



ПРОГРЕСС

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор
ОАО «НИТИ «Прогресс»

А.В. Зорин

03 февраля 2020 г.



РЕКОМЕНДАЦИИ

**по применению стальных панельных
радиаторов «PRADO»**

(редакция 6.0)

Ижевск 2020

Уважаемые коллеги!

ОАО «НИТИ «Прогресс» предлагает вашему вниманию шестую редакцию рекомендаций по применению стальных панельных радиаторов «PRADO».

В 2019 году мы внедрили в производство радиаторы вертикального типа серии V, а так же для улучшения качества радиаторов изменили форму передней панели. Мы провели определительные испытания всех выпускаемых радиаторов, включая новую серию V, по результатам которых, внесли коррекции номинальных тепловых потоков радиаторов. Кроме того, нами была разработана новая термостатическая вставка, технические характеристики которой, размещены в настоящей редакции.

Коллектив нашего предприятия постоянно работает над улучшением качества выпускаемых радиаторов. В 2020 году в наших планах освоение выпуска радиаторов высотой 400 и 600 мм, изменение боковой панели для улучшения внешнего вида радиаторов, мы разрабатываем оборудование для более качественной установки верхней панели радиаторов 11-го типа, разрабатываем технологию более качественной упаковки, разработан новый паспорт, запущено производство пластиковых вкладышей для угловых кронштейнов.

Проводимые работы позволят нам предложить рынку более широкую номенклатуру радиаторов, ещё более высокого качества.

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 завода радиаторов 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, e-mail: niti@niti.udm.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «PRADO» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	30
3. Тепловой расчёт	36
4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	42
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO»	43
6. Требования к эксплуатации, хранению и транспортированию стальных панельных радиаторов «PRADO»	51
7. Гарантийные обязательства	52
8. Срок службы стальных панельных радиаторов «PRADO»	53
9. Список использованной литературы	53
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	54
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	56
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	57

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 25.21.11-010-07530646-2017.

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 соединительными отверстиями с внутренней резьбой G ½, толщина стенки панели не менее 1,2 мм;

- радиаторы «PRADO Classic»V – приборы аналогичного типа, изготовленные в вертикальном исполнении, тип 10, тип 20 и тип 30, длиной 300, 500 мм и высотой от 700 до 3000 мм.

- радиаторы «PRADO Classic»T – приборы, изготовленные из низкоуглеродистых стальных листов или ленты толщиной 1,4 мм;

- радиаторы «PRADO Universal» – приборы со встроенным терморегулирующим клапаном (термостатом) и дополнительными нижними соединительными 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 однетрубных 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. 1.3., «PRADO Universal» и «PRADO Universal» T – на рис. 1.4., гигиенических радиаторов «PRADO Classic» Z, «PRADO Classic» ZT, «PRADO Universal» Z и «PRADO Universal» ZT – на рис. 1.5.

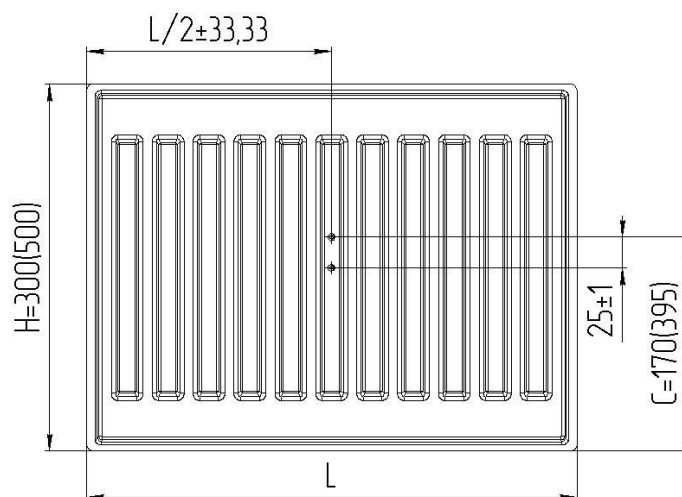
1.5. Высота радиаторов H равна 300 или 500 мм.

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.



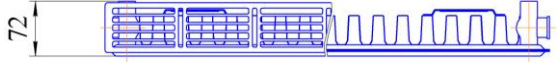

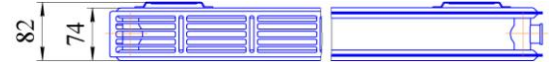







1.7. По требованию заказчика радиаторы «PRADO» могут быть выполнены с дополнительными крепёжными элементами для установки счётчиков – распределителей индивидуального учёта тепла см. рисунок 1.2, при этом в условном обозначении радиатора дополнительно указывается обозначение **IND**.



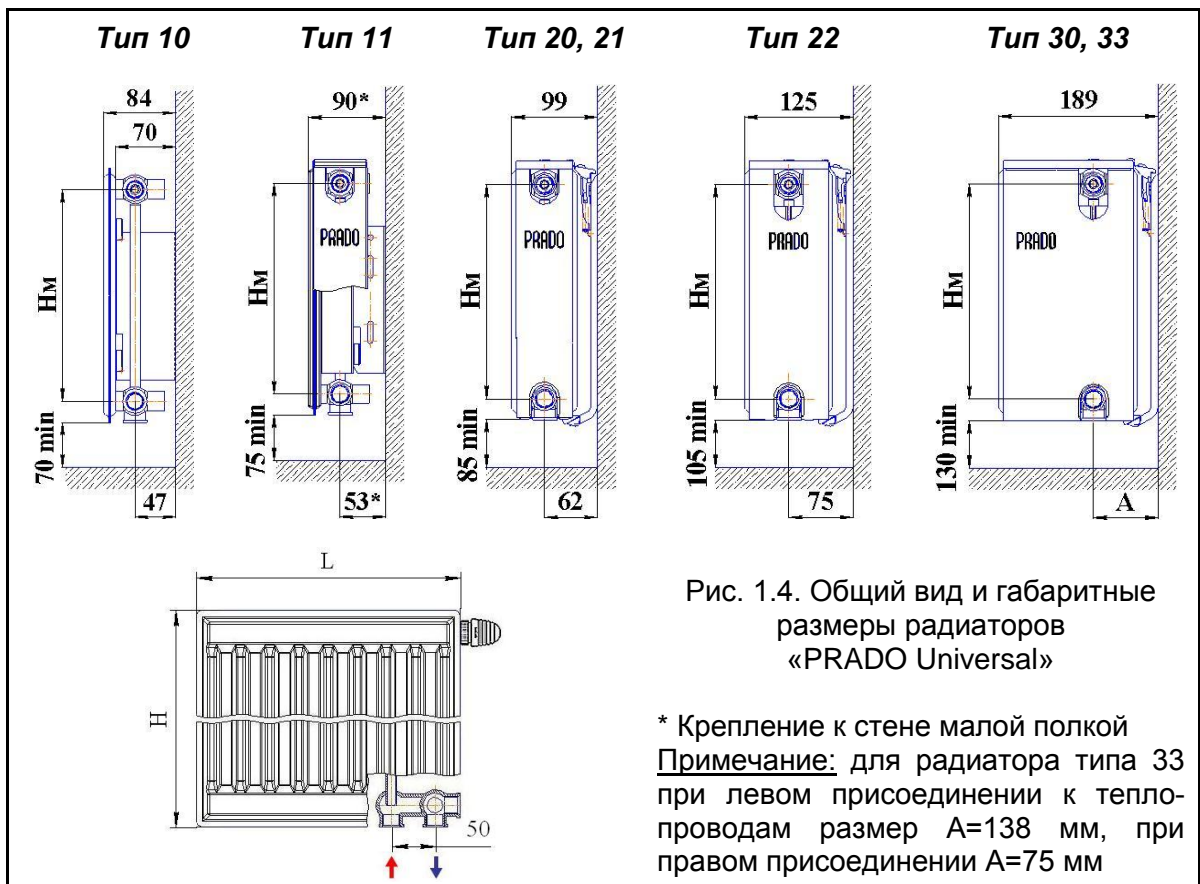
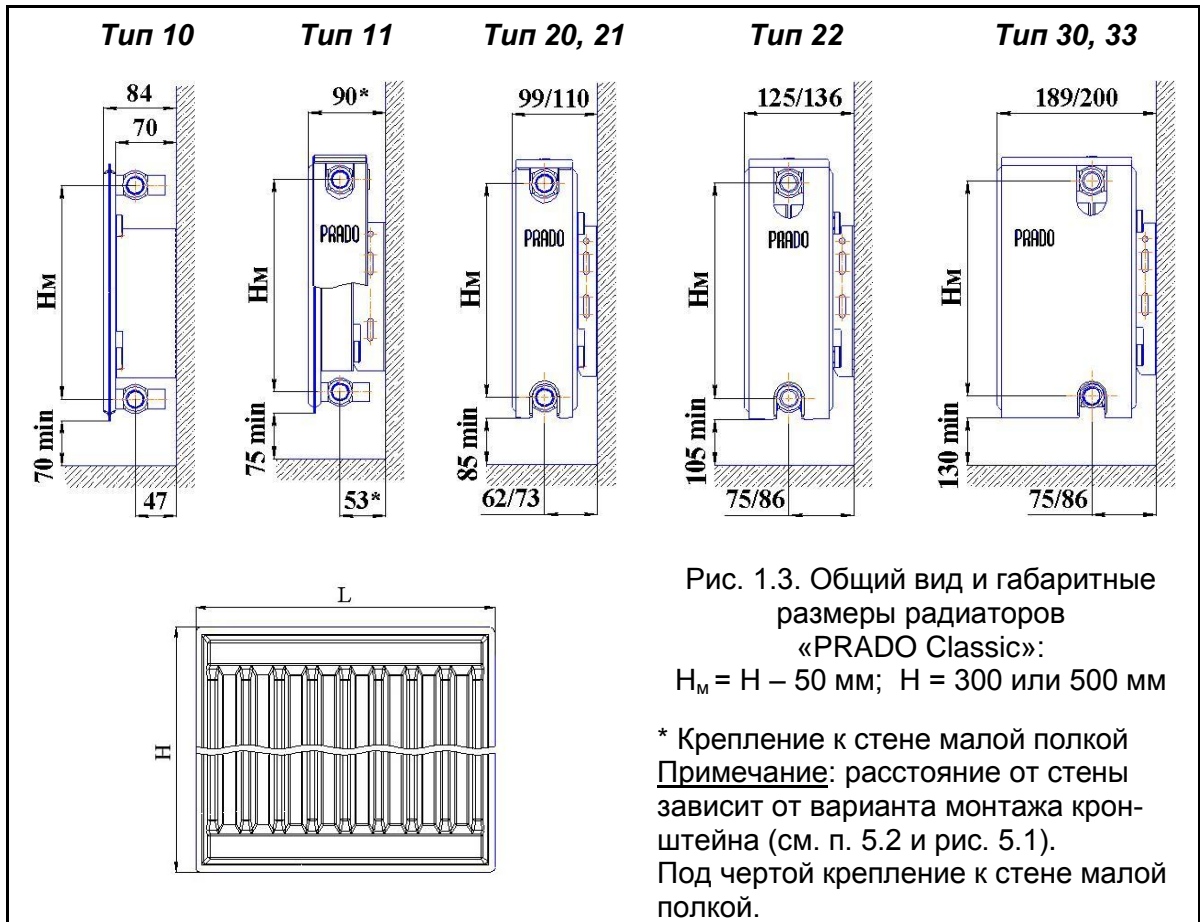
где L -длина радиатора от 400 до 3000 мм,
 H -высота радиатора 300 мм или 500 мм.

