

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Витатерм»

_____ **В. И. Сасин**

« 12 » января 2009 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных панельных
радиаторов «PRADO»
(вторая редакция)

Москва – 2009

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию вторую редакцию рекомендаций по применению отечественных стальных панельных радиаторов «PRADO», серийно изготавливаемых ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС».

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных руководству ООО «Витатерм» на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления.

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

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (495) 482–38–79, факс. (495) 482-38-67 и тел. (495) 918–58–95.

© ООО «Витатерм» 2009

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «PRADO» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	23
3. Тепловой расчёт	32
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	38
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO» и основные требования к их эксплуатации	40
6. Список использованной литературы	45
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	
	46
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	
	48
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	
	49

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ «PRADO» И УСЛОВИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению отечественных стальных панельных радиаторов «**PRADO**» разработаны Научно-технической фирмой ООО «Витатерм» на основе проведённых в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» и в ООО «Витатерм» теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих приборов. Радиаторы «**PRADO**» изготавливаются известным российским предприятием **ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС»** согласно ТУ 4935-010-17757185-2009.

Адрес изготовителя: Россия, Удмуртская республика, 426008, г. Ижевск, ул. Пушкинская, 268, тел./факс (3412) 42-77-24, <http://www.radiator-prado.ru>, www.niti-progress.ru.

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [1], разработанной с участием ведущих специалистов проектных организаций г. Москвы (ЦНИИЭПжилища, Моспроект, МНИИТЭП и др.) и МИСИ (МГСУ), начиная с 1975 г. При разработке рекомендаций использованы проспекты и рекламные материалы **ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС»**.

1.3. Стальные панельные радиаторы «**PRADO**» (рис. 1.1) *предназначены для применения в однотрубных и двухтрубных насосных системах центрального и поквартирного водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе с низкотемпературным теплоносителем, а также в системах отопления коттеджей.*



Рис. 1.1. Общий вид радиатора «PRADO»

Для повышения эксплуатационной надёжности стальные радиаторы «**PRADO**» рекомендуется использовать **в системах отопления с независимой схемой подсоединения**, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами. Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации ...» [2].

Параметры теплоносителя:

- максимальная температура - **120°C**;
- максимальное рабочее избыточное давление **0,9 МПа (9 кг/см²)** при заводском испытательном давлении не менее **1,35 МПа (13,5 кг/см²)**.

Давление разрушения радиаторов - не менее **2,25 МПа (22,5 кг/см²)**.

1.4. Гамма стальных панельных радиаторов «**PRADO**» характеризуется широчайшей номенклатурой и отвечает требованиям современного дизайна, ГОСТ 31311 [3] и стандарта АВОК [4].

Номенклатура этих приборов включает две модификации: классическую – «**PRADO Classic**» с четырьмя боковыми присоединительными патрубками и «**PRADO Universal**» – со встроенным терморегулирующим клапаном (термостатом) и дополнительными нижними присоединительными патрубками с правой или левой стороны прибора (правое или левое исполнение) для донной подводки теп-

лоносителя (всего 6 патрубков – 4 боковых и 2 донных).

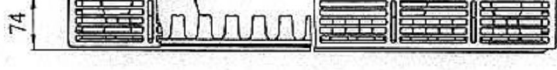
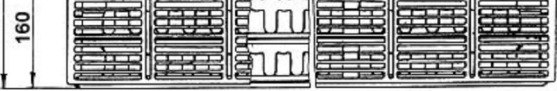
1.5. Конструкция обеих модификаций стальных панельных радиаторов «PRADO» разработана НТФ ООО «Витатерм» совместно со специалистами ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС».

Технология изготовления этих приборов разработана специалистами ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС» (г. Ижевск), имеющими 45-летний опыт разработки и внедрения технологий всех видов сварки на предприятиях оборонного комплекса России.

1.6. Высота радиаторов H равна 300 и 500 мм, длина L от 400 до 2000 мм с шагом по длине 100 мм, свыше 2000 до 3000 мм – с шагом по длине 200 мм. Монтажная высота «PRADO Classic» H_m меньше общей H на 50 мм (см. рис. 1.2 и 1.3). Расстояние между осями донных соединительных патрубков в радиаторах «PRADO Universal» составляет 50 мм.

1.7. Отличающиеся по глубине и исполнению типы радиаторов «PRADO» обозначаются согласно принятой в Европе практике (табл. 1.1):

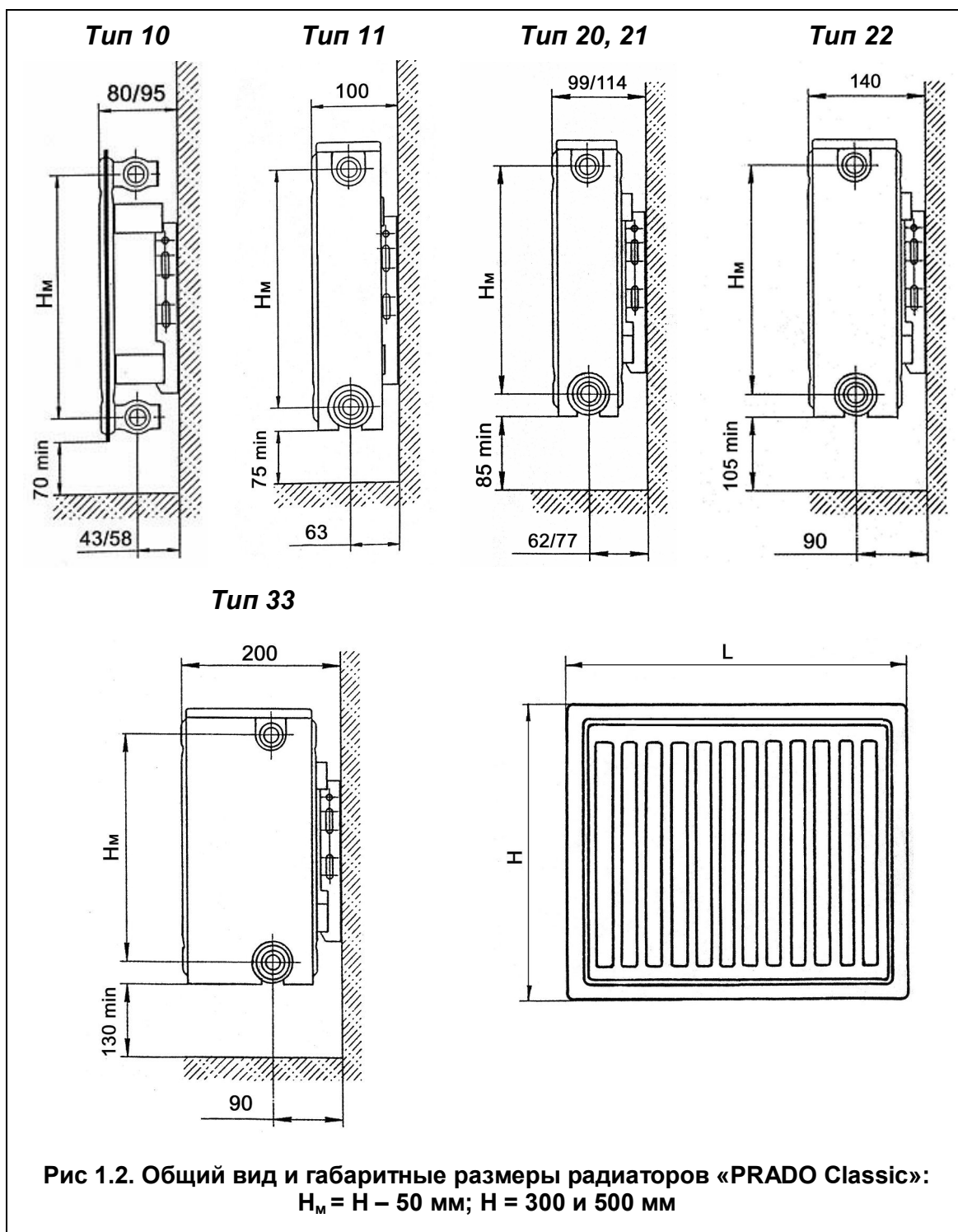
Таблица 1.1. Номенклатура и обозначения типов радиаторов «PRADO»

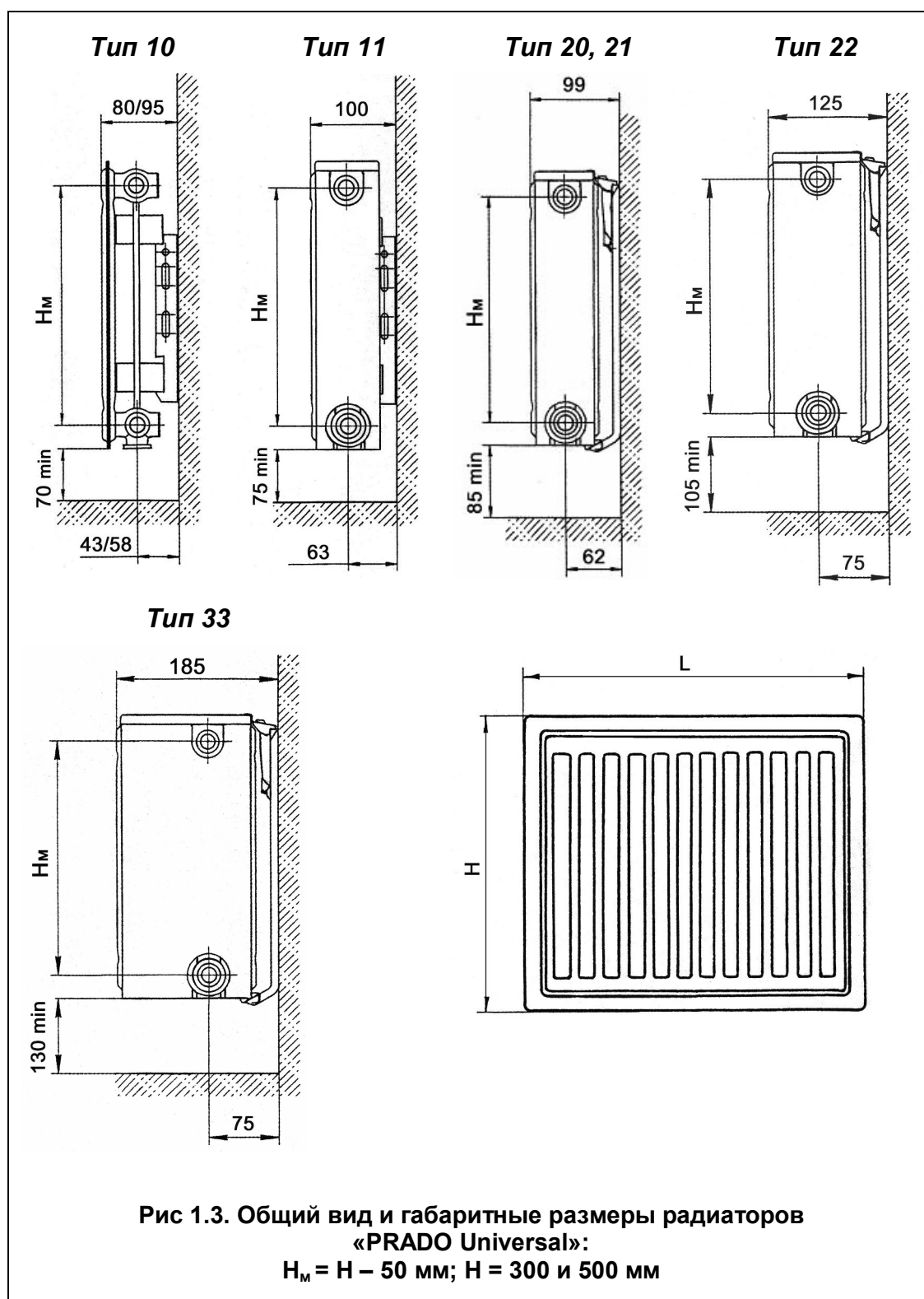
	тип 10 – однорядный по глубине без оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – отсутствие оребрения)
	тип 11 – однорядный по глубине с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения)
	тип 20 – двухрядный по глубине без конвективного оребрения (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения)
	тип 21 – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями)
	тип 22 – двухрядный по глубине с двумя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями и приваренного к каждой панели (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между панелями)
	тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения между панелями (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения)

Примечание: на рисунках представлены радиаторы «PRADO Classic». Радиаторы «PRADO Universal» имеют те же габаритные размеры.

Все типы радиаторов кроме типа 10 поставляются с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой. По специальному заказу, например, для медицинских учреждений радиаторы, в частности типа 20, могут поставляться без воздуховыпускной решётки и боковых стенок.

1.8. Общий вид и габаритные размеры радиаторов «PRADO Classic» представлены на рис. 1.2, радиаторов «PRADO Universal» - на рис. 1.3.





1.9. Радиаторы «PRADO» представляют собой панельные отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами вверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами с шагом 33,3 мм по длине прибора (3 канала на каждые 100 мм длины). По контуру панели сварены сплошным швом, между каналами – незаметной с фронта точечной сваркой. Начиная с 2009 года радиаторы «PRADO» изготавливаются из высококачественной холоднокатаной стали толщиной только 1,2 мм.

