

Научно-техническая фирма  
**ООО «ВИТАТЕРМ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «Витатерм»



**В. И. Сасин**

26 февраля 2014 г.

**РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по применению стальных панельных  
радиаторов «PRADO»  
(четвёртая редакция)

Москва – 2014

**Уважаемые коллеги!**

**Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию четвёртую 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.**

**В четвёртой редакции приведена информация о расширении номенклатуры радиаторов «PRADO» за счёт освоения производства гигиенических моделей.**

**В рекомендациях приведены гидравлические характеристики терморегуляторов с новой термостатической вставкой «PRADO».**

**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. 8 (495) 482–38–79, факс. 8 (495) 482-38-67 и тел. 8 (495) 918–58–95.**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «PRADO» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	26
3. Тепловой расчёт	30
4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	36
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO» и основные требования к их эксплуатации	38
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](http://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). При разработке рекомендаций использованы проспекты и рекламные материалы **ОАО НИТИ «ПРОГРЕСС»**.

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



Рис. 1.1. Общий вид радиатора «PRADO»

1.4. Радиаторы «PRADO» представляют собой панельные отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами сверху и снизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами. По контуру панели сварены сплошным швом, между каналами – незаметной с фронта точечной сваркой. Углы панелей и решётки закруглены для травмобезопасности. М-образное оребрение толщиной 0,4 мм приварено точечной сваркой с шагом 33,3 мм к вертикальным каналам, предназначенным для прохода теплоносителя.

Панельные радиаторы «PRADO» отвечают требованиям современного дизайна, ГОСТ 31311 [3] и стандарта АВОК [4]. Номенклатура этих радиаторов включает следующие модификации:

- радиаторы «**PRADO Classic**» - приборы традиционного исполнения с боковыми стенками, воздуховыпускной решёткой и четырьмя боковыми присоединительными отверстиями с внутренней резьбой G ½, толщина стенки панели 1,2 мм;
- «**PRADO Classic T**» - приборы аналогичного типа с толщиной стенки панели 1,4 мм;

- радиаторы «**PRADO Universal**» – приборы со встроенным терморегулирующим клапаном (термостатом) и дополнительными нижними присоединительными патрубками с правой или левой стороны прибора (правое или левое исполнение) для донной подводки теплоносителя (всего 6 патрубков – 4 боковых и 2

нижних с внутренней резьбой G ½), толщина стенки панели 1,2 мм; «PRADO Universal T» - приборы аналогичного типа с толщиной стенки панели 1,4 мм;

- радиаторы «PRADO Classic Z» и «PRADO Universal Z» - гигиенические приборы, изготавливаемые на базе моделей «PRADO Classic» и «PRADO Universal», но без воздуховыпускной решётки, боковых стенок и внутреннего конвективного оребрения, толщина стенки панели 1,2 мм; «PRADO Classic ZT» и «PRADO Universal ZT» - приборы аналогичного типа с толщиной стенки панели 1,4 мм. Радиаторы предназначены для помещений, к которым предъявляются повышенные гигиенические требования, например, для медицинских учреждений.

Все модификации радиаторов «PRADO Universal» со встроенным терморегулятором «PRADO» предназначены для применения в двухтрубных системах отопления. При установке в однотрубных системах необходимо применять терморегуляторы пониженного гидравлического сопротивления.

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

Различная теплоплотность радиаторов обеспечивается выпуском нескольких типов, отличающихся количеством рядов панелей радиатора и вертикального конвективного оребрения этих панелей по глубине радиатора. Номенклатура радиаторов «PRADO» представлена в табл. 1.1.

1.5. 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. Эта технология позволяет изготавливать панели радиаторов из высококачественной холоднокатаной стали с **толщиной 1,2 мм** (базовая модификация) и при заказе **толщиной 1,4 мм**.

Предприятие ОАО НИТИ «ПРОГРЕСС» впервые в мировой практике даёт возможность потребителю получать радиаторы не только с традиционным номенклатурным шагом 100 мм (три вертикальных канала на 100 мм длины прибора), но и по заказу с минимальным шагом 33,3 мм, равным длине радиатора, приходящейся на один вертикальный канал.

1.6. Радиаторы «PRADO» рекомендуется использовать при следующих параметрах теплоносителя:






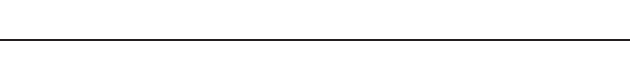



- максимальная температура - **120°C**;  
 - максимальное рабочее избыточное давление при толщине стального листа 1,2 мм **0,9 МПа (9 кг/см<sup>2</sup>)**, заводское испытательное давление не менее **1,35 МПа (13,5 кг/см<sup>2</sup>)**, давление разрушения радиаторов - не менее **2,25 МПа (22,5 кг/см<sup>2</sup>)**;

- максимальное рабочее избыточное давление при толщине стального листа 1,4 мм **1 МПа (10 кг/см<sup>2</sup>)**, заводское испытательное давление не менее **1,5 МПа (15 кг/см<sup>2</sup>)**, давление разрушения радиаторов - не менее **2,5 МПа (25 кг/см<sup>2</sup>)**.

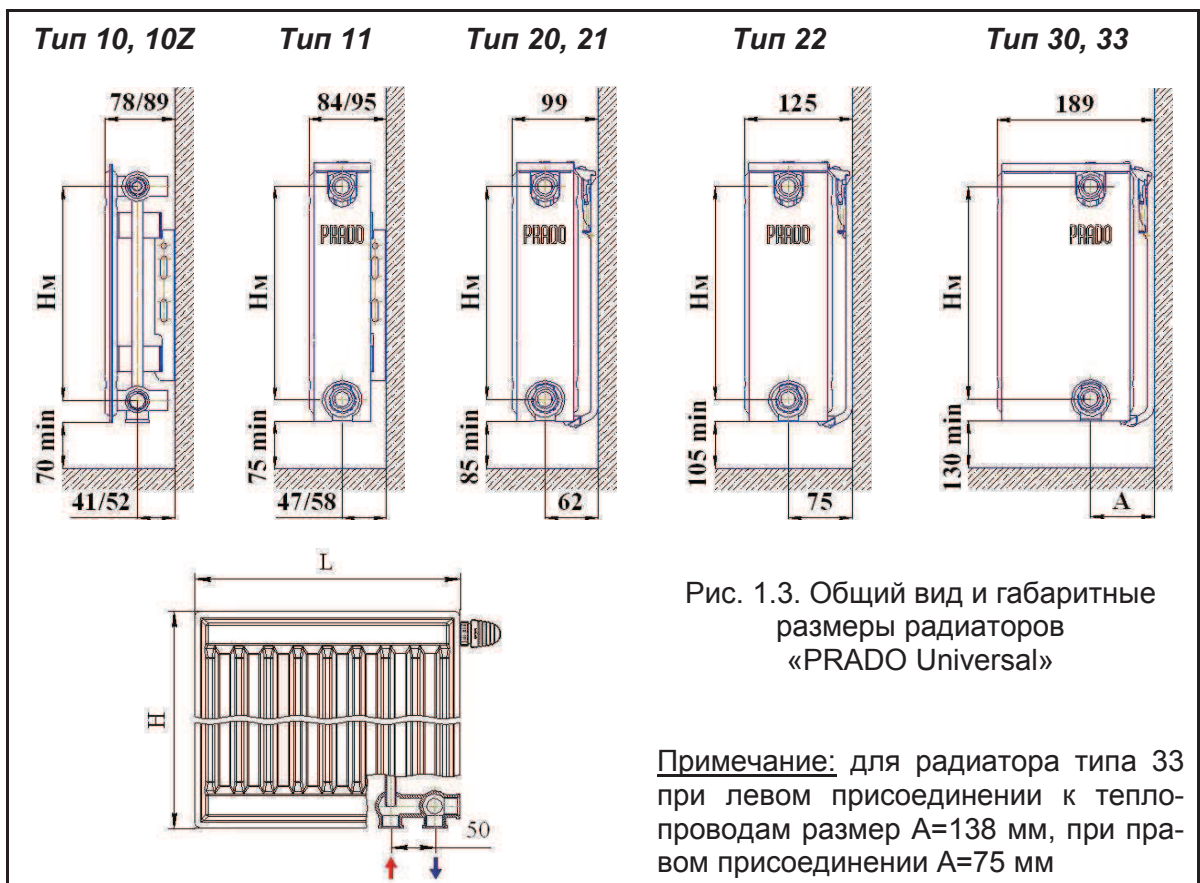
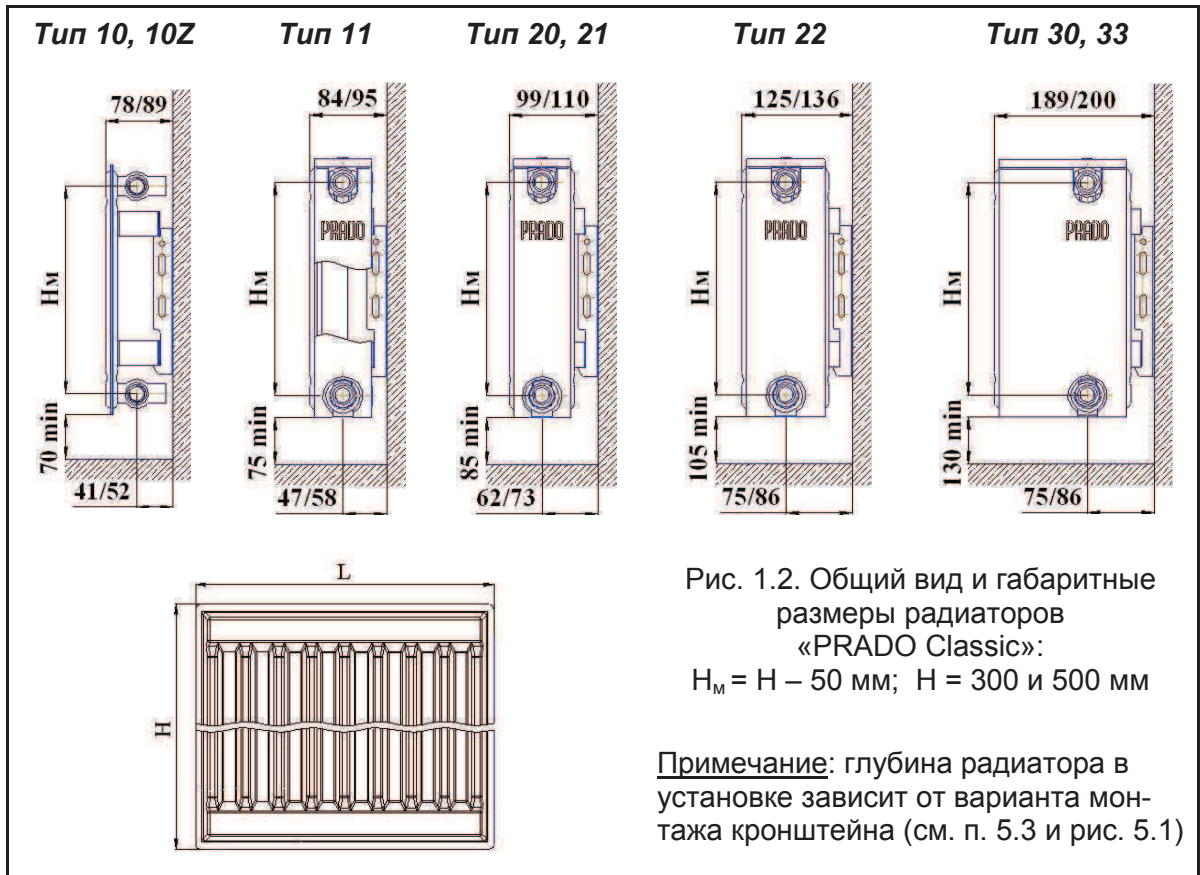
Для повышения эксплуатационной надёжности стальные радиаторы «PRADO» рекомендуется использовать **в системах отопления с независимой схемой подсоединения**, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами. Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации ...» [5].

