



ПРОГРЕСС

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор
ОАО «НИТИ «Прогресс»



А.В. Зорин

22 мая 2017 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

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

Ижевск - 2017

Уважаемые коллеги!

ОАО «НИТИ «Прогресс» предлагает вашему вниманию пятую редакцию рекомендаций по применению отечественных стальных панельных радиаторов «PRADO» нашего производства.

В 2016 году произошло два важных события в жизни нашего предприятия.

Первое, мы запустили автоматическую линию по производству стальных панельных радиаторов и стали самым крупным российским производителем данной продукции.

Второе, мы создали и запустили в работу теплотехническую лабораторию.

Благодаря этим двум событиям, на сегодняшний день мы предлагаем рынку практически любые объёмы стальных панельных радиаторов и гарантируем высочайшее качество нашей продукции.

В пятой редакции приведены прочностные, гидравлические и теплотехнические характеристики как по ГОСТ Р 53583-2009, так и по DIN EN 442-2, что позволит сравнивать данные характеристики с характеристиками импортных аналогов.

Авторы рекомендаций: канд. техн. наук В.И. Сасин, канд. техн. наук Г.А. Бершидский, канд. техн. наук Д.А. Плотников, инженеры Т.Н. Прокопенко, В.Д. Кушнир и Б.В. Швецов, под редакцией главного инженера радиаторного завода ОАО «НИТИ «Прогресс» И.Н. Ложаева.

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций мы просим направлять по адресу: Россия, 426008, УР, г. Ижевск, ул. Пушкинская, 268, ОАО «НИТИ «Прогресс», или по тел./факс. 8 (3412) 724–224, niti@niti.udm.ru.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	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	37
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO»	38
6. Требования к эксплуатации, хранению и транспортированию стальных панельных радиаторов «PRADO»	45
7. Гарантийные обязательства	46
8. Срок службы стальных панельных радиаторов «PRADO»	47
9. Список использованной литературы	47
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	48
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	50
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	51
<i>Приложение 4.</i> Тепловой поток стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и «PRADO Universal» при различных температурных графиках по ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний»	53
<i>Приложение 5.</i> Тепловой поток стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и «PRADO Universal» при различных температурных графиках по DIN-EN 442-2:1996+A1:2000 +A2:2003 «Радиаторы и конвекторы. Часть 2. Методы испытаний и оценка»	59

1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «PRADO» и условия их применения

1.1. 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.niti-progress.ru>, <http://www.radiator-prado.ru>.

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



Рис. 1.1. Общий вид радиатора «PRADO»

1.3. Радиаторы «PRADO» представляют собой панельные отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами сверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами. По контуру панели сварены сплошным швом, между каналами – 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.

Стальные 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 не менее 1,2 мм;

- радиаторы «PRADO Classic T» – приборы аналогичного типа с толщиной стенки панели не менее 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 не менее 1,2 мм;

- радиаторы «PRADO Universal T» – приборы аналогичного типа с толщиной стенки панели не менее 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 не менее 1,2 мм. Радиаторы предназначены для помещений, к которым предъявляются

повышенные гигиенические требования, например, для медицинских учреждений;
- радиаторы **«PRADO Classic ZT»** и **«PRADO Universal ZT»** – приборы аналогичного типа с толщиной стенки панели не менее 1,4 мм.

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

Номенклатура радиаторов **«PRADO»** представлена в табл. 1.1.

1.4. 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.


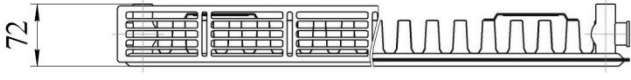

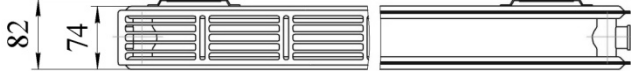
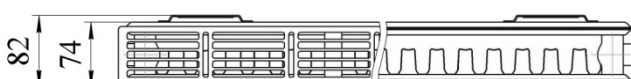




1.5. Высота радиаторов **H** равна 300 или 500 мм.

Длина радиаторов **L** от 400 до 2000 мм с шагом по длине 100 мм, свыше 2000 до 3000 мм – с шагом по длине 200 мм.

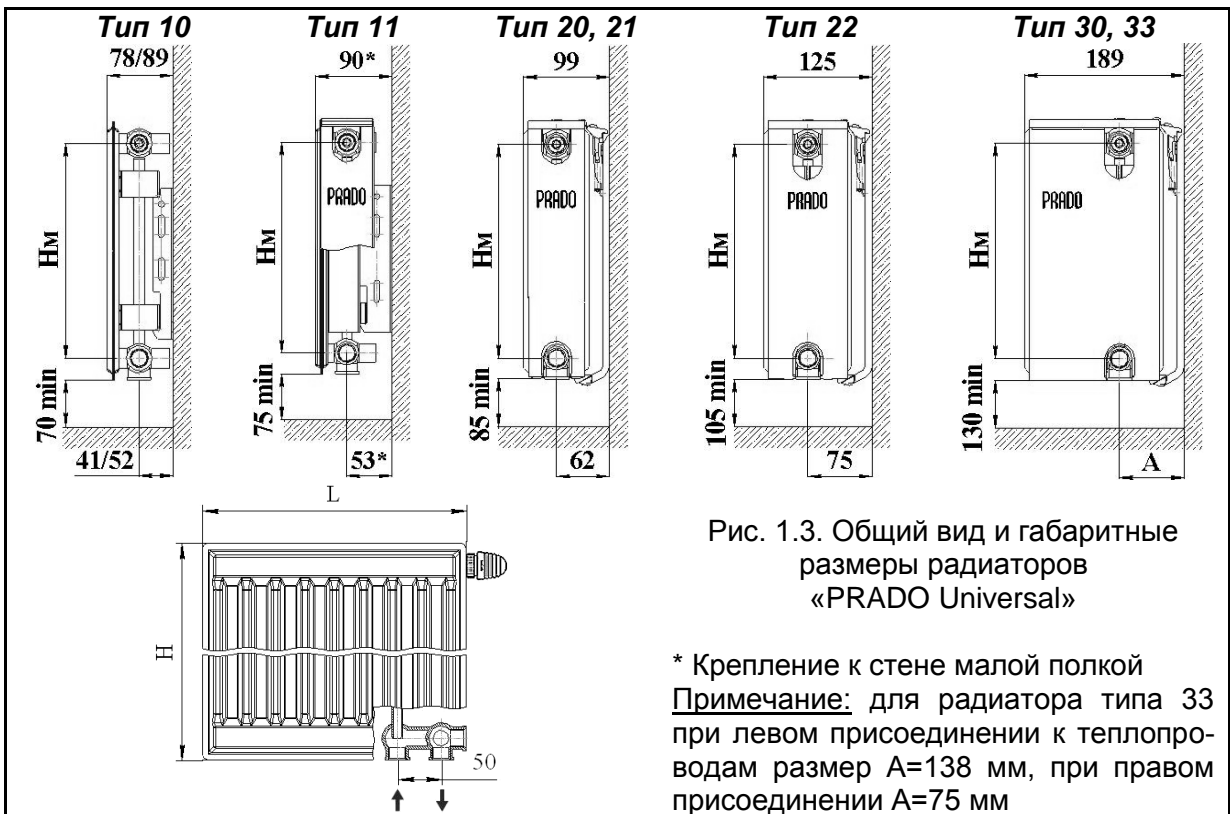
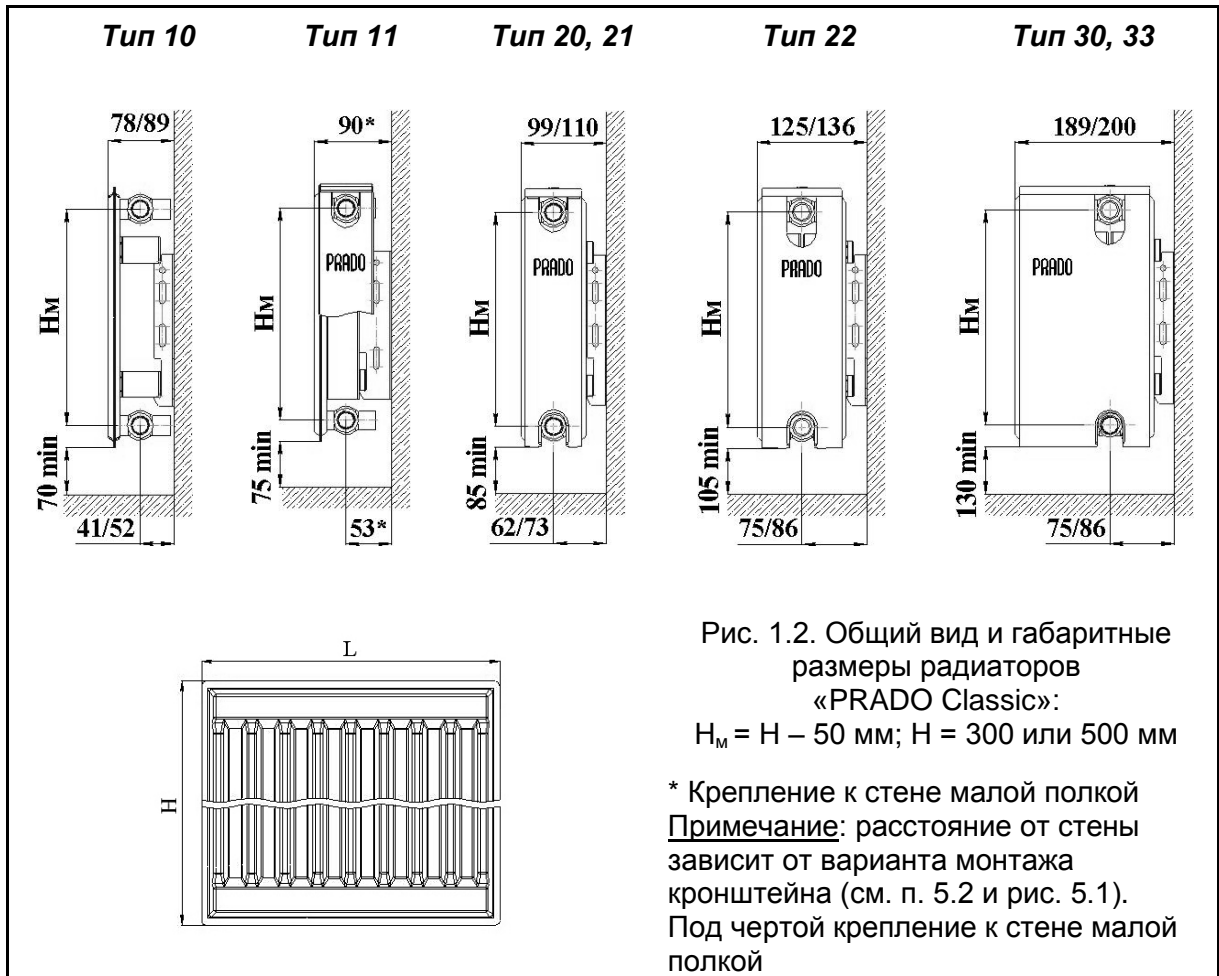
Расстояние между осями донных присоединительных патрубков в радиаторах **«PRADO Universal»** составляет 50 мм.

1.6 Стальные панельные радиаторы **«PRADO»** поставляются в полной строительной готовности.

Таблица 1.1. Номенклатура и обозначения типов радиаторов «PRADO»

Эскиз радиатора	Конструктивные особенности
	Тип 10 – однорядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – без оребрения)
	Тип 11 – 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)
	Тип 20Z – двухрядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения)
	Тип 20 – двухрядный по глубине без конвективного оребрения, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения)
	Тип 21 – 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)
	Тип 22 – 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)
	Тип 30Z – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (3 – три панели, 0 – отсутствие оребрения)
	Тип 30 – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (3 – три панели, 0 – отсутствие оребрения)
	Тип 33 – 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



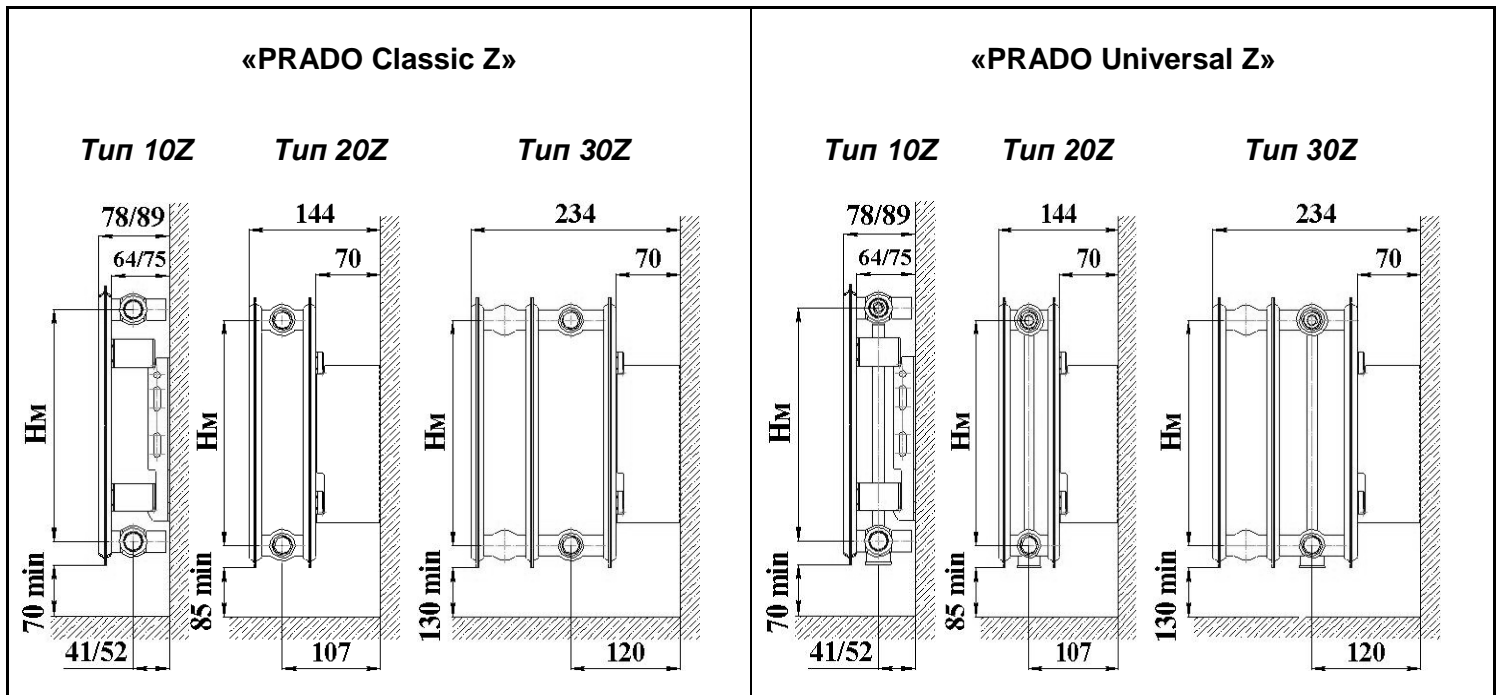


Рис. 1.4. Общий вид и габаритные размеры гигиенических радиаторов «PRADO»
 Примечание для рис.1.2. – 1.4.: допуск на габаритные размеры от стены до края радиатора, а также от стены до оси патрубка составляет ± 2 мм.