М-образное оребрение толщиной 0,4 мм приварено точечной сваркой непосредственно к вертикальным каналам, предназначенным для прохода теплоносителя.

Радиаторы «PRADO» типов 10 и 11 оснащены угловыми присоединительными фитингами с тыльной стороны прибора, у остальных типов радиаторов фитинги выполнены в виде тройников. Все патрубки обеих модификаций радиаторов «PRADO» имеют внутреннюю резьбу G ½ и расположены заподлицо с габаритами панели и боковых стенок радиатора.

Второй со стороны боковой стенки нижний присоединительный патрубок радиатора «PRADO Universal» оснащён специальной гарнитурой, включающей транзитный теплопровод, соединённый с фитингом верхнего коллектора. Этот фитинг является одновременно и корпусом встроенного термостата.

Таким образом, и при подключении радиатора через нижние патрубки движение теплоносителя в приборе осуществляется по классической и наиболее эффективной схеме «сверху-вниз».

Все фитинги при поставке радиаторов закрыты от загрязнения полимерными пробками, а корпус термостата защищён специальным колпачком.

1.10. Двухслойное нанесение высококачественного лакокрасочного покрытия осуществляется методом электростатического осаждения погружением и электростатического напыления с использованием компонентов, технологии окраски и напыления германской фирмы «FreiLacke». Цвет окраски соответствует RAL 9016.

1.11. Комплектация радиаторов «PRADO» приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Комплектность поставки радиаторов «PRADO»

Наименование	Количество элементов в комплекте поставки	
	«PRADO Classic»	«PRADO Universal»
Радиатор в сборе	1 шт.	1 шт.
Пробка глухая	1 шт.	2 шт.
Воздухоотводчик	1 шт.	1 шт.
Кронштейны крепления	2 (3) шт.	2 (3) шт.
Детали крепления кронштейнов	1 компл.	1 компл.
Клапан терморегулятора	-	1 шт.
Упаковка	1 шт.	1 шт.
Паспорт	1 шт.	1 шт.

По заказу могут быть поставлены стойки для напольной установки радиаторов.

У радиаторов «PRADO Universal», предусмотренных для применения в двухтрубных системах отопления, в качестве встроенного терморегулирующего клапана могут использоваться специальные термостаты фирмы «Данфосс», по своим характеристикам соответствующие RTD-N-15 (условное обозначение – тип 2).

Термостатический элемент (термостатическая головка) к термостату RTD-N-15 поставляется заводом по специальному заказу или приобретается потребителем самостоятельно.

Количество кронштейнов (2 или 3) зависит от длины радиатора (см. раздел 5). Паспорт на прибор поставляется с каждой партией отгружаемых радиаторов, при поставке в торговую сеть – с каждым радиатором.

Завод-изготовитель выпускает радиаторы «PRADO Classic» всех типов и «PRADO Universal» типов 10 и 11 со скобами, приваренными к тыльной стороне радиаторов для их крепления на специальных кронштейнах (рис. 1.4). Малая и большая полки этих кронштейнов позволяют устанавливать радиаторы с различными зазорами между ними и стеной (см. раздел 5).

Радиаторы «PRADO Classic» не имеют правого или левого исполнения, при подводе теплоносителя к той или иной стороне прибора с противоположной стороны устанавливаются глухая пробка и воздухоотводчик.

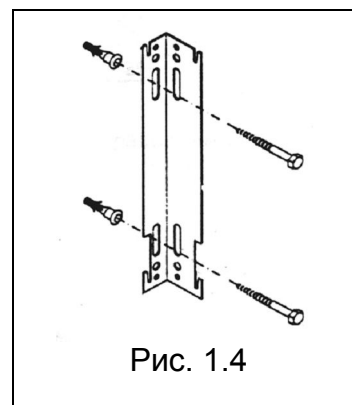


Рис. 1.4

Радиаторы «PRADO Universal», кроме типов 10 и 11, не имеют скоб и крепятся к стенам с помощью специальных фирменных кронштейнов.

Завод-изготовитель, как указывалось, выпускает радиаторы «PRADO Universal» типов 10 и 11 с нижними патрубками для подвода теплоносителя, расположенными с правой или левой стороны прибора. Сторона присоединения остальных типов радиаторов «PRADO-Universal» определяется при монтаже и достигается поворотом радиаторов на 180° вокруг вертикальной оси приборов.

1.12. Каждый готовый к отправке заказчику радиатор «PRADO» защищён сверху и снизу картоном, поверх картона по углам дополнительно пластиковыми угловыми накладками, а затем обтянут термоусадочной полиэтиленовой плёнкой.

1.13. Основные технические характеристики радиаторов «PRADO» представлены в табл. 1.3 и 1.4 (таблицы приведены в конце настоящего раздела).

Теплотехнические испытания проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [5] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в радиаторе и температуры воздуха в испытательной камере) $\Theta=70^\circ\text{C}$, расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора $M_{\text{пр}}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Радиаторы «PRADO Universal» со встроенным термостатом и донным подсоединением имеют, как указывалось, практически те же тепловые показатели, что и радиаторы «PRADO Classic» с боковым подсоединением при нормативных условиях, поскольку подвод теплоносителя осуществляется через транзитный теплопровод к верхнему коллектору прибора.

Приведённые в таблицах 1.3 и 1.4 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов длиной до 1400 мм с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз». При длине радиатора от 1500 до 3000 мм – данные табл. 1.3 и 1.4 относятся только для случаев диагонального присоединения радиаторов при той же схеме движения теплоносителя. Если диагональное присоединение выполнить не удаётся, то при длине радиаторов от 1500 до 2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить на значения номинального теплового потока усреднённый понижающий коэффициент 0,95, а при длине от 2200 до 3000 мм – коэффициент 0,9.

Эти же понижающие коэффициенты следует учитывать при любом варианте нижнего (донного) подсоединения радиаторов, если длина прибора свыше 1400 мм.

Приведённая в табл. 1.3 и 1.4 площадь поверхности нагрева F с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

1.14. При заказе радиаторов «PRADO» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.3 и 1.4. Условные обозначения радиаторов «PRADO» должны соответствовать схемам, приведенным ниже на рис. 1.5.

Согласно этим схемам при заказе радиаторов необходимо указывать их модификацию, тип, номинальные высоту и длину в мм; для вариантов с нижним расположением присоединительных патрубков («PRADO Universal») дополнительно указывается тип встроенного в радиатор терморегулирующего клапана (цифра 1 – для однотрубных систем отопления, 2 – для двухтрубных) и правое или левое расположение патрубков (только для «PRADO Universal» типов 10 и 11), а затем номер технических условий.

Радиатор «PRADO Classic» 20–300–1200 ТУ 4935-010-17757185-2009



Радиатор «PRADO Universal» 10–300–1200–2 прав. ТУ 4935-010-17757185-2009

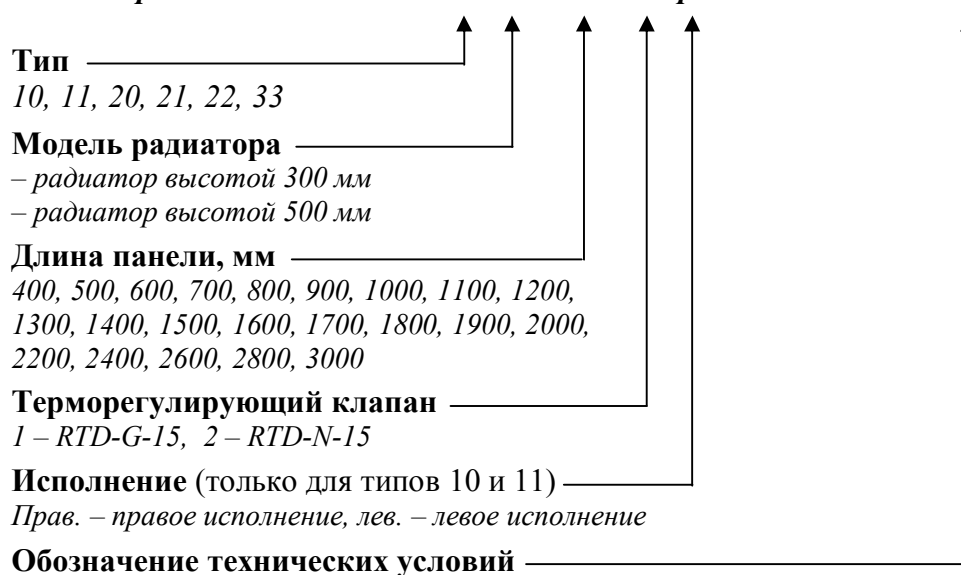


Рис. 1.5. Схема представления данных при заказе радиаторов «PRADO»

Примеры условного обозначения радиаторов «PRADO»:

радиатор отопительный стальной панельный «PRADO Classic», тип 22, высотой 500 мм, с двумя панелями и двумя рядами оребрения между ними, длиной 1000 мм:

радиатор «PRADO Classic» 22-500-1000 ТУ 4935-010-17757185-2009;

радиатор отопительный стальной панельный «PRADO Universal», тип 20, высотой 500 мм, с двумя панелями без оребрения между ними, длиной 600 мм, со встроенным корпусом термостата RTD-N-15 ЗАО «Данфосс» для двухтрубных систем отопления, с правым нижним расположением присоединительных патрубков:

радиатор «PRADO Universal» 10-500-600-2 прав. ТУ 4935-010-17757185-2009 .

В настоящее время завод оснащает радиаторы «PRADO Universal» термостатами только для использования в двухтрубных системах отопления. При отсутствии специального заказа применяются терморегуляторы RTD-N-15 фирма «Данфосс». При комплектации радиаторов терморегуляторами других фирм необходимо вносить обозначения термостатов, предусмотренные этими фирмами.

1.15. Для медицинских учреждений рекомендуется использовать радиаторы типов 10 и 20 без боковых стенок и воздуховыпускной решётки. Поскольку согласно отечественным нормам в этих зданиях необходимо монтировать отопительные приборы с зазором между стеной и его тыльной стенкой не менее 60 мм, следует при заказе чётко оговаривать назначение радиатора. В этом случае завод поставит радиаторы типов 10 и 20 со специальными скобами, обеспечивающими установку радиаторов на стене с зазором 60 мм. У радиатора типа 20 при указанных условиях номинальный тепловой поток увеличивается в среднем на 5%.

1.16. Для повышения эксплуатационной надёжности стальные панельные радиаторы «PRADO» рекомендуется, как указывалось, использовать в **независимых схемах подсоединения к системам теплоснабжения**, оборудованных закрытыми расширительными сосудами и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя.

Помимо использования в системе отопления традиционных воздухоотводчиков необходимо оснащать каждый радиатор **воздухогазоотводчиком** (рис.1.6).

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

1.18. На рис. 1.7 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и присоединений к ним радиаторов.

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

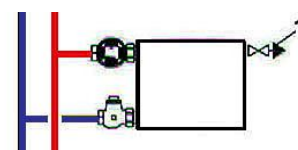
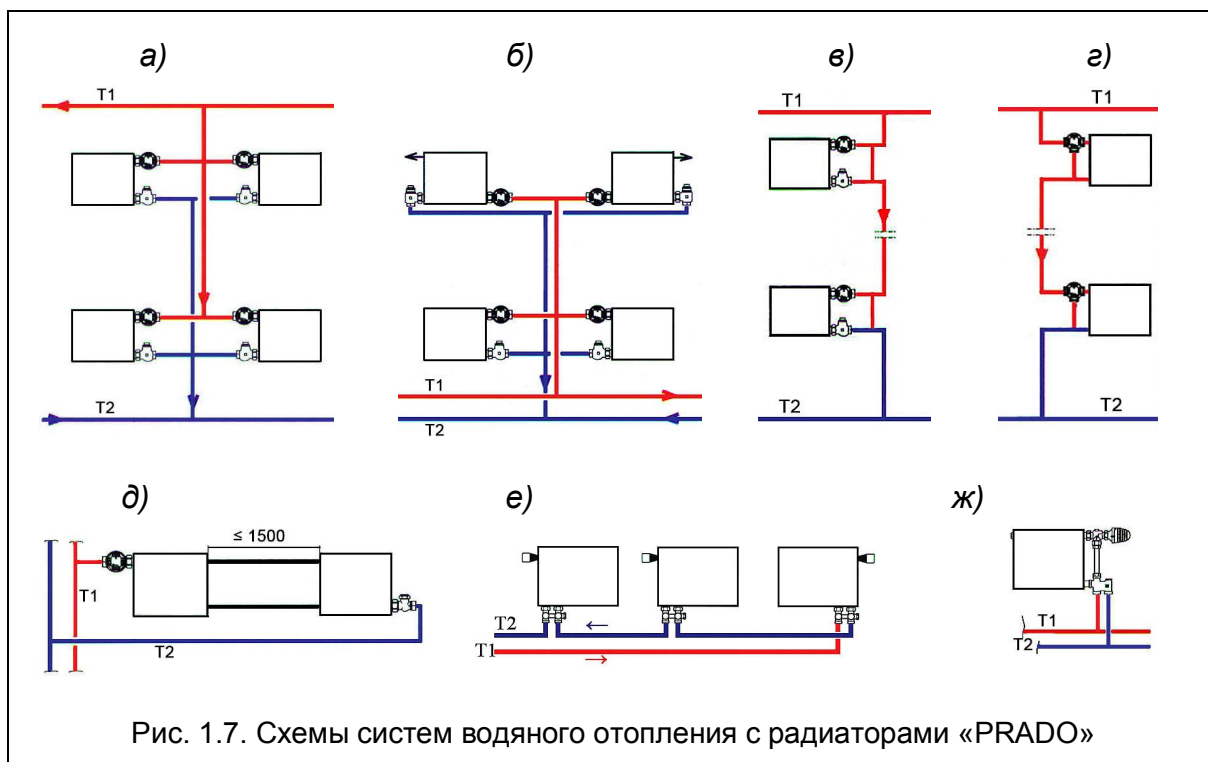


Рис. 1.6. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе



Согласно СНиП [6] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [7] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

Показанная на рис. 1.8 схема обвязки отопительного прибора, предусматривающая установку регулирующей арматуры только на горячей подводке, характерна для части отечественной справочной и учебной литературы по отоплению. При такой схеме обвязки, по данным ООО «Витатерм», при полном закрытии регулирующей арматуры, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 25-35%. Это объясняется тем, что по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует на нижней подводке к радиатору устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.6 и 1.7). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

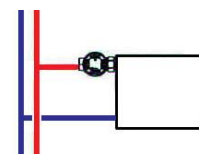


Рис. 1.8

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

Присоединение теплопроводов к радиаторам «PRADO Classic» может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укупряивать радиаторы. Поэтому при длине радиатора 1400 мм и более (см. п. 1.13) рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения радиатора (рис. 1.9).