1.7. Общий вид и габаритные размеры радиаторов «PRADO Classic» и «PRADO Classic T» представлены на рис. 1.2, «PRADO Universal» и «PRADO Universal T» - на рис. 1.3, гигиенических радиаторов «PRADO Classic Z», «PRADO Classic ZT», «PRADO Universal Z» и «PRADO Universal ZT» - на рис. 1.4.

Таблица 1.1. Номенклатура и обозначения типов радиаторов «PRADO»

Эскиз радиатора	Конструктивные особенности
	<b>Тип 10</b> – однорядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – без оребрения)
	<b>Тип 11</b> – однорядный по глубине с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения)
	<b>Тип 20Z</b> – двухрядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения)
	<b>Тип 20</b> – двухрядный по глубине без конвективного оребрения, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения)
	<b>Тип 21</b> – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями)
	<b>Тип 22</b> – двухрядный по глубине с двумя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями и приваренного к каждой панели, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между панелями)
	<b>Тип 30Z</b> – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (3 – три панели, 0 – отсутствие оребрения)
	<b>Тип 30</b> – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (3 – три панели, 0 – отсутствие оребрения)
	<b>Тип 33</b> – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения)

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



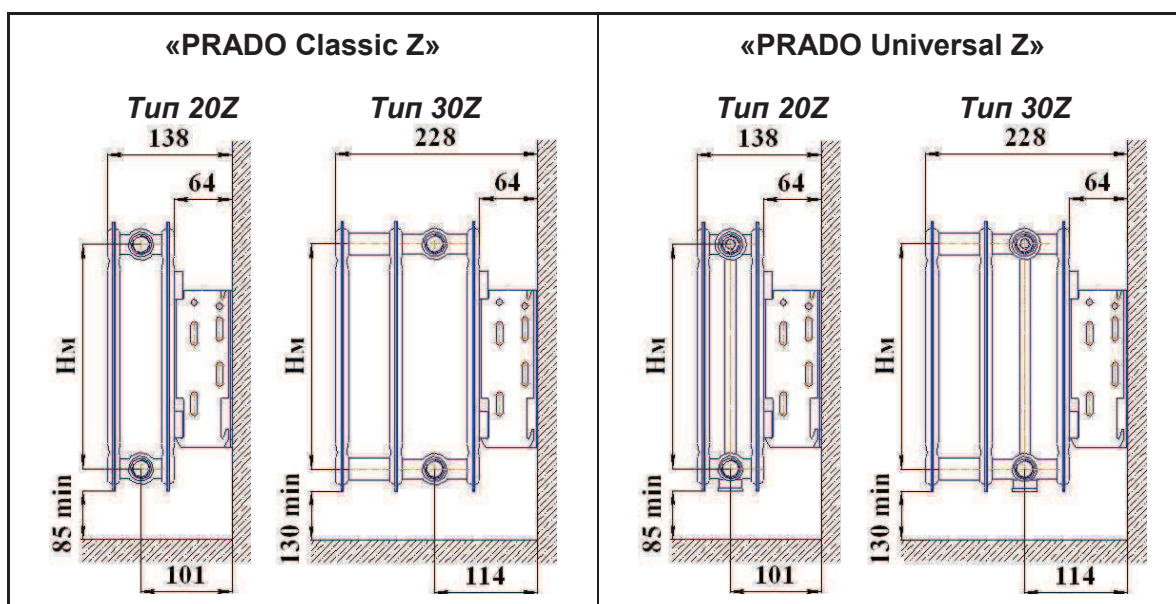


Рис. 1.4. Общий вид и габаритные размеры гигиенических радиаторов «PRADO»

1.8. 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» и «PRADO Classic Z»  $H_m$  меньше общей  $H$  на 50 мм (см. рис. 1.2 и 1.4). Расстояние между осями донных присоединительных патрубков в радиаторах «PRADO Universal» составляет 50 мм.

1.9. Радиаторы «PRADO» поставляются полной строительной готовности, в зависимости от модификации с боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой или без них (см. табл. 1.2).

Таблица 1.2.

Модель радиатора	Тип радиатора	Конструктивные особенности
«PRADO Classic» «PRADO Classic T» «PRADO Universal» «PRADO Universal T»	10, 11, 20, 21, 22, 30, 33	С воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (кроме радиатора типа 10)
«PRADO Classic Z» «PRADO Classic ZT» «PRADO Universal Z» «PRADO Universal ZT»	10Z, 20Z, 30Z	Без воздуховыпускной решётки и боковых стенок

1.10. Радиаторы «PRADO» типов 10 и 11 оснащены угловыми соединительными фитингами с тыльной стороны прибора, у остальных типов радиаторов фитинги выполнены в виде тройников. Все патрубки обеих модификаций радиаторов «PRADO» имеют внутреннюю резьбу  $G \frac{1}{2}$  и расположены заподлицо с габаритами панели и боковых стенок радиатора.

Второй со стороны боковой стенки нижний соединительный патрубок радиатора «PRADO Universal» соединён транзитным теплопроводом с фитингом верхнего коллектора. Этот фитинг является одновременно и корпусом встроенного термостата. Подвод горячего теплоносителя осуществляется только через второй от боковой стенки патрубок, обратный теплоноситель отводится через край-



ний патрубок (см. рис. 1.5). Подвод горячего теплоносителя к крайнему нижнему патрубку стального панельного радиатора со встроенным термостатом **не допускается**.

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

При донном (нижнем) присоединении прибора удобно использовать специальную гарнитуру Н-образного типа (рис. 1.5). В этом случае разводящие теплопроводы размещаются внутри специального плинтуса или встроенного в пол канала, оснащённого, при необходимости, устройством для слива воды (например, для случаев замены прибора или устранения протечек в системе отопления).

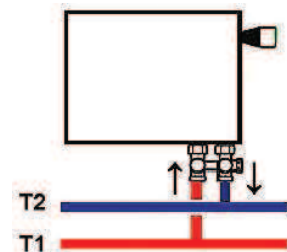


Рис. 1.5

Все присоединительные отверстия радиаторов имеют трубную внутреннюю резьбу 1/2".

Корпус термостата защищён специальным колпачком.

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

1.12. В таблице 1.3 приведена стандартная комплектация радиаторов «PRADO».

**Таблица 1.3. 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.

**Примечания.** 1. По умолчанию радиаторы «PRADO Universal» комплектуются встроенными клапанами терморегулятора «PRADO» PR 301115.  
2. Комплектация радиаторов клапанами фирмы «Данфосс» осуществляется по специальному заказу.  
3. Термостатические элементы для терморегуляторов поставляются заводом по специальному заказу или приобретаются потребителем самостоятельно.

По заказу могут быть поставлены фирменные стойки для напольной установки радиаторов.

Завод-изготовитель выпускает радиаторы «PRADO Classic» всех типов, «PRADO Universal» типов 10 и 11 и гигиенические радиаторы типа 10Z, 20Z и 30Z

со скобами, приваренными к тыльной стороне радиаторов для их крепления на специальных угловых кронштейнах, которые представлены в разделе 5.

Радиаторы «PRADO Universal» типов 20, 21, 22, 30 и 33 не имеют скоб и крепятся к стенам с помощью компактных кронштейнов. 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.

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

Радиаторы «PRADO Universal» типов 10, 11, 20Z и 30Z с нижними патрубками заказываются левого или правого исполнения. Сторона присоединения остальных типов радиаторов «PRADO Universal» определяется при монтаже и достигается поворотом радиаторов на  $180^\circ$  вокруг вертикальной оси приборов. На рис.1.5 показан вариант правого исполнения радиатора «PRADO Universal».

1.13. Каждый готовый к отправке заказчику радиатор «PRADO» по углам защищён пластиковыми угловыми накладками, а затем обтянут термоусадочной полиэтиленовой плёнкой.

1.14. Основные технические характеристики радиаторов «PRADO» представлены в табл. 1.4 - 1.6 (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 [6], [7] 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  $M_{np}=0,1$  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.

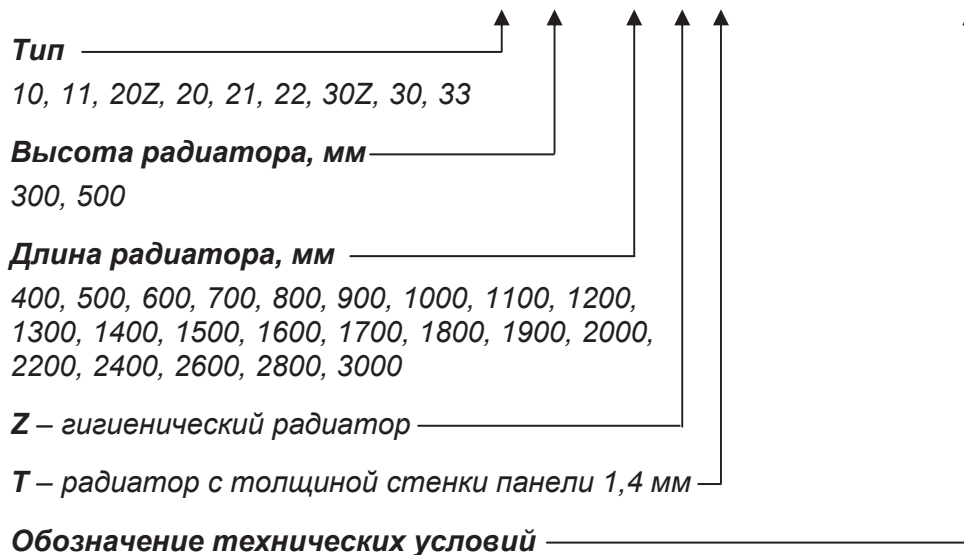
Приведённые в таблицах 1.4 - 1.6 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов длиной до 1400 мм с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз». При длине радиатора от 1500 до 3000 мм данные табл. 1.4 - 1.6 относятся только к случаям 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. 1.4 - 1.6 площадь поверхности нагрева  $F$  с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

1.15. При заказе радиаторов «PRADO» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.4 -1.6. Условные обозначения радиаторов «PRADO» должны соответствовать схемам, приведённым на рис. 1.6.

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 и правое или левое расположение патрубков (только для «PRADO Universal» типов 10, 11, 20Z и 30Z), а затем номер технических условий.