Рис. 1.2. Место расположения крепёжных элементов для установки счётчиков-распределителей индивидуального учёта тепла.

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 10 V – однопанельный вертикальный радиатор.
	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 20 V – двухпанельный вертикальный радиатор.
	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 30 V – трехпанельный вертикальный радиатор.
	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.



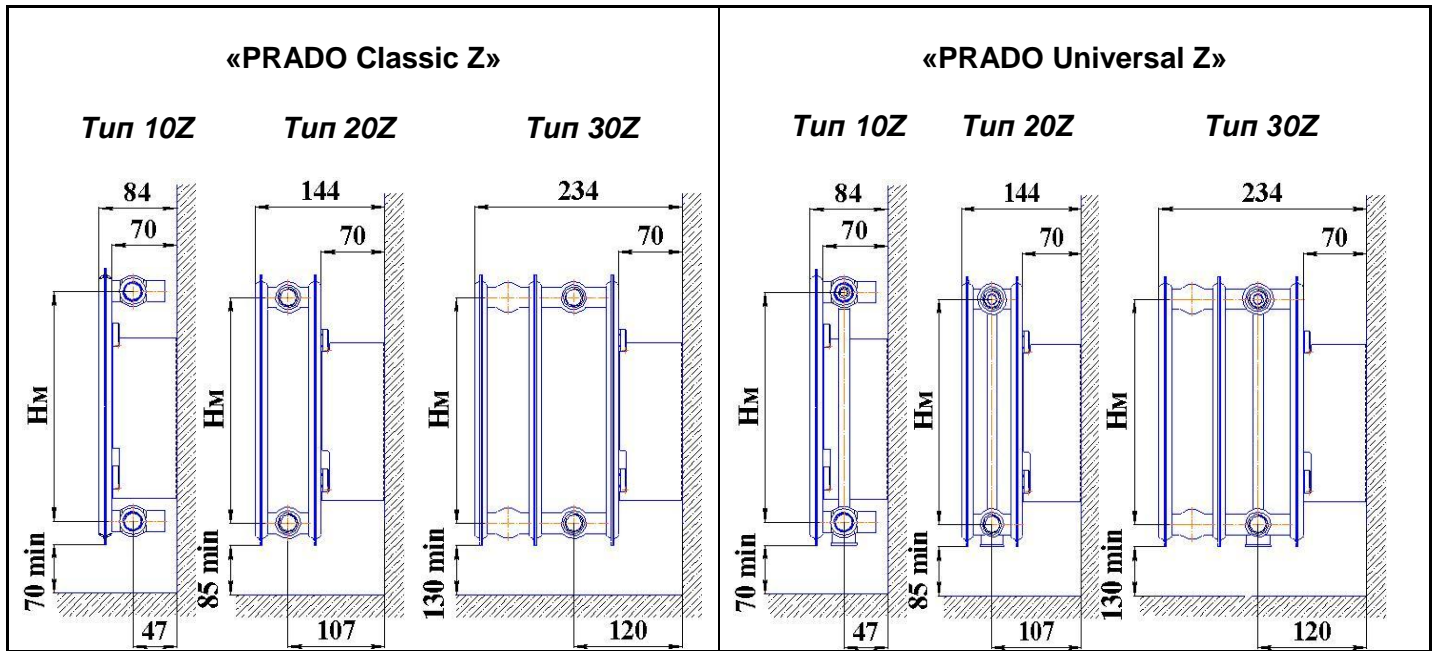


Рис. 1.5. Общий вид и габаритные размеры гигиенических радиаторов «PRADO»

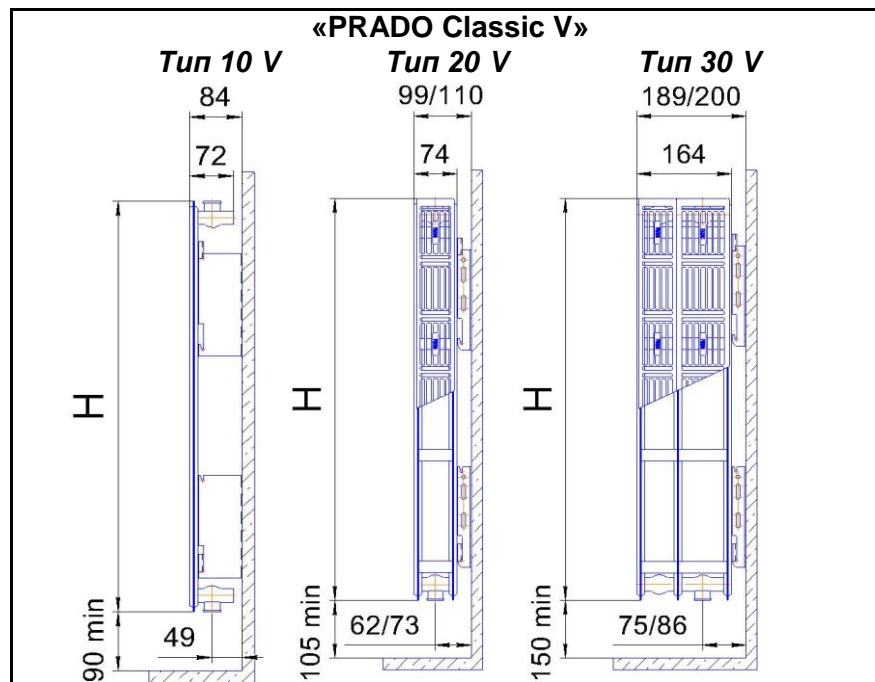


Рис. 1.6. Общий вид и габаритные размеры вертикальных радиаторов «PRADO»

Примечание для рис.1.3. – 1.6.: допуск на габаритные размеры от стены до края радиатора, а также от стены до оси патрубка составляет ± 2 мм.