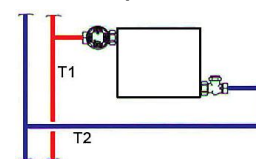


Рис.1.9

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.7д) рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы условным диаметром 20 мм.

При установке группы радиаторов на горизонтальной ветви следует учитывать, что суммарная нагрузка не должна превышать 5-8 кВт в зависимости от перепада давления теплоносителя в термостате и его шумовых характеристик.

Радиаторы «PRADO Classic» могут устанавливаться в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением к магистралям (рис. 1.7 ж). В этом случае могут быть использованы гарнитуры бокового подсоединения.

1.20. Для моделей радиаторов со встроенным термостатом «PRADO Universal» можно рекомендовать H-образный запорно-присоединительный клапан (рис. 1.10), который может быть использован как в однотрубной, так и в двухтрубной системе отопления. С его помощью можно отключить радиатор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы отопления. Клапан может присоединяться к штуцерам радиатора с внутренней резьбой $G \frac{1}{2}$ с помощью специальных переходных штуцеров $G \frac{3}{4} \times G \frac{1}{2}$. Универсальные H-образные клапаны или их аналоги поставляются с завода-изготовителя настроенными для применения в двухтрубной системе отопления, т.е. с закрытым встроенным байпасом. Переключение клапана для работы в однотрубной системе производится простым вращением затвора байпаса, при котором обеспечивается возможность регулирования доли теплоносителя, затекающего в радиатор.

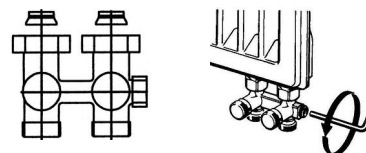


Рис. 1.10.

1.21. В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатической головки с выносным датчиком (рис.1.11). На схеме 1.11а показана головка термостата с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.11б – головка термостата с выносной регулировкой и на схеме 1.11в – электронная термостатическая головка (термопривод).

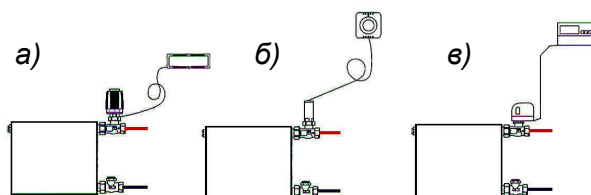


Рис. 1.11.

1.22. Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей необходимые расходы теплоносителя по стоякам в течение всего отопительного периода и спуск воды из них при необходимости. Для этих целей могут быть использованы, например, регуляторы перепада давления (рис. 1.12 а) или расхода (рис. 1.12 б).

Обращаем внимание, что различные виды арматуры устанавливаются на подводках, стояках и магистралях только с учётом направления движения теплоносителя по стрелке (см. рис. 1.12б). Отметим, что на схемах рис. 1.12 положение термостатических элементов показано условно.

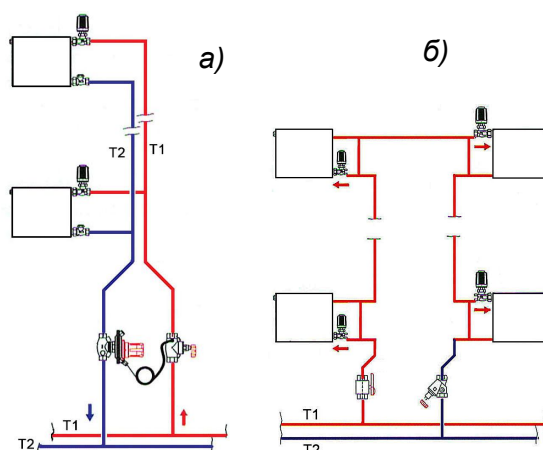


Рис. 1.12. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однотрубном (б) стояках

1.23. Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы [5], то для стабильной работы термостатов и регуливающей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постоянными, и обеспечивать их нормальную эксплуатацию. В системах отопления с независимой схемой подсоединения для поддержания требуемого качества теплоносителя целесообразно применять сепараторы.

1.24. На рис. 1.13 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры коллектора.

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в оболочках из гофрированных полимерных труб или термоизоляции толщиной не менее 9 мм и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии по всей площади пола.

1.25. Стальные панельные радиаторы «PRADO» сертифицированы в системе «Мосстройсертификация», действие которой распространено на всей территории Российской Федерации.

1.26. Сведения о стоимости радиаторов «PRADO» на отечественном рынке с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить на заводе-изготовителе (реквизиты указаны в п. 1.1) или в его московском представительстве. Цена настоящих рекомендаций по применению радиаторов «PRADO» договорная.

1.27. ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС» и ООО «Витатерм» постоянно работают над совершенствованием отопительных приборов «PRADO» и оставляют за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

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

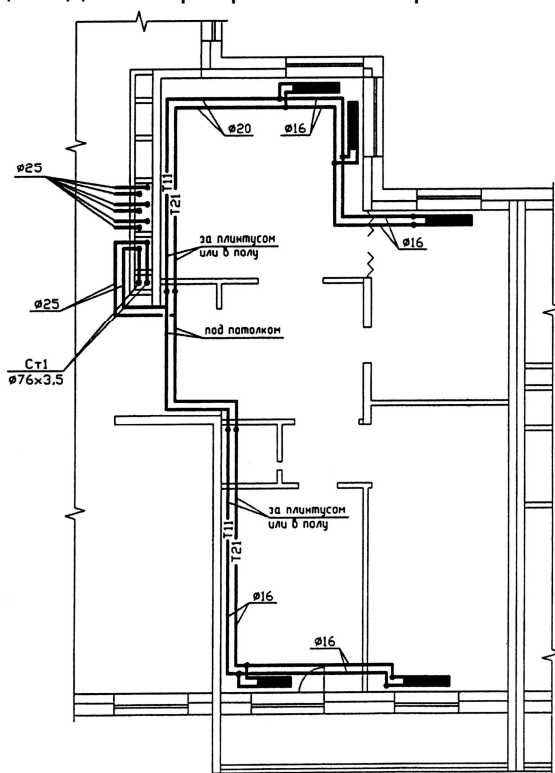


Рис. 1.13. Система отопления с периметральной разводкой теплопроводов по квартире

**Таблица 1.3. Номенклатура и технические характеристики
стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и
«PRADO Universal» высотой 300 мм**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{н}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
10-300-400	210	400	0,27	2,95	0,75
10-300-500	262	500	0,33	3,51	0,94
10-300-600	314	600	0,4	4,07	1,13
10-300-700	366	700	0,47	4,63	1,32
10-300-800	418	800	0,53	5,19	1,51
10-300-900	469	900	0,6	5,75	1,7
10-300-1000	521	1000	0,67	6,31	1,89
10-300-1100	573	1100	0,74	6,87	2,08
10-300-1200	625	1200	0,8	7,43	2,27
10-300-1300	677	1300	0,87	7,99	2,46
10-300-1400	729	1400	0,93	8,55	2,65
10-300-1500	781	1500	1,0	9,11	2,84
10-300-1600	833	1600	1,07	9,67	3,03
10-300-1700	886	1700	1,14	10,23	3,22
10-300-1800	938	1800	1,2	10,92	3,41
10-300-1900	990	1900	1,27	11,48	3,6
10-300-2000	1042	2000	1,34	12,04	3,79
10-300-2200	1144	2200	1,47	13,16	4,17
10-300-2400	1247	2400	1,6	14,28	4,55
10-300-2600	1350	2600	1,74	15,40	4,93
10-300-2800	1452	2800	1,87	16,52	5,31
10-300-3000	1555	3000	2,0	17,64	5,69
11-300-400	299	400	0,72	4,05	0,75
11-300-500	376	500	0,89	4,83	0,94
11-300-600	453	600	1,06	5,61	1,13
11-300-700	530	700	1,24	6,39	1,32
11-300-800	607	800	1,41	7,17	1,51
11-300-900	684	900	1,58	7,95	1,7
11-300-1000	761	1000	1,76	8,73	1,89
11-300-1100	838	1100	1,94	9,51	2,08
11-300-1200	915	1200	2,1	10,29	2,27
11-300-1300	992	1300	2,28	11,07	2,46
11-300-1400	1069	1400	2,45	11,85	2,65
11-300-1500	1146	1500	2,62	12,63	2,84
11-300-1600	1223	1600	2,8	13,41	3,03
11-300-1700	1300	1700	2,97	14,19	3,22

Продолжение таблицы 1.3

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нп}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объём воды в радиаторе, л
11-300-1800	1377	1800	3,14	15,07	3,41
11-300-1900	1453	1900	3,32	15,85	3,6
11-300-2000	1530	2000	3,49	16,63	3,79
11-300-2200	1682	2200	3,84	18,19	4,17
11-300-2400	1833	2400	4,18	19,75	4,55
11-300-2600	1985	2600	4,53	21,31	4,93
11-300-2800	2136	2800	4,87	22,87	5,31
11-300-3000	2288	3000	5,22	24,43	5,69
20-300-400	340	400	0,54	5,70	1,5
20-300-500	424	500	0,67	6,87	1,88
20-300-600	508	600	0,8	8,04	2,26
20-300-700	592	700	0,93	9,21	2,64
20-300-800	676	800	1,06	10,38	3,02
20-300-900	760	900	1,2	11,55	3,4
20-300-1000	844	1000	1,34	12,72	3,78
20-300-1100	928	1100	1,47	13,89	4,16
20-300-1200	1013	1200	1,6	15,19	4,54
20-300-1300	1097	1300	1,74	16,36	4,92
20-300-1400	1182	1400	1,87	17,53	5,3
20-300-1500	1266	1500	2,0	18,70	5,68
20-300-1600	1351	1600	2,14	19,94	6,06
20-300-1700	1435	1700	2,27	21,11	6,44
20-300-1800	1520	1800	2,4	22,36	6,82
20-300-1900	1604	1900	2,54	23,53	7,2
20-300-2000	1688	2000	2,68	24,70	7,58
20-300-2200	1854	2200	2,94	27,04	8,34
20-300-2400	2020	2400	3,2	29,38	9,1
20-300-2600	2187	2600	3,48	31,72	9,86
20-300-2800	2353	2800	3,74	34,06	10,62
20-300-3000	2519	3000	4,0	36,40	11,38
21-300-400	452	400	0,99	6,38	1,5
21-300-500	568	500	1,22	7,72	1,88
21-300-600	685	600	1,46	9,06	2,26
21-300-700	801	700	1,71	10,40	2,64
21-300-800	917	800	1,94	11,74	3,02
21-300-900	1034	900	2,18	13,08	3,4
21-300-1000	1150	1000	2,43	14,42	3,78
21-300-1100	1266	1100	2,68	15,76	4,16