**Радиатор «PRADO Classic» 20–300–1200 Z (Т), ТУ 4935-010-17757185-2009**



**Радиатор «PRADO Universal» 22–500–1200 прав. Z (Т) Д, ТУ 4935-010-17757185-2009**

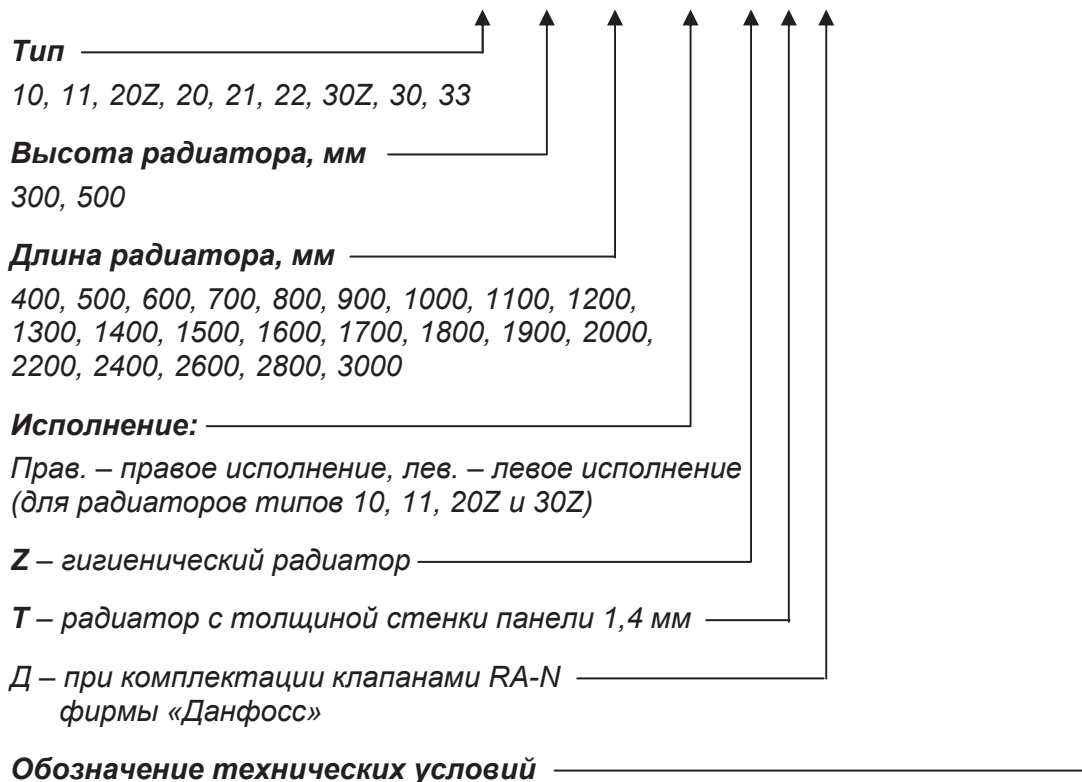


Рис. 1.6. Схема представления данных при заказе радиаторов «PRADO»

Примеры условного обозначения радиаторов «PRADO»:

радиатор отопительный стальной панельный «PRADO Classic», тип 22, высотой 500 мм, с двумя панелями толщиной 1,2 мм 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 толщиной 1,2 мм без оребрения между ними, длиной 600 мм, с фирменным клапаном «PRADO» PR 301115 терморегулятора для двухтрубных систем отопления, с нижним расположением присоединительных патрубков:

**радиатор «PRADO Universal» 20-500-600 , ТУ 4935-010-17757185-2009 .**

1.16. Для медицинских учреждений рекомендуется использовать радиаторы типов 10Z, 20Z и 30Z 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 поставляет радиаторы типов 10Z, 20Z и 30Z со специальными скобами, обеспечивающими установку радиаторов на стене с зазором 60 мм.

1.17. 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.1.7).

1.18. Панельные радиаторы «PRADO» всех типов размеров 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).

1.19. На рис. 1.8 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и присоединений к ним радиаторов.

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

Согласно СП [8] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться автоматическими терморегуляторами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры.

Характерная для части отечественной справочной и учебной литературы схема обвязки отопительного прибора предусматривает установку регулирующей арматуры только на горячей подводке. При такой схеме обвязки, по данным ООО «Витатерм», при полном закрытии регулирующей арматуры, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном

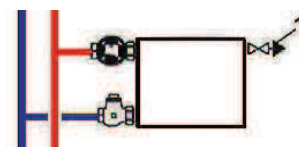
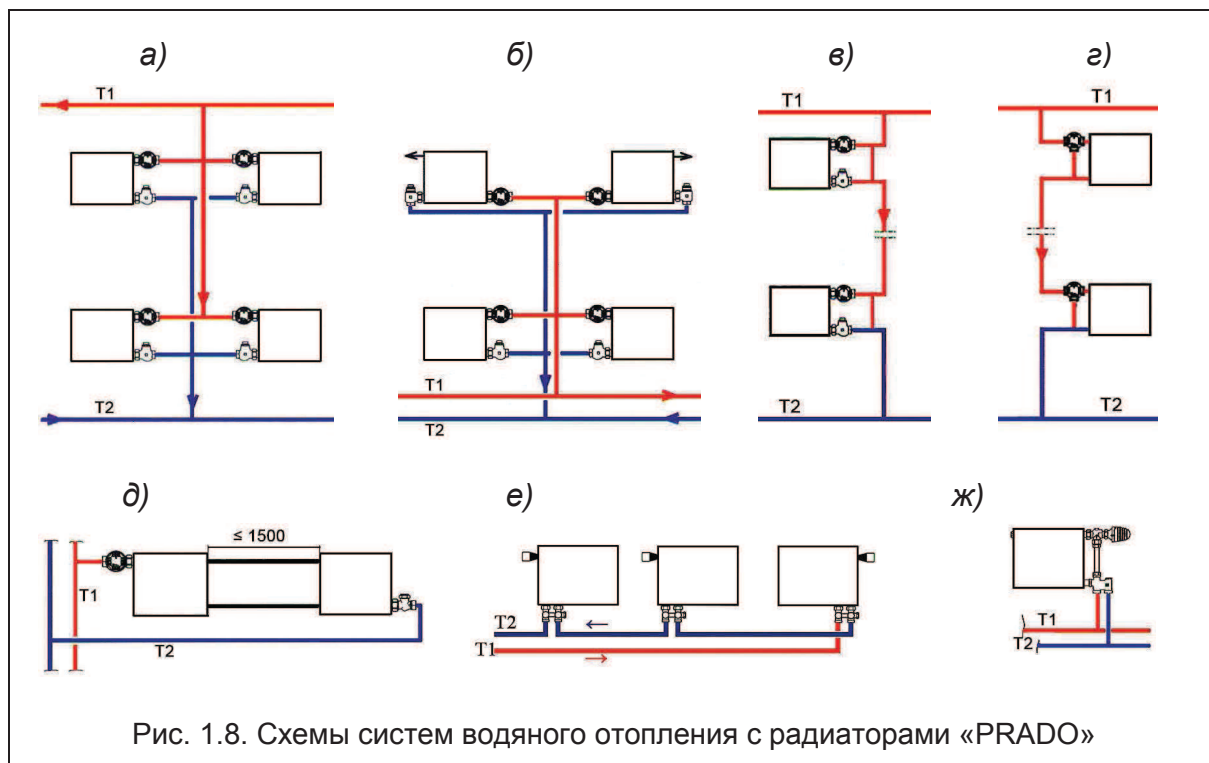


Рис. 1.7. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе

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. 1.7 и 1.8).



У радиаторов «PRADO Classic» на нижних подводках монтируются, в частности, запорные клапаны типа «PRADO» (прямой или угловой), клапаны фирм «Данфосс», «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 укрупнять радиаторы. Поэтому при длине радиатора 1400 мм и более (см. п. 1.14) рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения радиатора (рис. 1.9).

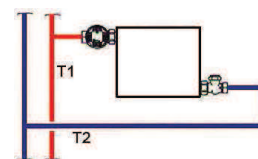


Рис.1.9

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.8д) 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. 1.8е, 1.8ж). В этом случае могут быть также использованы гарнитуры бокового подсоединения.

1.21. Для радиаторов «PRADO Universal» можно рекомендовать H-образный запорно-присоединительный клапан (рис. 1.10), который может быть использован как в двухтрубной, так и в однотрубной системе отопления при комплектации радиатора специальным терморегулятором низкого гидравлического сопротивления. Завод-изготовитель рекомендует узлы нижнего подключения «PRADO» различных модификаций, которые могут быть использованы как в двухтрубной, так и в однотрубной системе отопления. С помощью такого клапана 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.

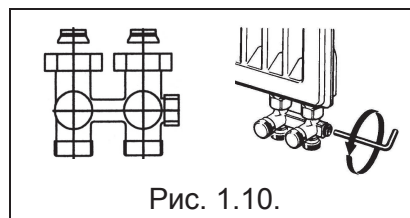


Рис. 1.10.

1.22. В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатического элемента с выносным датчиком (рис.1.11). На схеме 1.11а показан термостатический элемент с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.11б – с выносной регулировкой и на схеме 1.11в – электронный термостатический элемент (термопривод).

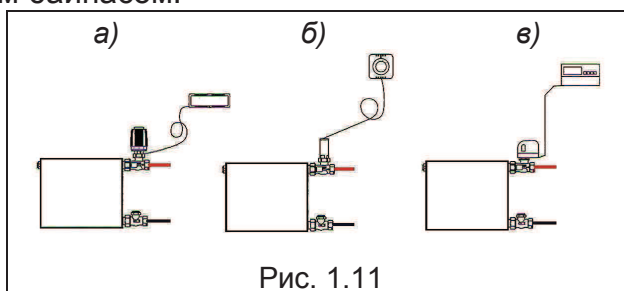


Рис. 1.11

1.23. 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).

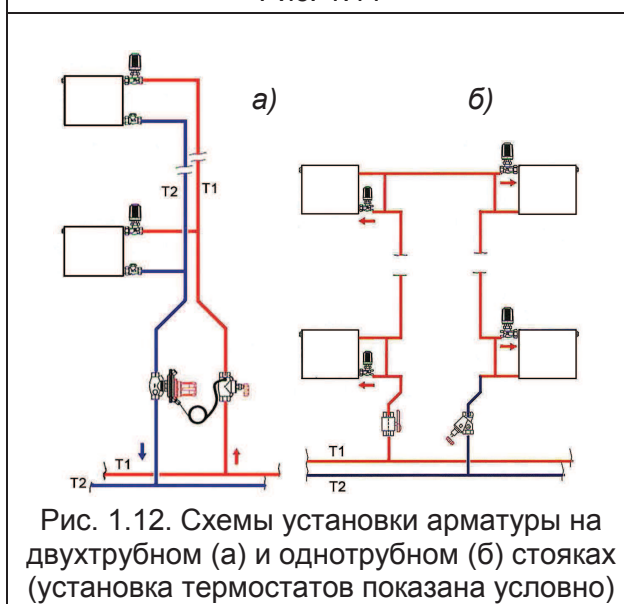


Рис. 1.12. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однотрубном (б) стояках (установка термостатов показана условно)

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.

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

1.25. 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 теплотерь 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.

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

1.27. 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.

1.28. Цена настоящих рекомендаций по применению радиаторов «PRADO» договорная.

1.29. 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.

1.30. 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.

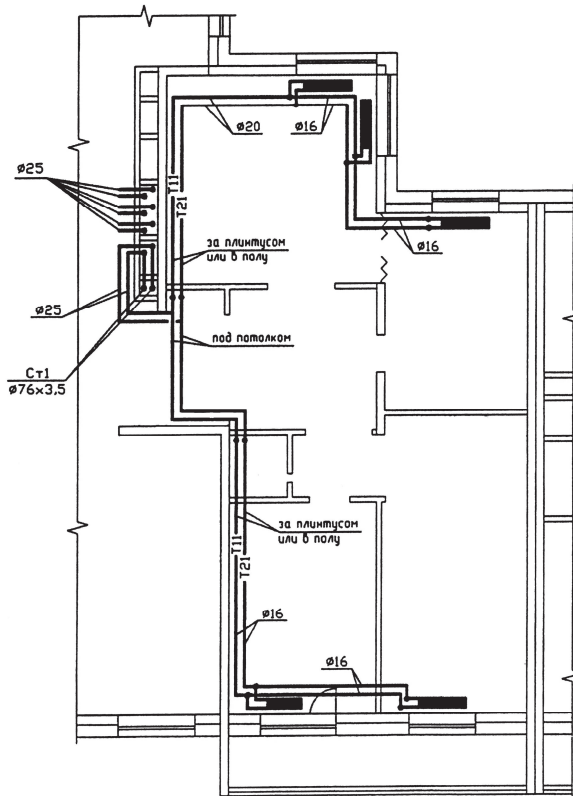


Рис. 1.13. Система отопления с периметральной разводкой теплопроводов по квартире