1.7. Конструкция стальных панельных радиаторов «PRADO Universal» позволяет установить радиаторы таким образом, что нижняя (донная) подводка может находиться справа или слева, за исключением типов радиаторов, указанных в таблице 1.2., которые в соответствии с заказом изготавливаются в двух исполнениях – **правое** и **левое**.

Таблица 1.2.

Модель радиатора	Тип радиатора
«PRADO Universal» «PRADO Universal T»	10, 11
«PRADO Universal Z» «PRADO Universal ZT»	10Z, 20Z, 30Z

1.8. Все патрубки радиаторов «PRADO» имеют внутреннюю резьбу G ½ и расположены заподлицо с габаритами радиатора.

Второй со стороны боковой стенки нижний присоединительный 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, отводится теплоноситель через крайний 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 рекомендуется использовать специальную гарнитуру Н-образного типа (рис. 1.5.), что позволяет отсекать радиатор от системы в случае проведения ремонтных работ.

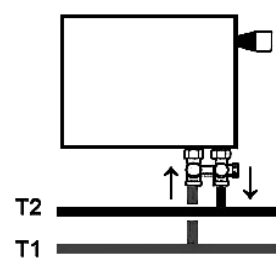


Рис. 1.5.

1.9. Двухслойное нанесение высококачественного лакокрасочного покрытия осуществляется методом погружения и электростатического напыления с использованием компонентов и технологий окраски ведущих мировых производителей. Цвет окраски соответствует RAL 9016.

1.10. 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 (с защитным колпачком)	-	1 шт.
Упаковка	1 шт.	1 шт.
Паспорт	1 шт.	1 шт.

*Для радиаторов длиной от 1800 мм

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.

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

1.12. 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, что позволяет

устанавливать их таким образом, что нижняя (донная) подводка может быть справа или слева.

1.13. При подводе теплоносителя к той или иной стороне радиатора «PRADO Classic», с противоположной стороны устанавливаются глухая пробка и воздухоотводчик.

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

1.15. Основные технические характеристики радиаторов «PRADO» представлены в табл. 1.4. - 1.6.

Теплотехнические испытания по ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний» проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники».

Теплотехнические испытания по DIN-EN 442-2:1996 +A1:2000+A2:2003 «Радиаторы и конвекторы. Часть 2. Методы испытаний и оценка» проведены в «Теплотехнической лаборатории ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС».

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

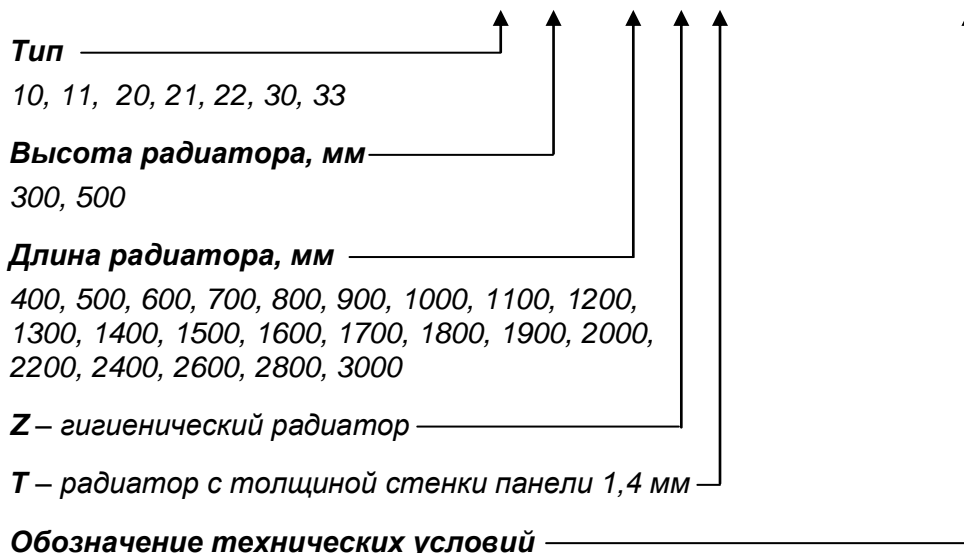
Приведённые в таблицах 1.4. - 1.6. значения номинального теплового потока действительны для радиаторов длиной до 1400 мм с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз». При длине радиатора от 1500 до 3000 мм данные табл. 1.4. - 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.

1.16. 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, а для типов 10,11,10Z, 20Z и 30Z необходимо указать правое или левое (по умолчанию правое) расположение патрубков, а затем номер технических условий.

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



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

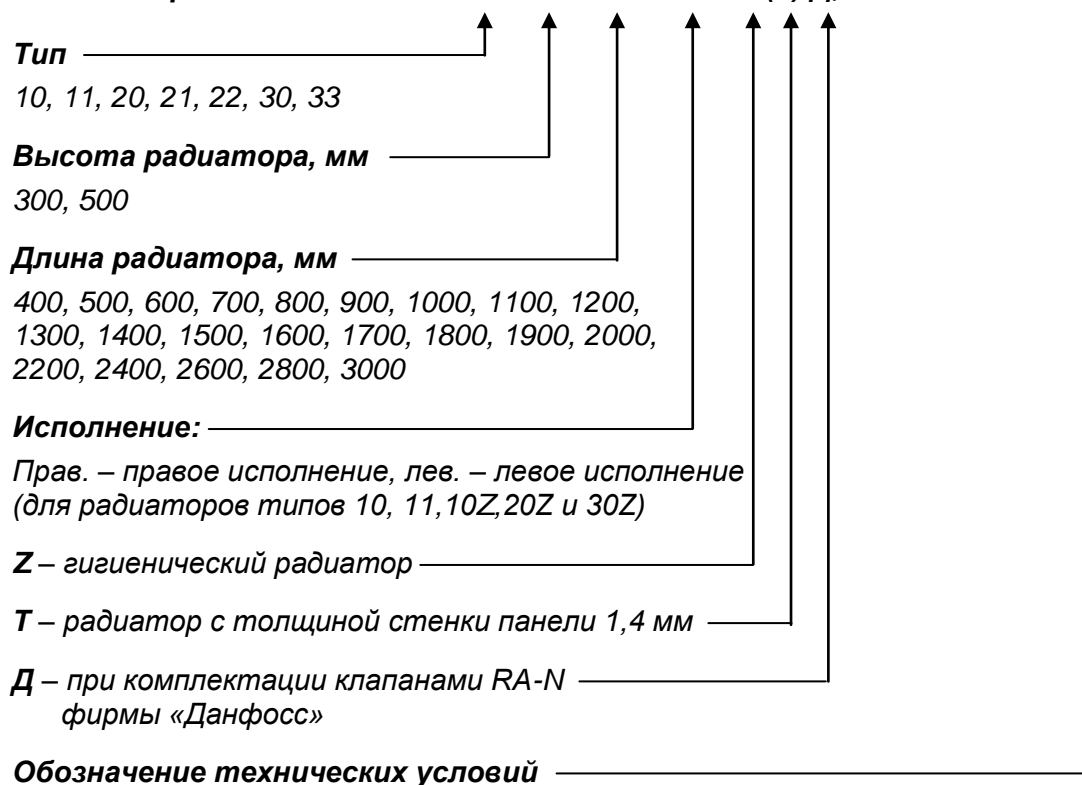


Рис. 1.6. Схема представления данных при заказе радиаторов «PRADO»

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.

1.17. 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 не менее 60 мм.

1.18. Помимо использования в системе отопления традиционных воздухоотводчиков необходимо оснащать каждый радиатор **воздухоотводчиком** (рис. 1.7.).

1.19. 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).

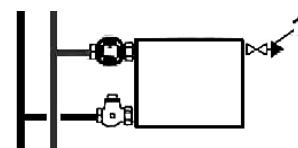


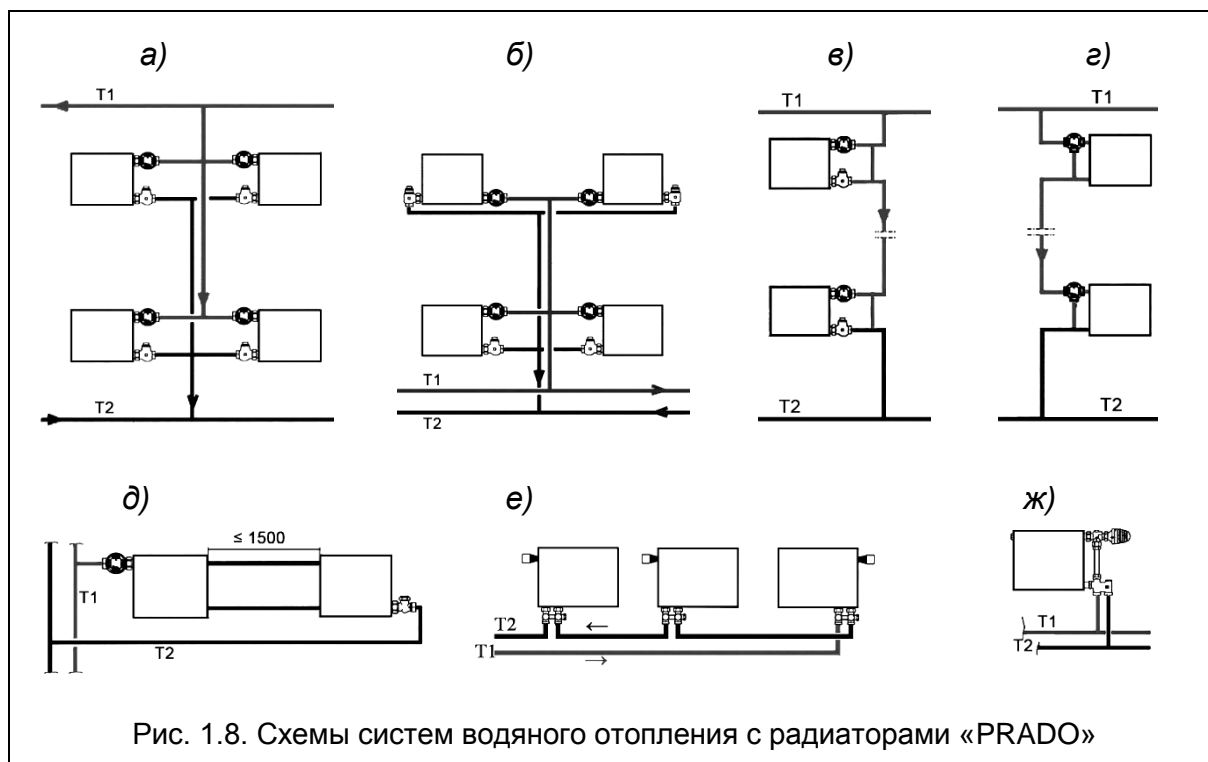
Рис. 1.7. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе

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

1.21. 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, а 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 и условным диаметром 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 авторы издания рекомендуют 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, выходных подводках монтируются запорные клапаны, в частности, 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 радиатору «PRADO Classic» может быть с одной стороны (одностороннее) или с противоположных сторон прибора (разностороннее). При длине радиатора 1400 мм и более (см. п. 1.14.) рекомендуется применять разностороннюю, диагональную схему присоединения радиатора (рис. 1.9.).

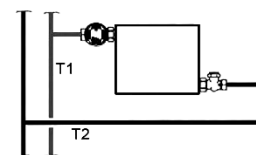


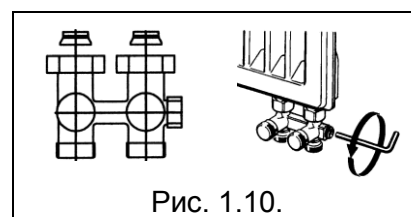
Рис. 1.9.

Присоединении 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.

1.22. 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 Н-образные клапаны или их аналоги поставляются с завода-изготовителя настроенными для применения в двухтрубной системе отопления, т.е. с закрытым встроенным байпасом.

1.23. 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).

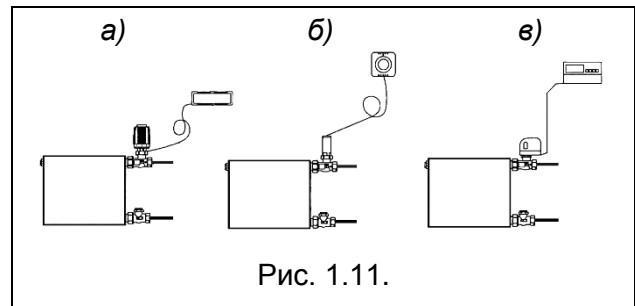


Рис. 1.11.

1.24. 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. 1.12а) или расхода (рис. 1.12б).

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

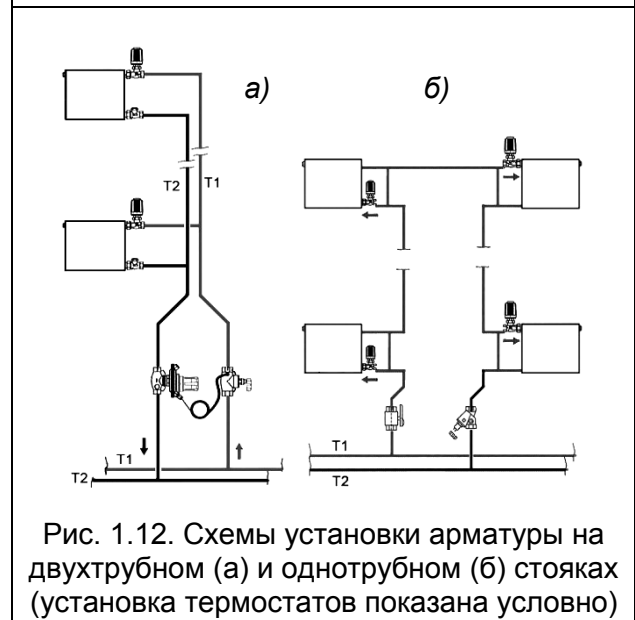


Рис. 1.12. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однетрубном (б) стояках (установка термостатов показана условно)

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

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб.

Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в оболочках из гофрированных полимерных труб или термоизоляции толщиной не менее 9 мм и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии по всей площади пола.

1.26. Стальные панельные радиаторы «PRADO» сертифицированы в системе добровольной сертификации «ГОСТ Р», 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. ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС» постоянно работает над совершенствованием отопительных приборов «PRADO» и оставляет 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.

1.29. ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС» 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.

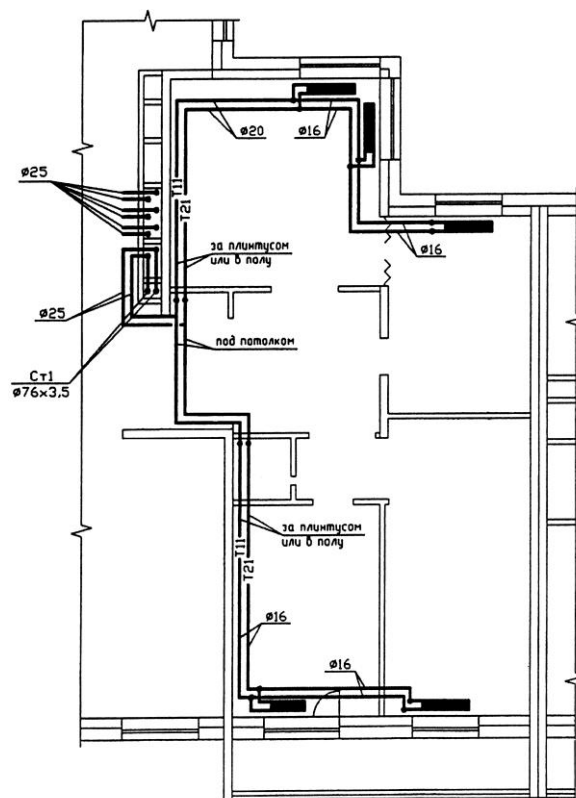


Рис. 1.13. Система отопления с периметральной разводкой теплопроводов по квартире

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 по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
10-300-400	210	222	400	0,27	2,95	0,75
10-300-500	262	277	500	0,33	3,51	0,94
10-300-600	314	333	600	0,4	4,07	1,13
10-300-700	366	388	700	0,47	4,63	1,32
10-300-800	418	443	800	0,53	5,19	1,51
10-300-900	469	496	900	0,6	5,75	1,7
10-300-1000	521	552	1000	0,67	6,31	1,89
10-300-1100	573	607	1100	0,74	6,87	2,08
10-300-1200	625	662	1200	0,8	7,43	2,27
10-300-1300	677	718	1300	0,87	7,99	2,46
10-300-1400	729	772	1400	0,93	8,55	2,65
10-300-1500	781	827	1500	1,0	9,11	2,84
10-300-1600	833	882	1600	1,07	9,67	3,03
10-300-1700	886	939	1700	1,14	10,23	3,22
10-300-1800	938	994	1800	1,2	10,92	3,41
10-300-1900	990	1048	1900	1,27	11,48	3,6
10-300-2000	1042	1103	2000	1,34	12,04	3,79
10-300-2200	1144	1212	2200	1,47	13,16	4,17
10-300-2400	1247	1321	2400	1,6	14,28	4,55
10-300-2600	1350	1430	2600	1,74	15,40	4,93
10-300-2800	1452	1538	2800	1,87	16,52	5,31
10-300-3000	1555	1647	3000	2,0	17,64	5,69
11-300-400	299	336	400	0,72	4,05	0,75
11-300-500	376	423	500	0,89	4,83	0,94
11-300-600	453	509	600	1,06	5,61	1,13
11-300-700	530	595	700	1,24	6,39	1,32
11-300-800	607	682	800	1,41	7,17	1,51
11-300-900	684	769	900	1,58	7,95	1,7
11-300-1000	761	855	1000	1,76	8,73	1,89
11-300-1100	838	941	1100	1,94	9,51	2,08
11-300-1200	915	1028	1200	2,1	10,29	2,27
11-300-1300	992	1115	1300	2,28	11,07	2,46
11-300-1400	1069	1201	1400	2,45	11,85	2,65
11-300-1500	1146	1288	1500	2,62	12,63	2,84
11-300-1600	1223	1374	1600	2,8	13,41	3,03
11-300-1700	1300	1461	1700	2,97	14,19	3,22
11-300-1800	1377	1547	1800	3,14	15,07	3,41
11-300-1900	1453	1633	1900	3,32	15,85	3,6
11-300-2000	1530	1719	2000	3,49	16,63	3,79
11-300-2200	1682	1890	2200	3,84	18,19	4,17
11-300-2400	1833	2060	2400	4,18	19,75	4,55

Продолжение таблицы 1.4.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
11-300-2600	1985	2230	2600	4,53	21,31	4,93
11-300-2800	2136	2400	2800	4,87	22,87	5,31
11-300-3000	2288	2571	3000	5,22	24,43	5,69
20-300-400	340	392	400	0,54	5,70	1,5
20-300-500	424	488	500	0,67	6,87	1,88
20-300-600	508	584	600	0,8	8,04	2,26
20-300-700	592	681	700	0,93	9,21	2,64
20-300-800	676	777	800	1,06	10,38	3,02
20-300-900	760	874	900	1,2	11,55	3,4
20-300-1000	844	971	1000	1,34	12,72	3,78
20-300-1100	928	1068	1100	1,47	13,89	4,16
20-300-1200	1013	1166	1200	1,6	15,19	4,54
20-300-1300	1097	1262	1300	1,74	16,36	4,92
20-300-1400	1182	1360	1400	1,87	17,53	5,3
20-300-1500	1266	1457	1500	2,0	18,70	5,68
20-300-1600	1351	1555	1600	2,14	19,94	6,06
20-300-1700	1435	1650	1700	2,27	21,11	6,44
20-300-1800	1520	1748	1800	2,4	22,36	6,82
20-300-1900	1604	1845	1900	2,54	23,53	7,2
20-300-2000	1688	1942	2000	2,68	24,70	7,58
20-300-2200	1854	2133	2200	2,94	27,04	8,34
20-300-2400	2020	2324	2400	3,2	29,38	9,1
20-300-2600	2187	2516	2600	3,48	31,72	9,86
20-300-2800	2353	2707	2800	3,74	34,06	10,62
20-300-3000	2519	2898	3000	4,0	36,40	11,38
21-300-400	452	468	400	0,99	6,38	1,5
21-300-500	568	588	500	1,22	7,72	1,88
21-300-600	685	709	600	1,46	9,06	2,26
21-300-700	801	829	700	1,71	10,40	2,64
21-300-800	917	949	800	1,94	11,74	3,02
21-300-900	1034	1070	900	2,18	13,08	3,4
21-300-1000	1150	1190	1000	2,43	14,42	3,78
21-300-1100	1266	1310	1100	2,68	15,76	4,16
21-300-1200	1383	1431	1200	2,9	17,23	4,54
21-300-1300	1499	1551	1300	3,15	18,57	4,92
21-300-1400	1616	1673	1400	3,38	19,91	5,3
21-300-1500	1732	1793	1500	3,62	21,25	5,68
21-300-1600	1848	1913	1600	3,87	22,66	6,06
21-300-1700	1965	2034	1700	4,11	24,00	6,44
21-300-1800	2081	2154	1800	4,34	25,42	6,82
21-300-1900	2198	2275	1900	4,59	26,76	7,2
21-300-2000	2314	2395	2000	4,83	28,10	7,58
21-300-2200	2546	2635	2200	5,31	30,78	8,34

Продолжение таблицы 1.4.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
21-300-2400	2778	2875	2400	5,78	33,46	9,1
21-300-2600	3009	3114	2600	6,27	36,14	9,86
21-300-2800	3241	3354	2800	6,74	38,82	10,62
21-300-3000	3473	3595	3000	7,22	41,50	11,38
22-300-400	540	588	400	1,44	7,43	1,5
22-300-500	682	743	500	1,78	8,96	1,88
22-300-600	823	896	600	2,12	10,49	2,26
22-300-700	965	1051	700	2,48	12,02	2,64
22-300-800	1107	1205	800	2,82	13,55	3,02
22-300-900	1248	1359	900	3,16	15,08	3,4
22-300-1000	1391	1515	1000	3,52	16,61	3,78
22-300-1100	1533	1670	1100	3,88	18,14	4,16
22-300-1200	1674	1823	1200	4,2	19,86	4,54
22-300-1300	1816	1978	1300	4,56	21,39	4,92
22-300-1400	1957	2131	1400	4,9	22,92	5,3
22-300-1500	2099	2286	1500	5,24	24,45	5,68
22-300-1600	2241	2440	1600	5,6	26,07	6,06
22-300-1700	2382	2594	1700	5,94	27,60	6,44
22-300-1800	2524	2749	1800	6,28	29,21	6,82
22-300-1900	2665	2903	1900	6,64	30,74	7,2
22-300-2000	2807	3057	2000	6,98	32,27	7,58
22-300-2200	3090	3365	2200	7,68	35,33	8,34
22-300-2400	3374	3674	2400	8,36	38,39	9,1
22-300-2600	3657	3982	2600	9,06	41,45	9,86
22-300-2800	3941	4292	2800	9,74	44,51	10,62
22-300-3000	4224	4600	3000	10,44	47,57	11,38
30-300-400	507	534	400	0,81	9,03	2,25
30-300-500	633	667	500	1,0	10,79	2,82
30-300-600	760	800	600	1,2	12,55	3,39
30-300-700	886	933	700	1,4	14,35	3,96
30-300-800	1013	1067	800	1,59	16,11	4,53
30-300-900	1140	1200	900	1,8	17,87	5,1
30-300-1000	1266	1333	1000	2,01	19,63	5,67
30-300-1100	1393	1466	1100	2,21	21,39	6,24
30-300-1200	1519	1599	1200	2,4	23,49	6,81
30-300-1300	1646	1732	1300	2,61	25,25	7,38
30-300-1400	1773	1866	1400	2,8	27,01	7,95
30-300-1500	1899	1999	1500	3,0	28,78	8,52
30-300-1600	2026	2133	1600	3,21	30,81	9,09
30-300-1700	2152	2265	1700	3,41	32,57	9,66
30-300-1800	2279	2399	1800	3,6	34,33	10,23
30-300-1900	2406	2533	1900	3,81	36,09	10,8
30-300-2000	2532	2665	2000	4,02	37,88	11,37
30-300-2200	2785	2932	2200	4,41	40,53	12,51

Продолжение таблицы 1.4.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
30-300-2400	3038	3198	2400	4,8	44,00	13,65
30-300-2600	3292	3466	2600	5,22	47,44	14,79
30-300-2800	3545	3732	2800	5,61	50,89	15,93
30-300-3000	3798	3999	3000	6,0	54,36	17,07
33-300-400	761	838	400	2,16	11,24	2,25
33-300-500	961	1059	500	2,67	13,55	2,82
33-300-600	1161	1280	600	3,18	15,86	3,39
33-300-700	1361	1500	700	3,72	18,17	3,96
33-300-800	1562	1721	800	4,23	20,48	4,53
33-300-900	1762	1941	900	4,74	22,79	5,1
33-300-1000	1962	2163	1000	5,28	25,10	5,67
33-300-1100	2162	2383	1100	5,82	27,41	6,24
33-300-1200	2362	2603	1200	6,3	30,03	6,81
33-300-1300	2561	2822	1300	6,84	32,34	7,38
33-300-1400	2761	3042	1400	7,35	34,65	7,95
33-300-1500	2961	3263	1500	7,86	36,96	8,52
33-300-1600	3161	3484	1600	8,4	39,51	9,09
33-300-1700	3361	3704	1700	8,91	41,82	9,66
33-300-1800	3560	3923	1800	9,42	44,13	10,23
33-300-1900	3760	4143	1900	9,96	46,44	10,8
33-300-2000	3960	4364	2000	10,47	48,75	11,37
33-300-2200	4360	4805	2200	11,52	53,37	12,51
33-300-2400	4759	5244	2400	12,54	57,99	13,65
33-300-2600	5159	5685	2600	13,59	62,61	14,79
33-300-2800	5558	6125	2800	14,61	67,23	15,93
33-300-3000	5958	6566	3000	15,66	71,85	17,07

**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 по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
10-500-400	324	341	400	0,45	4,47	1,12
10-500-500	405	427	500	0,56	5,41	1,4
10-500-600	485	511	600	0,67	6,35	1,68
10-500-700	566	597	700	0,78	7,29	1,96
10-500-800	646	681	800	0,89	8,23	2,24
10-500-900	727	766	900	1,0	9,17	2,52
10-500-1000	807	851	1000	1,12	10,11	2,8
10-500-1100	888	936	1100	1,23	11,05	3,08
10-500-1200	968	1020	1200	1,34	11,99	3,36
10-500-1300	1049	1106	1300	1,45	12,93	3,64
10-500-1400	1129	1190	1400	1,56	13,87	3,92
10-500-1500	1210	1275	1500	1,67	14,81	4,2
10-500-1600	1291	1361	1600	1,78	15,75	4,48
10-500-1700	1371	1445	1700	1,89	16,69	4,76
10-500-1800	1452	1530	1800	2,0	17,76	5,04
10-500-1900	1532	1615	1900	2,12	18,70	5,32
10-500-2000	1613	1700	2000	2,24	19,64	5,6
10-500-2200	1774	1870	2200	2,46	21,52	6,16
10-500-2400	1935	2039	2400	2,69	23,40	6,72
10-500-2600	2097	2210	2600	2,91	25,28	7,28
10-500-2800	2258	2380	2800	3,14	27,16	7,84
10-500-3000	2419	2550	3000	3,36	29,04	8,4
11-500-400	474	534	400	1,24	6,35	1,12
11-500-500	597	673	500	1,55	7,66	1,4
11-500-600	720	811	600	1,86	8,97	1,68
11-500-700	843	950	700	2,17	10,28	1,96
11-500-800	965	1088	800	2,48	11,59	2,24
11-500-900	1088	1226	900	2,78	12,90	2,52
11-500-1000	1211	1365	1000	3,1	14,21	2,8
11-500-1100	1334	1503	1100	3,41	15,52	3,08
11-500-1200	1457	1642	1200	3,72	16,83	3,36
11-500-1300	1581	1782	1300	4,03	18,14	3,64
11-500-1400	1704	1920	1400	4,34	19,45	3,92
11-500-1500	1827	2059	1500	4,65	20,76	4,2
11-500-1600	1950	2198	1600	4,96	22,07	4,48
11-500-1700	2073	2336	1700	5,26	23,38	4,76
11-500-1800	2197	2476	1800	5,57	24,79	5,04
11-500-1900	2320	2615	1900	5,89	26,10	5,32
11-500-2000	2443	2753	2000	6,21	27,41	5,6
11-500-2200	2689	3031	2200	6,83	30,03	6,16
11-500-2400	2936	3309	2400	7,46	32,65	6,72