Продолжение таблицы 1.3

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
21-300-1200	1383	1200	2,9	17,23	4,54
21-300-1300	1499	1300	3,15	18,57	4,92
21-300-1400	1616	1400	3,38	19,91	5,3
21-300-1500	1732	1500	3,62	21,25	5,68
21-300-1600	1848	1600	3,87	22,66	6,06
21-300-1700	1965	1700	4,11	24,00	6,44
21-300-1800	2081	1800	4,34	25,42	6,82
21-300-1900	2198	1900	4,59	26,76	7,2
21-300-2000	2314	2000	4,83	28,10	7,58
21-300-2200	2546	2200	5,31	30,78	8,34
21-300-2400	2778	2400	5,78	33,46	9,1
21-300-2600	3009	2600	6,27	36,14	9,86
21-300-2800	3241	2800	6,74	38,82	10,62
21-300-3000	3473	3000	7,22	41,50	11,38
22-300-400	540	400	1,44	7,43	1,5
22-300-500	682	500	1,78	8,96	1,88
22-300-600	823	600	2,12	10,49	2,26
22-300-700	965	700	2,48	12,02	2,64
22-300-800	1107	800	2,82	13,55	3,02
22-300-900	1248	900	3,16	15,08	3,4
22-300-1000	1391	1000	3,52	16,61	3,78
22-300-1100	1533	1100	3,88	18,14	4,16
22-300-1200	1674	1200	4,2	19,86	4,54
22-300-1300	1816	1300	4,56	21,39	4,92
22-300-1400	1957	1400	4,9	22,92	5,3
22-300-1500	2099	1500	5,24	24,45	5,68
22-300-1600	2241	1600	5,6	26,07	6,06
22-300-1700	2382	1700	5,94	27,60	6,44
22-300-1800	2524	1800	6,28	29,21	6,82
22-300-1900	2665	1900	6,64	30,74	7,2
22-300-2000	2807	2000	6,98	32,27	7,58
22-300-2200	3090	2200	7,68	35,33	8,34
22-300-2400	3374	2400	8,36	38,39	9,1
22-300-2600	3657	2600	9,06	41,45	9,86
22-300-2800	3941	2800	9,74	44,51	10,62
22-300-3000	4224	3000	10,44	47,57	11,38
33-300-400	761	400	2,16	11,24	2,25
33-300-500	961	500	2,67	13,55	2,82
33-300-600	1161	600	3,18	15,86	3,39

Продолжение таблицы 1.3

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
33-300-700	1361	700	3,72	18,17	3,96
33-300-800	1562	800	4,23	20,48	4,53
33-300-900	1762	900	4,74	22,79	5,1
33-300-1000	1962	1000	5,28	25,10	5,67
33-300-1100	2162	1100	5,82	27,41	6,24
33-300-1200	2362	1200	6,3	30,03	6,81
33-300-1300	2561	1300	6,84	32,34	7,38
33-300-1400	2761	1400	7,35	34,65	7,95
33-300-1500	2961	1500	7,86	36,96	8,52
33-300-1600	3161	1600	8,4	39,51	9,09
33-300-1700	3361	1700	8,91	41,82	9,66
33-300-1800	3560	1800	9,42	44,13	10,23
33-300-1900	3760	1900	9,96	46,44	10,8
33-300-2000	3960	2000	10,47	48,75	11,37
33-300-2200	4360	2200	11,52	53,37	12,51
33-300-2400	4759	2400	12,54	57,99	13,65
33-300-2600	5159	2600	13,59	62,61	14,79
33-300-2800	5558	2800	14,61	67,23	15,93
33-300-3000	5958	3000	15,66	71,85	17,07

Примечания.

1. Номинальный тепловой поток, объем воды в радиаторе и его площадь наружной поверхности нагрева условно приняты одинаковыми для модификаций «PRADO Classic» и «PRADO Universal» одного и того же типоразмера.

2. В графе «масса» приведены данные для радиаторов модели «PRADO Classic-300». Масса радиаторов модели «PRADO Universal-300» типов 10 и 11 больше массы радиаторов «PRADO Classic-300» на 0,2 кг, остальные типоразмеры отличаются по массе от «Classic» на $\pm 0,04$ кг. Масса радиаторов приведена по данным завода-изготовителя.

**Таблица 1.4. Номенклатура и технические характеристики
стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и
«PRADO Universal» высотой 500 мм**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{н}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
10-500-400	324	400	0,45	4,47	1,12
10-500-500	405	500	0,56	5,41	1,4
10-500-600	485	600	0,67	6,35	1,68
10-500-700	566	700	0,78	7,29	1,96
10-500-800	646	800	0,89	8,23	2,24
10-500-900	727	900	1,0	9,17	2,52
10-500-1000	807	1000	1,12	10,11	2,8
10-500-1100	888	1100	1,23	11,05	3,08
10-500-1200	968	1200	1,34	11,99	3,36
10-500-1300	1049	1300	1,45	12,93	3,64
10-500-1400	1129	1400	1,56	13,87	3,92
10-500-1500	1210	1500	1,67	14,81	4,2
10-500-1600	1291	1600	1,78	15,75	4,48
10-500-1700	1371	1700	1,89	16,69	4,76
10-500-1800	1452	1800	2,0	17,76	5,04
10-500-1900	1532	1900	2,12	18,70	5,32
10-500-2000	1613	2000	2,24	19,64	5,6
10-500-2200	1774	2200	2,46	21,52	6,16
10-500-2400	1935	2400	2,69	23,40	6,72
10-500-2600	2097	2600	2,91	25,28	7,28
10-500-2800	2258	2800	3,14	27,16	7,84
10-500-3000	2419	3000	3,36	29,04	8,4
11-500-400	474	400	1,24	6,35	1,12
11-500-500	597	500	1,55	7,66	1,4
11-500-600	720	600	1,86	8,97	1,68
11-500-700	843	700	2,17	10,28	1,96
11-500-800	965	800	2,48	11,59	2,24
11-500-900	1088	900	2,78	12,90	2,52
11-500-1000	1211	1000	3,1	14,21	2,8
11-500-1100	1334	1100	3,41	15,52	3,08
11-500-1200	1457	1200	3,72	16,83	3,36
11-500-1300	1581	1300	4,03	18,14	3,64
11-500-1400	1704	1400	4,34	19,45	3,92
11-500-1500	1827	1500	4,65	20,76	4,2
11-500-1600	1950	1600	4,96	22,07	4,48
11-500-1700	2073	1700	5,26	23,38	4,76

Продолжение таблицы 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
11-500-1800	2197	1800	5,57	24,79	5,04
11-500-1900	2320	1900	5,89	26,10	5,32
11-500-2000	2443	2000	6,21	27,41	5,6
11-500-2200	2689	2200	6,83	30,03	6,16
11-500-2400	2936	2400	7,46	32,65	6,72
11-500-2600	3182	2600	8,07	35,27	7,28
11-500-2800	3429	2800	8,7	37,89	7,84
11-500-3000	3674	3000	9,32	40,51	8,4
20-500-400	525	400	0,9	8,92	2,25
20-500-500	655	500	1,12	10,85	2,82
20-500-600	786	600	1,34	12,78	3,38
20-500-700	916	700	1,56	14,71	3,94
20-500-800	1046	800	1,78	16,64	4,5
20-500-900	1176	900	2,0	18,57	5,07
20-500-1000	1307	1000	2,24	20,50	5,63
20-500-1100	1438	1100	2,46	22,43	6,19
20-500-1200	1568	1200	2,68	24,49	6,76
20-500-1300	1699	1300	2,9	26,42	7,32
20-500-1400	1830	1400	3,12	28,35	7,88
20-500-1500	1960	1500	3,34	30,28	8,44
20-500-1600	2091	1600	3,56	32,28	9,01
20-500-1700	2222	1700	3,78	34,21	9,58
20-500-1800	2353	1800	4,0	36,22	10,14
20-500-1900	2483	1900	4,24	38,15	10,7
20-500-2000	2614	2000	4,48	40,08	11,27
20-500-2200	2875	2200	4,96	43,94	12,39
20-500-2400	3137	2400	5,38	47,80	13,52
20-500-2600	3398	2600	5,82	51,66	14,64
20-500-2800	3660	2800	6,28	55,52	15,77
20-500-3000	3921	3000	6,72	59,38	16,9
21-500-400	692	400	1,69	10,20	2,25
21-500-500	870	500	2,11	12,45	2,82
21-500-600	1048	600	2,53	14,70	3,38
21-500-700	1226	700	2,95	16,95	3,94
21-500-800	1404	800	3,37	19,20	4,5
21-500-900	1582	900	3,78	21,45	5,07
21-500-1000	1760	1000	4,22	23,70	5,63
21-500-1100	1939	1100	4,64	25,95	6,19

Продолжение таблицы 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
21-500-1200	2117	1200	5,06	28,33	6,76
21-500-1300	2296	1300	5,48	30,58	7,32
21-500-1400	2474	1400	5,9	32,83	7,88
21-500-1500	2653	1500	6,32	35,08	8,44
21-500-1600	2832	1600	6,74	37,40	9,01
21-500-1700	3010	1700	7,15	39,65	9,58
21-500-1800	3189	1800	7,57	41,98	10,14
21-500-1900	3367	1900	8,01	44,23	10,7
21-500-2000	3546	2000	8,45	46,48	11,27
21-500-2200	3903	2200	9,29	50,98	12,39
21-500-2400	4261	2400	10,15	55,48	13,52
21-500-2600	4618	2600	10,98	59,98	14,64
21-500-2800	4976	2800	11,84	64,48	15,77
21-500-3000	5333	3000	12,68	68,98	16,9
22-500-400	847	400	2,48	11,93	2,25
22-500-500	1069	500	3,1	14,52	2,82
22-500-600	1290	600	3,72	17,11	3,38
22-500-700	1512	700	4,34	19,70	3,94
22-500-800	1734	800	4,96	22,29	4,5
22-500-900	1956	900	5,56	24,88	5,07
22-500-1000	2177	1000	6,2	27,47	5,63
22-500-1100	2399	1100	6,82	30,06	6,19
22-500-1200	2622	1200	7,44	32,84	6,76
22-500-1300	2844	1300	8,06	35,43	7,32
22-500-1400	3067	1400	8,68	38,02	7,88
22-500-1500	3289	1500	9,3	40,61	8,44
22-500-1600	3511	1600	9,92	43,29	9,01
22-500-1700	3734	1700	10,52	45,88	9,58
22-500-1800	3956	1800	11,14	48,55	10,14
22-500-1900	4179	1900	11,78	51,14	10,7
22-500-2000	4401	2000	12,42	53,73	11,27
22-500-2200	4846	2200	13,66	58,91	12,39
22-500-2400	5291	2400	14,92	64,09	13,52
22-500-2600	5735	2600	16,14	69,27	14,64
22-500-2800	6180	2800	17,4	74,45	15,77
22-500-3000	6624	3000	18,64	79,63	16,9
33-500-400	1197	400	3,72	18,04	3,37
33-500-500	1510	500	4,65	21,94	4,21
33-500-600	1823	600	5,58	25,84	5,05

Продолжение таблицы 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{н}}$, Вт	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
33-500-700	2136	700	6,51	29,74	5,89
33-500-800	2450	800	7,44	33,64	6,74
33-500-900	2763	900	8,34	37,54	7,58
33-500-1000	3076	1000	9,3	41,44	8,42
33-500-1100	3390	1100	10,23	45,34	9,26
33-500-1200	3704	1200	11,16	49,55	10,11
33-500-1300	4019	1300	12,09	53,45	10,95
33-500-1400	4333	1400	13,02	57,35	11,8
33-500-1500	4647	1500	13,95	61,25	12,64
33-500-1600	4961	1600	14,88	65,39	13,48
33-500-1700	5275	1700	15,78	69,29	14,32
33-500-1800	5590	1800	16,71	73,19	15,17
33-500-1900	5904	1900	17,67	77,09	16,01
33-500-2000	6218	2000	18,63	80,99	16,85
33-500-2200	6846	2200	20,49	88,79	18,54
33-500-2400	7475	2400	22,38	96,59	20,22
33-500-2600	8103	2600	24,21	104,39	21,91
33-500-2800	8732	2800	26,1	112,19	23,6
33-500-3000	9360	3000	27,96	119,99	25,28

Примечания.

1. Номинальный тепловой поток, объем воды в радиаторе и его площадь наружной поверхности нагрева условно приняты одинаковыми для модификаций «PRADO Classic» и «PRADO Universal» одного и того же типоразмера.

2. В графе «масса» приведены данные для радиаторов модели «PRADO Classic-500». Масса радиаторов модели «PRADO Universal-500» типов 10 и 11 больше массы радиаторов «PRADO Classic-500» на 0,27 кг, остальные типоразмеры отличаются по массе от «Classic» в среднем на $\pm 0,07$ кг. Масса радиаторов приведена по данным завода-изготовителя.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

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

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

$$\Delta P = S \cdot M^2 \quad (2.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R L + Z, \quad (2.2)$$

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

$S = A \zeta'$ - характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$;

A - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$ (принимается по приложению 1);

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

λ - коэффициент трения;

$d_{\text{вн}}$ - внутренний диаметр теплопровода, м;

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

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\Sigma \zeta$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

M - массовый расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па.

2.3. Гидравлические характеристики радиаторов «PRADO» определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИСантехники [10]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{ну}}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям ряда радиаторов и конвекторов, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические показатели отопительных приборов, определённые по упомянутой методике [10], в среднем соответствуют трёх-летнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.4. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «PRADO Classic» при нормативном расходе горячей воды через прибор $M_{\text{пр}} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также при расходе 0,02 кг/с (72 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом

на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя.