**Таблица 1.4. Номенклатура и технические характеристики  
стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и  
«PRADO Universal» высотой 300 мм**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>10-300-400</b>	210	400	0,27	2,95	0,75
<b>10-300-500</b>	262	500	0,33	3,51	0,94
<b>10-300-600</b>	314	600	0,4	4,07	1,13
<b>10-300-700</b>	366	700	0,47	4,63	1,32
<b>10-300-800</b>	418	800	0,53	5,19	1,51
<b>10-300-900</b>	469	900	0,6	5,75	1,7
<b>10-300-1000</b>	521	1000	0,67	6,31	1,89
<b>10-300-1100</b>	573	1100	0,74	6,87	2,08
<b>10-300-1200</b>	625	1200	0,8	7,43	2,27
<b>10-300-1300</b>	677	1300	0,87	7,99	2,46
<b>10-300-1400</b>	729	1400	0,93	8,55	2,65
<b>10-300-1500</b>	781	1500	1,0	9,11	2,84
<b>10-300-1600</b>	833	1600	1,07	9,67	3,03
<b>10-300-1700</b>	886	1700	1,14	10,23	3,22
<b>10-300-1800</b>	938	1800	1,2	10,92	3,41
<b>10-300-1900</b>	990	1900	1,27	11,48	3,6
<b>10-300-2000</b>	1042	2000	1,34	12,04	3,79
<b>10-300-2200</b>	1144	2200	1,47	13,16	4,17
<b>10-300-2400</b>	1247	2400	1,6	14,28	4,55
<b>10-300-2600</b>	1350	2600	1,74	15,40	4,93
<b>10-300-2800</b>	1452	2800	1,87	16,52	5,31
<b>10-300-3000</b>	1555	3000	2,0	17,64	5,69
<b>11-300-400</b>	299	400	0,72	4,05	0,75
<b>11-300-500</b>	376	500	0,89	4,83	0,94
<b>11-300-600</b>	453	600	1,06	5,61	1,13
<b>11-300-700</b>	530	700	1,24	6,39	1,32
<b>11-300-800</b>	607	800	1,41	7,17	1,51
<b>11-300-900</b>	684	900	1,58	7,95	1,7
<b>11-300-1000</b>	761	1000	1,76	8,73	1,89
<b>11-300-1100</b>	838	1100	1,94	9,51	2,08
<b>11-300-1200</b>	915	1200	2,1	10,29	2,27
<b>11-300-1300</b>	992	1300	2,28	11,07	2,46
<b>11-300-1400</b>	1069	1400	2,45	11,85	2,65
<b>11-300-1500</b>	1146	1500	2,62	12,63	2,84
<b>11-300-1600</b>	1223	1600	2,8	13,41	3,03
<b>11-300-1700</b>	1300	1700	2,97	14,19	3,22
<b>11-300-1800</b>	1377	1800	3,14	15,07	3,41
<b>11-300-1900</b>	1453	1900	3,32	15,85	3,6
<b>11-300-2000</b>	1530	2000	3,49	16,63	3,79
<b>11-300-2200</b>	1682	2200	3,84	18,19	4,17
<b>11-300-2400</b>	1833	2400	4,18	19,75	4,55



Продолжение таблицы 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{н}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
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
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

Продолжение таблицы 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{н}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>21-300-2400</b>	2778	2400	5,78	33,46	9,1
<b>21-300-2600</b>	3009	2600	6,27	36,14	9,86
<b>21-300-2800</b>	3241	2800	6,74	38,82	10,62
<b>21-300-3000</b>	3473	3000	7,22	41,50	11,38
<b>22-300-400</b>	540	400	1,44	7,43	1,5
<b>22-300-500</b>	682	500	1,78	8,96	1,88
<b>22-300-600</b>	823	600	2,12	10,49	2,26
<b>22-300-700</b>	965	700	2,48	12,02	2,64
<b>22-300-800</b>	1107	800	2,82	13,55	3,02
<b>22-300-900</b>	1248	900	3,16	15,08	3,4
<b>22-300-1000</b>	1391	1000	3,52	16,61	3,78
<b>22-300-1100</b>	1533	1100	3,88	18,14	4,16
<b>22-300-1200</b>	1674	1200	4,2	19,86	4,54
<b>22-300-1300</b>	1816	1300	4,56	21,39	4,92
<b>22-300-1400</b>	1957	1400	4,9	22,92	5,3
<b>22-300-1500</b>	2099	1500	5,24	24,45	5,68
<b>22-300-1600</b>	2241	1600	5,6	26,07	6,06
<b>22-300-1700</b>	2382	1700	5,94	27,60	6,44
<b>22-300-1800</b>	2524	1800	6,28	29,21	6,82
<b>22-300-1900</b>	2665	1900	6,64	30,74	7,2
<b>22-300-2000</b>	2807	2000	6,98	32,27	7,58
<b>22-300-2200</b>	3090	2200	7,68	35,33	8,34
<b>22-300-2400</b>	3374	2400	8,36	38,39	9,1
<b>22-300-2600</b>	3657	2600	9,06	41,45	9,86
<b>22-300-2800</b>	3941	2800	9,74	44,51	10,62
<b>22-300-3000</b>	4224	3000	10,44	47,57	11,38
<b>30-300-400</b>	507	400	0,81	9,03	2,25
<b>30-300-500</b>	633	500	1,0	10,79	2,82
<b>30-300-600</b>	760	600	1,2	12,55	3,39
<b>30-300-700</b>	886	700	1,4	14,35	3,96
<b>30-300-800</b>	1013	800	1,59	16,11	4,53
<b>30-300-900</b>	1140	900	1,8	17,87	5,1
<b>30-300-1000</b>	1266	1000	2,01	19,63	5,67
<b>30-300-1100</b>	1393	1100	2,21	21,39	6,24
<b>30-300-1200</b>	1519	1200	2,4	23,49	6,81
<b>30-300-1300</b>	1646	1300	2,61	25,25	7,38
<b>30-300-1400</b>	1773	1400	2,8	27,01	7,95
<b>30-300-1500</b>	1899	1500	3,0	28,78	8,52
<b>30-300-1600</b>	2026	1600	3,21	30,81	9,09
<b>30-300-1700</b>	2152	1700	3,41	32,57	9,66
<b>30-300-1800</b>	2279	1800	3,6	34,33	10,23
<b>30-300-1900</b>	2406	1900	3,81	36,09	10,8
<b>30-300-2000</b>	2532	2000	4,02	37,88	11,37
<b>30-300-2200</b>	2785	2200	4,41	40,53	12,51

Продолжение таблицы 1.4

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{н}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>30-300-2400</b>	3038	2400	4,8	44,00	13,65
<b>30-300-2600</b>	3292	2600	5,22	47,44	14,79
<b>30-300-2800</b>	3545	2800	5,61	50,89	15,93
<b>30-300-3000</b>	3798	3000	6,0	54,36	17,07
<b>33-300-400</b>	761	400	2,16	11,24	2,25
<b>33-300-500</b>	961	500	2,67	13,55	2,82
<b>33-300-600</b>	1161	600	3,18	15,86	3,39
<b>33-300-700</b>	1361	700	3,72	18,17	3,96
<b>33-300-800</b>	1562	800	4,23	20,48	4,53
<b>33-300-900</b>	1762	900	4,74	22,79	5,1
<b>33-300-1000</b>	1962	1000	5,28	25,10	5,67
<b>33-300-1100</b>	2162	1100	5,82	27,41	6,24
<b>33-300-1200</b>	2362	1200	6,3	30,03	6,81
<b>33-300-1300</b>	2561	1300	6,84	32,34	7,38
<b>33-300-1400</b>	2761	1400	7,35	34,65	7,95
<b>33-300-1500</b>	2961	1500	7,86	36,96	8,52
<b>33-300-1600</b>	3161	1600	8,4	39,51	9,09
<b>33-300-1700</b>	3361	1700	8,91	41,82	9,66
<b>33-300-1800</b>	3560	1800	9,42	44,13	10,23
<b>33-300-1900</b>	3760	1900	9,96	46,44	10,8
<b>33-300-2000</b>	3960	2000	10,47	48,75	11,37
<b>33-300-2200</b>	4360	2200	11,52	53,37	12,51
<b>33-300-2400</b>	4759	2400	12,54	57,99	13,65
<b>33-300-2600</b>	5159	2600	13,59	62,61	14,79
<b>33-300-2800</b>	5558	2800	14,61	67,23	15,93
<b>33-300-3000</b>	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.

3. При изготовлении панелей из стального листа толщиной 1,4 мм масса радиаторов без оребрения (тип 10 и 20) увеличивается в среднем на 16%, масса радиаторов с оребрением (тип 11, 21, 22 и 33) увеличивается в среднем на 12%.

4. Таблица составлена для радиаторов с минимальным номенклатурным шагом 100 мм. При исполнении радиаторов с номенклатурным шагом 33,3 мм тепловой поток определяется пропорционально количеству вертикальных колонок по длине радиатора.

**Таблица 1.5. Номенклатура и технические характеристики  
стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и  
«PRADO Universal» высотой 500 мм**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ , Вт	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>10-500-400</b>	324	400	0,45	4,47	1,12
<b>10-500-500</b>	405	500	0,56	5,41	1,4
<b>10-500-600</b>	485	600	0,67	6,35	1,68
<b>10-500-700</b>	566	700	0,78	7,29	1,96
<b>10-500-800</b>	646	800	0,89	8,23	2,24
<b>10-500-900</b>	727	900	1,0	9,17	2,52
<b>10-500-1000</b>	807	1000	1,12	10,11	2,8
<b>10-500-1100</b>	888	1100	1,23	11,05	3,08
<b>10-500-1200</b>	968	1200	1,34	11,99	3,36
<b>10-500-1300</b>	1049	1300	1,45	12,93	3,64
<b>10-500-1400</b>	1129	1400	1,56	13,87	3,92
<b>10-500-1500</b>	1210	1500	1,67	14,81	4,2
<b>10-500-1600</b>	1291	1600	1,78	15,75	4,48
<b>10-500-1700</b>	1371	1700	1,89	16,69	4,76
<b>10-500-1800</b>	1452	1800	2,0	17,76	5,04
<b>10-500-1900</b>	1532	1900	2,12	18,70	5,32
<b>10-500-2000</b>	1613	2000	2,24	19,64	5,6
<b>10-500-2200</b>	1774	2200	2,46	21,52	6,16
<b>10-500-2400</b>	1935	2400	2,69	23,40	6,72
<b>10-500-2600</b>	2097	2600	2,91	25,28	7,28
<b>10-500-2800</b>	2258	2800	3,14	27,16	7,84
<b>10-500-3000</b>	2419	3000	3,36	29,04	8,4
<b>11-500-400</b>	474	400	1,24	6,35	1,12
<b>11-500-500</b>	597	500	1,55	7,66	1,4
<b>11-500-600</b>	720	600	1,86	8,97	1,68
<b>11-500-700</b>	843	700	2,17	10,28	1,96
<b>11-500-800</b>	965	800	2,48	11,59	2,24
<b>11-500-900</b>	1088	900	2,78	12,90	2,52
<b>11-500-1000</b>	1211	1000	3,1	14,21	2,8
<b>11-500-1100</b>	1334	1100	3,41	15,52	3,08
<b>11-500-1200</b>	1457	1200	3,72	16,83	3,36
<b>11-500-1300</b>	1581	1300	4,03	18,14	3,64
<b>11-500-1400</b>	1704	1400	4,34	19,45	3,92
<b>11-500-1500</b>	1827	1500	4,65	20,76	4,2
<b>11-500-1600</b>	1950	1600	4,96	22,07	4,48
<b>11-500-1700</b>	2073	1700	5,26	23,38	4,76
<b>11-500-1800</b>	2197	1800	5,57	24,79	5,04
<b>11-500-1900</b>	2320	1900	5,89	26,10	5,32
<b>11-500-2000</b>	2443	2000	6,21	27,41	5,6
<b>11-500-2200</b>	2689	2200	6,83	30,03	6,16
<b>11-500-2400</b>	2936	2400	7,46	32,65	6,72

Продолжение таблицы 1.5

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
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
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