Продолжение таблицы 1.5.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{нy}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{нy}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
11-500-2600	3182	3586	2600	8,07	35,27	7,28
11-500-2800	3429	3864	2800	8,7	37,89	7,84
11-500-3000	3674	4141	3000	9,32	40,51	8,4
20-500-400	525	564	400	0,9	8,92	2,25
20-500-500	655	704	500	1,12	10,85	2,82
20-500-600	786	844	600	1,34	12,78	3,38
20-500-700	916	984	700	1,56	14,71	3,94
20-500-800	1046	1124	800	1,78	16,64	4,5
20-500-900	1176	1263	900	2,0	18,57	5,07
20-500-1000	1307	1404	1000	2,24	20,50	5,63
20-500-1100	1438	1544	1100	2,46	22,43	6,19
20-500-1200	1568	1683	1200	2,68	24,49	6,76
20-500-1300	1699	1824	1300	2,9	26,42	7,32
20-500-1400	1830	1965	1400	3,12	28,35	7,88
20-500-1500	1960	2104	1500	3,34	30,28	8,44
20-500-1600	2091	2245	1600	3,56	32,28	9,01
20-500-1700	2222	2386	1700	3,78	34,21	9,58
20-500-1800	2353	2526	1800	4,0	36,22	10,14
20-500-1900	2483	2666	1900	4,24	38,15	10,7
20-500-2000	2614	2807	2000	4,48	40,08	11,27
20-500-2200	2875	3087	2200	4,96	43,94	12,39
20-500-2400	3137	3368	2400	5,38	47,80	13,52
20-500-2600	3398	3649	2600	5,82	51,66	14,64
20-500-2800	3660	3930	2800	6,28	55,52	15,77
20-500-3000	3921	4211	3000	6,72	59,38	16,9
21-500-400	692	716	400	1,69	10,20	2,25
21-500-500	870	900	500	2,11	12,45	2,82
21-500-600	1048	1085	600	2,53	14,70	3,38
21-500-700	1226	1269	700	2,95	16,95	3,94
21-500-800	1404	1453	800	3,37	19,20	4,5
21-500-900	1582	1637	900	3,78	21,45	5,07
21-500-1000	1760	1822	1000	4,22	23,70	5,63
21-500-1100	1939	2007	1100	4,64	25,95	6,19
21-500-1200	2117	2191	1200	5,06	28,33	6,76
21-500-1300	2296	2376	1300	5,48	30,58	7,32
21-500-1400	2474	2561	1400	5,9	32,83	7,88
21-500-1500	2653	2746	1500	6,32	35,08	8,44
21-500-1600	2832	2931	1600	6,74	37,40	9,01
21-500-1700	3010	3115	1700	7,15	39,65	9,58
21-500-1800	3189	3301	1800	7,57	41,98	10,14
21-500-1900	3367	3485	1900	8,01	44,23	10,7
21-500-2000	3546	3670	2000	8,45	46,48	11,27
21-500-2200	3903	4040	2200	9,29	50,98	12,39
21-500-2400	4261	4410	2400	10,15	55,48	13,52

Продолжение таблицы 1.5.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
21-500-2600	4618	4780	2600	10,98	59,98	14,64
21-500-2800	4976	5150	2800	11,84	64,48	15,77
21-500-3000	5333	5520	3000	12,68	68,98	16,9
22-500-400	847	911	400	2,48	11,93	2,25
22-500-500	1069	1159	500	3,1	14,52	2,82
22-500-600	1290	1397	600	3,72	17,11	3,38
22-500-700	1512	1638	700	4,34	19,70	3,94
22-500-800	1734	1878	800	4,96	22,29	4,5
22-500-900	1956	2119	900	5,56	24,88	5,07
22-500-1000	2177	2359	1000	6,2	27,47	5,63
22-500-1100	2399	2599	1100	6,82	30,06	6,19
22-500-1200	2622	2841	1200	7,44	32,84	6,76
22-500-1300	2844	3081	1300	8,06	35,43	7,32
22-500-1400	3067	3322	1400	8,68	38,02	7,88
22-500-1500	3289	3563	1500	9,3	40,61	8,44
22-500-1600	3511	3803	1600	9,92	43,29	9,01
22-500-1700	3734	4045	1700	10,52	45,88	9,58
22-500-1800	3956	4286	1800	11,14	48,55	10,14
22-500-1900	4179	4527	1900	11,78	51,14	10,7
22-500-2000	4401	4768	2000	12,42	53,73	11,27
22-500-2200	4846	5250	2200	13,66	58,91	12,39
22-500-2400	5291	5731	2400	14,92	64,09	13,52
22-500-2600	5735	6213	2600	16,14	69,27	14,64
22-500-2800	6180	6695	2800	17,4	74,45	15,77
22-500-3000	6624	7176	3000	18,64	79,63	16,9
30-500-400	744	801	400	1,35	13,96	3,37
30-500-500	930	1003	500	1,68	16,86	4,21
30-500-600	1116	1204	600	2,01	19,76	5,05
30-500-700	1302	1404	700	2,34	22,67	5,89
30-500-800	1488	1605	800	2,67	25,54	6,74
30-500-900	1674	1806	900	3,00	28,44	7,58
30-500-1000	1860	2006	1000	3,36	31,34	8,42
30-500-1100	2046	2207	1100	3,69	34,24	9,26
30-500-1200	2232	2407	1200	4,02	37,42	10,11
30-500-1300	2418	2608	1300	4,35	40,32	10,95
30-500-1400	2604	2809	1400	4,68	43,22	11,80
30-500-1500	2790	3009	1500	5,01	46,13	12,64
30-500-1600	2976	3210	1600	5,34	49,27	13,48
30-500-1700	3162	3411	1700	5,67	52,14	14,32
30-500-1800	3348	3611	1800	6,00	55,04	15,17
30-500-1900	3534	3812	1900	6,36	57,94	16,01
30-500-2000	3720	4012	2000	6,72	60,84	16,85
30-500-2200	4092	4414	2200	7,42	65,74	18,54
30-500-2400	4464	4815	2400	8,07	71,46	20,22

Продолжение таблицы 1.5.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{нy}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{нy}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
30-500-2600	4836	5216	2600	8,73	77,15	21,91
30-500-2800	5208	5617	2800	9,42	82,88	23,60
30-500-3000	5580	6019	3000	10,08	88,60	25,28
33-500-400	1197	1356	400	3,72	18,04	3,37
33-500-500	1510	1603	500	4,65	21,94	4,21
33-500-600	1823	1935	600	5,58	25,84	5,05
33-500-700	2136	2267	700	6,51	29,74	5,89
33-500-800	2450	2601	800	7,44	33,64	6,74
33-500-900	2763	2933	900	8,34	37,54	7,58
33-500-1000	3076	3266	1000	9,3	41,44	8,42
33-500-1100	3390	3598	1100	10,23	45,34	9,26
33-500-1200	3704	3932	1200	11,16	49,55	10,11
33-500-1300	4019	4266	1300	12,09	53,45	10,95
33-500-1400	4333	4600	1400	13,02	57,35	11,8
33-500-1500	4647	4933	1500	13,95	61,25	12,64
33-500-1600	4961	5267	1600	14,88	65,39	13,48
33-500-1700	5275	5600	1700	15,78	69,29	14,32
33-500-1800	5590	5934	1800	16,71	73,19	15,17
33-500-1900	5904	6267	1900	17,67	77,09	16,01
33-500-2000	6218	6600	2000	18,63	80,99	16,85
33-500-2200	6846	7267	2200	20,49	88,79	18,54
33-500-2400	7475	7935	2400	22,38	96,59	20,22
33-500-2600	8103	8602	2600	24,21	104,39	21,91
33-500-2800	8732	9269	2800	26,1	112,19	23,6
33-500-3000	9360	9936	3000	27,96	119,99	25,28

Примечания.

1. Номинальный тепловой поток для наиболее распространенных температурных режимов приведен в приложениях 4 и 5 настоящих рекомендаций. Для расчета теплового потока радиатора Q , Вт, при условиях, отличных от нормальных (нормированных), мы рекомендуем использовать методику, описанную в главе 3. Для автоматизации процесса проектирования систем отопления мы рекомендуем применять программный продукт фирмы SANKOM «Prado C.O фирменная версия» (ссылка для скачивания <http://ru.sankom.net/download/firm-versions>), с его помощью можно легко определить тепловой поток радиатора Q , Вт, при условиях, отличных от нормальных (нормированных). Расчет так же можно произвести с помощью электронных таблиц, расположенных на нашем сайте <http://www.radiator-prado.ru>.

2. 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.

3. В графе «масса» приведены данные для радиаторов модели «PRADO Classic». Масса радиаторов модели «PRADO Universal» больше массы радиаторов «PRADO Classic» при высоте 300 мм на 0,2±0,04 кг, при высоте 500 мм на 0,3±0,07 кг.

4. 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%.

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 $Q_{ну}$, Вт по ГОСТ Р53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
Радиаторы высотой 300 мм						
20-300-400 Z	364	420	400	0,54	5,16	1,5
20-300-500 Z	454	523	500	0,67	6,28	1,88
20-300-600 Z	545	627	600	0,80	7,40	2,26
20-300-700 Z	630	725	700	0,93	8,52	2,64
20-300-800 Z	727	836	800	1,06	9,64	3,02
20-300-900 Z	818	941	900	1,20	10,76	3,4
20-300-1000 Z	909	1046	1000	1,34	11,88	3,78
20-300-1100 Z	1000	1151	1100	1,47	13,00	4,16
20-300-1200 Z	1091	1256	1200	1,60	14,25	4,54
20-300-1300 Z	1182	1360	1300	1,74	15,37	4,92
20-300-1400 Z	1273	1465	1400	1,87	16,49	5,3
20-300-1500 Z	1364	1570	1500	2,0	17,61	5,68
20-300-1600 Z	1454	1674	1600	2,14	18,80	6,06
20-300-1700 Z	1545	1776	1700	2,27	19,92	6,44
20-300-1800 Z	1636	1881	1800	2,40	21,12	6,82
20-300-1900 Z	1727	1986	1900	2,54	22,24	7,2
20-300-2000 Z	1818	2092	2000	2,68	23,36	7,58
20-300-2200 Z	2000	2301	2200	2,94	25,23	8,34
20-300-2400 Z	2182	2510	2400	3,20	27,44	9,1
20-300-2600 Z	2363	2718	2600	3,48	29,64	9,86
20-300-2800 Z	2545	2928	2800	3,74	31,85	10,62
20-300-3000 Z	2727	3137	3000	4,0	34,06	11,38
30-300-400 Z	517	545	400	0,81	8,05	2,25
30-300-500 Z	646	681	500	1,0	9,7	2,82
30-300-600 Z	775	816	600	1,2	11,35	3,39
30-300-700 Z	904	952	700	1,4	13,04	3,96
30-300-800 Z	1034	1089	800	1,59	14,69	4,53
30-300-900 Z	1163	1224	900	1,8	16,34	5,1
30-300-1000 Z	1292	1360	1000	2,01	17,99	5,67
30-300-1100 Z	1421	1495	1100	2,21	19,64	6,24
30-300-1200 Z	1550	1632	1200	2,4	21,63	6,81
30-300-1300 Z	1680	1768	1300	2,61	23,28	7,38
30-300-1400 Z	1809	1904	1400	2,8	24,93	7,95
30-300-1500 Z	1938	2040	1500	3,0	26,59	8,52
30-300-1600 Z	2067	2176	1600	3,21	28,51	9,09
30-300-1700 Z	2196	2311	1700	3,41	30,16	9,66
30-300-1800 Z	2326	2448	1800	3,6	31,81	10,23
30-300-1900 Z	2455	2585	1900	3,81	33,46	10,8
30-300-2000 Z	2584	2720	2000	4,02	35,14	11,37
30-300-2200 Z	2842	2992	2200	4,41	37,57	12,51
30-300-2400 Z	3101	3264	2400	4,80	40,82	13,65
30-300-2600 Z	3359	3537	2600	5,22	44,04	14,79
30-300-2800 Z	3618	3809	2800	5,61	47,27	15,93
30-300-3000 Z	3876	4081	3000	6,0	50,52	17,07