Таблица 2.1. Усреднённые значения гидравлических характеристик стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм

Типы радиаторов	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$	
	72 кг/ч	360 кг/ч	72 кг/ч	360 кг/ч
10, 11	26	22,5	35,6	30,8
20, 21 и 22	13	11,5	17,8	15,8
33	12	11	16,4	15,1

2.5. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов «PRADO Classic» используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «HERZ Armaturen» (Австрия), «Данфосс» (Россия), «Сомар» (Франция), «Oventrop», «Heimeier» и «Honeywell» (Германия) и др.

2.6. Для автоматического регулирования в **двухтрубных** насосных системах отопления можно рекомендовать термостаты «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" (совпадающие для обоих размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.1), RTD-N фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.2, а), **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Oventrop», термостаты модели 3809 или 809 фирмы «Сомар» и др.

Значения коэффициентов местного сопротивления ζ для радиаторов «PRADO Universal» со встроенными термостатами для двухтрубных систем отопления RTD-N-15 фирмы «Данфосс» с газоконденсатным датчиком при его настройке на режим 2°C (при расчётном открытии клапана на $X_p=0,57$ мм) и условном диаметре подводов 15 мм приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

№ монтажной настройки	1	2	3	4	5	6	7	N	Полное открытие
Значения ζ	21000	4000	2000	1500	900	550	350	300	140

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.1 и 2.2 (а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт 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. 2.1 линия «максимального подъёма» штока термостата при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС» предлагает для своих радиаторов использовать также термостаты «Schlösser» фирмы «Heiztechnik Gruppe Polska» (Польша). Они предназначены для установки на подводках к радиаторам **в двухтрубных** системах отопления с параметрами теплоносителя: температурой - до 120°C и его рабочим избыточным давлением до 1 МПа включительно. Их присоединительные размеры 1/2", они выпускаются в проходном и угловом исполнениях артикулов соответственно 6012 0004 и 6012 00005.

Термостаты «Schlösser» позволяют осуществлять предварительную настройку гидравлического сопротивления на позиции 1, 2, 3, 4, 5 и 6 и работать при полностью открытом клапане (при снятой термоголовке).

В таблице 2.3 представлены значения коэффициентов местного сопротивления ζ и расходных коэффициентов K_v [(м³/ч)·бар^{-1/2}] двух групп радиаторов «PRADO Classic», характеризующихся примерно равными гидравлическими характеристиками (первая – типов 10 и 11 и вторая – типов 20, 21, 22 и 33), с установленными в их наружных патрубках термостатами «Schlösser». В этой же таблице представлены гидравлические характеристики самих термостатов «Schlösser» с условным диаметром 1/2" (0,0157 м).

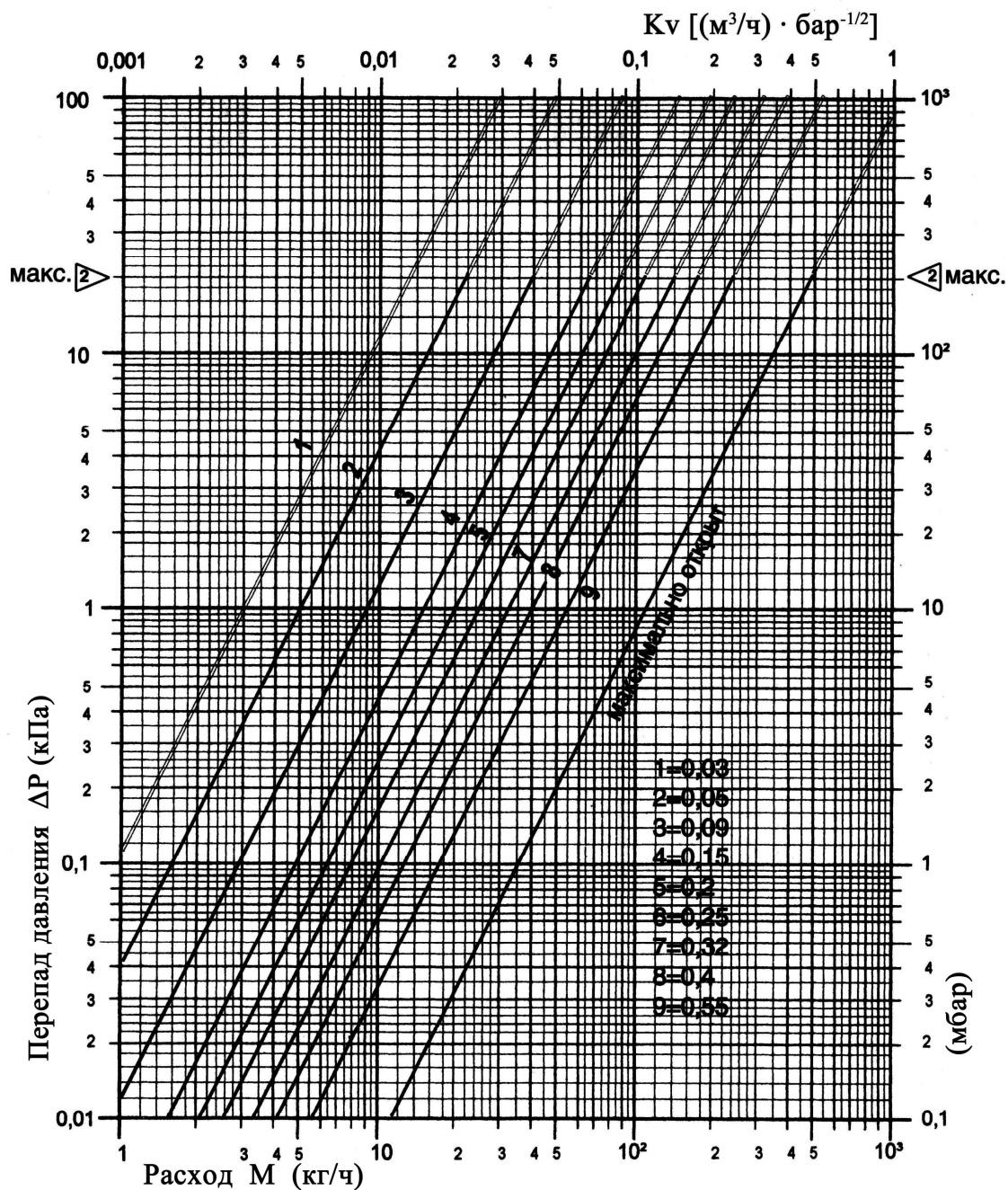
Гидравлические характеристики определены ООО «Витатерм» и усреднены для расходов теплоносителя 60-100 кг/ч и его температур 50-100°C. При этих условиях зависимость ζ от K_v определяется соотношением $\zeta = 97,3/\sqrt{K_v}$.

Согласно испытаниям гидравлические характеристики термостатов проходного и углового исполнений практически совпадают.

Результаты испытаний, полученные ООО «Витатерм» и представленные в таблице 2.3, близки фирменным значениям «Schlösser Heiztechnik Gruppe Polska». Заводские данные представлены на прилагаемой диаграмме (рис. 2.3) зависимостью перепада давления в термостате «Schlösser» от расхода воды через него.

Таблица. 2.3. Усреднённые значения K_v [(м³/ч)·бар^{-1/2}] и ζ при характерных условиях применения термостатов «Schlösser», в том числе при их установке в патрубках стальных панельных радиаторов «PRADO Classic»

Режим (номер) преднастройки	Значения K_v и ζ					
	у радиаторов типов 10 и 11		у радиаторов типов 20, 21, 22 и 33		у термостатов «Schlösser»	
	K_v	ζ	K_v	ζ	K_v	ζ
1	0,109	8190	0,11	8040	0,11	8040
2	0,19	2700	0,2	2430	0,201	2410
3	0,29	1160	0,295	1120	0,297	1100
4	0,32	950	0,33	900	0,332	880
5	0,4	610	0,41	580	0,417	560
6	0,43	530	0,45	480	0,46	460
Клапан полностью открыт	0,8	150	0,85	135	0,91	120



2 - граница гарантированной бесшумной работы клапана

Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2K (2°C) и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)

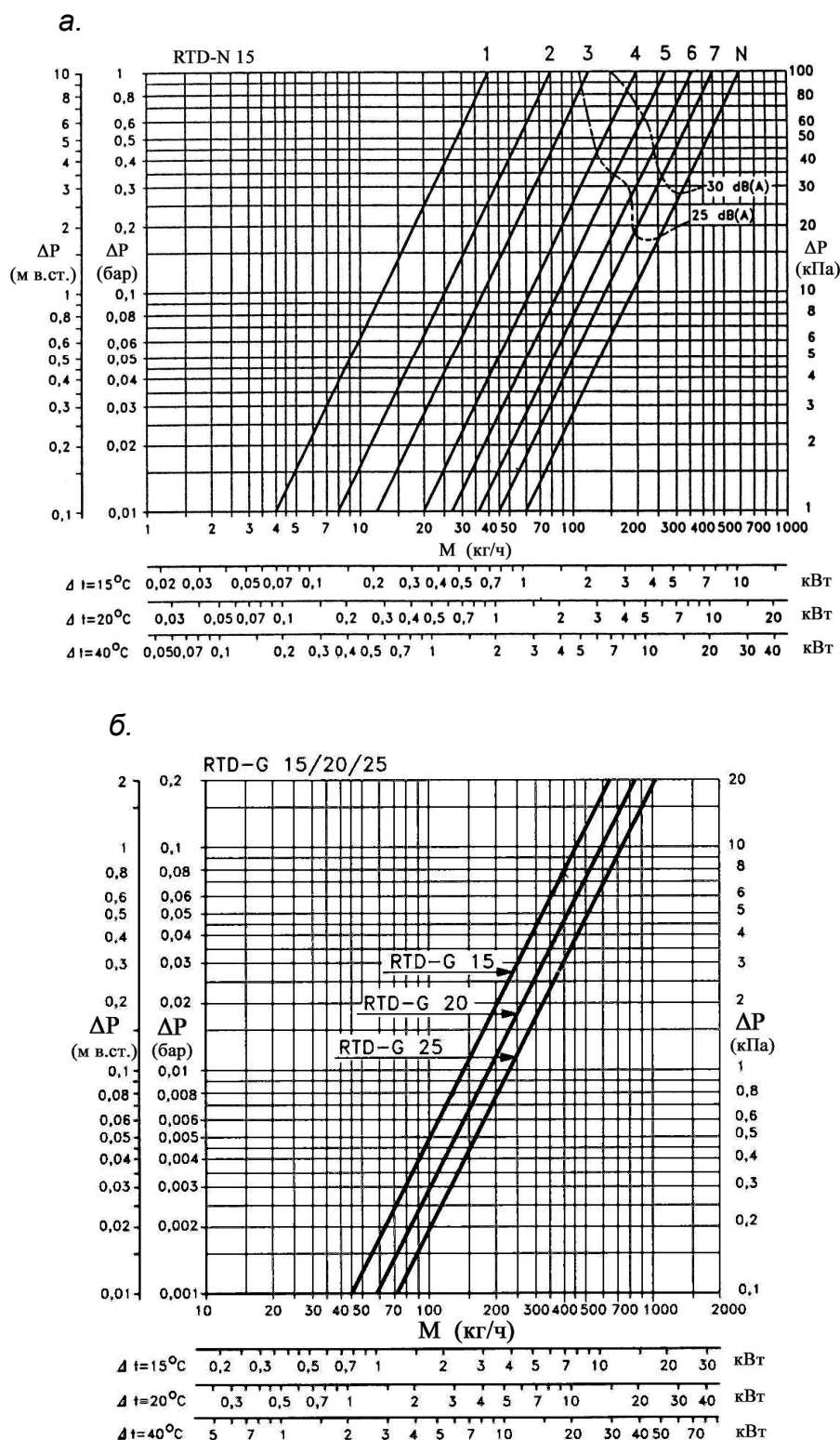


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов фирмы «Данфосс»:
 а – RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
 б – RTD-G для гравитационных и насосных одноконтурных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при настройке на режим 2K)