Продолжение таблицы 1.5

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>21-500-2600</b>	4618	2600	10,98	59,98	14,64
<b>21-500-2800</b>	4976	2800	11,84	64,48	15,77
<b>21-500-3000</b>	5333	3000	12,68	68,98	16,9
<b>22-500-400</b>	847	400	2,48	11,93	2,25
<b>22-500-500</b>	1069	500	3,1	14,52	2,82
<b>22-500-600</b>	1290	600	3,72	17,11	3,38
<b>22-500-700</b>	1512	700	4,34	19,70	3,94
<b>22-500-800</b>	1734	800	4,96	22,29	4,5
<b>22-500-900</b>	1956	900	5,56	24,88	5,07
<b>22-500-1000</b>	2177	1000	6,2	27,47	5,63
<b>22-500-1100</b>	2399	1100	6,82	30,06	6,19
<b>22-500-1200</b>	2622	1200	7,44	32,84	6,76
<b>22-500-1300</b>	2844	1300	8,06	35,43	7,32
<b>22-500-1400</b>	3067	1400	8,68	38,02	7,88
<b>22-500-1500</b>	3289	1500	9,3	40,61	8,44
<b>22-500-1600</b>	3511	1600	9,92	43,29	9,01
<b>22-500-1700</b>	3734	1700	10,52	45,88	9,58
<b>22-500-1800</b>	3956	1800	11,14	48,55	10,14
<b>22-500-1900</b>	4179	1900	11,78	51,14	10,7
<b>22-500-2000</b>	4401	2000	12,42	53,73	11,27
<b>22-500-2200</b>	4846	2200	13,66	58,91	12,39
<b>22-500-2400</b>	5291	2400	14,92	64,09	13,52
<b>22-500-2600</b>	5735	2600	16,14	69,27	14,64
<b>22-500-2800</b>	6180	2800	17,4	74,45	15,77
<b>22-500-3000</b>	6624	3000	18,64	79,63	16,9
<b>30-500-400</b>	744	400	1,35	13,96	3,37
<b>30-500-500</b>	930	500	1,68	16,86	4,21
<b>30-500-600</b>	1116	600	2,01	19,76	5,05
<b>30-500-700</b>	1302	700	2,34	22,67	5,89
<b>30-500-800</b>	1488	800	2,67	25,54	6,74
<b>30-500-900</b>	1674	900	3,00	28,44	7,58
<b>30-500-1000</b>	1860	1000	3,36	31,34	8,42
<b>30-500-1100</b>	2046	1100	3,69	34,24	9,26
<b>30-500-1200</b>	2232	1200	4,02	37,42	10,11
<b>30-500-1300</b>	2418	1300	4,35	40,32	10,95
<b>30-500-1400</b>	2604	1400	4,68	43,22	11,80
<b>30-500-1500</b>	2790	1500	5,01	46,13	12,64
<b>30-500-1600</b>	2976	1600	5,34	49,27	13,48
<b>30-500-1700</b>	3162	1700	5,67	52,14	14,32
<b>30-500-1800</b>	3348	1800	6,00	55,04	15,17
<b>30-500-1900</b>	3534	1900	6,36	57,94	16,01
<b>30-500-2000</b>	3720	2000	6,72	60,84	16,85
<b>30-500-2200</b>	4092	2200	7,42	65,74	18,54
<b>30-500-2400</b>	4464	2400	8,07	71,46	20,22

Продолжение таблицы 1.5

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>30-500-2600</b>	4836	2600	8,73	77,15	21,91
<b>30-500-2800</b>	5208	2800	9,42	82,88	23,60
<b>30-500-3000</b>	5580	3000	10,08	88,60	25,28
<b>33-500-400</b>	1197	400	3,72	18,04	3,37
<b>33-500-500</b>	1510	500	4,65	21,94	4,21
<b>33-500-600</b>	1823	600	5,58	25,84	5,05
<b>33-500-700</b>	2136	700	6,51	29,74	5,89
<b>33-500-800</b>	2450	800	7,44	33,64	6,74
<b>33-500-900</b>	2763	900	8,34	37,54	7,58
<b>33-500-1000</b>	3076	1000	9,3	41,44	8,42
<b>33-500-1100</b>	3390	1100	10,23	45,34	9,26
<b>33-500-1200</b>	3704	1200	11,16	49,55	10,11
<b>33-500-1300</b>	4019	1300	12,09	53,45	10,95
<b>33-500-1400</b>	4333	1400	13,02	57,35	11,8
<b>33-500-1500</b>	4647	1500	13,95	61,25	12,64
<b>33-500-1600</b>	4961	1600	14,88	65,39	13,48
<b>33-500-1700</b>	5275	1700	15,78	69,29	14,32
<b>33-500-1800</b>	5590	1800	16,71	73,19	15,17
<b>33-500-1900</b>	5904	1900	17,67	77,09	16,01
<b>33-500-2000</b>	6218	2000	18,63	80,99	16,85
<b>33-500-2200</b>	6846	2200	20,49	88,79	18,54
<b>33-500-2400</b>	7475	2400	22,38	96,59	20,22
<b>33-500-2600</b>	8103	2600	24,21	104,39	21,91
<b>33-500-2800</b>	8732	2800	26,1	112,19	23,6
<b>33-500-3000</b>	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.

3. При изготовлении панелей из стального листа толщиной 1,4 мм масса радиаторов без оребрения (тип 10 и 20) увеличивается в среднем на 16%, масса радиаторов с оребрением (тип 11, 21, 22 и 33) увеличивается в среднем на 12%.

4. Таблица составлена для радиаторов с минимальным номенклатурным шагом 100 мм. При исполнении радиаторов с номенклатурным шагом 33,3 мм тепловой поток определяется пропорционально количеству вертикальных колонок по длине радиатора.

**Таблица 1.6. Номенклатура и технические характеристики гигиенических радиаторов «PRADO Classic Z» и «PRADO Universal Z» высотой 300 и 500 мм**

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>Радиаторы высотой 300 мм</b>					
<b>20Z-300-400</b>	364	400	0,54	5,16	1,5
<b>20Z-300-500</b>	454	500	0,67	6,28	1,88
<b>20Z-300-600</b>	545	600	0,80	7,40	2,26
<b>20Z-300-700</b>	630	700	0,93	8,52	2,64
<b>20Z-300-800</b>	727	800	1,06	9,64	3,02
<b>20Z-300-900</b>	818	900	1,20	10,76	3,4
<b>20Z-300-1000</b>	909	1000	1,34	11,88	3,78
<b>20Z-300-1100</b>	1000	1100	1,47	13,00	4,16
<b>20Z-300-1200</b>	1091	1200	1,60	14,25	4,54
<b>20Z-300-1300</b>	1182	1300	1,74	15,37	4,92
<b>20Z-300-1400</b>	1273	1400	1,87	16,49	5,3
<b>20Z-300-1500</b>	1364	1500	2,0	17,61	5,68
<b>20Z-300-1600</b>	1454	1600	2,14	18,80	6,06
<b>20Z-300-1700</b>	1545	1700	2,27	19,92	6,44
<b>20Z-300-1800</b>	1636	1800	2,40	21,12	6,82
<b>20Z-300-1900</b>	1727	1900	2,54	22,24	7,2
<b>20Z-300-2000</b>	1818	2000	2,68	23,36	7,58
<b>20Z-300-2200</b>	2000	2200	2,94	25,23	8,34
<b>20Z-300-2400</b>	2182	2400	3,20	27,44	9,1
<b>20Z-300-2600</b>	2363	2600	3,48	29,64	9,86
<b>20Z-300-2800</b>	2545	2800	3,74	31,85	10,62
<b>20Z-300-3000</b>	2727	3000	4,0	34,06	11,38
<b>30Z-300-400</b>	517	400	0,81	8,05	2,25
<b>30Z-300-500</b>	646	500	1,0	9,7	2,82
<b>30Z-300-600</b>	775	600	1,2	11,35	3,39
<b>30Z-300-700</b>	904	700	1,4	13,04	3,96
<b>30Z-300-800</b>	1034	800	1,59	14,69	4,53
<b>30Z-300-900</b>	1163	900	1,8	16,34	5,1
<b>30Z-300-1000</b>	1292	1000	2,01	17,99	5,67
<b>30Z-300-1100</b>	1421	1100	2,21	19,64	6,24
<b>30Z-300-1200</b>	1550	1200	2,4	21,63	6,81
<b>30Z-300-1300</b>	1680	1300	2,61	23,28	7,38
<b>30Z-300-1400</b>	1809	1400	2,8	24,93	7,95
<b>30Z-300-1500</b>	1938	1500	3,0	26,59	8,52
<b>30Z-300-1600</b>	2067	1600	3,21	28,51	9,09
<b>30Z-300-1700</b>	2196	1700	3,41	30,16	9,66
<b>30Z-300-1800</b>	2326	1800	3,6	31,81	10,23
<b>30Z-300-1900</b>	2455	1900	3,81	33,46	10,8
<b>30Z-300-2000</b>	2584	2000	4,02	35,14	11,37
<b>30Z-300-2200</b>	2842	2200	4,41	37,57	12,51
<b>30Z-300-2400</b>	3101	2400	4,80	40,82	13,65
<b>30Z-300-2600</b>	3359	2600	5,22	44,04	14,79
<b>30Z-300-2800</b>	3618	2800	5,61	47,27	15,93
<b>30Z-300-3000</b>	3876	3000	6,0	50,52	17,07



Продолжение таблицы 1.6

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт	Длина радиатора $L$ , мм	Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
<b>Радиаторы высотой 500 мм</b>					
<b>20Z-500-400</b>	535	400	0,9	8,18	2,25
<b>20Z-500-500</b>	668	500	1,12	10,06	2,82
<b>20Z-500-600</b>	802	600	1,34	11,94	3,38
<b>20Z-500-700</b>	936	700	1,56	13,82	3,94
<b>20Z-500-800</b>	1070	800	1,78	15,70	4,5
<b>20Z-500-900</b>	1203	900	2,0	17,58	5,07
<b>20Z-500-1000</b>	1337	1000	2,24	19,46	5,63
<b>20Z-500-1100</b>	1471	1100	2,46	21,34	6,19
<b>20Z-500-1200</b>	1604	1200	2,68	23,35	6,76
<b>20Z-500-1300</b>	1738	1300	2,9	25,23	7,32
<b>20Z-500-1400</b>	1872	1400	3,12	27,11	7,88
<b>20Z-500-1500</b>	2006	1500	3,34	28,99	8,44
<b>20Z-500-1600</b>	2139	1600	3,56	30,94	9,01
<b>20Z-500-1700</b>	2273	1700	3,78	32,82	9,58
<b>20Z-500-1800</b>	2407	1800	4,0	34,78	10,14
<b>20Z-500-1900</b>	2540	1900	4,24	36,66	10,7
<b>20Z-500-2000</b>	2674	2000	4,48	38,54	11,27
<b>20Z-500-2200</b>	2941	2200	4,96	41,93	12,39
<b>20Z-500-2400</b>	3209	2400	5,38	45,66	13,52
<b>20Z-500-2600</b>	3476	2600	5,82	49,38	14,64
<b>20Z-500-2800</b>	3744	2800	6,28	53,11	15,77
<b>20Z-500-3000</b>	4011	3000	6,72	56,84	16,9
<b>30Z-500-400</b>	760	400	1,35	12,62	3,37
<b>30Z-500-500</b>	950	500	1,68	15,41	4,21
<b>30Z-500-600</b>	1140	600	2,01	18,20	5,05
<b>30Z-500-700</b>	1330	700	2,34	21,00	5,89
<b>30Z-500-800</b>	1520	800	2,67	23,76	6,74
<b>30Z-500-900</b>	1710	900	3,00	26,55	7,58
<b>30Z-500-1000</b>	1900	1000	3,36	29,34	8,42
<b>30Z-500-1100</b>	2090	1100	3,69	32,13	9,26
<b>30Z-500-1200</b>	2280	1200	4,02	35,20	10,11
<b>30Z-500-1300</b>	2470	1300	4,35	37,99	10,95
<b>30Z-500-1400</b>	2660	1400	4,68	40,78	11,80
<b>30Z-500-1500</b>	2850	1500	5,01	43,58	12,64
<b>30Z-500-1600</b>	3040	1600	5,34	46,61	13,48
<b>30Z-500-1700</b>	3230	1700	5,67	49,37	14,32
<b>30Z-500-1800</b>	3420	1800	6,00	52,16	15,17
<b>30Z-500-1900</b>	3610	1900	6,36	54,95	16,01
<b>30Z-500-2000</b>	3800	2000	6,72	57,74	16,85
<b>30Z-500-2200</b>	4180	2200	7,42	62,42	18,54
<b>30Z-500-2400</b>	4560	2400	8,07	67,92	20,22
<b>30Z-500-2600</b>	4940	2600	8,73	73,39	21,91
<b>30Z-500-2800</b>	5320	2800	9,42	78,90	23,60
<b>30Z-500-3000</b>	5700	3000	10,08	84,40	25,28

## 2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [9] и [10], 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  $\Delta P$  - 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 2);

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

$\lambda$  - коэффициент трения;

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

$\lambda/d_{\text{вн}}$  - приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м (для стальных теплопроводов см. приложение 2);

$L$  - 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 [11]. 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 [11], в среднем соответствуют трёхлетнему 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 $\zeta$ при расходе теплоносителя через прибор $M_{np}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^4$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , при расходе теплоносителя через прибор $M_{np}$	
	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
30, 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 «PRADO», фирм «Данфосс», «HERZ Armaturen» или их аналоги других фирм.