1.8. 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

1.9. 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 патрубков, отводится теплоноситель через крайний патрубок (см. рис.1.6.). 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. 1.6.), что позволяет отсекал радиатор от системы в случае проведения ремонтных работ.

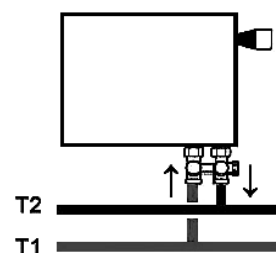


Рис. 1.6.

1.10. 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. По специальному заказу, радиаторы могут быть окрашены в цвета по желанию заказчика.

1.11. 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 термодатчиками «PRADO».

2. Комплектация радиаторов клапанами фирмы «Данфосс» осуществляется по специальному заказу.

3. Термостатические элементы для терморегуляторов поставляются заводом по специальному заказу или приобретаются потребителем самостоятельно.

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

1.13. Завод-изготовитель выпускает радиаторы «PRADO Classic», «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.

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

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

1.16. Основные технические характеристики радиаторов «PRADO» представлены в табл. 1.4. - 1.7.

Теплотехнические испытания по ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний» проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники», а также в «Испытательной 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. - 1.7. 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. - 1.7. 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 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. - 1.7. площадь поверхности нагрева F с целью упрощения расчётов принята пропорциональной длине радиаторов. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

1.17. При заказе радиаторов «PRADO» следует исходить из номенклатуры, представленной в табл. 1.4.-1.7. Условные обозначения радиаторов «PRADO» должны соответствовать схемам, приведённым на рис. 1.7.

Согласно этим схемам, при заказе радиаторов необходимо указывать их модификацию, тип, номинальные высоту и длину в мм. Для вариантов с нижним расположением соединительных 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 V Z T IND, ТУ 25.21.11-010-07530646-2017



Радиатор «PRADO Universal» 22–500–1200 прав. Z T IND D, ТУ 25.21.11-010-07530646-2017

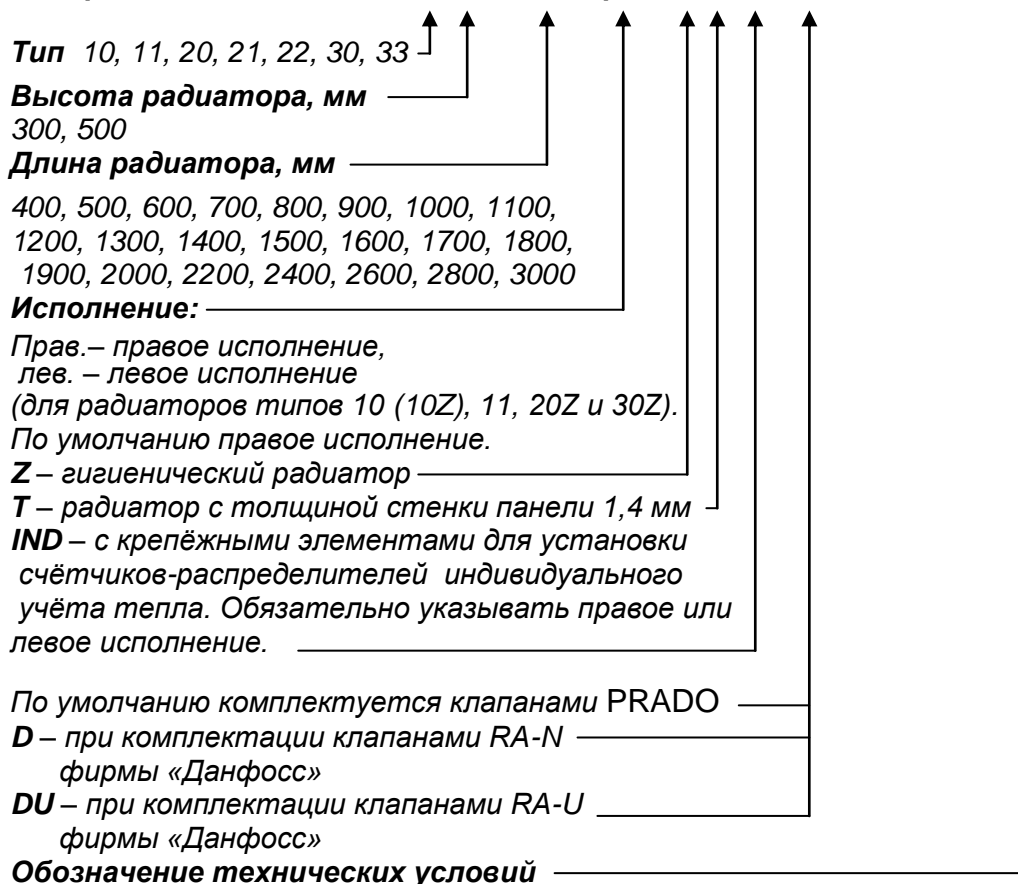


Рис. 1.7. Схема представления данных при заказе радиаторов «PRADO»

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 25.21.11-010-07530646-2017;

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 25.21.11-010-07530646-2017.

1.18. 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.

1.19. Помимо использования в системе отопления традиционных воздухоотводчиков необходимо оснащать каждый радиатор **воздухоотводчиком** (рис. 1.8.).

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

1.21. На рис. 1.9. представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления и соединений к ним радиаторов.

1.22. 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. 1.8. и 1.9.).

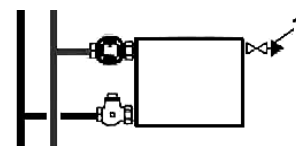
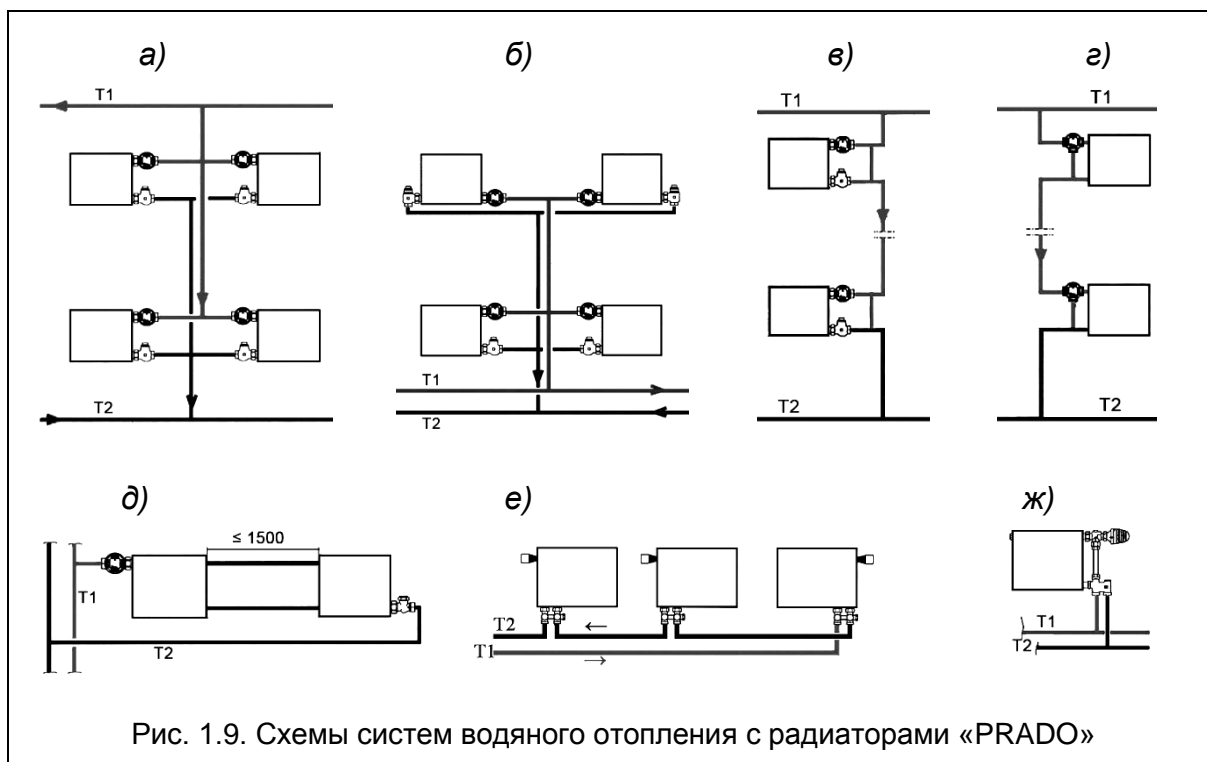


Рис. 1.8. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе



У радиаторов «PRADO Classic» на подводках монтируются запорные регулировочные клапаны, в частности «PRADEx», «Danfoss», «HERZ» или их аналоги других производителей. 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. 1.10.).