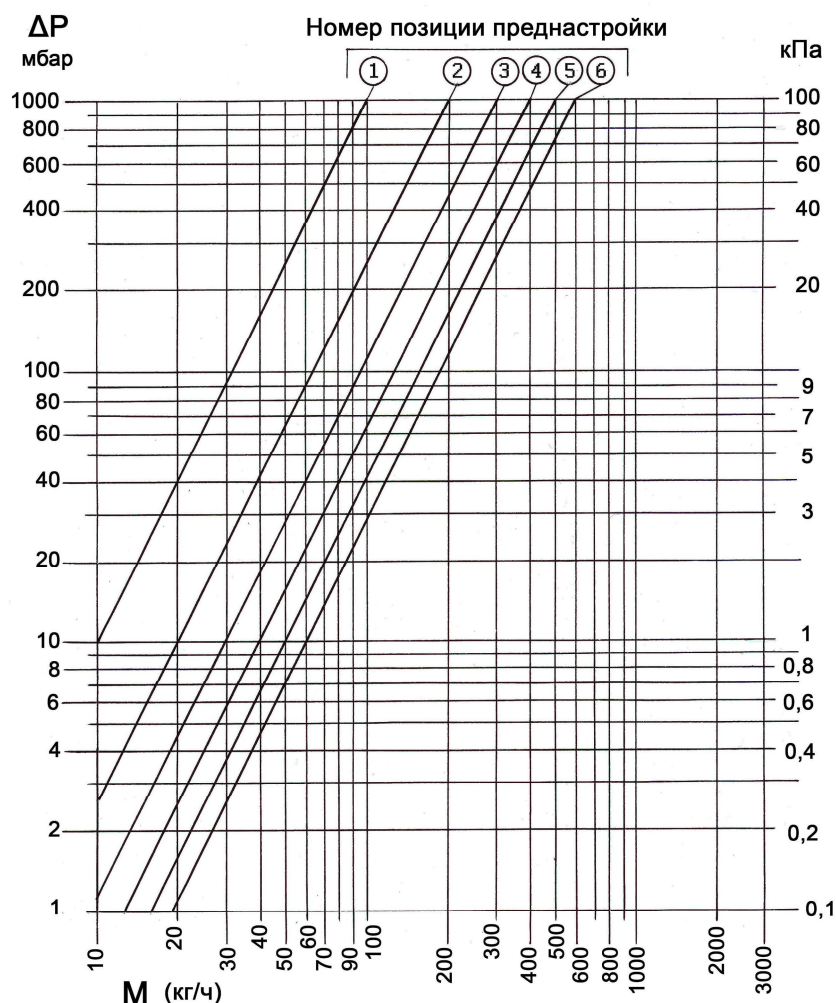
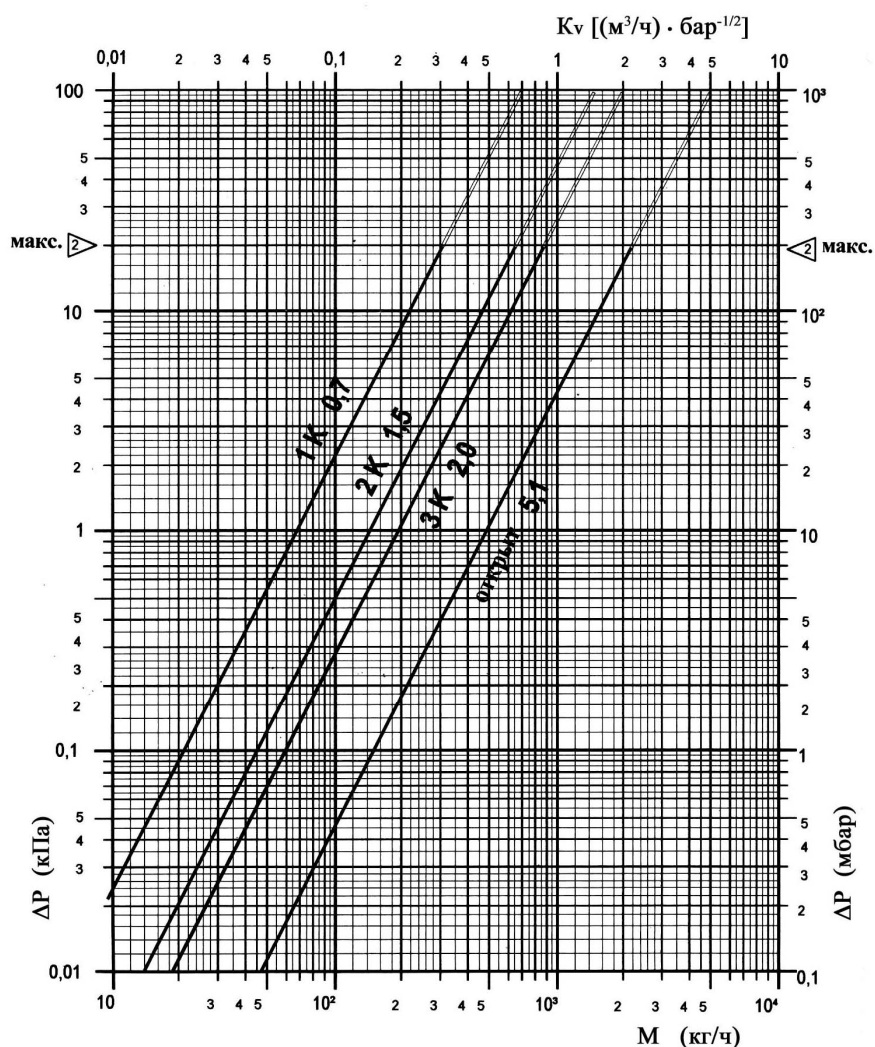


Рис. 2.3. Диаграмма зависимости перепада давления ΔP от расхода воды M в проходных и угловых термостатах «Schlösser» с присоединительными размерами 1/2"

Примечание к диаграмме: значения расходного коэффициента K_v [$\text{m}^3/\text{ч} \cdot \text{бар}^{-1/2}$] определяются пересечением зависимости $\Delta P=f(M)$ с линией $\Delta P=1$ бар при различных значениях номера преднастройки.

2.7. Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам «PRADO Classic» специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G фирмы «Данфосс» (рис. 2.2, б), «HERZ-TS-E» (рис. 2.4), марки **M** фирмы «Oventrop» (рис. 2.5), модели 804 фирмы «Comar», типа **H** фирмы «Honeywell» и термостаты фирм «Heimeier» и «Heiztechnik Gruppe Polska».

На рис. 2.4 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-E» для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1K, 2K или 3K, а также при полностью открытом клапане. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.



Стрелками
указано предель-
ное значение пе-
репада давления
(0.2 бар), при ко-
тором уровень
звукового давле-
ния не превыша-
ет 25 дБ(А)

Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

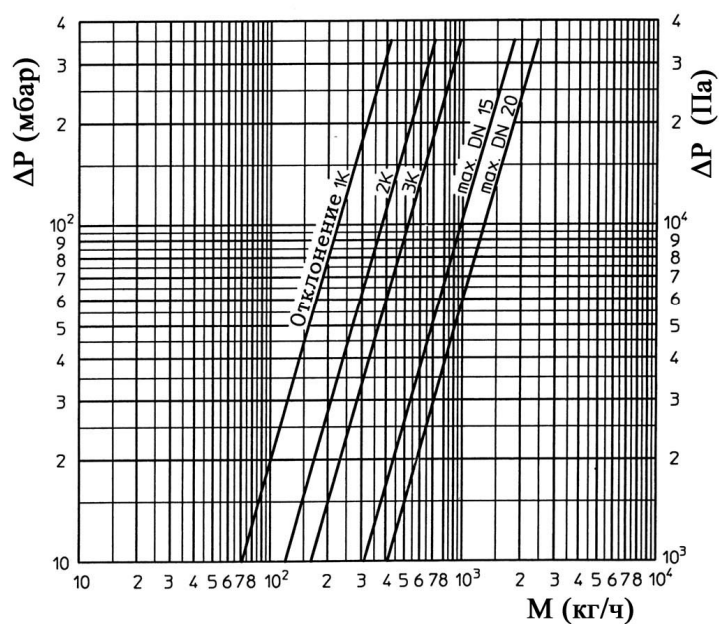


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Oventrop» при различных режимах настройки

Представленные на рис. 2.2 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однетрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках в режиме настройки на 2К (2°C). Отметим, что, как правило, термостаты условным диаметром 25 мм на подводках к панельным радиаторам не применяются.

В однетрубных системах отопления с радиаторами «PRADO Classic» целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «HERZ Armaturen», «Oventrop» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Гидравлические характеристики таких радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

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

На рис. 2.1 и 2.4 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов от расхода воды, с линией $\Delta P = 1$ бар = 100 кПа указаны значения расходных коэффициентов K_v [(м³/ч)·бар^{-1/2}]. Для однетрубных систем отопления рекомендуется применять термостаты с $K_v \geq 1,2$ [11].

При определении K_v в первом приближении принимали, что 1 м³ воды характеризуется массой в 1 тонну. В общем случае более корректно вместо K_v принимать обозначение K_m с размерностью [(т/ч)·бар^{-1/2}].

На рис. 2.1, 2.2 (а) и 2.4 стрелками или пунктиром показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень звука термостатов не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень звука не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 0,015-0,03 МПа (1,5-3 м вод. ст.) Отметим, что для обеспечения нормальной работы термостата перепад давления на нём должен быть не менее 0,003-0,005 МПа (0,3-0,5 м вод. ст.).

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.7, следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики соединительной гарнитуры.

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

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [12], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.9. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [8].

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

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm}, \quad (2.3)$$

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

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

2.11. В таблице 2.4 приведены усреднённые значения коэффициентов затекания α_{np} узлов однотрубных систем водяного отопления со стальными панельными радиаторами «PRADO Classic» при одностороннем боковом подсоединении теплопроводов и характерном для панельных радиаторов сочетании диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{з\gamma}$) и подводок (d_n) в однотрубных системах отопления.

Значения α_{np} при установке термостатов определены при настройке их на режим 2К (2°C) и расходах теплоносителя в стояке 240-540 кг/ч.

При подводках к радиаторам условным диаметром 15 мм используются термостаты RTD-G 15 (кодировый № 013L3743 - угловой и 013L3744 - прямой), «HERZ-TS-E» (марка 1 7723 11 с $X_p=0,44$ мм или с термоголовой HERZ 7262 с $X_p=0,7$ мм) или «М» (артикул 118 54 04). Заметим, что гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) термостатов практически совпадают.

Таблица 2.4. Усреднённые значения коэффициентов затекания α_{np} узлов однотрубных систем водяного отопления со стальными панельными радиаторами «PRADO Classic»

Вид термостата	Тип радиатора	Значения α_{np} при $d_{ст} \times d_{з\gamma} \times d_n = 15 \times 15 \times 15$ (мм)
Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,205
	20, 21, 22, 33	0,225
Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм	10, 11	0,305
	20, 21, 22, 33	0,335
Фирма «Данфосс»: тип RTD-G с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	10, 11	0,2
	20, 21, 22, 33	0,22
Фирма «Oventrop», тип M с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	10, 11	0,2
	20, 21, 22, 33	0,205

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

2.13. Исследования, проведённые ООО «Витатерм», показали возможность применения радиаторов «PRADO» в системах отопления, заполненных низкотемпературным теплоносителем. Производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом на этиленгликолевой основе, необходимо увеличивать на 10% и их напор на 50%, а при использовании антифриза на пропиленгликолевой основе соответственно на 15% и 60%. Это связано с существенным различием теплофизических свойств антифризов и воды.

3. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [6], [7], [8], [9], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

3.2. При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам. Первый из них β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от типа радиатора по табл. 3.1, а второй - β_2 определяется долей увеличения теплопотерь через зарадиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 3.1.

Таблица 3.1. Значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	β_1	β_2	
			При установке у наружной стены	При установке у наружного остекления
10	300	1,005	1,04	1,1
10	500	1,01		
11, 20	300	1,02		
11, 20	500	1,027	1,03	1,08
21	300	1,035	1,02	1,06
	500	1,05		
22	300	1,08	1,015	1,04
	500	1,09		
33	300	1,15	1,01	1,02
	500	1,2		

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

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

Увеличение теплопотерь через зарадиаторные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно, номинального (нормативного) теплового потока при подборе радиатора, поскольку тепловой поток от прибора возрастает практически на столько же, на сколько возрастают теплопотери.

При введении поправочных коэффициентов β_1 и β_2 на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, пола-

гая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально увеличению их нагрузок.

3.3. При подборе радиаторов, оснащённых термостатами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителя, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [8], [9], следует увеличивать в 1,15 раза для жилых помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [4], [13].

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

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = Q_{ny} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p = K_{ny} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p, \quad (3.1)$$

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

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

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_n = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n, \quad (3.2)$$

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 $t_{в}$, °С;

Δt_{np} - 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. 3.2);

n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по табл. 3.2);

M_{np} - фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

0,1 - нормированный массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

b - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 3.3);

p - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 3.4); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз» $p=1$;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 3.5 - 3.7);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{np}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массового расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.8);

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

$$K_{ny} = \frac{Q_{ny}}{F \cdot 70}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}, \quad (3.3)$$

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м² (принимается по табл. 1.3 и 1.4).