2.6. Для автоматического регулирования теплового потока радиаторов «PRADO Classic», устанавливаемых в двухтрубных насосных системах, изготовитель рекомендует применять монтируемые на подводках к прибору терморегуляторы «PRADO» PR 300115 (прямой), PR 300215 (угловой) и PR 300315 (аксиальный), оснащаемые термостатическими элементами «PRADO» PR 700100, а также терморегуляторы фирм «Данфосс», «HERZ Armaturen» или их аналоги других фирм.

Усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления  $\zeta$  и расходных коэффициентов  $K_v$  [(м<sup>3</sup>/ч)·бар<sup>-1/2</sup>] для терморегулятора «PRADO» PR прямого и углового исполнений приведены в табл. 2.2. Гидравлические характеристики получены при настройке терморегулятора на режим 2K и расчётном подъёме штока клапана  $X_p=0,44$  мм в зависимости от позиции монтажной преднастройки при условном диаметре подводок 15 мм.

**Таблица 2.2. Усреднённые гидравлические характеристики прямых и угловых терморегуляторов «PRADO» PR**

Позиция монтажной настройки	Прямой клапан «PRADO» PR 300115		Угловой клапан «PRADO» PR 300215	
	$\zeta$	$K_v$ , (м <sup>3</sup> /ч)·бар <sup>-1/2</sup>	$\zeta$	$K_v$ , (м <sup>3</sup> /ч)·бар <sup>-1/2</sup>
Клапан полностью открыт	100	0,99	53	1,37
6	376	0,525	360	0,52
5	460	0,464	439	0,49
4	934	0,327	670	0,39
3	1370	0,27	990	0,302
2	3640	0,165	2850	0,188
1	6140	0,129	4680	0,143

В табл. 2.3 приведены значения коэффициентов местного сопротивления  $\zeta$ , характеристик сопротивления  $S$  и расходных коэффициентов  $K_v$  для радиаторов «PRADO Universal» с фирменным клапаном «PRADO» PR 301115 и термостатическим элементом «PRADO» PR 700100 при расчётном подъёме штока  $X_p=0,44$  мм, настройке на режим 2K (2°C) и условном диаметре подводок 15 мм.

**Таблица 2.3. Усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления  $\zeta$ , характеристик сопротивления  $S$  и расходных коэффициентов  $K_v$  панельных радиаторов «PRADO Universal» со встроенными терморегуляторами «PRADO» для двухтрубных систем отопления с условным диаметром подводок 15 мм**

Позиция монтажной настройки встроенного термостата на режим 2K	Значения гидравлических характеристик					
	$\zeta$ для типов радиаторов		$S \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , для типов радиаторов		$K_v$ , (м <sup>3</sup> /ч)·бар <sup>-1/2</sup> , для типов радиаторов	
	10, 11	20, 21, 22, 30, 33	10, 11	20, 21, 22, 30, 33	10, 11	20, 21, 22, 30, 33
Клапан полностью открыт	100	90	137	123	0,986	1,04
6	370	344	411	471	0,513	0,54
5	450	426	616	584	0,465	0,48
4	765	742	1048	1016	0,357	0,36
3	1320	1285	1808	1760	0,27	0,28
2	8150	8000	11166	10960	0,109	0,11
1	37200	36600	50964	50142	0,051	0,052

Гидравлические характеристики определены ООО «Витатерм» и усреднены для расходов теплоносителя 60-100 кг/ч и его температур 50-100°C. При этих условиях зависимость  $\zeta$  от  $K_v$  определяется соотношением  $\zeta = 97,3/K_v^2$ .

2.7. Для **однотрубных систем** отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам «PRADO Classic» специальные терморегуляторы уменьшенного гидравлического сопротивления RA-G фирмы «Данфосс» (рис. 2.1) или аналоги других фирм.

Представленные на рис. 2.1 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления RA-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках в режиме настройки на 0,5K (0,5°C) и на 2K (2°C). Отметим, что, как правило, терморегуляторы условным диаметром 25 мм на подводках к панельным радиаторам не применяются.

В однотрубных системах отопления с радиаторами «PRADO Classic» целесообразно применять трёхходовые терморегуляторы, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Гидравлические характеристики таких радиаторных узлов с трёхходовыми терморегуляторами 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 терморегуляторов в однотрубных системах отопления обеспечивает более высокие значения коэффициента затекания, чем при использовании терморегуляторов пониженного сопротивления, монтируемых на подводках к приборам.

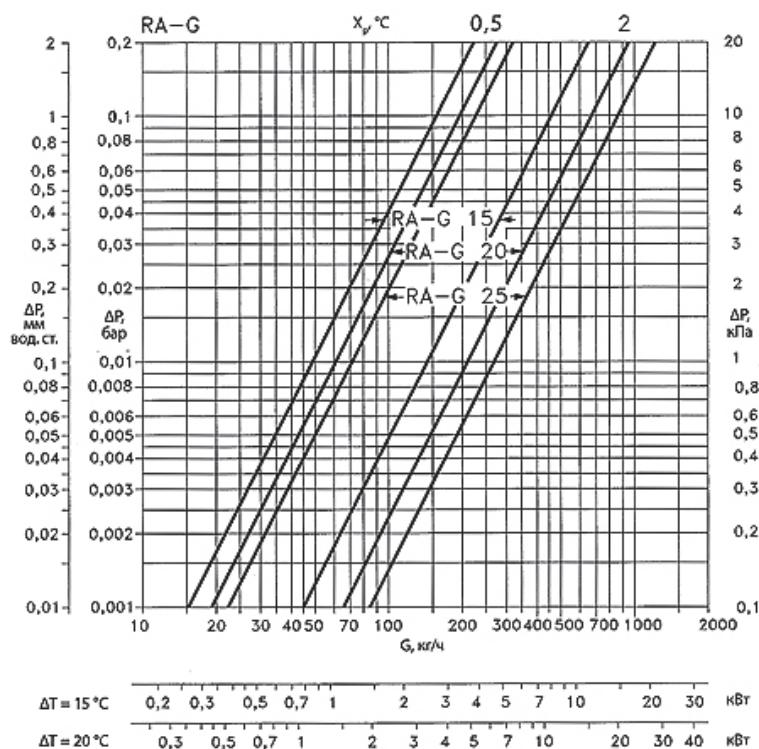


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики терморегуляторов пониженного сопротивления фирмы «Данфосс» RA-G при настройке на режимы 0,5K (слева) и 2K (справа)

Представленные в табл. 2.3 значения расходных коэффициентов  $K_v$  [(м<sup>3</sup>/ч)·бар<sup>-1/2</sup>] характеризуют расход воды через терморегулятор при перепаде давления в нём  $\Delta P = 1$  бар = 100 кПа. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с  $K_v \geq 1,2$  [12].

При определении  $K_v$  в первом приближении принимали, что 1 м<sup>3</sup> воды характеризуется массой в 1 тонну. В общем случае более корректно вместо  $K_v$  принимать обозначение  $K_M$  с размерностью [(т/ч)·бар<sup>-1/2</sup>].

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.8, 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 [13], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм» [14], 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» [9].

2.10. Гидравлические характеристики отопительного прибора и подводящих теплопроводов с регулирующей арматурой в однотрубных 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 однотрубных системах отопления расход воды через прибор  $M_{np}$ , кг/с, определяется зависимостью

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

где  $\alpha_{np}$  - коэффициент затекания воды в прибор;

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

Для радиаторов «PRADO Classic» при одностороннем боковом подсоединении теплопроводов и характерном для панельных радиаторов сочетании условных диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих участков ( $d_{з\у}$ ) и подводов ( $d_{п}$ ) 15x15x15 (мм) в однотрубных системах отопления впредь до уточнения при использовании терморегулятора RA-G15 можно принимать  $\alpha_{np} = 0,21$  для радиаторов типа 10 и 11 и  $\alpha_{np} = 0,23$  для радиаторов других типов.

При определении коэффициента затекания гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) терморегуляторов приняты одинаковыми.

Значения  $\alpha_{np}$  при установке терморегуляторов определены при настройке их на режим 2K (2°C) и расходах теплоносителя в стояке 240-540 кг/ч.

2.11. 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 [8], [9], [10], 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  $\beta_1$  зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от типа радиатора по табл. 3.1, а второй -  $\beta_2$  определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 3.1.

При нахождении значений  $\beta_1$  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  $\beta_1$  номенклатурный шаг длинных радиаторов не учитывался. При использовании теплоизолированных защитных экранов можно принимать  $\beta_2 = 1$ .

Таблица 3.1. Значения поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$ 

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	$\beta_1$	$\beta_2$	
			При установке у наружной стены	При установке у наружного остекления
10	300	1,005	1,04	1,1
10	500	1,01		
11, 20, 20Z	300	1,02	1,03	1,08
11, 20, 20Z	500	1,027		
21	300	1,035	1,02	1,06
	500	1,05		
22	300	1,08	1,015	1,04
	500	1,09		
30Z	300	1,035	1,02	1,06
30Z	500	1,15		
30	500	1,035	1,015	1,05
33	300	1,15	1,01	1,02

Увеличение теплотерь через радиаторные 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 теплотери.

При введении поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, полагая, 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 теплотери, определённые по российским методикам [9], [10], следует увеличивать в 1,15 раза для жилых помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [4], [15], [16].

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

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot \tilde{n} \cdot (\dot{I}_{i\delta}/0,1)^m \cdot b \cdot \delta = Q_{i\delta} \cdot \varphi_1 \cdot \tilde{n} \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \delta = \\ = \hat{E}_{i\delta} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \tilde{n} \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \delta, \quad (3.1)$$

где  $Q_{ny}$  - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.4-1.6), Вт;

$\Theta$  - 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  $t_e$ , °С;

$\Delta t_{np}$  - 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);

$\varphi_2 = (\dot{I}_{i0}/0,1)^m$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.8);

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

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

$F$  – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м<sup>2</sup> (принимается по табл. 1.4-1.6).

3.5. Коэффициент теплопередачи радиатора  $K$ , Вт/(м<sup>2</sup> · °С), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$\hat{E} = \hat{E}_{i0} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (\dot{I}_{i0}/0,1)^m \cdot b \cdot p = \hat{E}_{i0} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \tilde{n} \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p. \quad (3.4)$$

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  $\Theta$  и  $M_{np}$ , 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  $M_{np}$ . 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 кана-



лам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводющим 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 подводными 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.