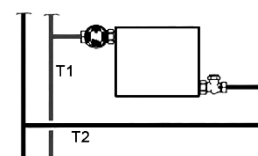


Рис. 1.10.

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.9д) 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. 1.9е, 1.9ж). В этом случае могут быть также использованы гарнитуры бокового подсоединения.

1.23. Для радиаторов «PRADO Universal» можно рекомендовать H-образный запорно-присоединительный клапан нижнего подключения торговой марки «PRADEx» различных модификаций (рис. 1.11), который используется прежде всего в двухтрубных системах 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 $G\frac{3}{4}$ x $G\frac{1}{2}$.

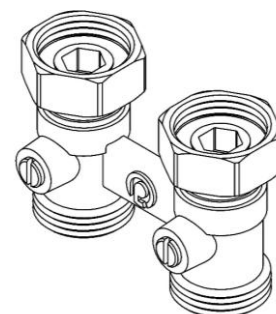


Рис 1.11

1.24. 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.1.12.). На схеме 1.12а показан термостатический элемент с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.12б – с выносной регулировкой и на схеме 1.12в – электронный термостатический элемент (термопривод).

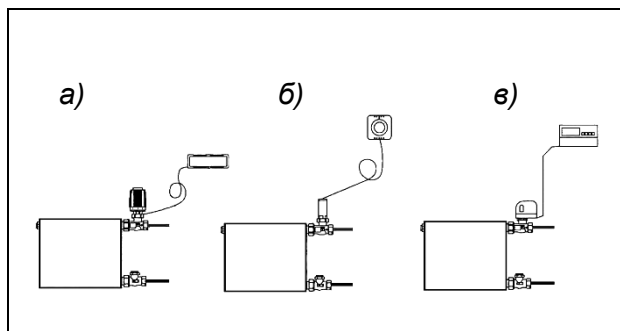


Рис. 1.12.

1.25. 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. 1.13а) или расхода (рис. 1.13б).

Обращаем внимание, что различные виды арматуры устанавливаются на подводках, стояках и магистралях только с учётом направления движения теплоносителя по стрелке (см. рис. 1.13б). Отметим, что на схемах рис. 1.13. положение балансировочных клапанов показано условно.

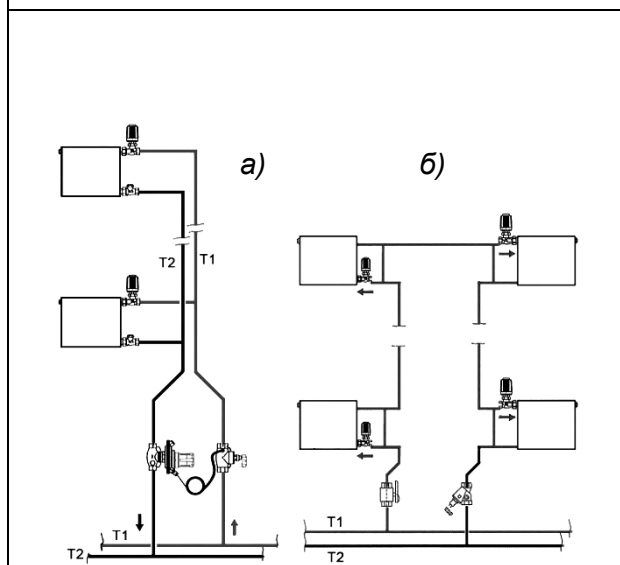


Рис. 1.13. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однострубно (б) стояках (установка термостатов показана условно)

1.26. На рис. 1.14 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры коллектора.

Для уменьшения бесполезных теплопотерь, стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используются пластиковые трубы из термостойких полимеров, в частности трубы из сшитого полиэтилена PE-X торговой марки PRADEX или их аналоги других производителей.

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.

1.27. Стальные панельные радиаторы «PRADO» сертифицированы в системе обязательной сертификации на соответствие ГОСТ 31311-2009.

1.28. Сведения о стоимости радиаторов «PRADO» с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить в ООО «ПРАДО» или во всех его торговых представительствах.

1.29. 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.

1.30. 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.

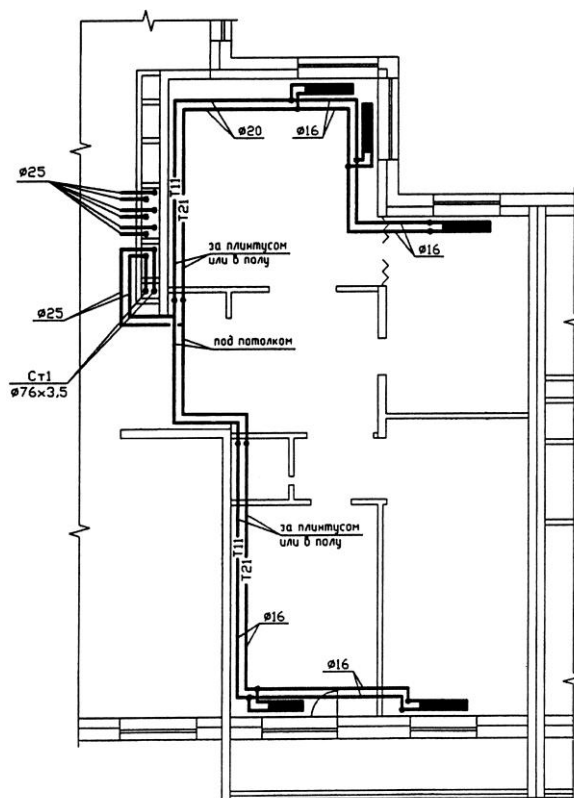


Рис. 1.14. Система отопления с периметральной разводкой теплопроводов по квартире