Таблица 3.2. Усреднённые значения показателей степени n и m и коэффициента c при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,15 кг/с (54-540 кг/ч)

Схема движения теплоносителя	Тип радиатора	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>m</i>	<i>p</i>
Сверху-вниз	10-300	0,26	1	0	1
	10-500	0,26	1	0	1
	11-300	0,26	1	0	1
	11-500	0,3	1	0	1
	20-300	0,28	1	0	1
	20-500	0,28	1	0	1
	21-300	0,3	1	0	1
	21-500				
	22-300				
	22-500				
	33-300				
	33-500				
Снизу-вверх	10-300	0,3	0,7	0,05	См. табл. 3.4
	10-500	0,3	0,7	0,05	
	11-300	0,3	0,8	0,05	
	11-500	0,3	0,76	0,05	
	20-300	0,3	0,76	0,05	
	20-500	0,3	0,76	0,05	
	21-300	0,32	0,8	0,08	
	21-500		0,76		
	22-300	0,32	0,78	0,08	
	22-500		0,76		
	33-300	0,32	0,8	0,08	
	33-500		0,76		
Снизу-вниз	10-300	0,26	0,97	0	1
	10-500				
	Все остальные	0,28	0,96	0	1

Таблица 3.3. Значения поправочного коэффициента b

Типы радиаторов	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, 20	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21, 22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33	0,961	0,967	0,973	0,98	0,986	0,993	1	1,013

Таблица 3.4. Значения поправочного коэффициента p

Тип радиатора	Значения p при длине радиатора L (мм)				
	400, 500	600, 700	800, 900	1000, 1200	1200 и более
10, 11, 20	1,08	1,06	1,04	1,02	1
21, 22, 33	1,05	1,04	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента φ_1 при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,15 кг/с

Θ , °C	φ_1 для типоразмеров радиаторов			Θ , °C	φ_1 для типоразмеров радиаторов		
	10-300 10-500 11-300	20-300 20-500	11-500, 21-300 21-500, 22-300 22-500, 22-300 33-500		10-300 10-500 11-300	20-300 20-500	11-500, 21-300 21-500, 22-300 22-500, 22-300 33-500
36	0,433	0,427	0,421	64	0,893	0,892	0,89
38	0,463	0,458	0,452	66	0,929	0,927	0,926
40	0,494	0,489	0,483	68	0,964	0,964	0,963
42	0,525	0,52	0,515	70	1	1	1
44	0,557	0,552	0,547	72	1,036	1,037	1,037
46	0,589	0,584	0,579	74	1,073	1,074	1,075
48	0,622	0,617	0,612	76	1,109	1,111	1,113
50	0,654	0,65	0,646	78	1,146	1,149	1,151
52	0,688	0,684	0,679	80	1,183	1,186	1,19
54	0,721	0,717	0,714	82	1,221	1,224	1,228
56	0,755	0,752	0,748	84	1,258	1,263	1,267
58	0,789	0,786	0,783	86	1,296	1,301	1,307
60	0,823	0,821	0,818	88	1,334	1,34	1,346
62	0,858	0,856	0,854	90	1,373	1,379	1,386

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,1 кг/с

Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов		Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов	
	10-300, 10-500 11-300, 11-500 20-300, 20-500	21-300, 21-500 22-300, 22-500 33-300, 33-500		10-300, 10-500 11-300, 11-500 20-300, 20-500	21-300, 21-500 22-300, 22-500 33-300, 33-500
36	0,421	0,416	64	0,89	0,889
38	0,452	0,446	66	0,926	0,925
40	0,483	0,478	68	0,963	0,962
42	0,515	0,51	70	1	1
44	0,547	0,542	72	1,037	1,038
46	0,579	0,575	74	1,075	1,076
48	0,612	0,608	76	1,113	1,115
50	0,646	0,641	78	1,151	1,154
52	0,679	0,675	80	1,19	1,193
54	0,714	0,71	82	1,228	1,232
56	0,748	0,745	84	1,267	1,272
58	0,783	0,78	86	1,307	1,312
60	0,818	0,816	88	1,346	1,353
62	0,854	0,852	90	1,386	1,393

Таблица 3.7. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «снизу-вниз» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,1 кг/с

Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов		Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов	
	Все типоразмеры радиаторов, кроме 10-300 и 10-500	10-300 10-500		Все типоразмеры радиаторов, кроме 10-300 и 10-500	10-300 10-500
36	0,427	0,433	64	0,892	0,893
38	0,458	0,463	66	0,927	0,929
40	0,489	0,494	68	0,964	0,964
42	0,52	0,525	70	1	1
44	0,552	0,557	72	1,037	1,036
46	0,584	0,589	74	1,074	1,073
48	0,617	0,622	76	1,111	1,109
50	0,65	0,654	78	1,149	1,146
52	0,684	0,688	80	1,186	1,183
54	0,717	0,721	82	1,224	1,221
56	0,752	0,755	84	1,263	1,258
58	0,786	0,789	86	1,301	1,296
60	0,821	0,823	88	1,34	1,334
62	0,856	0,858	90	1,379	1,373

Таблица 3.8. Значения поправочного коэффициента φ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

M_{пр}		φ_2 для типоразмеров радиаторов					
кг/с	кг/ч	10-300 10-500	11-300	11-500 20-300 20-500	21-500 33-300	21-500 22-500 33-500	22-300
0,015	54	0,637	0,728	0,691	0,687	0,653	0,67
0,02	72	0,646	0,738	0,701	0,703	0,668	0,685
0,03	108	0,659	0,753	0,716	0,727	0,69	0,708
0,04	144	0,669	0,764	0,726	0,743	0,706	0,725
0,05	180	0,676	0,773	0,734	0,757	0,719	0,738
0,06	216	0,682	0,78	0,741	0,768	0,73	0,749
0,07	252	0,688	0,786	0,747	0,777	0,739	0,758
0,08	288	0,692	0,791	0,752	0,786	0,746	0,766
0,09	324	0,696	0,796	0,756	0,793	0,754	0,773
0,1	360	0,7	0,8	0,76	0,8	0,76	0,78
0,125	450	0,708	0,809	0,769	0,814	0,774	0,794
0,15	540	0,714	0,816	0,776	0,826	0,785	0,806

Примечание. Значение φ_2 при движении теплоносителя «сверху-вниз» равно 1; «снизу-вниз» - **0,97** для типоразмеров 10-300 и 10-500 и **0,96** – для всех остальных типоразмеров

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

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p. \quad (3.4)$$

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «PRADO» значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{пр}$, но также от высоты, глубины и длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 3.2 пределов значений $M_{пр}$. При движении воды в приборе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по двум - четырём вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводящим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводящими теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент p , приведённый в табл. 3.4.

3.7. Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у внутренних перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 3.

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

4. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальными панельными радиаторами «PRADO Classic». Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом «HERZ-TS-E» на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх».

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.3 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_n условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), 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 1013,3 гПа, т. е. $b=1$. Средний расход воды в стояке $M_{ст}=480$ кг/ч (0,133 кг/с).

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

Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} \quad (4.1)$$

где $Q_{пот}$ - теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;
 $Q_{тр.п}$ - полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.
 В нашем примере принимаем $Q_{тр.п}=0,9 Q_{тр.}$

$$Q_{тр.} = q_{тр. в} \cdot L_{тр. в} + q_{тр. г} \cdot L_{тр. г} \quad (4.2)$$

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

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.4) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается радиатор типа 11-500-900 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{np} = 0,205$ (по данным табл. 2.4).

Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm} = 0,205 \cdot 0,133 = 0,027 \text{ кг/с.}$$

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

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,027} = 8,42^\circ\text{C} , \quad (4.3)$$

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

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

Температурный напор Θ определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 4,21 - 20 = 80,79^\circ\text{C}.$$

Определяем предварительно требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях Q_{ny}^{mp} по формуле

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,205 \cdot 0,712 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1067 \text{ Вт} , \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 и p - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.6, 3.8 и 3.4.

Безразмерный коэффициент p , принимается по табл. 3.4 исходя из предварительно выбранного типоразмера радиатора. В нашем случае $p=1,04$.

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} и желаемой длины прибора (900 -1200 мм), согласно табл. 1.4 принимаем типоразмер **«PRADO Classic» 11-500-900** с $Q_{ny}=1088\text{Вт}$.

С учётом рекомендаций [6] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева радиатора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

Если запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в следующий радиатор.

Невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100 = 2 \% . \quad (4.5)$$

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

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

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «PRADO» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [14], настоящих рекомендаций, рекомендаций [15], а также технических условий и проспектных материалов ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС».

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.3 и 1.4, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.12).

Транспортировку, хранение и монтаж стальных панельных радиаторов необходимо производить в соответствии с ТУ 4935-010-17757185-2009 надлежащим образом, исключая механические повреждения, нарушения лакокрасочного покрытия, попадание влаги (например, дождя, конденсата) и воздействие агрессивных сред (например, свежего цементного раствора или застывающего бетона).

5.3. Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями кронштейнов. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «PRADO» показана на рис. 5.1, а размеры их привязки представлены в табл. 5.1.

5.4. Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен и только с помощью фирменных кронштейнов. Во избежание аварийных ситуаций с отопительными приборами «PRADO» не рекомендуется их использовать для обогрева помещений в период строительства зданий. Для этой цели необходимо применять специальные воздухонагреватели. Допускается при проведении отделочных работ в помещении в зимнее время включить систему отопления, не снимая упаковку. Температура теплоносителя при этом не должна превышать 90°C.

5.5. При монтаже панельных радиаторов обязательна установка воздухоотводчика в одной из верхних глухих пробок радиатора.

5.6. Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов в соответствии с рис 5.1 и табл. 5.1; минимальные расстояния от пола различных модификаций указаны на рис. 1.3 и 1.4;

- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка кронштейнов к стене);

- удалить упаковку только в местах присоединения радиатора к подводящим теплопроводам и крепления к кронштейнам;

- установить радиатор на кронштейнах;

- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления;

- установить воздухоотводчик в верхнюю пробку;

- установить термостатический элемент (термостатическую головку) у радиаторов «PRADO Universal».

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

5.8. Не допускается установка панельных радиаторов с повреждённым лакокрасочным покрытием в кухнях, ванных комнатах и туалетах.

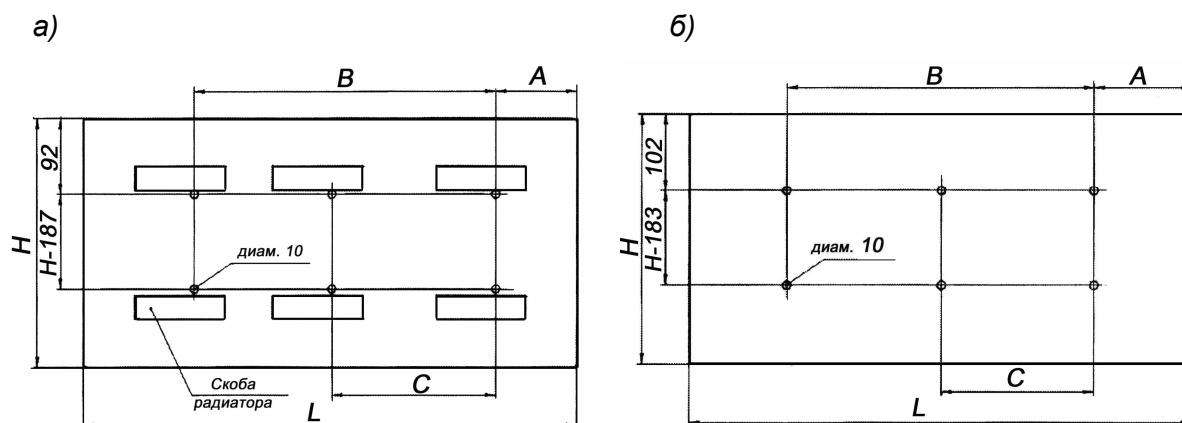


Рис. 5.1. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов: а – «PRADO Classic» всех типов и «PRADO Universal» типов 10 и 11; б - «PRADO Universal» типов 20, 21, 22 и 33

Таблица 5.1. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов

Размеры для радиаторов «PRADO Classic» всех типов и «PRADO Universal» типов 10 и 11 высотой $H = 300$ и 500 мм			
L	A	B	C
400	99/104	166	-
500	132/137	200	-
600	132/137	300	-
700	132/137	400	-
800	132/137	500	-
900	132/137	600	-
1000	132/137	700	-
1100	132/137	800	-
1200	232/237	700	-
1300	232/237	800	-
1400	232/237	900	-
1500	232/237	1000	-
1600	232/237	1100	-
1700	232/237	1200	-
1800	232/237	1300	667
1900	232/237	1400	717
2000	232/237	1500	767
2200	232/237	1700	867
2400	232/237	1900	967
2600	232/237	2100	1067
2800	232/237	2300	1167
3000	232/237	2500	1267
<i>Примечание:</i> размеры A под дробной чертой указаны для варианта установки кронштейнов малой полкой к стене (см. п. 1.11 и рис. 1.4)			

Размеры для радиаторов «PRADO Universal» типов 20, 21 33 высотой $H = 300$ и 500 мм			
L	A	B	C
400	50	300/166	-
500	150	200	-
600	150	300	-
700	150	400	-
800	150	500	-
900	150	600	-
1000	150	700	-
1100	150	800	-
1200	250	700	-
1300	250	800	-
1400	250	900	-
1500	250	1000	-
1600	250	1100	-
1700	250	1200	-
1800	250	1300	650
1900	250	1400	700
2000	250	1500	750
2200	250	1700	850
2400	250	1900	950
2600	250	2100	1050
2800	250	2300	1150
3000	250	2500	1250
<i>Примечание:</i> размер B над дробной чертой при длине $L=400$ мм относится к радиаторам высотой 300 мм, под чертой – к радиаторам высотой 500мм			

5.9. При монтаже радиаторов следует избегать случаев их неправильной установки:

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 75% глубины прибора в установке, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;
- установки радиатора на кронштейнах, изготовленных другими фирмами, вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые зализы (следы) над прибором;
- установки в помещениях медицинских учреждений радиаторов типа 10 и 20 без специальных скоб, обеспечивающих зазор между стеной и прибором не менее 60 мм;
- слишком высокой установки, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 200 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;
- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 90% глубины радиатора в установке при высоте радиатора 500 мм и 75% - при высоте 300 мм), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора (см. рис. 5.2);
- негоризонтального положения коллекторов радиатора, т.к. это ухудшает его тепловые показатели, гигиеничность и внешний вид;
- установки перед радиатором декоративных экранов (не учтённых при тепловых расчётах) или закрытия его шторами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

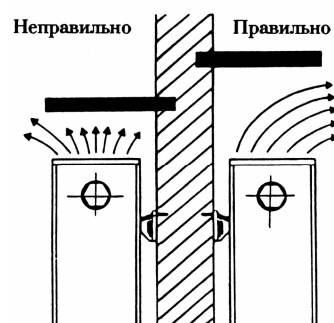


Рис. 5.2. Схемы установки радиатора под подоконником

При автоматическом регулировании не рекомендуется размещать термостаты на расстоянии менее 150 мм от проёма балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника. В этих случаях следует использовать термостаты с выносным датчиком.