**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	$n$	$c$	$m$	$p$
Сверху-вниз	10-300, 10-500, 11-300	0,26	1	0	1
	11-500	0,3	1	0	1
	20-300, 20-500 20Z-300, 20Z-500	0,28	1	0	1
	21-300, 21-500 22-300, 22-500 30-500, 30Z-500 33-300, 33-500	0,3	1	0	1
Снизу-вверх	10-300, 10-500	0,3	0,7	0,05	См. табл. 3.4
	11-300	0,3	0,8	0,05	
	11-500, 20-300, 20-500 20Z-300, 20Z-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		
	30-500, 30Z-500	0,32	0,76	0,05	
	33-300	0,32	0,8	0,08	
	33-500		0,76		
Снизу-вниз	10-300, 10-500	0,26	0,97	0	1
	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, 20Z	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
30, 30Z	0,962	0,968	0,974	0,98	0,986	0,994	1	1,013
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, 1100	1200 и более
10, 11, 20, 20Z	1,08	1,06	1,04	1,02	1
21, 22, 30, 30Z, 33	1,05	1,04	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,15 кг/с

$\Theta$ , $^{\circ}\text{C}$	$\phi_1$ для типоразмеров радиаторов			$\Theta$ , $^{\circ}\text{C}$	$\phi_1$ для типоразмеров радиаторов		
	10-300 10-500 11-300	20-300 20Z-300 20-500 20Z-500	11-500, 21-300 21-500, 22-300 22-500, 22-300 30-500, 30Z-500, 33-500		10-300 10-500 11-300	20-300 20Z-300 20-500 20Z-500	11-500, 21-300 21-500, 22-300 22-500, 22-300 30-500, 30Z-500, 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  $\phi_1$  при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,1 кг/с**

$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для типоразмеров радиаторов		$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для типоразмеров радиаторов	
	10-300, 10-500 11-300, 11-500 20-300, 20-500 20Z-300, 20Z-500	21-300, 21-500 22-300, 22-500 30-500 30Z-500 33-300, 33-500		10-300, 10-500 11-300, 11-500 20-300, 20-500 20Z-300, 20Z-500	21-300, 21-500 22-300, 22-500 30-500 30Z-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  $\phi_1$  при схеме движения теплоносителя «снизу-вниз» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,1 кг/с**

$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для типоразмеров радиаторов		$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ 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  $\varphi_2$  при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» ( $m$  – см. табл. 3.2)

$M_{np}$		Значения $\varphi_2$	
кг/с	кг/ч	при $m = 0,05$	при $m = 0,08$
0,015	54	0,906	0,859
0,02	72	0,923	0,879
0,03	108	0,942	0,908
0,04	144	0,955	0,929
0,05	180	0,966	0,946
0,06	216	0,975	0,96
0,07	252	0,982	0,972
0,08	288	0,989	0,982
0,09	324	0,995	0,992
0,1	360	1	1
0,125	450	1,011	1,018
0,15	540	1,02	1,033

#### 4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления

##### Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальным панельным радиатором «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 терморегулятором фирмы «Данфосс» RA-G15 на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх».

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.2 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк  $t_n$  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).

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

##### Последовательность теплового расчёта

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

$$\text{формуле} \quad Q_{np}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр.п} \quad (4.1)$$

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

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

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

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

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

$L_{mp. \epsilon}$  и  $L_{mp. z}$  - общая длина соответственно вертикальных и горизонтальных теплопроводов, м.

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.5) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается радиатор типа 11-500-900 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания  $\alpha_{np} = 0,21$  (согласно п. 2.10).

Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm} = 0,21 \cdot 0,133 = 0,028 \text{ кг/с.}$$

Перепад температур теплоносителя в радиаторе  $\Delta t_{np}$  определяется по формуле

$$\Delta t_{i\delta} = \frac{Q_{i\delta}^{\delta\delta\tilde{n}^+}}{C \cdot M_{i\delta}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,028} = 8,1^{\circ}\tilde{N} , \quad (4.3)$$

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

Температурный напор  $\Theta$  (без учёта охлаждения воды в стояке однотрубной системы отопления) определяется по формуле (3.2)

$$\Theta = t_i - \frac{\Delta t_{i\delta}}{2} - t_a = 105 - 4,05 - 20 = 80,95^{\circ}\tilde{N}.$$

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

$$Q_{i\delta}^{\delta\delta} = \frac{Q_{i\delta}^{\delta\delta\tilde{n}^+}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot \delta \cdot b} = \frac{952}{1,208 \cdot 0,938 \cdot 0,76 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1063 \hat{A}\delta , \quad (4.4)$$

где  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $c$ ,  $p$  и  $b$  - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.3 - 3.8.

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. 1.5 принимаем типоразмер «**PRADO Classic**» 11-500-900 с  $Q_{ny}=1088 \text{ Вт}$ .

С учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадями поверхности нагрева отопительного прибора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт, в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера. Если запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в последующий радиатор.

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = 2,3\% . \quad (4.5)$$

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

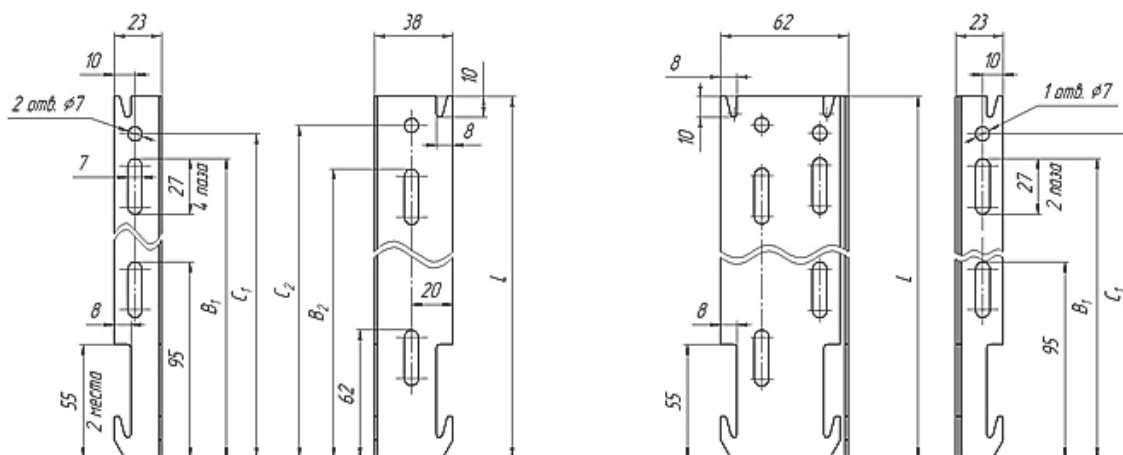
## 5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO» и основные требования к их эксплуатации

5.1. Монтаж, транспортировка и хранение стальных панельных радиаторов «PRADO» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [17], ТУ 4935-010-17757185-2009 ОАО НИТИ «ПРОГРЕСС» и настоящих рекомендаций.

5.2. Радиаторы поставляются согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.4-1.6, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.13) любыми видами транспорта с соблюдением мер по предотвращению ударов и других существенных механических воздействий на прибор во время перевозки.

Хранение и монтаж радиаторов «PRADO» необходимо производить согласно ТУ 4935-010-17757185-2009 надлежащим образом, исключая механические повреждения, нарушения лакокрасочного покрытия, попадание влаги (например, дождя, конденсата), воздействие агрессивных сред (например, свежего цементного раствора или застывающего бетона) и прямых солнечных лучей (ультрафиолетового излучения).

5.3. Расстояние между радиатором и стеной, у которой он установлен, определяется конструкциями скоб, приваренных с тыльной стороны радиатора, и кронштейнов. Малая и большая полки этих кронштейнов (рис. 5.1) позволяют устанавливать радиаторы с различными зазорами между ними и стеной. Для гигиенических радиаторов «PRADO Classic Z» и «PRADO Universal Z» следует использовать кронштейны с длиной полки 62 мм. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов в зависимости от их длины показана на рис. 5.2, а размеры их привязки представлены соответственно в табл. 5.1.



Высота радиатора, мм	Размеры, мм				
	L	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
300	175	145	140	157	161
500	375	345	340	357	361
Предназначены для радиаторов: «PRADO Classic» всех типов, «PRADO Universal» типов 10 и 11					

Высота радиатора, мм	Размеры, мм		
	L	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
300	175	145	157
500	375	345	357
Предназначены для радиаторов: «PRADO Classic Z» и «PRADO Universal Z» типов 20 и 30			

Рис. 5.1. Кронштейны для крепления радиаторов к стене

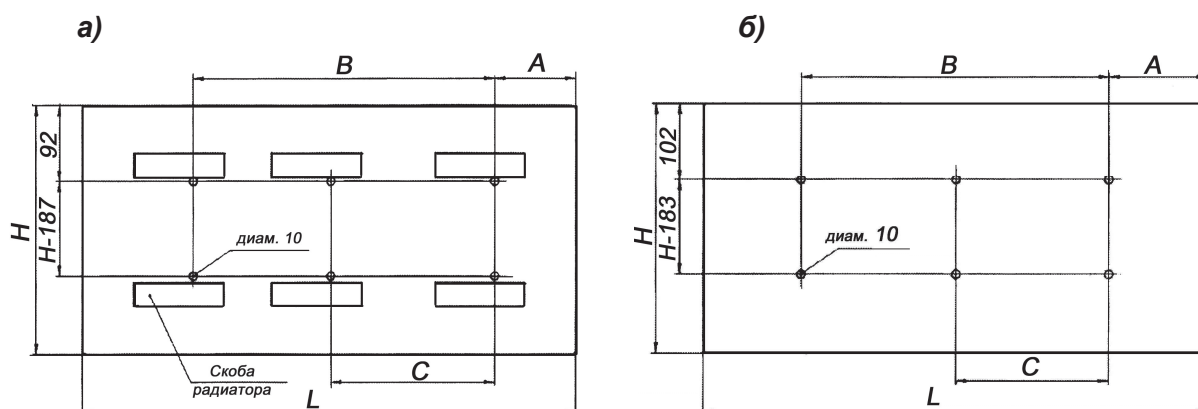


Рис. 5.2. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов: а – «PRADO Classic» всех типов и «PRADO Universal» типов 10 и 11; б - «PRADO Universal» типов 20, 21, 22, 30 и 33

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

**Примечание:** размеры **A** под дробной чертой указаны для варианта установки кронштейнов малой полкой к стене (см. п. 5.3 и рис. 5.1)

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

**Примечание:** размер **B** над дробной чертой при длине  $L=400$  мм относится к радиаторам высотой 300 мм, под чертой – к радиаторам высотой 500мм

5.4. Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен 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 5.2 и табл. 5.1; минимальные расстояния от пола различных модификаций указаны на рис. 1.2 - 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 у радиаторов «PRADO Universal».

Воздухоотводчик и заглушки на радиаторе оснащены уплотнительными кольцами и монтируются без применения дополнительных уплотнительных материалов, достаточно вкрутить их с усилием не более 35 Н·м.

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

5.8. Не допускается установка радиаторов в помещениях, где имеет место вредное воздействие коррозионных веществ, содержащихся в воздухе, а также постоянное или периодическое увлажнение поверхности радиатора (в бассейнах, автомобильных мойках и т.п.). В соответствии с ТУ 4935-010-17757185-2009 радиаторы относятся к виду климатического исполнения УХЛ, группа условий эксплуатации 1, категория размещения 4,2. В соответствии с ГОСТом 15150, среднегодовое значение относительной влажности воздуха должно быть не более 60 % при 20 °С.

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 10Z, 20Z и 30Z без специальных кронштейнов, обеспечивающих зазор между стеной и прибором не менее 60 мм (см. рис. 1.4 и 5.1);

- 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. 5.3);

- 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.

При автоматическом регулировании не рекомендуется размещать терморегуляторы на расстоянии менее 150 мм от проёма балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника (рис. 5.4). В этих случаях следует использовать терморегуляторы 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. 5.5), 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.

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» [5].