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	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	377	400	0,27	2,95	0,75
10-300-500	421	500	0,33	3,51	0,94
10-300-600	465	600	0,4	4,07	1,13
10-300-700	508	700	0,47	4,63	1,32
10-300-800	552	800	0,53	5,19	1,51
10-300-900	596	900	0,6	5,75	1,7
10-300-1000	639	1000	0,67	6,31	1,89
10-300-1100	683	1100	0,74	6,87	2,08
10-300-1200	726	1200	0,8	7,43	2,27
10-300-1300	770	1300	0,87	7,99	2,46
10-300-1400	814	1400	0,93	8,55	2,65
10-300-1500	857	1500	1,0	9,11	2,84
10-300-1600	901	1600	1,07	9,67	3,03
10-300-1700	945	1700	1,14	10,23	3,22
10-300-1800	988	1800	1,2	10,92	3,41
10-300-1900	1032	1900	1,27	11,48	3,6
10-300-2000	1076	2000	1,34	12,04	3,79
10-300-2200	1163	2200	1,47	13,16	4,17
10-300-2400	1250	2400	1,6	14,28	4,55
10-300-2600	1337	2600	1,74	15,40	4,93
10-300-2800	1425	2800	1,87	16,52	5,31
10-300-3000	1512	3000	2,0	17,64	5,69
11-300-400	445	400	0,72	4,05	0,75
11-300-500	511	500	0,89	4,83	0,94
11-300-600	577	600	1,06	5,61	1,13
11-300-700	643	700	1,24	6,39	1,32
11-300-800	709	800	1,41	7,17	1,51
11-300-900	774	900	1,58	7,95	1,7
11-300-1000	840	1000	1,76	8,73	1,89
11-300-1100	906	1100	1,94	9,51	2,08
11-300-1200	972	1200	2,1	10,29	2,27
11-300-1300	1038	1300	2,28	11,07	2,46
11-300-1400	1104	1400	2,45	11,85	2,65
11-300-1500	1170	1500	2,62	12,63	2,84
11-300-1600	1236	1600	2,8	13,41	3,03
11-300-1700	1301	1700	2,97	14,19	3,22
11-300-1800	1367	1800	3,14	15,07	3,41
11-300-1900	1433	1900	3,32	15,85	3,6
11-300-2000	1499	2000	3,49	16,63	3,79
11-300-2200	1631	2200	3,84	18,19	4,17
11-300-2400	1763	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	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	1943	2600	4,53	21,31	4,93
11-300-2800	2092	2800	4,87	22,87	5,31
11-300-3000	2242	3000	5,22	24,43	5,69
20-300-400	461	400	0,54	5,70	1,5
20-300-500	539	500	0,67	6,87	1,88
20-300-600	616	600	0,8	8,04	2,26
20-300-700	694	700	0,93	9,21	2,64
20-300-800	771	800	1,06	10,38	3,02
20-300-900	849	900	1,2	11,55	3,4
20-300-1000	926	1000	1,34	12,72	3,78
20-300-1100	1004	1100	1,47	13,89	4,16
20-300-1200	1081	1200	1,6	15,19	4,54
20-300-1300	1159	1300	1,74	16,36	4,92
20-300-1400	1236	1400	1,87	17,53	5,3
20-300-1500	1314	1500	2,0	18,70	5,68
20-300-1600	1391	1600	2,14	19,94	6,06
20-300-1700	1469	1700	2,27	21,11	6,44
20-300-1800	1546	1800	2,4	22,36	6,82
20-300-1900	1624	1900	2,54	23,53	7,2
20-300-2000	1701	2000	2,68	24,70	7,58
20-300-2200	1861	2200	2,94	27,04	8,34
20-300-2400	2030	2400	3,2	29,38	9,1
20-300-2600	2200	2600	3,48	31,72	9,86
20-300-2800	2369	2800	3,74	34,06	10,62
20-300-3000	2538	3000	4,0	36,40	11,38
21-300-400	565	400	0,99	6,38	1,5
21-300-500	663	500	1,22	7,72	1,88
21-300-600	761	600	1,46	9,06	2,26
21-300-700	859	700	1,71	10,40	2,64
21-300-800	957	800	1,94	11,74	3,02
21-300-900	1055	900	2,18	13,08	3,4
21-300-1000	1152	1000	2,43	14,42	3,78
21-300-1100	1250	1100	2,68	15,76	4,16
21-300-1200	1348	1200	2,9	17,23	4,54
21-300-1300	1446	1300	3,15	18,57	4,92
21-300-1400	1544	1400	3,38	19,91	5,3
21-300-1500	1642	1500	3,62	21,25	5,68
21-300-1600	1740	1600	3,87	22,66	6,06
21-300-1700	1878	1700	4,11	24,00	6,44
21-300-1800	1989	1800	4,34	25,42	6,82
21-300-1900	2099	1900	4,59	26,76	7,2
21-300-2000	2210	2000	4,83	28,10	7,58
21-300-2200	2431	2200	5,31	30,78	8,34

Продолжение таблицы 1.4.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	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	2652	2400	5,78	33,46	9,1
21-300-2600	2873	2600	6,27	36,14	9,86
21-300-2800	3094	2800	6,74	38,82	10,62
21-300-3000	3315	3000	7,22	41,50	11,38
22-300-400	664	400	1,44	7,43	1,5
22-300-500	785	500	1,78	8,96	1,88
22-300-600	906	600	2,12	10,49	2,26
22-300-700	1027	700	2,48	12,02	2,64
22-300-800	1149	800	2,82	13,55	3,02
22-300-900	1295	900	3,16	15,08	3,4
22-300-1000	1419	1000	3,52	16,61	3,78
22-300-1100	1542	1100	3,88	18,14	4,16
22-300-1200	1666	1200	4,2	19,86	4,54
22-300-1300	1790	1300	4,56	21,39	4,92
22-300-1400	1922	1400	4,9	22,92	5,3
22-300-1500	2059	1500	5,24	24,45	5,68
22-300-1600	2197	1600	5,6	26,07	6,06
22-300-1700	2334	1700	5,94	27,60	6,44
22-300-1800	2471	1800	6,28	29,21	6,82
22-300-1900	2609	1900	6,64	30,74	7,2
22-300-2000	2746	2000	6,98	32,27	7,58
22-300-2200	3020	2200	7,68	35,33	8,34
22-300-2400	3295	2400	8,36	38,39	9,1
22-300-2600	3570	2600	9,06	41,45	9,86
22-300-2800	3844	2800	9,74	44,51	10,62
22-300-3000	4119	3000	10,44	47,57	11,38
30-300-400	619	400	0,81	9,03	2,25
30-300-500	733	500	1,0	10,79	2,82
30-300-600	846	600	1,2	12,55	3,39
30-300-700	959	700	1,4	14,35	3,96
30-300-800	1073	800	1,59	16,11	4,53
30-300-900	1186	900	1,8	17,87	5,1
30-300-1000	1299	1000	2,01	19,63	5,67
30-300-1100	1413	1100	2,21	21,39	6,24
30-300-1200	1526	1200	2,4	23,49	6,81
30-300-1300	1639	1300	2,61	25,25	7,38
30-300-1400	1788	1400	2,8	27,01	7,95
30-300-1500	1910	1500	3,0	28,78	8,52
30-300-1600	2038	1600	3,21	30,81	9,09
30-300-1700	2165	1700	3,41	32,57	9,66
30-300-1800	2292	1800	3,6	34,33	10,23
30-300-1900	2420	1900	3,81	36,09	10,8
30-300-2000	2547	2000	4,02	37,88	11,37
30-300-2200	2802	2200	4,41	40,53	12,51

Продолжение таблицы 1.4.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	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	3056	2400	4,8	44,00	13,65
30-300-2600	3311	2600	5,22	47,44	14,79
30-300-2800	3566	2800	5,61	50,89	15,93
30-300-3000	3820	3000	6,0	54,36	17,07
33-300-400	870	400	2,16	11,24	2,25
33-300-500	1043	500	2,67	13,55	2,82
33-300-600	1215	600	3,18	15,86	3,39
33-300-700	1388	700	3,72	18,17	3,96
33-300-800	1560	800	4,23	20,48	4,53
33-300-900	1733	900	4,74	22,79	5,1
33-300-1000	1955	1000	5,28	25,10	5,67
33-300-1100	2151	1100	5,82	27,41	6,24
33-300-1200	2346	1200	6,3	30,03	6,81
33-300-1300	2542	1300	6,84	32,34	7,38
33-300-1400	2737	1400	7,35	34,65	7,95
33-300-1500	2933	1500	7,86	36,96	8,52
33-300-1600	3128	1600	8,4	39,51	9,09
33-300-1700	3324	1700	8,91	41,82	9,66
33-300-1800	3519	1800	9,42	44,13	10,23
33-300-1900	3715	1900	9,96	46,44	10,8
33-300-2000	3910	2000	10,47	48,75	11,37
33-300-2200	4301	2200	11,52	53,37	12,51
33-300-2400	4692	2400	12,54	57,99	13,65
33-300-2600	5083	2600	13,59	62,61	14,79
33-300-2800	5474	2800	14,61	67,23	15,93
33-300-3000	5865	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 $Q_{н\text{у}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	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	459	400	0,45	4,47	1,12
10-500-500	534	500	0,56	5,41	1,4
10-500-600	609	600	0,67	6,35	1,68
10-500-700	684	700	0,78	7,29	1,96
10-500-800	759	800	0,89	8,23	2,24
10-500-900	833	900	1,0	9,17	2,52
10-500-1000	908	1000	1,12	10,11	2,8
10-500-1100	983	1100	1,23	11,05	3,08
10-500-1200	1058	1200	1,34	11,99	3,36
10-500-1300	1133	1300	1,45	12,93	3,64
10-500-1400	1208	1400	1,56	13,87	3,92
10-500-1500	1283	1500	1,67	14,81	4,2
10-500-1600	1357	1600	1,78	15,75	4,48
10-500-1700	1432	1700	1,89	16,69	4,76
10-500-1800	1507	1800	2,0	17,76	5,04
10-500-1900	1582	1900	2,12	18,70	5,32
10-500-2000	1657	2000	2,24	19,64	5,6
10-500-2200	1807	2200	2,46	21,52	6,16
10-500-2400	1972	2400	2,69	23,40	6,72
10-500-2600	2136	2600	2,91	25,28	7,28
10-500-2800	2300	2800	3,14	27,16	7,84
10-500-3000	2465	3000	3,36	29,04	8,4
11-500-400	600	400	1,24	6,35	1,12
11-500-500	709	500	1,55	7,66	1,4
11-500-600	818	600	1,86	8,97	1,68
11-500-700	928	700	2,17	10,28	1,96
11-500-800	1037	800	2,48	11,59	2,24
11-500-900	1146	900	2,78	12,90	2,52
11-500-1000	1255	1000	3,1	14,21	2,8
11-500-1100	1365	1100	3,41	15,52	3,08
11-500-1200	1474	1200	3,72	16,83	3,36
11-500-1300	1583	1300	4,03	18,14	3,64
11-500-1400	1692	1400	4,34	19,45	3,92
11-500-1500	1802	1500	4,65	20,76	4,2
11-500-1600	1922	1600	4,96	22,07	4,48
11-500-1700	2042	1700	5,26	23,38	4,76
11-500-1800	2162	1800	5,57	24,79	5,04
11-500-1900	2282	1900	5,89	26,10	5,32
11-500-2000	2402	2000	6,21	27,41	5,6
11-500-2200	2642	2200	6,83	30,03	6,16
11-500-2400	2883	2400	7,46	32,65	6,72