Продолжение таблицы 1.6.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нр}}$, Вт по DIN-EN 442-2 95/85/20	Длина радиатора L , мм	Площадь наружной поверхности нагрева F , м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
Радиаторы высотой 500 мм						
20-500-400 Z	535	575	400	0,9	8,18	2,25
20-500-500 Z	668	718	500	1,12	10,06	2,82
20-500-600 Z	802	861	600	1,34	11,94	3,38
20-500-700 Z	936	1005	700	1,56	13,82	3,94
20-500-800 Z	1070	1150	800	1,78	15,70	4,5
20-500-900 Z	1203	1292	900	2,0	17,58	5,07
20-500-1000 Z	1337	1436	1000	2,24	19,46	5,63
20-500-1100 Z	1471	1579	1100	2,46	21,34	6,19
20-500-1200 Z	1604	1722	1200	2,68	23,35	6,76
20-500-1300 Z	1738	1866	1300	2,9	25,23	7,32
20-500-1400 Z	1872	2010	1400	3,12	27,11	7,88
20-500-1500 Z	2006	2153	1500	3,34	28,99	8,44
20-500-1600 Z	2139	2297	1600	3,56	30,94	9,01
20-500-1700 Z	2273	2441	1700	3,78	32,82	9,58
20-500-1800 Z	2407	2584	1800	4,0	34,78	10,14
20-500-1900 Z	2540	2727	1900	4,24	36,66	10,7
20-500-2000 Z	2674	2871	2000	4,48	38,54	11,27
20-500-2200 Z	2941	3158	2200	4,96	41,93	12,39
20-500-2400 Z	3209	3445	2400	5,38	45,66	13,52
20-500-2600 Z	3476	3733	2600	5,82	49,38	14,64
20-500-2800 Z	3744	4020	2800	6,28	53,11	15,77
20-500-3000 Z	4011	4308	3000	6,72	56,84	16,9
30-500-400 Z	760	818	400	1,35	12,62	3,37
30-500-500 Z	950	1025	500	1,68	15,41	4,21
30-500-600 Z	1140	1230	600	2,01	18,20	5,05
30-500-700 Z	1330	1434	700	2,34	21,00	5,89
30-500-800 Z	1520	1640	800	2,67	23,76	6,74
30-500-900 Z	1710	1845	900	3,00	26,55	7,58
30-500-1000 Z	1900	2049	1000	3,36	29,34	8,42
30-500-1100 Z	2090	2254	1100	3,69	32,13	9,26
30-500-1200 Z	2280	2459	1200	4,02	35,20	10,11
30-500-1300 Z	2470	2664	1300	4,35	37,99	10,95
30-500-1400 Z	2660	2869	1400	4,68	40,78	11,80
30-500-1500 Z	2850	3074	1500	5,01	43,58	12,64
30-500-1600 Z	3040	3279	1600	5,34	46,61	13,48
30-500-1700 Z	3230	3484	1700	5,67	49,37	14,32
30-500-1800 Z	3420	3689	1800	6,00	52,16	15,17
30-500-1900 Z	3610	3894	1900	6,36	54,95	16,01
30-500-2000 Z	3800	4098	2000	6,72	57,74	16,85
30-500-2200 Z	4180	4509	2200	7,42	62,42	18,54
30-500-2400 Z	4560	4919	2400	8,07	67,92	20,22
30-500-2600 Z	4940	5328	2600	8,73	73,39	21,91
30-500-2800 Z	5320	5738	2800	9,42	78,90	23,60
30-500-3000 Z	5700	6148	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 ΔP - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

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

A - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)² (принимается по приложению 2);

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

λ - коэффициент трения;

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

$\lambda/d_{\text{вн}}$ - приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м (для стальных теплопроводов см. приложение 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 однетрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1. могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя.

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

Типы радиаторов	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при расходе теплоносителя через прибор $M_{пр}$	
	72 кг/ч	360 кг/ч	72 кг/ч	360 кг/ч
10, 11	26	22,5	35,6	30,8
20, 21 и 22	13	11,5	17,8	15,8
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 ζ и расходных коэффициентов K_v , [(м³/ч)·бар^{-1/2}] для терморегулятора «PRADO» PR прямого и углового исполнений приведены в табл. 2.2. Гидравлические характеристики получены при настройке терморегулятора на режим 2К 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	
	ζ	K_v , (м ³ /ч)·бар ^{-1/2}	ζ	K_v , (м ³ /ч)·бар ^{-1/2}
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 ζ , 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 2К (2°C) и условном диаметре подводок 15 мм.

Таблица 2.3. Усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления ζ , 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 2К	Значения гидравлических характеристик					
	ζ для типов радиаторов		$S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , для типов радиаторов		K_v , (м ³ /ч)·бар ^{-1/2} , 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 ζ 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 0,5К (0,5°C) и на 2К (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.

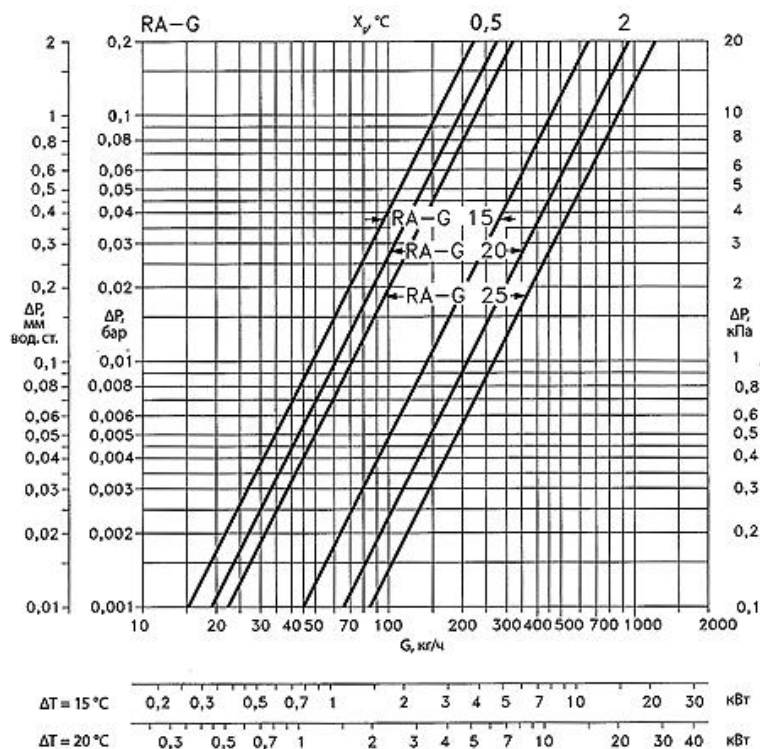


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики терморегуляторов пониженного сопротивления фирмы «Данфосс» RA-G при настройке на режимы 0,5K (слева) и 2K (справа)

Представленные в табл. 2.3. значения расходных коэффициентов K_v [(м³/ч)·бар^{-1/2}] характеризуют расход воды через терморегулятор при перепаде давления в нём $\Delta P = 1$ бар = 100 кПа. Для однетрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с $K_v \geq 1,2$ [12].

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

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.8., следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики присоединительной 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 [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 однетрубных системах отопления с

замыкающими участками определяют коэффициент затекания $\alpha_{пр}$, характеризующий долю теплоносителя, проходящего через прибор, от общего его расхода в подводке к радиаторному узлу. Таким образом, в однотрубных системах отопления расход воды через прибор $M_{пр}$, кг/с, определяется зависимостью:

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{см} , \quad (2.3.)$$

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

$M_{см}$ - 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 ($d_{зв}$) и подводок ($d_{п}$) 15x15x15 (мм) в однотрубных системах отопления впредь до уточнения при использовании терморегулятора RA-G15 можно принимать $\alpha_{пр} = 0,21$ для радиаторов типа 10 и 11 и $\alpha_{пр} = 0,23$ для радиаторов других типов.

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

Значения $\alpha_{пр}$ при установке терморегуляторов определены при настройке их на режим 2К (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 низкозамораживающим 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, β_1 , зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от типа радиатора по табл. 3.1., а второй, β_2 – определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также согласно данным табл. 3.1.

При нахождении значений β_1 учитывали номенклатурный шаг типоразмеров радиаторов, наиболее распространённых в системах отопления жилых зданий. По нашим данным, это приборы с длиной до 1400 мм включительно. Доля панельных радиаторов с длиной более 1400 мм сравнительно невелика, поэтому при нахождении β_1 номенклатурный шаг длинных радиаторов не учитывался. При использовании теплоизолированных защитных экранов можно принимать $\beta_2 = 1$.

Таблица 3.1. Значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	β_1	β_2	
			При установке у наружной стены	При установке у наружного остекления
10	300	1,005	1,04	1,1
10	500	1,01		
11, 20, 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 β_1 и β_2 на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, 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:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_{\text{н}} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{\text{пр}}/0,1)^m \cdot b \cdot p = Q_{\text{н}} \cdot \varphi_1 \cdot c \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p = \\
 &= K_{\text{н}} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot c \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p, \quad (3.1.)
 \end{aligned}$$

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

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

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

где

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_g , °С;

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

70 - нормированный температурный напор, °С;

c - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированном температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 3.2.);

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

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

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

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

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

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

$\varphi_2 = (M_{np}/0,1)^m$ - 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:

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

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м² (принимается по табл. 1.4-1.6).

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

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

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «PRADO», значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{\text{пр}}$, но также от высоты, глубины и длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 3.2. пределов значений $M_{\text{пр}}$. При движении воды в приборе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по двум – четырём вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к 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 ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,15 кг/с

Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов			Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов		
	10-300 10-500 11-300	20-300 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 ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,1 кг/с

Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов		Θ , °C	ϕ_1 для типоразмеров радиаторов	
	10-300, 10-500 11-300, 11-500 20-300, 20-500 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 ϕ_1 при схеме движения теплоносителя «снизу-вниз» и расходе теплоносителя через прибор 0,015-0,1 кг/с

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

Таблица 3.8. Значения поправочного коэффициента ϕ_2 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (m – см. табл. 3.2.)

$M_{\text{пр}}$		Значения ϕ_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 однетрубной системы водяного отопления

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однетрубной 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 формуле:
$$Q_{np}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр.п} \quad (4.1.)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Q_{np}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр.п} = 1200 - 248 = 952 \text{ Вт.}$$

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:

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

Перепад температур теплоносителя в радиаторе Δt_{np} определяется по формуле:

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,028} = 8,1^\circ\text{C} \quad (4.3.)$$

где C – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг·°C).

Температурный напор Θ (без учёта охлаждения воды в стояке однотрубной системы отопления) определяется по формуле (3.2.):

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 4,05 - 20 = 80,95^\circ \text{C}.$$

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot c \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,208 \cdot 0,938 \cdot 0,76 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1063 \text{Вт}, \quad (4.4.)$$

где φ_1 , φ_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 $Q_{ny}=1088$ Вт.

С учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадью 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:

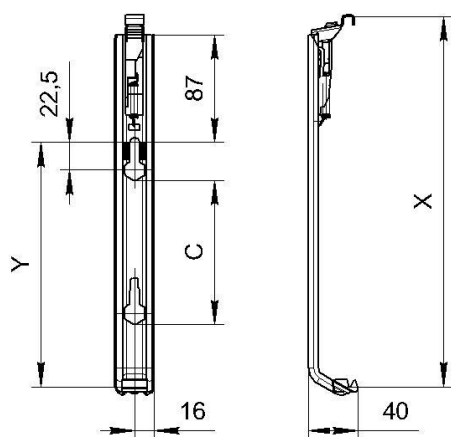
$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = 2,3\%. \quad (4.5.)$$

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

5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO»

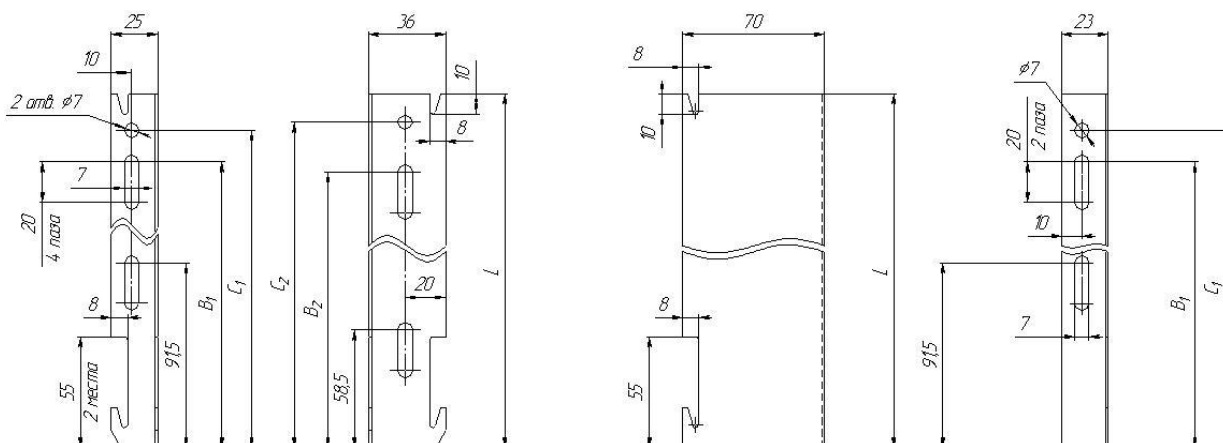
5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «**PRADO**» производится согласно требованиям СП60.1330.2012 [8] и СП73.13330.2012, ТУ 4935-010-17757185-2009 ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС» и настоящих рекомендаций.

5.2. 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 20 и 30 типа**» следует использовать кронштейны с длиной полки 70 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.



H, мм	X, мм	Y, мм	C, мм
300	300	200	117
500	500	400	317

Предназначены для радиаторов «PRADO Universal»
кроме типов 10,11,10Z,20Z,30Z



Высота радиатора, мм	Размеры, мм				
	L	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
300	175	141,5	136,5	157	161
500	375	341,5	336,5	357	361

Предназначены для радиаторов:
«PRADO Classic» всех типов и для 10Z
«PRADO Universal» типов 10, 10Z и 11

Высота радиатора, мм	Размеры, мм		
	L	B ₁	C ₁
300	175	141,5	157
500	375	341,5	357

Предназначены для радиаторов:
«PRADO Classic Z» и «PRADO Universal Z»
типов 20 и 30.