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать  $20 \text{ мкг/дм}^3$  [5], [18], 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 [5], общая жёсткость - до  $7 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

5.15. При эксплуатации стальных радиаторов следует помнить, что они весьма чувствительны к качеству водоподготовки, особенно к содержанию в воде

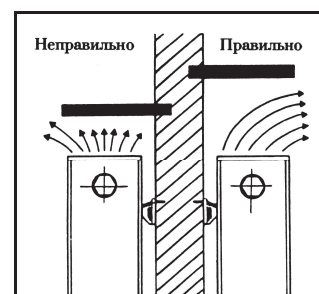


Рис. 5.3. Схема установки радиатора под подоконником

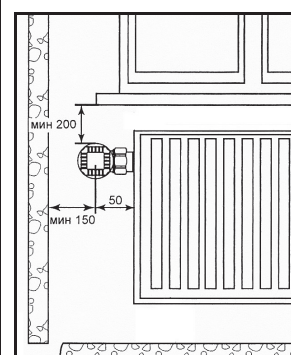


Рис. 5.4. Размещение терморегулятора

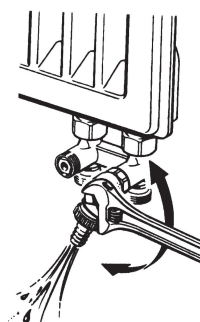


Рис. 5.5. Дренаж Радиатора

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 постоянных. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм<sup>3</sup>.

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 с толщиной стенки 1,2 мм 0,9 МПа, а с толщиной стенки 1,4 мм – 1 МПа. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего.

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 терморегуляторами, следует производить снизу через обратную магистраль при открытых терморегуляторах (со снятым защитным колпачком и без термостатического элемента).

5.18. Автоматический терморегулятор не является запорной арматурой. Если необходимо демонтировать радиатор, на подводке к которому установлен проходной терморегулятор, следует снять термостатический элемент и полностью закрыть терморегулятор с помощью металлического или упрочнённого 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.

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

5.20. Не допускается 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 терморегулятор 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 терморегуляторах 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.

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 [19].

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

5.26. Для случаев, когда в системах отопления предусмотрена установка на отопительных приборах распределителей стоимости потребления теплоты [20] для расчёта количества теплоты, потребляемой отдельными радиаторами, на рис. 5.6 показаны места размещения на фронтальной панели радиатора этих распределителей соответственно для приборов высотой 500 и 300 мм при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз».

При боковом подключении приборов их длина не должна превышать 1200 мм включительно. При большей длине радиаторов необходимо предусматривать их диагональное подключение.

Согласно предварительным данным ООО «Витатерм» при подключении радиаторов по схеме «снизу-вниз» распределитель устанавливается в геометрическом центре прибора при любой высоте прибора.

При подаче воды по схеме «снизу-вверх» распределитель устанавливается в середине по высоте прибора между его крайней и второй от края вертикальными колонками для прохода теплоносителя. Отметим однако, что для одних и тех же моделей радиаторов при различных схемах их подсоединения поправочные коэффициенты для расчётов с помощью распределителей могут различаться по значению.

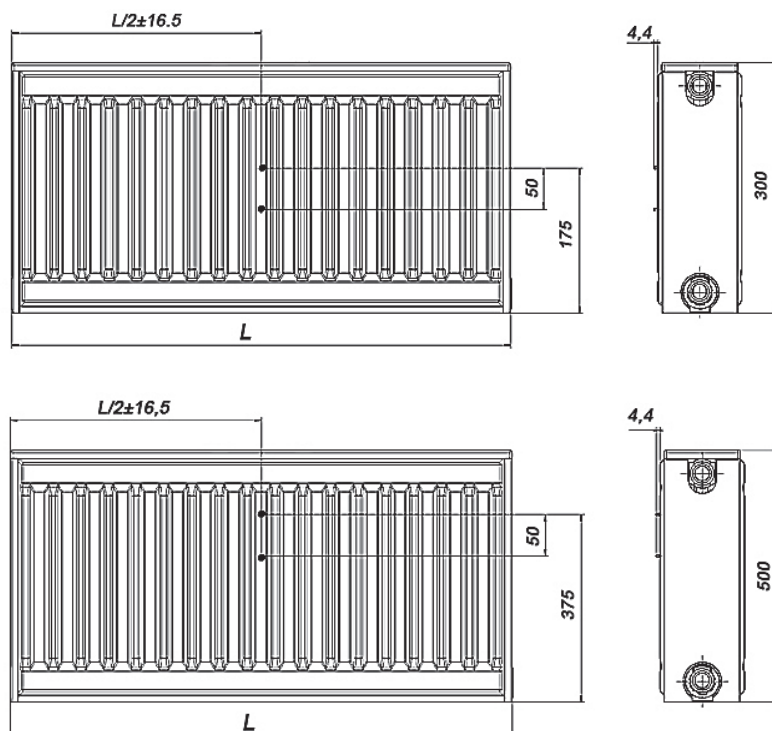


Рис. 5.6. Схемы установки распределителей тепловой энергии на передней панели радиатора «PRADO»

Монтаж распределителей стоимости теплоты допускается при строгом соблюдении соответствующих инструкций. Приварку сварочных винтов на поверхности фронтальной панели радиатора согласно схемам на рис. 5.6 следует осуществлять методом конденсаторной сварки при помощи пистолета АККУ-TWIN или его аналога согласно инструкции к сварочному пистолету, предварительно зачистив места приварки винтов от лакокрасочного покрытия.

5.27. Гарантийный срок эксплуатации стальных панельных радиаторов «PRADO» составляет 5 лет со дня реализации радиатора при соблюдении требований, предъявляемых к транспортированию, хранению, монтажу и эксплуатации радиаторов и к качеству теплоносителя. В случае обнаружения дефекта по вине изготовителя в течение гарантийного периода радиатор подлежит замене в организации-продавце прибора. Для выполнения гарантийных обязательств необходимо наличие паспорта радиатора и акта ввода его в эксплуатацию. Гарантия распространяется только по отношению к дефектам, возникшим по вине завода-изготовителя. Гарантия не распространяется на радиаторы при нарушении правил их транспортировки, монтажа и эксплуатации и качества теплоносителя.

## 6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
2. В.И.Сасин. К вопросу о снижении расчётных параметров теплоносителя в системах отопления. «АКВА-ТЕРМ», 2002, № 1, с. 24-26.
3. 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. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний. – М. «Стандартинформ», 2010.
7. Сасин В.И., Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов. Действующая методика испытаний отопительных приборов – требуется ли корректировка?// АВОК, 2007, № 4, с. 46-48.
8. СП 60. 13330. 2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздух. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Минрегион РФ, М., 2012.
9. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойрова.- М.: Стройиздат, 1990.
10. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
11. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
12. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
13. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
14. Сасин В.И. «Применение полимерных труб в системах отопления». Сантехника, № 3, 2011 г., с. 32-37.
15. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
16. EN 12831-2006. Отопительные установки в зданиях. Методы расчёта проектной тепловой нагрузки. Варшава, 2007.
17. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
18. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.
19. Стандарт АВОК. Трубопроводы из медных труб для систем внутреннего водоснабжения и отопления. СТО НП «АВОК» 6.3.1.-2007.
20. Стандарт АВОК. Распределители стоимости потреблённой теплоты от комнатных отопительных приборов. Распределители с электрическим питанием. СТО НП «АВОК» 4.3-2007.

**Таблица П 2.1. 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 коэффициент 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)  $1 Па = 0,102 кгс/м^2$ ;  $1 Па/(кг/с)^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (кгс/м^2)/(кг/ч)^2$ ;  $1 кгс/м^2 = 9,80665 Па$ ;  $1 (кгс/м^2)/(кг/ч)^2 = 1,271 \cdot 10^8 Па/(кг/с)^2$ .

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб  $S$ ,  $\zeta'$  и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб  $\zeta$  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  $\varphi_4$ , по формулам

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 2.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 2.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 2.3})$$

где  $S_T$ ,  $\zeta'_4$  и  $\zeta_4$  - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П 2.1 настоящего приложения).

Значения  $\varphi_4$  определяются по таблице П 2.2 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  $\varphi_4$  определяются по приближённой формуле

$$\varphi_{4(50)} = 1,5 \varphi_4 - 0,5, \quad (\text{П 2.4})$$

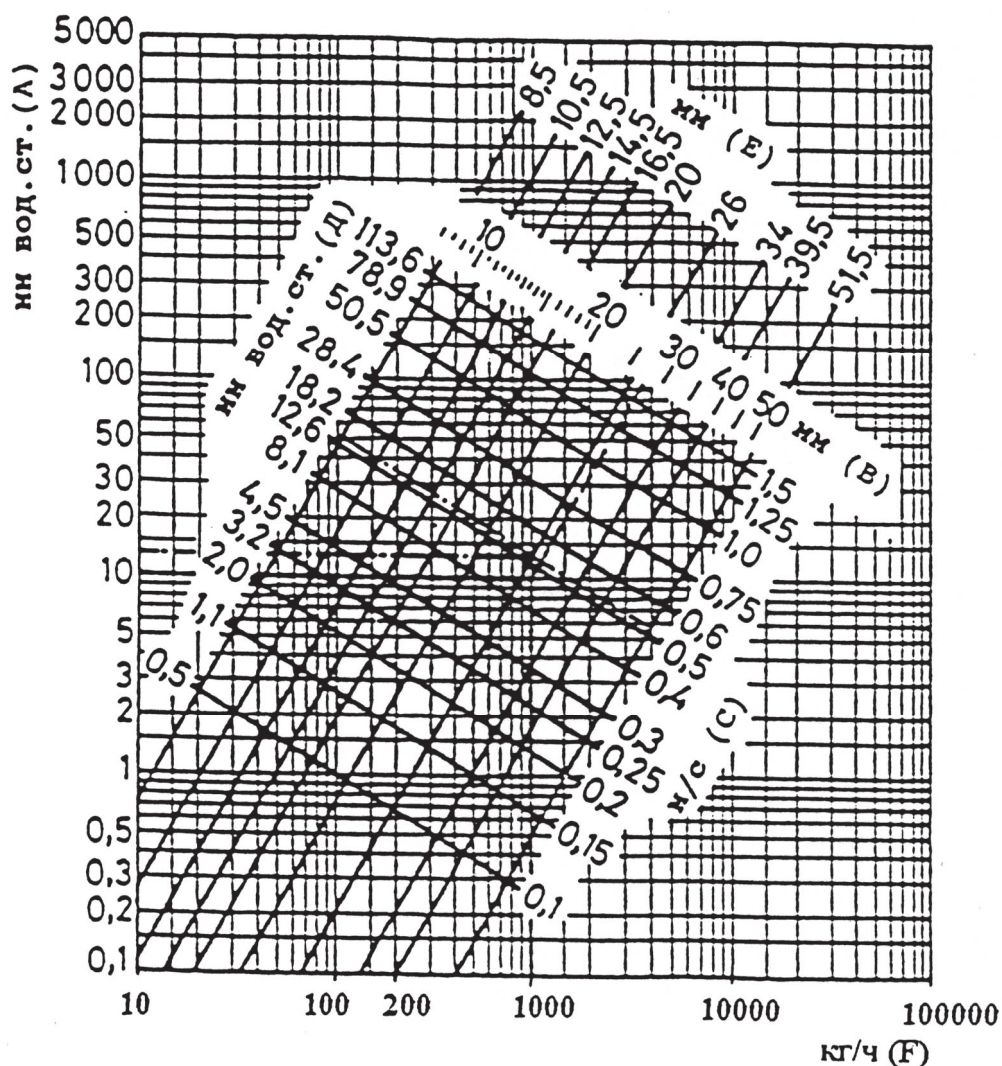
где  $\varphi_{4(50)}$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

$\varphi_4$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 2.2.

Таблица П 2.2. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_4$ 

$\varphi_4$	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	0,0265	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

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



**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	$\Theta$ , °C	Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при $\Theta$ , °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 горизонтальных труб в многорядных пучках труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб  $S$  и их наружного диаметра  $d_n$  большем или

равном 2, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток, приходящийся на одну горизонтальную трубу, в многорядных по высоте подводках и магистралях, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при  $S/d_n \leq 2$  рекомендуется увеличить в среднем в 1,2 по отношению к значениям, приведённым в настоящем приложении.

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

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

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

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

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

8. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжёлого бетона ( $\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ,  $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$ ), 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.