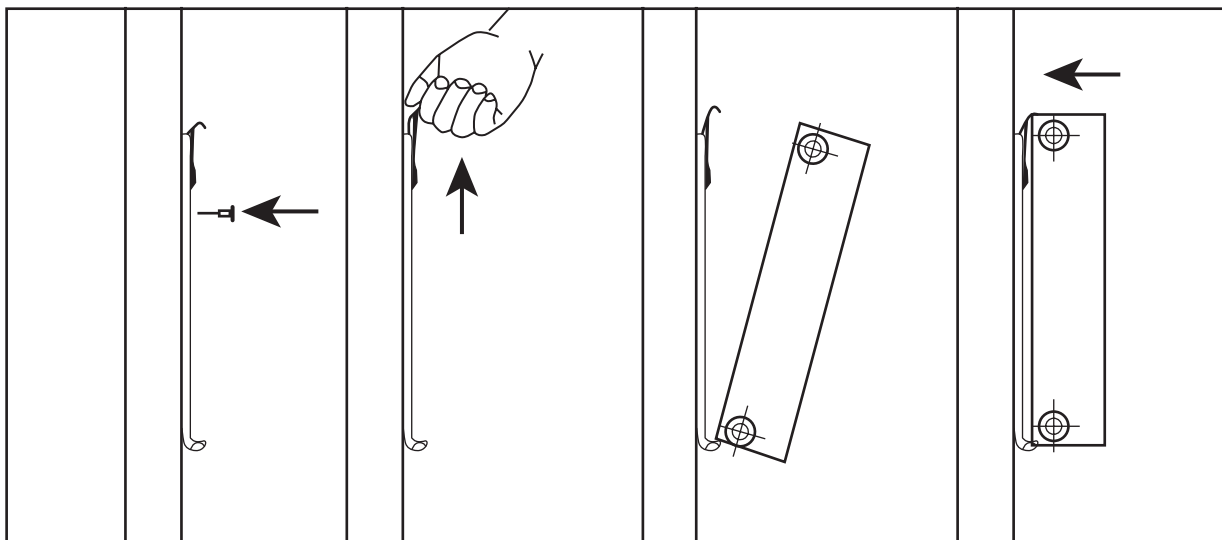


Рис. 6.3. Последовательность установки панельного радиатора "ПУРМО" на стене

- 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. 4);
- негоризонтального положения коллекторов радиатора, т. к. это ухудшает его теплотехнику, гигиеничность и внешний вид;
- установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т.к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата.

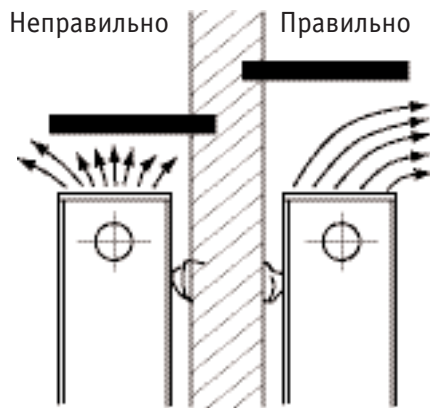


Рис. 6.4. Схемы установки панельного радиатора под подоконником

6.12. 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.

6.13. Категорически запрещается дополнительная окраска радиаторов красками, отличающимися от RAL 9010.

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

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

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

6.17. 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 постоянными фильтрами или дополнительными грязевиками.

6.18. При эксплуатации систем отопления со стальными отопительными приборами рекомендуется обеспечивать pH теплоносителя-воды в пределах 7,5-9,5. 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/. Общая жесткость - до 7 мг-экв/л.

Основные требования к теплоносителю - горячей воде приведены в "Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации" РД 34.20.501-95 /12/.

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

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

6.21. 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).

6.22. 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 их монтажа.

6.23. 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 0,9 МПа (9 атм), а при опрессовке 1,08 МПа (10,8 атм) согласно разделу 5 "Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда Министерства жилищно-коммунального хозяйства РСФСР" (М., Стройиздат, 1990). Заметим, что СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке, хотя практика показывает, что при опрессовке превышать максимальное рабочее давление следует в пределах 20%.

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., Сканава 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.Старовойта.- 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**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		Приведённый коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}, 1/м$	Удельная характеристика сопротивления 1м трубы	
Условного прохода	Наружный	Внутренний	$\frac{кг/ч}{м/с}$	$\frac{кг/с}{м/с}$	$A \times 10^4, \frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$A \times 10^{-4}, \frac{Па}{(кг/с)^2}$		$S_T \times 10^4, \frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$S_T \times 10^{-4}, \frac{Па}{(кг/с)^2}$
					10	17	12,6	425	0,118
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) $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кг с/м}^2$;

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

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

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

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 , e' и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб e , при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам

$$S = S_T \times \varphi_4, \quad (\text{П1.1})$$

$$\xi' = \xi'_T \times \varphi_4, \quad (\text{П1.2})$$

$$\xi = \xi_T \times \varphi_4, \quad (\text{П1.3})$$

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. П1.1 настоящего приложения).

Значения φ_4 определяются по таблице П1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы d_y , мм, и расхода горячей воды M со средней температурой от 80 до 90°C.