Продолжение таблицы 1.5.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	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	3123	2600	8,07	35,27	7,28
11-500-2800	3363	2800	8,7	37,89	7,84
11-500-3000	3603	3000	9,32	40,51	8,4
20-500-400	639	400	0,9	8,92	2,25
20-500-500	759	500	1,12	10,85	2,82
20-500-600	879	600	1,34	12,78	3,38
20-500-700	999	700	1,56	14,71	3,94
20-500-800	1119	800	1,78	16,64	4,5
20-500-900	1239	900	2,0	18,57	5,07
20-500-1000	1359	1000	2,24	20,50	5,63
20-500-1100	1478	1100	2,46	22,43	6,19
20-500-1200	1598	1200	2,68	24,49	6,76
20-500-1300	1718	1300	2,9	26,42	7,32
20-500-1400	1842	1400	3,12	28,35	7,88
20-500-1500	1973	1500	3,34	30,28	8,44
20-500-1600	2105	1600	3,56	32,28	9,01
20-500-1700	2237	1700	3,78	34,21	9,58
20-500-1800	2368	1800	4,0	36,22	10,14
20-500-1900	2500	1900	4,24	38,15	10,7
20-500-2000	2631	2000	4,48	40,08	11,27
20-500-2200	2894	2200	4,96	43,94	12,39
20-500-2400	3157	2400	5,38	47,80	13,52
20-500-2600	3421	2600	5,82	51,66	14,64
20-500-2800	3684	2800	6,28	55,52	15,77
20-500-3000	3947	3000	6,72	59,38	16,9
21-500-400	786	400	1,69	10,20	2,25
21-500-500	936	500	2,11	12,45	2,82
21-500-600	1086	600	2,53	14,70	3,38
21-500-700	1236	700	2,95	16,95	3,94
21-500-800	1386	800	3,37	19,20	4,5
21-500-900	1536	900	3,78	21,45	5,07
21-500-1000	1686	1000	4,22	23,70	5,63
21-500-1100	1877	1100	4,64	25,95	6,19
21-500-1200	2048	1200	5,06	28,33	6,76
21-500-1300	2218	1300	5,48	30,58	7,32
21-500-1400	2389	1400	5,9	32,83	7,88
21-500-1500	2560	1500	6,32	35,08	8,44
21-500-1600	2730	1600	6,74	37,40	9,01
21-500-1700	2901	1700	7,15	39,65	9,58
21-500-1800	3071	1800	7,57	41,98	10,14
21-500-1900	3242	1900	8,01	44,23	10,7
21-500-2000	3413	2000	8,45	46,48	11,27
21-500-2200	3754	2200	9,29	50,98	12,39
21-500-2400	4095	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	Длина радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объём воды в радиаторе, л
21-500-2600	4437	2600	10,98	59,98	14,64
21-500-2800	4778	2800	11,84	64,48	15,77
21-500-3000	5119	3000	12,68	68,98	16,9
22-500-400	953	400	2,48	11,93	2,25
22-500-500	1149	500	3,1	14,52	2,82
22-500-600	1346	600	3,72	17,11	3,38
22-500-700	1543	700	4,34	19,70	3,94
22-500-800	1739	800	4,96	22,29	4,5
22-500-900	1989	900	5,56	24,88	5,07
22-500-1000	2210	1000	6,2	27,47	5,63
22-500-1100	2431	1100	6,82	30,06	6,19
22-500-1200	2652	1200	7,44	32,84	6,76
22-500-1300	2873	1300	8,06	35,43	7,32
22-500-1400	3094	1400	8,68	38,02	7,88
22-500-1500	3315	1500	9,3	40,61	8,44
22-500-1600	3536	1600	9,92	43,29	9,01
22-500-1700	3757	1700	10,52	45,88	9,58
22-500-1800	3978	1800	11,14	48,55	10,14
22-500-1900	4199	1900	11,78	51,14	10,7
22-500-2000	4420	2000	12,42	53,73	11,27
22-500-2200	4862	2200	13,66	58,91	12,39
22-500-2400	5304	2400	14,92	64,09	13,52
22-500-2600	5746	2600	16,14	69,27	14,64
22-500-2800	6188	2800	17,4	74,45	15,77
22-500-3000	6629	3000	18,64	79,63	16,9
30-500-400	890	400	1,35	13,96	3,37
30-500-500	1067	500	1,68	16,86	4,21
30-500-600	1243	600	2,01	19,76	5,05
30-500-700	1420	700	2,34	22,67	5,89
30-500-800	1597	800	2,67	25,54	6,74
30-500-900	1774	900	3,00	28,44	7,58
30-500-1000	1967	1000	3,36	31,34	8,42
30-500-1100	2164	1100	3,69	34,24	9,26
30-500-1200	2361	1200	4,02	37,42	10,11
30-500-1300	2557	1300	4,35	40,32	10,95
30-500-1400	2754	1400	4,68	43,22	11,80
30-500-1500	2951	1500	5,01	46,13	12,64
30-500-1600	3148	1600	5,34	49,27	13,48
30-500-1700	3344	1700	5,67	52,14	14,32
30-500-1800	3541	1800	6,00	55,04	15,17
30-500-1900	3738	1900	6,36	57,94	16,01
30-500-2000	3935	2000	6,72	60,84	16,85
30-500-2200	4328	2200	7,42	65,74	18,54
30-500-2400	4722	2400	8,07	71,46	20,22