Рис. 5.1. Кронштейны для крепления радиаторов к стене

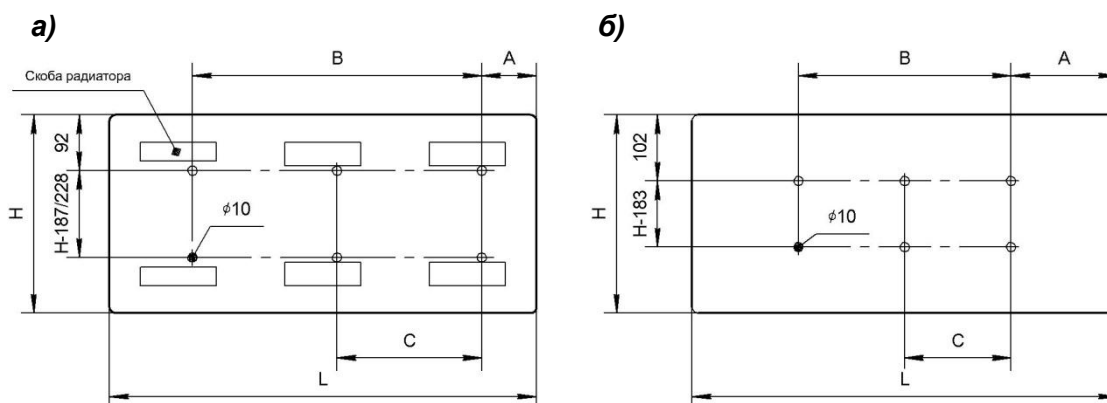


Рис. 5.2. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов: а – «PRADO Classic» всех типов и «PRADO Universal» типов 10 и 11; б - «PRADO Universal» типов 20, 21, 22, 30 и 33

Таблица 5.1. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов

Размеры для радиаторов «PRADO Universal» 11 типа и «PRADO Classic» всех типов, кроме 10 высотой $H = 300$ и 500 мм				Размеры для радиаторов «PRADO Universal» типов 20,21,22,30,33 высотой $H = 300$ и 500 мм			
L	A	B	C	L	A	B	C
400	82/112	200	-	400	50	300	-
500	82/112	300	-	500	150	200	-
600	82/112	400	-	600	150	300	-
700	82/112	500	-	700	150	400	-
800	82/112	600	-	800	150	500	-
900	82/112	700	-	900	150	600	-
1000	82/112	800	-	1000	150	700	-
1100	82/112	900	-	1100	150	800	-
1200	82/112	1000	-	1200	250	700	-
1300	82/112	1100	-	1300	250	800	-
1400	82/112	1200	-	1400	250	900	-
1500	82/112	1300	-	1500	250	1000	-
1600	82/112	1400	-	1600	250	1100	-
1700	82/112	1500	-	1700	250	1200	-
1800	82/112	1600	800	1800	250	1300	650
1900	82/112	1700	850	1900	250	1400	700
2000	82/112	1800	900	2000	250	1500	750
2200	82/112	2000	1000	2200	250	1700	850
2400	82/112	2200	1100	2400	250	1900	950
2600	82/112	2400	1200	2600	250	2100	1050
2800	82/112	2600	1300	2800	250	2300	1150
3000	82/112	2800	1400	3000	250	2500	1250
<i>Примечание:</i> размеры A под дробной чертой указаны для варианта установки кронштейнов малой полкой к стене (см. п. 5.3. и рис. 5.1.)							

5.3. 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 .

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

5.5. 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 подводными 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.

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

5.7. Радиаторы относятся к виду климатического исполнения УХЛ, группа условий эксплуатации 1, категория размещения 4,2. Запрещается устанавливать радиаторы в помещениях, в которых в соответствии с ГОСТ 15150, среднегодовое значение относительной влажности воздуха более 60 % при 20 °С.

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

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньше 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 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.

5.9. После окончания отделочных работ необходимо 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.

5.10. 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.

5.11. В процессе эксплуатации следует производить очистку наружных поверхностей радиатора в начале отопительного сезона и один – два раза в течение отопительного периода.

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

5.13. 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 (по DIN EN 442-1 – 1,0 МПа), а с толщиной стенки 1,4 мм – 1,0 МПа (по DIN EN 442-1 – 1,15 МПа).

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, проведённые ООО «Витатерм», показывают, что это превышение целесообразно держать в пределах 25%.

5.14. 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).

5.15. 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

полностью удалить

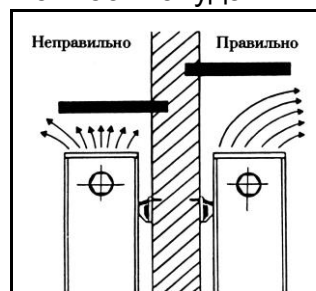


Рис. 5.3. Схема установки радиатора под подоконником

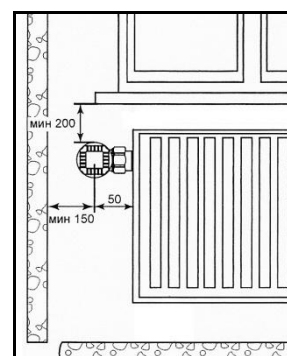


Рис. 5.4. Размещение терморегулятора

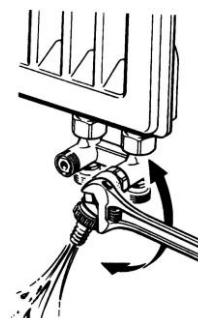


Рис. 5.5. Дренаж радиатора

пластмассового колпачка, а затем заглушить прибор со стороны снятой подводки, а также перекрыть вторую подводку.

5.16. 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.

5.17. 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. 5.15. 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.

5.18. 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 оповещены об этом требовании.

5.19. 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 два – три 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.

5.20. 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].

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

5.22. 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.

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.

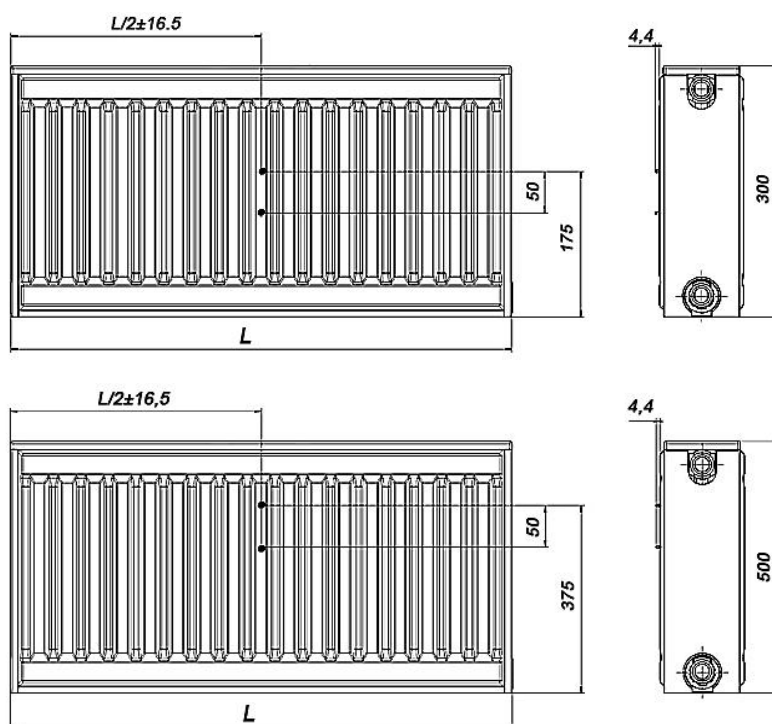


Рис. 5.6. Схемы установки распределителей тепловой энергии на передней панели радиатора «PRADO»

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.

6. Требования к эксплуатации, хранению и транспортированию стальных панельных радиаторов «PRADO»

6.1. Радиаторы «PRADO» должны эксплуатироваться при следующих параметрах теплоносителя:

- максимальная температура - **120°C**;
- максимальное рабочее избыточное давление при толщине стенки радиатора 1,2 мм по ГОСТ 31311-2005 – **0,9 МПа (9 кг/см²)**, по DIN EN 442-1 – **1,0 МПа (10,0 кг/см²)**, заводское испытательное давление не менее **1,35 МПа (13,5 кг/см²)**, давление разрушения радиаторов - не менее **2,25 МПа (22,5 кг/см²)**;
- максимальное рабочее избыточное давление при толщине стенки радиатора 1,4 мм по ГОСТ 31311-2005 – **1,0 МПа (10 кг/см²)**, по DIN EN 442-1 – **1,15 МПа (11,5 кг/см²)**, заводское испытательное давление не менее **1,5 МПа (15 кг/см²)**, давление разрушения радиаторов - не менее **2,5 МПа (25 кг/см²)**;
- максимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть не более чем в 1,25 раза больше рабочего.

Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.» [5]. Содержание кислорода в воде систем отопления не должно превышать 0,02 мг/дм³ воды, а значения pH должны быть в пределах 8 - 9,5 (оптимально – в пределах 8,3 - 9). Общее количество взвешенных веществ не должно превышать 7 мг/л. Содержание в воде железа – до 0,5 мг/л, общая жёсткость – до 7 мг-экв/л.

6.2. Стальные панельные радиаторы «PRADO» необходимо устанавливать в сетях с замкнутой системой, которая должна быть оборудована закрытыми мембранными расширительным сосудами, деаэратором и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя. В случае если отопительная сеть не обеспечивает необходимое качество теплоносителя или её параметры неизвестны, рекомендуется использовать **независимую схему подсоединения к системам теплоснабжения** через теплообменник с собственными мембранными расширительными сосудами и местным деаэратором.

Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка фильтров грубой очистки (грязевиков), а при применении термостатов и автоматизированных воздухоотводчиков – дополнительных фильтров, в том числе постоянных. В системах отопления с независимой схемой подсоединения для поддержания требуемого качества теплоносителя целесообразно применять сепараторы.

6.3. Запрещается устанавливать стальные панельные радиаторы:

- в крытых бассейнах, автомобильных мойках, на бойнях и прочих помещениях, где имеет место вредное воздействие коррозионных веществ, содержащихся в воздухе, и постоянное увлажнение поверхности радиатора. А также в помещениях, где среднегодовое значение относительной влажности воздуха более 60 % при 20 °С;
- в системах парового отопления и системах, где теплоносителем служит вода, имеющая в своем составе агрессивные компоненты.

6.4. Не допускается заполненный теплоносителем радиатор подвергать замораживанию и гидравлическому удару.

6.5. Не допускается резкое открывание запорных вентилей на подводках к радиатору во избежание гидравлического удара.

6.6. Радиаторы должны быть заполнены водой, как в отопительные, так и межотопительные периоды. Слив теплоносителя допускается только в аварийных случаях на срок, минимально необходимый для устранения аварии, но не более 15 дней в течение года.

6.7. Складевать и хранить радиаторы необходимо в сухих закрытых помещениях, исключающих попадание влаги и прямых солнечных лучей (ультрафиолетового излучения) на лакокрасочное покрытие. До ввода в эксплуатацию радиаторы должны находиться в заводской упаковке. Запрещается складирование и хранение радиаторов под открытым небом.

6.8. Транспортирование радиаторов допускается любыми видами транспорта с соблюдением мер по предотвращению механических воздействий на радиаторы, а так же попадания влаги и воздействия прямых солнечных лучей. Рекомендуется транспортировать радиаторы в закрытом фургоне в заводской упаковке, на паллетах с закреплением транспортировочными ремнями. Касание транспортировочными ремнями непосредственно радиаторов не допускается.

7. Гарантийные обязательства

Гарантийный срок эксплуатации стальных панельных радиаторов «PRADO» составляет десять лет со дня выпуска радиатора, при соблюдении требований к эксплуатации, хранению и транспортированию стальных панельных радиаторов «PRADO», изложенных в п.б., а также требований по монтажу п.5. настоящих рекомендаций. В случае обнаружения дефекта по вине изготовителя в течение гарантийного периода, радиатор подлежит замене в организации-продавце прибора. Для выполнения гарантийных обязательств необходимо наличие даты выпуска, которая наносится на каждый радиатор в процессе его производства на обратной стороне нижнего сварочного шва. Гарантия распространяется только по отношению к дефектам, возникшим по вине завода-изготовителя.

Гарантия не распространяется на радиаторы:

- при нарушении требований к эксплуатации, хранению и транспортированию, а так же установленные с нарушением требований по монтажу, настоящих рекомендаций;
- имеющие механические повреждения, полученные при эксплуатации или транспортировании;
- загрязнённые изнутри твёрдыми частицами или вредными жидкостями;
- деформированные вследствие превышения испытательного или статического давления в системе, замерзания или гидроудара.

8. Срок службы стальных панельных радиаторов «PRADO»

Срок службы стальных панельных радиаторов «PRADO» при соблюдении требований к эксплуатации, хранению, транспортированию, а также при выполнении указаний по монтажу составляет не менее 25 лет.

9. 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. В.И. Сасин., 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 воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Минрегион РФ, М., 2012.
9. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г. Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
10. А.Н. Сканави, Л.М. Махов. 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. В.И. Сасин. 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. В.И. Сасин. «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 , ζ' и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ζ при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам:

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

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

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

где S_T , ζ'_4 и ζ_4 - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П 2.1. настоящего приложения).

Значения φ_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 φ_4 определяются по приближённой формуле:

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

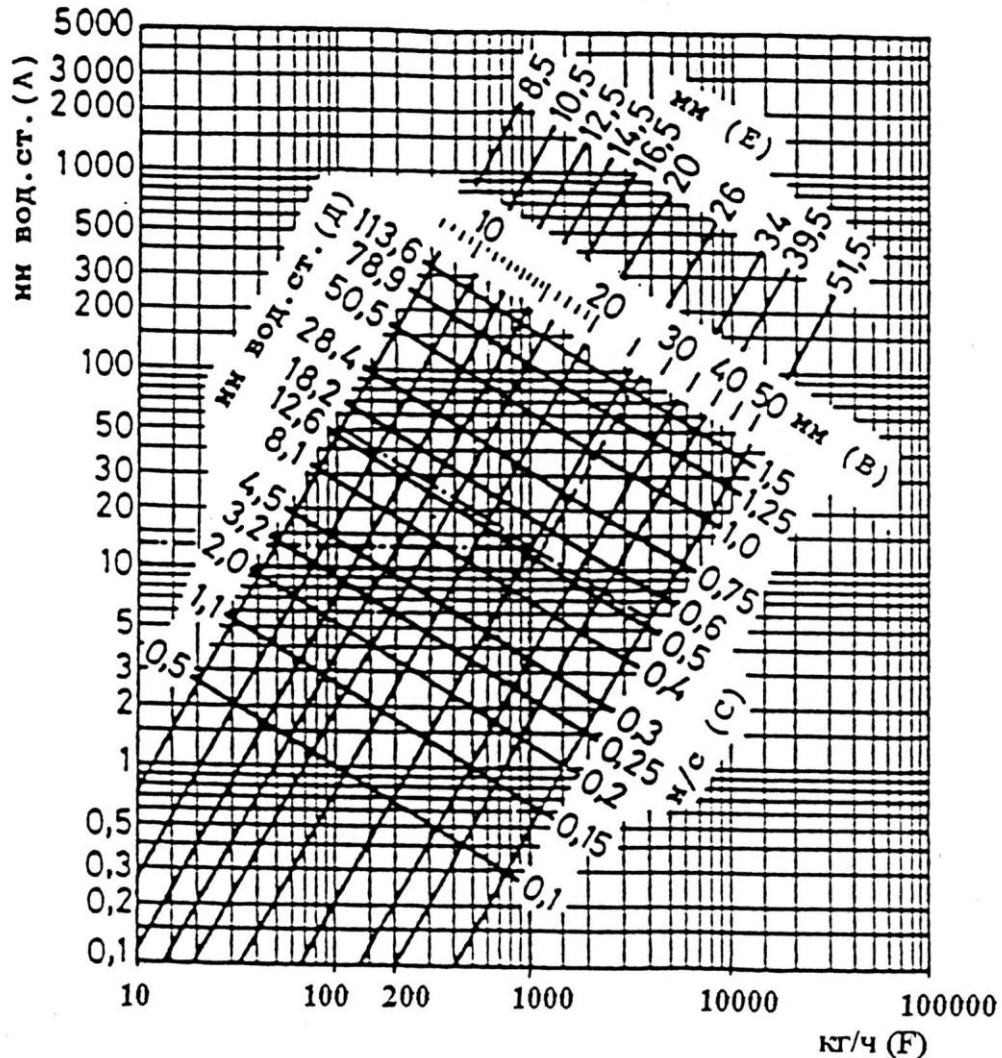
где $\varphi_{4(50)}$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 2.2.