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

5.11. При необходимости удаления теплоносителя из радиатора «PRADO Universal», оснащённого H-образным запорным клапаном (рис. 5.3), дренаж радиатора производится обычно в следующем порядке:

- отвинтить крышку запорно-дренажного устройства;
- перекрыть запорные устройства на входе и выходе теплоносителя;
- надеть спускной кран на штуцер запорно-дренажного устройства;
- открыть дренаж поворотом штока квадратного сечения.

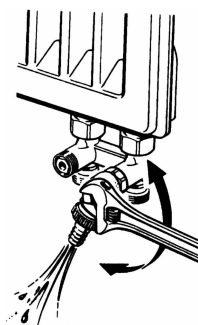


Рис. 5.3. Дренаж радиатора

5.12. В процессе эксплуатации следует производить очистку наружных поверхностей радиатора в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода.

5.13. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы и средства, являющиеся агрессивными веществами (сильной щёлочью или кислотой). Исключается использование пористых увлажнителей.

5.14. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны, как указывалось, удовлетворять требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [3].

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм^3 [2], [16], а значение pH должно быть в пределах 8-9,5 (оптимально 8,3 - 9). Содержание в воде железа (до $0,5 \text{ мг/дм}^3$) и других примесей - согласно [3], общая жёсткость - до 7 мг-экв/дм^3 .

5.15. При эксплуатации стальных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде кислорода и загрязнений (шлама), а также к гидравлическим ударам и превышению давления теплоносителя в системе отопления сверх допустимого. Поэтому радиаторы «PRADO» рекомендуется, как указывалось, применять в системах отопления с независимой схемой подсоединения к системе теплоснабжения, с закрытыми расширительными сосудами, современными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непосредственно из тепловой сети. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка грязевиков, а при применении термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – ещё и фильтров, в том числе постояковых. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм^3 .

5.16. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 1 МПа. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 [2]).

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при испытании водяных систем отопления. В то же время практика и анализ условий эксплуатации панельных радиаторов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение целесообразно держать в пределах 25%. Следует также иметь в виду, что давление теплоносителя при опрессовке и работе системы отопления не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы в любой её точке. Например, при использовании панельных радиаторов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 1 МПа, избыточное давление при опрессовке системы должно находиться в пределах 1,25-1,5 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

5.17. Во избежание образования воздушных пробок заполнение водой системы отопления с радиаторами, оборудованными термостатами, следует производить снизу через обратную магистраль при открытых термостатах (со снятым защитным колпачком и без термостатического элемента).

5.18. Термостат не является запорной арматурой. Если необходимо демонтировать радиатор, на подводке к которому установлен проходной термостат, следует снять термостатический элемент и полностью закрыть термостат с помощью металлического (не пластмассового) колпачка, а затем заглушить прибор со стороны снятой подводки, а также перекрыть вторую подводку.

5.19. Термостатический элемент в условиях эксплуатации настраивается на требуемую температуру в отапливаемом помещении поворотом его рукоятки с нанесённой на неё круговой шкалой. Для этого настроечная рукоятка

поворачивается до совмещения нужного индекса на шкале рукоятки с меткой на корпусе термостатического элемента. В качестве примера на рисунке 5.4 приведена шкала настройки температуры воздуха для термостатических элементов RTD 3100, RTD 3102 и RTD 3120 фирмы «Данфосс». Указанные величины температур в °С являются только ориентировочными, так как фактическая температура в помещении часто отличается от температуры воздуха вокруг термостатического элемента и зависит от условий его размещения.

Обращаем внимание, что при использовании термостатов с монтажной настройкой (для двухтрубных систем отопления) установка настройки на 1 и 2 позиции не рекомендуется с учётом реальных условий эксплуатации систем отопления.

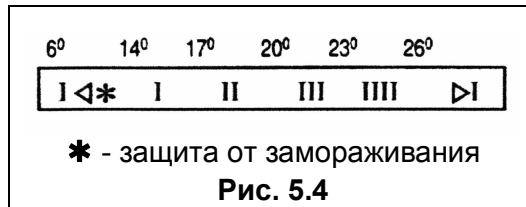


Рис. 5.4

5.20. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более чем на 15 суток в году.

5.21. При необходимости отключения радиатора от системы отопления (например, для его замены) следует перекрыть обе подводки. В качестве запорной арматуры в порядке исключения может быть использован термостат при его перекрытии согласно п. 5.18. Если необходимо перекрыть радиатор без слива воды из него, следует открыть ручной воздухоотводчик на отключённом радиаторе, а перед открытием запорной арматуры у приборов для повторного подключения его к системе отопления необходимо закрыть воздухоотводчик.

Для выполнения требования п. 5.20 для исключения слива воды из радиатора достаточно перекрыть запорную арматуру только на нижней подводке к радиатору «PRADO Classic» или отключить радиатор «PRADO Universal» от Н-образного запорного клапана.

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

5.23. Радиаторы «PRADO» могут применяться в системах отопления, заполненных антифризом. В этом случае при герметизации резьбовых соединений стальных теплопроводов, фитингов и других элементов систем отопления можно использовать шелковистый лён (но не пеньку и без масляной краски), гермесил или анаэробные герметики, например, типа Loctite 542 и/или Loctite 55. Рекомендуется для этой цели использовать также эпоксидные эмали или эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Обращаем внимание, что при использовании в качестве герметика уплотнительной нити Loctite 55 допускается юстировка без потери герметичности после поворота соединяемых элементов.

Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий. Заполнение системы антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после её монтажа.

Из используемых в России марок антифриза заслуживают внимания низкозамерзающие теплоносители «Hot Stream – Тепло Вашего Дома», «Тёплый дом» и «DIXIS-30» с наиболее оптимальным для отечественных условий эксплуатации соотношением гликоля и воды.

Заслуживают внимания практически безопасные при эксплуатации антифризы «Hot Stream–Тепло Вашего Дома–ЭкоПро», «Тёплый дом-Эко» и «DIXIS-TOP» на пропиленгликолевой основе.

Отметим, что запорно-регулирующая арматура, используемая в системах отопления с радиаторами «PRADO», также должна допускать её эксплуатацию при выбранной марке антифриза.

5.24. При выполнении систем отопления из медных труб соединение их со стальными радиаторами необходимо осуществлять с помощью переходников из бронзы или качественной латуни. В этом случае во избежание разрушения этих переходников использование льна для герметизации соединений запрещено. Можно применять указанные выше герметики. В качестве переходников может быть использована запорно-регулирующая арматура с корпусом и накидными гайками из бронзы и латуни.

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

6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
4. Стандарт АВОК 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.
5. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
6. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
7. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. М., 1999.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойтова.- М.: Стройиздат, 1990.
9. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
10. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
11. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
12. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и холодоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
13. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
14. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
15. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.
16. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

Приложение 1

Таблица П 1.1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75* насосных систем водяного отопления при скорости воды в них 1 м/с

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

Примечания:

1) $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кгс/м}^2$; $1 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2$; $1 \text{ кгс/м}^2 = 9,80665 \text{ Па}$; $1 (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2 = 1,271 \cdot 10^8 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2$.

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

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.3})$$

где S_T , ζ'_4 и ζ_4 - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П 1.1 настоящего приложения).

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

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

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

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

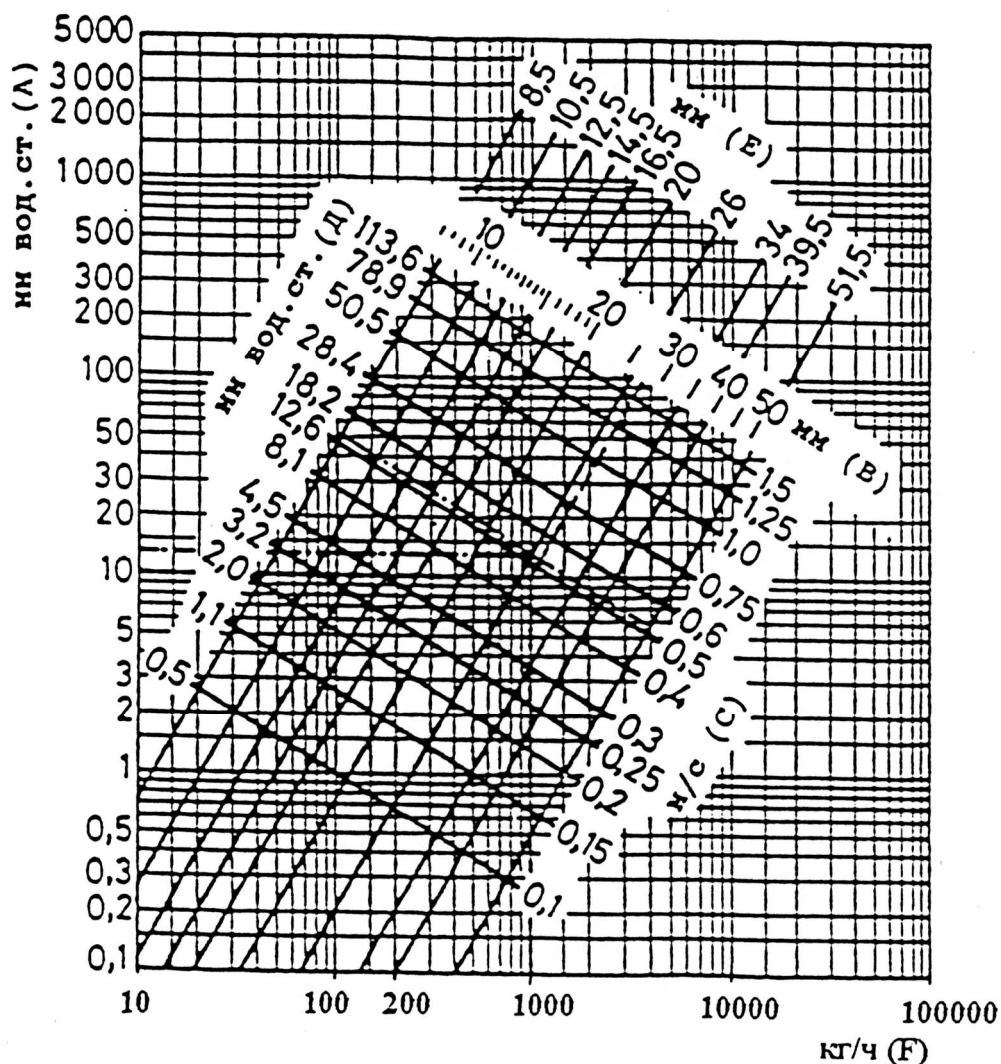
φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,02625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

Приложение 2

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



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

B — внутренние диаметры медных труб, мм;

C — скорость воды в трубах, м/с;

D — потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления $\zeta=1$ 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.

Приложение 3

**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
15	100	92,3	93,5	94,9	96,0	97,0	98,2	99,3	100,3	101,3	102,4
20		116,0	117,4	119,0	120,6	122,4	124,2	125,3	127,6	129,1	130,9
25		144,2	145,1	147,2	149,4	151,5	153,6	155,8	157,9	160,0	162,2

Примечания.

1. В двухтрубных системах отопления тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных стояков, окрашенных масляной краской, при расстоянии между их осями S , равном или меньшем двух наружных диаметров d_n , следует уменьшать в среднем на 5% по сравнению со значениями, приведёнными в настоящем приложении.

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также многорядных горизонтальных труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб S и их наружного диаметра d_n большем или равном 2,

принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток многорядных по высоте подводов и магистралей, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при $S/d_n \leq 2$ рекомендуется увеличивать в среднем в 1,2.

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

4. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб уменьшаются (умножаются на поправочный коэффициент - обычно в пределах 0,6-0,75).

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

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

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

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

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