Продолжение таблицы 1.5.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	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	5115	2600	8,73	77,15	21,91
30-500-2800	5508	2800	9,42	82,88	23,60
30-500-3000	5902	3000	10,08	88,60	25,28
33-500-400	1279	400	3,72	18,04	3,37
33-500-500	1562	500	4,65	21,94	4,21
33-500-600	1886	600	5,58	25,84	5,05
33-500-700	2200	700	6,51	29,74	5,89
33-500-800	2515	800	7,44	33,64	6,74
33-500-900	2829	900	8,34	37,54	7,58
33-500-1000	3143	1000	9,3	41,44	8,42
33-500-1100	3458	1100	10,23	45,34	9,26
33-500-1200	3772	1200	11,16	49,55	10,11
33-500-1300	4086	1300	12,09	53,45	10,95
33-500-1400	4401	1400	13,02	57,35	11,8
33-500-1500	4715	1500	13,95	61,25	12,64
33-500-1600	5029	1600	14,88	65,39	13,48
33-500-1700	5344	1700	15,78	69,29	14,32
33-500-1800	5658	1800	16,71	73,19	15,17
33-500-1900	5972	1900	17,67	77,09	16,01
33-500-2000	6287	2000	18,63	80,99	16,85
33-500-2200	6915	2200	20,49	88,79	18,54
33-500-2400	7544	2400	22,38	96,59	20,22
33-500-2600	8173	2600	24,21	104,39	21,91
33-500-2800	8801	2800	26,1	112,19	23,6
33-500-3000	9430	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 С.О 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 $0,2 \pm 0,04$ кг, при высоте 500 мм на $0,3 \pm 0,07$ 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 Р 53583-2009	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	471	400	0,54	5,16	1,5
20-300-500 Z	554	500	0,67	6,28	1,88
20-300-600 Z	638	600	0,80	7,40	2,26
20-300-700 Z	722	700	0,93	8,52	2,64
20-300-800 Z	805	800	1,06	9,64	3,02
20-300-900 Z	889	900	1,20	10,76	3,4
20-300-1000 Z	972	1000	1,34	11,88	3,78
20-300-1100 Z	1056	1100	1,47	13,00	4,16
20-300-1200 Z	1139	1200	1,60	14,25	4,54
20-300-1300 Z	1223	1300	1,74	15,37	4,92
20-300-1400 Z	1307	1400	1,87	16,49	5,3
20-300-1500 Z	1390	1500	2,0	17,61	5,68
20-300-1600 Z	1474	1600	2,14	18,80	6,06
20-300-1700 Z	1557	1700	2,27	19,92	6,44
20-300-1800 Z	1641	1800	2,40	21,12	6,82
20-300-1900 Z	1725	1900	2,54	22,24	7,2
20-300-2000 Z	1845	2000	2,68	23,36	7,58
20-300-2200 Z	2029	2200	2,94	25,23	8,34
20-300-2400 Z	2214	2400	3,20	27,44	9,1
20-300-2600 Z	2398	2600	3,48	29,64	9,86
20-300-2800 Z	2583	2800	3,74	31,85	10,62
20-300-3000 Z	2767	3000	4,0	34,06	11,38
Радиаторы высотой 500 мм					
30-300-400 Z	626	400	0,81	8,05	2,25
30-300-500 Z	746	500	1,0	9,7	2,82
30-300-600 Z	867	600	1,2	11,35	3,39
30-300-700 Z	988	700	1,4	13,04	3,96
30-300-800 Z	1108	800	1,59	14,69	4,53
30-300-900 Z	1229	900	1,8	16,34	5,1
30-300-1000 Z	1350	1000	2,01	17,99	5,67
30-300-1100 Z	1470	1100	2,21	19,64	6,24
30-300-1200 Z	1591	1200	2,4	21,63	6,81
30-300-1300 Z	1712	1300	2,61	23,28	7,38
30-300-1400 Z	1835	1400	2,8	24,93	7,95
30-300-1500 Z	2006	1500	3,0	26,59	8,52
30-300-1600 Z	2139	1600	3,21	28,51	9,09
30-300-1700 Z	2273	1700	3,41	30,16	9,66
30-300-1800 Z	2407	1800	3,6	31,81	10,23
30-300-1900 Z	2540	1900	3,81	33,46	10,8
30-300-2000 Z	2674	2000	4,02	35,14	11,37
30-300-2200 Z	2941	2200	4,41	37,57	12,51
30-300-2400 Z	3209	2400	4,80	40,82	13,65
30-300-2600 Z	3476	2600	5,22	44,04	14,79
30-300-2800 Z	3744	2800	5,61	47,27	15,93
30-300-3000 Z	4011	3000	6,0	50,52	17,07

Продолжение таблицы 1.6.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	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	680	400	0,9	8,18	2,25
20-500-500 Z	803	500	1,12	10,06	2,82
20-500-600 Z	926	600	1,34	11,94	3,38
20-500-700 Z	1049	700	1,56	13,82	3,94
20-500-800 Z	1172	800	1,78	15,70	4,5
20-500-900 Z	1296	900	2,0	17,58	5,07
20-500-1000 Z	1419	1000	2,24	19,46	5,63
20-500-1100 Z	1542	1100	2,46	21,34	6,19
20-500-1200 Z	1665	1200	2,68	23,35	6,76
20-500-1300 Z	1788	1300	2,9	25,23	7,32
20-500-1400 Z	1963	1400	3,12	27,11	7,88
20-500-1500 Z	2103	1500	3,34	28,99	8,44
20-500-1600 Z	2243	1600	3,56	30,94	9,01
20-500-1700 Z	2383	1700	3,78	32,82	9,58
20-500-1800 Z	2524	1800	4,0	34,78	10,14
20-500-1900 Z	2664	1900	4,24	36,66	10,7
20-500-2000 Z	2804	2000	4,48	38,54	11,27
20-500-2200 Z	3084	2200	4,96	41,93	12,39
20-500-2400 Z	3365	2400	5,38	45,66	13,52
20-500-2600 Z	3645	2600	5,82	49,38	14,64
20-500-2800 Z	3926	2800	6,28	53,11	15,77
20-500-3000 Z	4206	3000	6,72	56,84	16,9
30-500-400 Z	882	400	1,35	12,62	3,37
30-500-500 Z	1067	500	1,68	15,41	4,21
30-500-600 Z	1252	600	2,01	18,20	5,05
30-500-700 Z	1437	700	2,34	21,00	5,89
30-500-800 Z	1622	800	2,67	23,76	6,74
30-500-900 Z	1807	900	3,00	26,55	7,58
30-500-1000 Z	2049	1000	3,36	29,34	8,42
30-500-1100 Z	2253	1100	3,69	32,13	9,26
30-500-1200 Z	2458	1200	4,02	35,20	10,11
30-500-1300 Z	2663	1300	4,35	37,99	10,95
30-500-1400 Z	2868	1400	4,68	40,78	11,80
30-500-1500 Z	3073	1500	5,01	43,58	12,64
30-500-1600 Z	3278	1600	5,34	46,61	13,48
30-500-1700 Z	3483	1700	5,67	49,37	14,32
30-500-1800 Z	3687	1800	6,00	52,16	15,17
30-500-1900 Z	3892	1900	6,36	54,95	16,01
30-500-2000 Z	4097	2000	6,72	57,74	16,85
30-500-2200 Z	4507	2200	7,42	62,42	18,54
30-500-2400 Z	4917	2400	8,07	67,92	20,22
30-500-2600 Z	5326	2600	8,73	73,39	21,91
30-500-2800 Z	5736	2800	9,42	78,90	23,60
30-500-3000 Z	6146	3000	10,08	84,40	25,28

Таблица 1.7 Номенклатура и технические характеристики вертикальных радиаторов «PRADO Classic» V.

Условное обозначение радиатора	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт по ГОСТ Р 53583-2009	Высота радиатора L, мм	Площадь наружной поверхности нагрева F, м ²	Масса радиатора без кронштейнов, справочная, кг	Объем воды в радиаторе, л
10-300-700V	388	700	0,47	4,63	1,32
10-300-800V	440	800	0,53	5,19	1,51
10-300-900V	492	900	0,6	5,75	1,7
10-300-1000V	544	1000	0,67	6,31	1,89
10-300-1100V	596	1100	0,74	6,87	2,08
10-300-1200V	648	1200	0,8	7,43	2,27
10-300-1300V	700	1300	0,87	7,99	2,46
10-300-1400V	752	1400	0,93	8,55	2,65
10-300-1500V	804	1500	1,0	9,11	2,84
10-300-1600V	855	1600	1,07	9,67	3,03
10-300-1700V	907	1700	1,14	10,23	3,22
10-300-1800V	959	1800	1,2	10,92	3,41
10-300-1900V	1011	1900	1,27	11,48	3,6
10-300-2000V	1063	2000	1,34	12,04	3,79
10-300-2200V	1167	2200	1,47	13,16	4,17
10-300-2400V	1271	2400	1,6	14,28	4,55
10-300-2600V	1374	2600	1,74	15,40	4,93
10-300-2800V	1478	2800	1,87	16,52	5,31
10-300-3000V	1582	3000	2,0	17,64	5,69
20-300-700V	666	700	0,93	8,52	2,64
20-300-800V	732	800	1,06	9,64	3,02
20-300-900V	797	900	1,20	10,76	3,4
20-300-1000V	862	1000	1,34	11,88	3,78
20-300-1100V	927	1100	1,47	13,00	4,16
20-300-1200V	992	1200	1,60	14,25	4,54
20-300-1300V	1057	1300	1,74	15,37	4,92
20-300-1400V	1122	1400	1,87	16,49	5,3
20-300-1500V	1187	1500	2,0	17,61	5,68
20-300-1600V	1252	1600	2,14	20	6,06
20-300-1700V	1317	1700	2,27	21,2	6,44
20-300-1800V	1383	1800	2,40	22,46	6,82
20-300-1900V	1448	1900	2,54	23,66	7,2
20-300-2000V	1513	2000	2,68	24,86	7,58
20-300-2200V	1643	2200	2,94	26,87	8,34
20-300-2400V	1773	2400	3,20	29,3	9,1
20-300-2600V	1903	2600	3,48	31,64	9,86
20-300-2800V	2034	2800	3,74	33,99	10,62
20-300-3000V	2164	3000	4,0	36,36	11,38
30-300-700V	872	700	1,4	13,04	3,96
30-300-800V	976	800	1,59	14,69	4,53
30-300-900V	1079	900	1,8	16,34	5,1
30-300-1000V	1183	1000	2,01	17,99	5,67
30-300-1100V	1286	1100	2,21	19,64	6,24