Таблица П 2.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,0265	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.

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

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

Примечания.

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

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также 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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$), увеличивается в среднем в 2,5 раза (при оклейке стен обоями в 2,3 раза) по сравнению со случаем открытой установки. 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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) увеличивается в среднем в два 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.

**Тепловой поток стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и
«PRADO Universal» при различных температурных графиках
по ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний»**

Высотой 300 мм

	тип	10	11	20	20z	21	22	30	30z	33
	п	0,26	0,3	0,28	0,28	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
400	70/55/20	111	155	177	190	234	279	262	267	393
	75/65/20	137	193	221	236	291	348	327	333	490
	90/70/20	171	242	276	296	366	438	411	419	617
	95/85/20	210	299	340	364	452	540	507	517	761
500	70/55/20	138	194	221	237	294	352	327	334	497
	75/65/20	171	242	275	295	366	439	408	416	619
	90/70/20	214	305	345	369	460	553	513	523	779
	95/85/20	262	376	424	454	568	682	633	646	961
600	70/55/20	166	234	265	285	354	425	393	400	600
	75/65/20	205	292	330	354	441	530	490	499	748
	90/70/20	256	367	413	443	555	667	616	628	941
	95/85/20	314	453	508	545	685	823	760	775	1161
700	70/55/20	193	274	309	329	414	499	458	467	703
	75/65/20	239	341	384	409	516	622	571	582	877
	90/70/20	298	429	481	512	649	782	718	733	1103
	95/85/20	366	530	592	630	801	965	886	904	1361
800	70/55/20	220	314	353	380	474	572	523	534	807
	75/65/20	273	391	439	472	591	713	653	666	1006
	90/70/20	341	492	550	591	743	897	821	838	1266
	95/85/20	418	607	676	727	917	1107	1013	1034	1562
900	70/55/20	247	353	397	427	534	645	589	601	911
	75/65/20	306	441	493	531	666	804	735	749	1135
	90/70/20	382	554	618	665	838	1011	924	942	1428
	95/85/20	469	684	760	818	1034	1248	1140	1163	1762
1000	70/55/20	275	393	441	475	594	719	654	668	1014
	75/65/20	340	490	548	590	741	896	816	832	1264
	90/70/20	425	617	686	739	932	1127	1026	1047	1590
	95/85/20	521	761	844	909	1150	1391	1266	1292	1962
1100	70/55/20	302	433	484	522	654	792	720	734	1117
	75/65/20	374	540	602	649	816	988	898	916	1393
	90/70/20	467	679	754	813	1026	1242	1129	1151	1752
	95/85/20	573	838	928	1000	1266	1533	1393	1421	2162

1200	70/55/20	330	473	529	570	715	865	785	801	1221
	75/65/20	408	590	657	708	891	1079	979	999	1522
	90/70/20	510	741	823	887	1121	1356	1231	1256	1914
	95/85/20	625	915	1013	1091	1383	1674	1519	1550	2362
1300	70/55/20	357	513	573	617	775	938	851	868	1323
	75/65/20	442	639	712	767	966	1170	1061	1082	1650
	90/70/20	552	804	892	961	1215	1471	1334	1361	2075
	95/85/20	677	992	1097	1182	1499	1816	1646	1680	2561
1400	70/55/20	384	552	617	665	835	1011	916	935	1427
	75/65/20	476	689	767	826	1041	1261	1142	1166	1779
	90/70/20	595	866	961	1035	1309	1586	1437	1466	2237
	95/85/20	729	1069	1182	1273	1616	1957	1773	1809	2761
1500	70/55/20	412	592	661	712	895	1085	981	1002	1530
	75/65/20	510	738	821	885	1116	1352	1224	1249	1908
	90/70/20	637	929	1029	1109	1403	1701	1539	1570	2399
	95/85/20	781	1146	1266	1364	1732	2099	1899	1938	2961
1600	70/55/20	439	632	705	759	955	1158	1047	1068	1634
	75/65/20	544	788	876	943	1191	1444	1305	1332	2037
	90/70/20	679	991	1098	1182	1497	1816	1642	1675	2561
	95/85/20	833	1223	1351	1454	1848	2241	2026	2067	3161
1700	70/55/20	467	672	749	807	1015	1231	1112	1135	1737
	75/65/20	579	838	931	1002	1266	1535	1387	1415	2166
	90/70/20	723	1053	1167	1256	1592	1930	1744	1779	2723
	95/85/20	886	1300	1435	1545	1965	2382	2152	2196	3361
1800	70/55/20	495	712	794	854	1075	1304	1178	1202	1840
	75/65/20	613	887	986	1061	1341	1626	1468	1499	2294
	90/70/20	765	1116	1236	1330	1686	2045	1847	1885	2885
	95/85/20	938	1377	1520	1636	2081	2524	2279	2326	3560
1900	70/55/20	522	751	837	902	1136	1377	1243	1269	1943
	75/65/20	647	936	1041	1120	1416	1717	1550	1582	2423
	90/70/20	807	1177	1304	1404	1781	2159	1950	1989	3047
	95/85/20	990	1453	1604	1727	2198	2665	2406	2455	3760
2000	70/55/20	550	791	881	949	1196	1451	1308	1335	2046
	75/65/20	681	986	1095	1179	1491	1809	1631	1665	2552
	90/70/20	850	1240	1372	1478	1875	2274	2052	2094	3209
	95/85/20	1042	1530	1688	1818	2314	2807	2532	2584	3960

2200	70/55/20	603	869	968	1044	1316	1597	1439	1469	2253
	75/65/20	747	1084	1203	1297	1640	1991	1794	1831	2809
	90/70/20	933	1363	1507	1626	2063	2504	2257	2303	3533
	95/85/20	1144	1682	1854	2000	2546	3090	2785	2842	4360
2400	70/55/20	658	947	1055	1139	1436	1744	1570	1603	2459
	75/65/20	814	1181	1310	1415	1790	2174	1957	1998	3066
	90/70/20	1017	1485	1642	1774	2251	2734	2462	2513	3856
	95/85/20	1247	1833	2020	2182	2778	3374	3038	3101	4759
2600	70/55/20	712	1026	1142	1234	1555	1890	1701	1736	2666
	75/65/20	882	1279	1419	1533	1939	2356	2121	2164	3324
	90/70/20	1101	1608	1778	1921	2438	2963	2667	2722	4180
	95/85/20	1350	1985	2187	2363	3009	3657	3292	3359	5159
2800	70/55/20	766	1104	1228	1329	1675	2037	1832	1870	2872
	75/65/20	948	1376	1526	1651	2088	2539	2284	2331	3581
	90/70/20	1184	1731	1913	2069	2626	3193	2872	2932	4504
	95/85/20	1452	2136	2353	2545	3241	3941	3545	3618	5558
3000	70/55/20	820	1182	1315	1424	1795	2183	1963	2003	3079
	75/65/20	1016	1474	1634	1769	2238	2722	2447	2497	3839
	90/70/20	1268	1854	2048	2217	2814	3423	3077	3141	4828
	95/85/20	1555	2288	2519	2727	3473	4224	3798	3876	5958

Высотой 500 мм

	тип	10	11	20	20Z	21	22	30	30Z	33
	п	0,26	0,3	0,28	0,28	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
400	70/55/20	171	245	274	279	358	438	384	393	619
	75/65/20	212	305	341	347	446	546	479	490	771
	90/70/20	264	384	427	435	561	686	603	616	970
	95/85/20	324	474	525	535	692	847	744	760	1197
500	70/55/20	214	309	342	349	450	552	481	491	780
	75/65/20	265	385	425	433	561	689	599	612	973
	90/70/20	330	484	532	543	705	866	754	770	1224
	95/85/20	405	597	655	668	870	1069	930	950	1510
600	70/55/20	256	372	410	419	542	667	577	589	942
	75/65/20	317	464	510	520	675	831	719	735	1175
	90/70/20	396	583	639	652	849	1045	904	924	1477
	95/85/20	485	720	786	802	1048	1290	1116	1140	1823
700	70/55/20	298	436	478	489	634	781	673	687	1104
	75/65/20	370	543	594	607	790	974	839	857	1376
	90/70/20	462	683	745	761	993	1225	1055	1078	1731
	95/85/20	566	843	916	936	1226	1512	1302	1330	2136
800	70/55/20	341	499	546	559	726	896	769	785	1266
	75/65/20	422	622	679	694	905	1117	959	979	1579
	90/70/20	527	782	850	870	1138	1405	1206	1232	1985
	95/85/20	646	965	1046	1070	1404	1734	1488	1520	2450
900	70/55/20	383	562	614	628	818	1011	865	884	1428
	75/65/20	475	701	763	780	1019	1260	1079	1102	1780
	90/70/20	593	882	956	978	1282	1585	1356	1386	2239
	95/85/20	727	1088	1176	1203	1582	1956	1674	1710	2763
1000	70/55/20	426	626	682	698	910	1125	961	982	1590
	75/65/20	527	780	848	867	1134	1403	1198	1224	1982
	90/70/20	658	981	1062	1087	1426	1764	1507	1540	2492
	95/85/20	807	1211	1307	1337	1760	2177	1860	1900	3076
1100	70/55/20	468	689	751	768	1002	1240	1057	1080	1752
	75/65/20	580	860	933	954	1249	1546	1318	1347	2184
	90/70/20	724	1081	1169	1196	1571	1944	1658	1694	2747
	95/85/20	888	1334	1438	1471	1939	2399	2046	2090	3390
1200	70/55/20	511	753	819	837	1094	1355	1153	1178	1914
	75/65/20	632	939	1017	1041	1364	1689	1438	1469	2387
	90/70/20	789	1181	1275	1304	1715	2125	1809	1847	3001
	95/85/20	968	1457	1568	1604	2117	2622	2232	2280	3704

1300	70/55/20	553	817	887	907	1187	1470	1250	1276	2077
	75/65/20	685	1019	1102	1127	1479	1832	1558	1591	2590
	90/70/20	856	1281	1381	1413	1860	2304	1959	2001	3257
	95/85/20	1049	1581	1699	1738	2296	2844	2418	2470	4019
1400	70/55/20	595	881	955	977	1278	1585	1346	1375	2239
	75/65/20	737	1098	1187	1214	1594	1976	1678	1714	2792
	90/70/20	921	1381	1488	1522	2005	2485	2110	2155	3511
	95/85/20	1129	1704	1830	1872	2474	3067	2604	2660	4333
1500	70/55/20	638	944	1023	1047	1371	1700	1442	1473	2401
	75/65/20	790	1177	1271	1301	1709	2119	1798	1836	2994
	90/70/20	987	1480	1593	1631	2150	2665	2261	2309	3765
	95/85/20	1210	1827	1960	2006	2653	3289	2790	2850	4647
1600	70/55/20	681	1008	1092	1117	1463	1814	1538	1571	2564
	75/65/20	843	1256	1356	1388	1825	2262	1918	1959	3197
	90/70/20	1053	1580	1700	1739	2295	2845	2411	2463	4020
	95/85/20	1291	1950	2091	2139	2832	3511	2976	3040	4961
1700	70/55/20	723	1071	1160	1187	1555	1930	1634	1669	2726
	75/65/20	895	1336	1441	1474	1939	2406	2037	2081	3399
	90/70/20	1118	1680	1806	1848	2439	3026	2562	2617	4274
	95/85/20	1371	2073	2222	2273	3010	3734	3162	3230	5275
1800	70/55/20	766	1135	1228	1257	1648	2044	1730	1767	2889
	75/65/20	948	1416	1526	1561	2055	2549	2157	2204	3602
	90/70/20	1184	1780	1913	1957	2584	3206	2713	2771	4530
	95/85/20	1452	2197	2353	2407	3189	3956	3348	3420	5590
1900	70/55/20	808	1199	1296	1326	1740	2160	1826	1866	3051
	75/65/20	1001	1495	1611	1648	2169	2693	2277	2326	3804
	90/70/20	1249	1880	2018	2065	2728	3386	2864	2925	4784
	95/85/20	1532	2320	2483	2540	3367	4179	3534	3610	5904
2000	70/55/20	851	1262	1365	1396	1832	2274	1922	1964	3213
	75/65/20	1053	1574	1696	1735	2285	2836	2397	2448	4006
	90/70/20	1315	1980	2125	2174	2873	3566	3014	3079	5038
	95/85/20	1613	2443	2614	2674	3546	4401	3720	3800	6218
2200	70/55/20	936	1390	1501	1535	2017	2504	2115	2160	3538
	75/65/20	1159	1733	1865	1908	2515	3122	2637	2693	4411
	90/70/20	1447	2179	2337	2391	3163	3927	3316	3387	5547
	95/85/20	1774	2689	2875	2941	3903	4846	4092	4180	6846

2400	70/55/20	1020	1517	1638	1675	2202	2734	2307	2356	3863
	75/65/20	1264	1892	2035	2082	2745	3409	2876	2938	4816
	90/70/20	1578	2379	2550	2609	3453	4287	3617	3695	6057
	95/85/20	1935	2936	3137	3209	4261	5291	4464	4560	7475
2600	70/55/20	1106	1644	1774	1815	2386	2964	2499	2553	4187
	75/65/20	1370	2050	2204	2255	2975	3695	3116	3183	5221
	90/70/20	1710	2578	2762	2826	3742	4647	3919	4003	6566
	95/85/20	2097	3182	3398	3476	4618	5735	4836	4940	8103
2800	70/55/20	1191	1772	1911	1955	2571	3194	2691	2749	4512
	75/65/20	1475	2209	2374	2429	3206	3982	3356	3428	5626
	90/70/20	1842	2778	2975	3044	4032	5008	4220	4311	7075
	95/85/20	2258	3429	3660	3744	4976	6180	5208	5320	8732
3000	70/55/20	1276	1899	2047	2094	2756	3423	2884	2946	4837
	75/65/20	1580	2367	2544	2602	3436	4268	3595	3673	6031
	90/70/20	1973	2977	3187	3261	4321	5367	4521	4619	7584
	95/85/20	2419	3674	3921	4011	5333	6624	5580	5700	9360