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

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

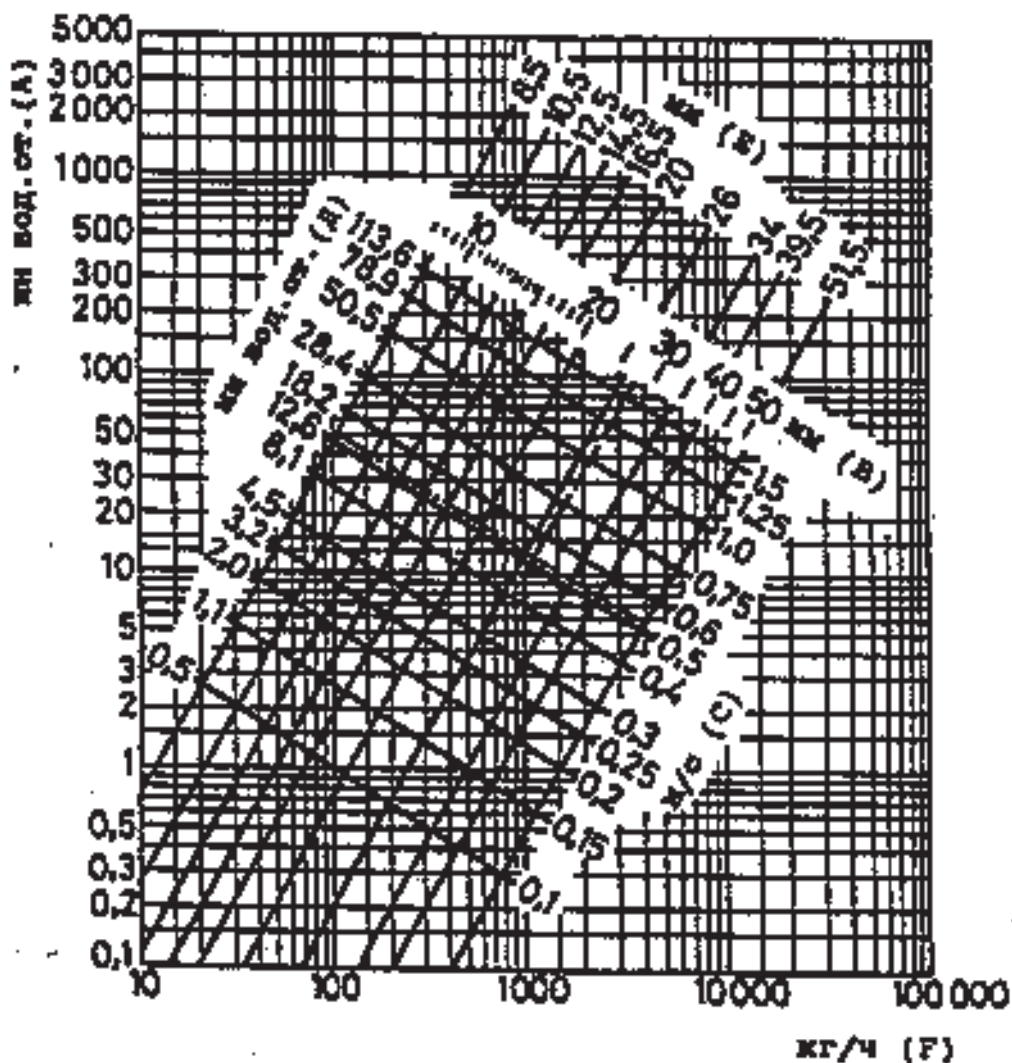
где $\varphi_4(50)$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

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_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
11,1	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	0,0845	0,1103	0,1843
	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	0,0093	0,0145	0,02625	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
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

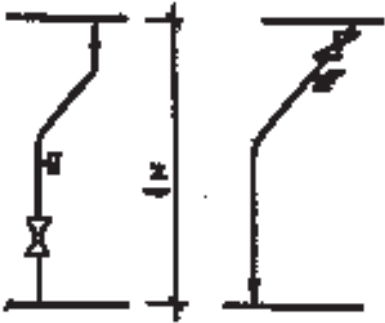
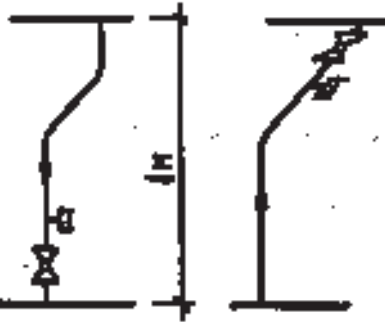
Номограмма для определения потери давления в медных трубах в зависимости от расхода воды при её температуре 40°C



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

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

*Характеристика сопротивления узлов присоединения стояка
к подающей и обратной магистралям*

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

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

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

Примечания.

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 ($\lambda_{бет} > 1,8$ Вт/(м × °С), $\rho_{бет} > 2000$ кг/м³), 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 ($\lambda_{бет} > 1,8$ Вт/(м × °С), $\rho_{бет} > 2000$ кг/м³) 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.

Научно-производственная фирма

ТОО «ВИТАТЕРМ»

Государственное предприятие

НИИ сантехники

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных панельных
отопительных радиаторов «RETTIG-PURMO»

Москва-1997