**Тепловой поток стальных панельных радиаторов «PRADO Classic» и
«PRADO Universal» при различных температурных графиках
по DIN-EN 442-2:1996+A1:2000+A2:2003
«Радиаторы и конвекторы. Часть 2. Методы испытаний и оценка»**

Высотой 300 мм

	тип	10	11	20	20z	21	22	30	30z	33
	n	0,26	0,3	0,28	0,28	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
400	70/55/20	117	174	204	219	242	304	276	281	433
	75/65/20	145	216	254	272	301	379	344	351	540
	90/70/20	181	272	318	341	379	477	433	441	679
	95/85/20	222	336	392	420	468	588	534	545	838
500	70/55/20	146	218	255	273	304	384	344	352	548
	75/65/20	181	272	317	339	379	479	430	439	683
	90/70/20	226	343	397	425	476	602	540	552	858
	95/85/20	277	423	488	523	588	743	667	681	1059
600	70/55/20	175	263	305	327	366	463	414	422	661
	75/65/20	217	328	379	406	457	577	516	526	825
	90/70/20	271	413	475	509	574	726	648	661	1037
	95/85/20	333	509	584	627	709	896	800	816	1280
700	70/55/20	205	308	355	378	428	543	482	492	775
	75/65/20	253	384	442	470	534	677	601	613	966
	90/70/20	316	482	553	589	672	851	756	771	1215
	95/85/20	388	595	681	725	829	1051	933	952	1500
800	70/55/20	234	352	406	436	490	623	551	563	889
	75/65/20	289	439	504	542	612	777	687	702	1109
	90/70/20	361	553	632	679	769	977	864	883	1395
	95/85/20	443	682	777	836	949	1205	1067	1089	1721
900	70/55/20	262	397	456	491	553	702	620	633	1003
	75/65/20	324	495	567	610	690	875	774	789	1251
	90/70/20	405	623	711	765	867	1101	973	992	1573
	95/85/20	496	769	874	941	1070	1359	1200	1224	1941
1000	70/55/20	291	442	507	546	615	783	689	703	1118
	75/65/20	360	551	630	678	767	976	859	877	1393
	90/70/20	450	693	789	850	964	1228	1080	1102	1752
	95/85/20	552	855	971	1046	1190	1515	1333	1360	2163
1100	70/55/20	320	486	557	601	677	863	758	773	1231
	75/65/20	396	606	693	747	844	1076	945	964	1535
	90/70/20	495	763	868	936	1062	1353	1188	1212	1931
	95/85/20	607	941	1068	1151	1310	1670	1466	1495	2383

1200	70/55/20	349	531	608	656	740	942	826	843	1345
	75/65/20	433	662	756	815	922	1175	1030	1051	1677
	90/70/20	540	833	947	1021	1160	1477	1295	1322	2109
	95/85/20	662	1028	1166	1256	1431	1823	1599	1632	2603
1300	70/55/20	378	576	659	710	802	1022	895	914	1458
	75/65/20	469	718	819	882	1000	1274	1116	1139	1818
	90/70/20	585	903	1026	1105	1257	1603	1404	1432	2287
	95/85/20	718	1115	1262	1360	1551	1978	1732	1768	2822
1400	70/55/20	407	621	710	765	864	1101	964	984	1572
	75/65/20	504	774	882	950	1078	1373	1202	1227	1960
	90/70/20	629	973	1106	1191	1355	1727	1512	1543	2465
	95/85/20	772	1201	1360	1465	1673	2131	1866	1904	3042
1500	70/55/20	436	666	761	820	926	1181	1033	1054	1686
	75/65/20	540	830	945	1018	1155	1473	1288	1314	2103
	90/70/20	675	1044	1184	1276	1453	1852	1620	1653	2644
	95/85/20	827	1288	1457	1570	1793	2286	1999	2040	3263
1600	70/55/20	465	710	812	874	988	1261	1102	1125	1800
	75/65/20	576	885	1009	1086	1232	1572	1374	1402	2245
	90/70/20	720	1113	1264	1360	1550	1977	1728	1763	2823
	95/85/20	882	1374	1555	1674	1913	2440	2133	2176	3484
1700	70/55/20	495	755	862	927	1051	1340	1171	1194	1914
	75/65/20	613	941	1071	1152	1310	1671	1460	1489	2386
	90/70/20	766	1184	1342	1444	1648	2102	1836	1873	3001
	95/85/20	939	1461	1650	1776	2034	2594	2265	2311	3704
1800	70/55/20	524	800	913	982	1113	1421	1240	1265	2027
	75/65/20	649	997	1134	1220	1388	1771	1546	1578	2528
	90/70/20	811	1254	1421	1529	1745	2228	1944	1984	3179
	95/85/20	994	1547	1748	1881	2154	2749	2399	2448	3923
1900	70/55/20	553	844	963	1037	1176	1500	1309	1336	2141
	75/65/20	685	1052	1197	1289	1466	1870	1632	1665	2670
	90/70/20	855	1323	1500	1615	1843	2352	2052	2094	3357
	95/85/20	1048	1633	1845	1986	2275	2903	2533	2585	4143
2000	70/55/20	582	888	1014	1092	1238	1580	1377	1405	2255
	75/65/20	721	1107	1260	1357	1543	1970	1717	1752	2812
	90/70/20	900	1393	1578	1700	1941	2477	2160	2204	3536
	95/85/20	1103	1719	1942	2092	2395	3057	2665	2720	4364

2200	70/55/20	639	977	1114	1201	1362	1739	1515	1546	2483
	75/65/20	792	1218	1384	1493	1698	2168	1889	1928	3096
	90/70/20	988	1532	1734	1870	2135	2727	2376	2424	3893
	95/85/20	1212	1890	2133	2301	2635	3365	2932	2992	4805
2400	70/55/20	696	1064	1213	1311	1486	1899	1653	1687	2710
	75/65/20	862	1327	1508	1628	1853	2367	2061	2103	3379
	90/70/20	1077	1669	1889	2041	2330	2977	2592	2645	4249
	95/85/20	1321	2060	2324	2510	2875	3674	3198	3264	5244
2600	70/55/20	754	1153	1313	1419	1609	2058	1791	1828	2938
	75/65/20	934	1437	1632	1763	2007	2566	2233	2279	3663
	90/70/20	1166	1807	2045	2210	2523	3227	2808	2866	4607
	95/85/20	1430	2230	2516	2718	3114	3982	3466	3537	5685
2800	70/55/20	811	1240	1413	1528	1733	2218	1929	1968	3165
	75/65/20	1004	1546	1756	1899	2161	2766	2405	2454	3946
	90/70/20	1254	1945	2200	2380	2718	3478	3024	3086	4963
	95/85/20	1538	2400	2707	2928	3354	4292	3732	3809	6125
3000	70/55/20	869	1329	1513	1638	1858	2377	2066	2109	3393
	75/65/20	1076	1657	1880	2035	2316	2964	2576	2630	4231
	90/70/20	1343	2083	2356	2550	2913	3727	3240	3307	5320
	95/85/20	1647	2571	2898	3137	3595	4600	3999	4081	6566

Высотой 500 мм

	тип	10	11	20	20Z	21	22	30	30Z	33
	п	0,26	0,3	0,28	0,28	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
400	70/55/20	180	276	294	300	370	471	414	423	701
	75/65/20	223	344	366	373	461	587	516	527	873
	90/70/20	278	433	458	467	580	738	649	663	1098
	95/85/20	341	534	564	575	716	911	801	818	1356
500	70/55/20	225	348	367	375	465	599	518	529	829
	75/65/20	279	434	456	466	580	747	646	660	1033
	90/70/20	348	545	572	584	730	939	813	830	1299
	95/85/20	427	673	704	718	900	1159	1003	1025	1603
600	70/55/20	269	419	441	450	561	722	622	636	1000
	75/65/20	334	523	548	559	699	900	776	792	1247
	90/70/20	417	657	686	700	879	1132	976	997	1568
	95/85/20	511	811	844	861	1085	1397	1204	1230	1935
700	70/55/20	315	491	514	525	656	846	726	741	1171
	75/65/20	390	612	638	652	818	1055	905	924	1461
	90/70/20	487	770	800	817	1028	1327	1138	1162	1837
	95/85/20	597	950	984	1005	1269	1638	1404	1434	2267
800	70/55/20	359	562	587	600	751	971	829	847	1344
	75/65/20	445	701	729	746	936	1210	1034	1056	1676
	90/70/20	555	882	913	935	1177	1522	1301	1328	2107
	95/85/20	681	1088	1124	1150	1453	1878	1605	1640	2601
900	70/55/20	404	634	659	674	846	1095	933	953	1516
	75/65/20	500	790	819	838	1055	1365	1164	1189	1890
	90/70/20	625	993	1027	1050	1327	1717	1463	1495	2376
	95/85/20	766	1226	1263	1292	1637	2119	1806	1845	2933
1000	70/55/20	449	705	733	750	941	1219	1037	1059	1688
	75/65/20	556	880	911	932	1174	1520	1293	1320	2104
	90/70/20	694	1106	1141	1168	1476	1911	1625	1660	2646
	95/85/20	851	1365	1404	1436	1822	2359	2006	2049	3266
1100	70/55/20	494	777	806	825	1037	1343	1141	1165	1860
	75/65/20	611	968	1001	1025	1293	1675	1422	1453	2319
	90/70/20	763	1218	1255	1284	1626	2106	1788	1827	2916
	95/85/20	936	1503	1544	1579	2007	2599	2207	2254	3598
1200	70/55/20	538	849	879	899	1132	1468	1244	1271	2032
	75/65/20	666	1058	1092	1117	1412	1830	1551	1584	2534
	90/70/20	832	1330	1368	1400	1775	2302	1950	1992	3186
	95/85/20	1020	1642	1683	1722	2191	2841	2407	2459	3932

1300	70/55/20	583	921	952	974	1228	1592	1348	1377	2205
	75/65/20	722	1148	1183	1210	1531	1985	1680	1717	2749
	90/70/20	902	1444	1483	1517	1926	2497	2113	2159	3457
	95/85/20	1106	1782	1824	1866	2376	3081	2608	2664	4266
1400	70/55/20	628	992	1026	1049	1323	1717	1452	1483	2377
	75/65/20	777	1237	1274	1304	1650	2140	1810	1849	2964
	90/70/20	971	1556	1597	1634	2075	2692	2276	2325	3727
	95/85/20	1190	1920	1965	2010	2561	3322	2809	2869	4600
1500	70/55/20	672	1064	1098	1124	1419	1841	1555	1588	2549
	75/65/20	833	1327	1365	1397	1769	2296	1939	1980	3178
	90/70/20	1040	1668	1711	1751	2225	2887	2438	2491	3997
	95/85/20	1275	2059	2104	2153	2746	3563	3009	3074	4933
1600	70/55/20	718	1136	1172	1199	1515	1965	1659	1695	2722
	75/65/20	889	1416	1456	1490	1889	2451	2068	2113	3394
	90/70/20	1110	1781	1825	1867	2375	3082	2601	2657	4268
	95/85/20	1361	2198	2245	2297	2931	3803	3210	3279	5267
1700	70/55/20	762	1207	1245	1274	1610	2090	1763	1801	2894
	75/65/20	944	1505	1548	1583	2007	2606	2198	2245	3608
	90/70/20	1178	1893	1939	1984	2524	3278	2764	2823	4537
	95/85/20	1445	2336	2386	2441	3115	4045	3411	3484	5600
1800	70/55/20	807	1280	1319	1349	1706	2215	1866	1906	3066
	75/65/20	999	1595	1639	1676	2127	2761	2327	2377	3823
	90/70/20	1248	2006	2054	2101	2674	3473	2926	2989	4808
	95/85/20	1530	2476	2526	2584	3301	4286	3611	3689	5934
1900	70/55/20	852	1351	1392	1424	1801	2340	1970	2012	3239
	75/65/20	1055	1685	1729	1769	2245	2917	2456	2509	4038
	90/70/20	1317	2119	2167	2217	2824	3668	3089	3155	5078
	95/85/20	1615	2615	2666	2727	3485	4527	3812	3894	6267
2000	70/55/20	897	1423	1465	1499	1897	2464	2073	2118	3411
	75/65/20	1110	1774	1821	1863	2365	3072	2585	2641	4253
	90/70/20	1386	2231	2282	2334	2974	3863	3251	3321	5348
	95/85/20	1700	2753	2807	2871	3670	4768	4012	4098	6600
2200	70/55/20	986	1566	1612	1649	2088	2713	2281	2330	3755
	75/65/20	1221	1953	2003	2049	2603	3383	2844	2905	4682
	90/70/20	1525	2456	2509	2567	3273	4254	3577	3654	5888
	95/85/20	1870	3031	3087	3158	4040	5250	4414	4509	7267

2400	70/55/20	1075	1710	1758	1799	2279	2962	2488	2542	4101
	75/65/20	1332	2132	2185	2235	2842	3693	3102	3169	5113
	90/70/20	1663	2681	2738	2801	3573	4644	3902	3985	6430
	95/85/20	2039	3309	3368	3445	4410	5731	4815	4919	7935
2600	70/55/20	1166	1853	1905	1949	2470	3211	2695	2753	4445
	75/65/20	1443	2311	2367	2421	3080	4003	3361	3433	5542
	90/70/20	1802	2906	2966	3034	3873	5034	4226	4317	6970
	95/85/20	2210	3586	3649	3733	4780	6213	5216	5328	8602
2800	70/55/20	1255	1997	2052	2099	2661	3460	2903	2965	4790
	75/65/20	1554	2490	2549	2608	3318	4314	3619	3697	5973
	90/70/20	1941	3131	3195	3268	4173	5425	4551	4649	7511
	95/85/20	2380	3864	3930	4020	5150	6695	5617	5738	9269
3000	70/55/20	1345	2140	2198	2249	2852	3708	3110	3177	5135
	75/65/20	1665	2668	2731	2794	3556	4624	3878	3962	6402
	90/70/20	2080	3355	3423	3502	4473	5815	4877	4982	8051
	95/85/20	2550	4141	4211	4308	5520	7176	6019	6148	9936