30-300-1200V	1390	1200	2,4	21,63	6,81
30-300-1300V	1493	1300	2,61	23,28	7,38
30-300-1400V	1597	1400	2,8	24,93	7,95
30-300-1500V	1701	1500	3,0	26,59	8,52
30-300-1600V	1804	1600	3,21	31,35	9,09
30-300-1700V	1908	1700	3,41	33,18	9,66
30-300-1800V	2011	1800	3,6	34,99	10,23
30-300-1900V	2115	1900	3,81	36,82	10,8
30-300-2000V	2219	2000	4,02	38,68	11,37
30-300-2200V	2426	2200	4,41	41,43	12,51
30-300-2400V	2633	2400	4,80	45,22	13,65
30-300-2600V	2840	2600	5,22	48,78	14,79
30-300-2800V	3047	2800	5,61	52,35	15,93
30-300-3000V	3254	3000	6,0	55,96	17,07
10-500-700V	602	700	0,78	7,29	1,96
10-500-800V	682	800	0,89	8,23	2,24
10-500-900V	763	900	1,0	9,17	2,52
10-500-1000V	843	1000	1,12	10,11	2,8
10-500-1100V	923	1100	1,23	11,05	3,08
10-500-1200V	1004	1200	1,34	11,99	3,36
10-500-1300V	1084	1300	1,45	12,93	3,64
10-500-1400V	1165	1400	1,56	13,87	3,92
10-500-1500V	1245	1500	1,67	14,81	4,2
10-500-1600V	1325	1600	1,78	15,75	4,48
10-500-1700V	1406	1700	1,89	16,69	4,76
10-500-1800V	1486	1800	2,0	17,76	5,04
10-500-1900V	1567	1900	2,12	18,7	5,32
10-500-2000V	1647	2000	2,24	19,64	5,6
10-500-2200V	1808	2200	2,46	21,52	6,16
10-500-2400V	1969	2400	2,69	23,4	6,72
10-500-2600V	2129	2600	2,91	25,28	7,28
10-500-2800V	2290	2800	3,14	27,16	7,84
10-500-3000V	2451	3000	3,36	29,04	8,4
20-500-700V	980	700	1,56	13,82	3,94
20-500-800V	1076	800	1,78	15,70	4,5
20-500-900V	1172	900	2,0	17,58	5,07
20-500-1000V	1268	1000	2,24	19,46	5,63
20-500-1100V	1363	1100	2,46	21,34	6,19
20-500-1200V	1459	1200	2,68	23,35	6,76
20-500-1300V	1555	1300	2,9	25,23	7,32
20-500-1400V	1651	1400	3,12	27,11	7,88
20-500-1500V	1746	1500	3,34	28,99	8,44
20-500-1600V	1842	1600	3,56	32,14	9,01
20-500-1700V	1938	1700	3,78	34,1	9,58
20-500-1800V	2034	1800	4,0	36,12	10,14
20-500-1900V	2129	1900	4,24	38,08	10,7
20-500-2000V	2225	2000	4,48	40,04	11,27
20-500-2200V	2417	2200	4,96	43,57	12,39
20-500-2400V	2608	2400	5,38	47,52	13,52
20-500-2600V	2800	2600	5,82	51,38	14,64

20-500-2800V	2991	2800	6,28	55,25	15,77
20-500-3000V	3183	3000	6,72	59,14	16,9
30-500-700V	1282	700	2,34	21,00	5,89
30-500-800V	1435	800	2,67	23,76	6,74
30-500-900V	1587	900	3,00	26,55	7,58
30-500-1000V	1739	1000	3,36	29,34	8,42
30-500-1100V	1892	1100	3,69	32,13	9,26
30-500-1200V	2044	1200	4,02	35,20	10,11
30-500-1300V	2196	1300	4,35	37,99	10,95
30-500-1400V	2349	1400	4,68	40,78	11,80
30-500-1500V	2501	1500	5,01	43,58	12,64
30-500-1600V	2653	1600	5,34	49,45	13,48
30-500-1700V	2806	1700	5,67	52,39	14,32
30-500-1800V	2958	1800	6,00	55,34	15,17
30-500-1900V	3110	1900	6,36	58,31	16,01
30-500-2000V	3263	2000	6,72	61,28	16,85
30-500-2200V	3567	2200	7,42	66,28	18,54
30-500-2400V	3872	2400	8,07	72,32	20,22
30-500-2600V	4177	2600	8,73	78,13	21,91
30-500-2800V	4481	2800	9,42	83,98	23,60
30-500-3000V	4786	3000	10,08	89,84	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, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$;

A - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$ (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 таблице 2.1. приведены гидравлические характеристики радиаторов «PRADO Classic», при нормативном расходе горячей воды через прибор $M_{\text{пр}} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также при расходе 0,02 кг/с (72 кг/ч),

характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1. могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя.

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

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

2.5. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов «PRADO Classic» используют ручные регулировочные клапаны «PRADEX» или их аналоги других производителей.

2.6. Для автоматического регулирования теплового потока радиаторов «PRADO Classic», устанавливаемых в двухтрубных насосных системах, рекомендуется применять монтируемые на подводках к прибору терморегуляторы «PRADEX» (выпускаются в прямом, угловом и аксиальном исполнениях), оснащаемые термостатическими элементами «PRADEX», или их аналоги других производителей.

Усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления ζ , характеристик сопротивления S и расходных коэффициентов K_v для терморегуляторов «PRADEX» с возможностью предварительной настройки приведены в табл. 2.2. Гидравлические характеристики получены при испытаниях клапанов на стенде в соответствии с ГОСТ 30815-2002.

Таблица 2.2. Усреднённые гидравлические характеристики терморегуляторов «PRADEX» с предварительной настройкой расхода

Позиция монтажной настройки	ζ	$S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²	K_v , (м ³ /ч)·бар ^{-1/2}
1	108111	148112	0,03
2	19857	27204	0,07
3	6757	9257	0,12
4	3003	4114	0,18
5	1557	2133	0,25
6	893	1224	0,33
7	552	756	0,42
8	360	493	0,52
9	310	425	0,56
M	270	370	0,60
K_{vs} (клапан полностью открыт)	62	85	1,25

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» и термостатическим элементом «PRADEX». Гидравлические характеристики получены при испытаниях клапана на стенде в соответствии с ГОСТ 30815-2002.

Таблица 2.3. Усреднённые гидравлические характеристики встроенных терморегуляторов «PRADO» для радиаторов с нижним подключением

Позиция монтажной настройки	ζ	$S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²	K_v , (м ³ /ч)·бар ^{-1/2}
1	108111	148112	0,03
2	19857	27204	0,07
3	6757	9257	0,12
4	3003	4114	0,18
5	1557	2133	0,25
6	893	1224	0,33
7	552	756	0,42
8	360	493	0,52
9	310	425	0,56
М	270	370	0,60
K_{vs} (клапан полностью открыт)	43	59	1,50

Гидравлические характеристики определены на лабораторном стенде по ГОСТ 30815-2002 и усреднены для расходов теплоносителя 60-100 кг/ч и его температур 50-100°С. 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 «PRADEX» или их аналоги других фирм.

Представленные на рис. 2.1, 2.2 и 2.3 наклонные линии – это графики потери давления на терморегуляторах для однотрубных систем отопления «PRADEX» при установке на подводках радиатора в режимах 1К, 2К, а также при работе полностью открытого клапана без термостатического элемента (k_{vs}).

Отметим, что, как правило, терморегуляторы условным диаметром 25 мм на подводках к панельным радиаторам не применяются.

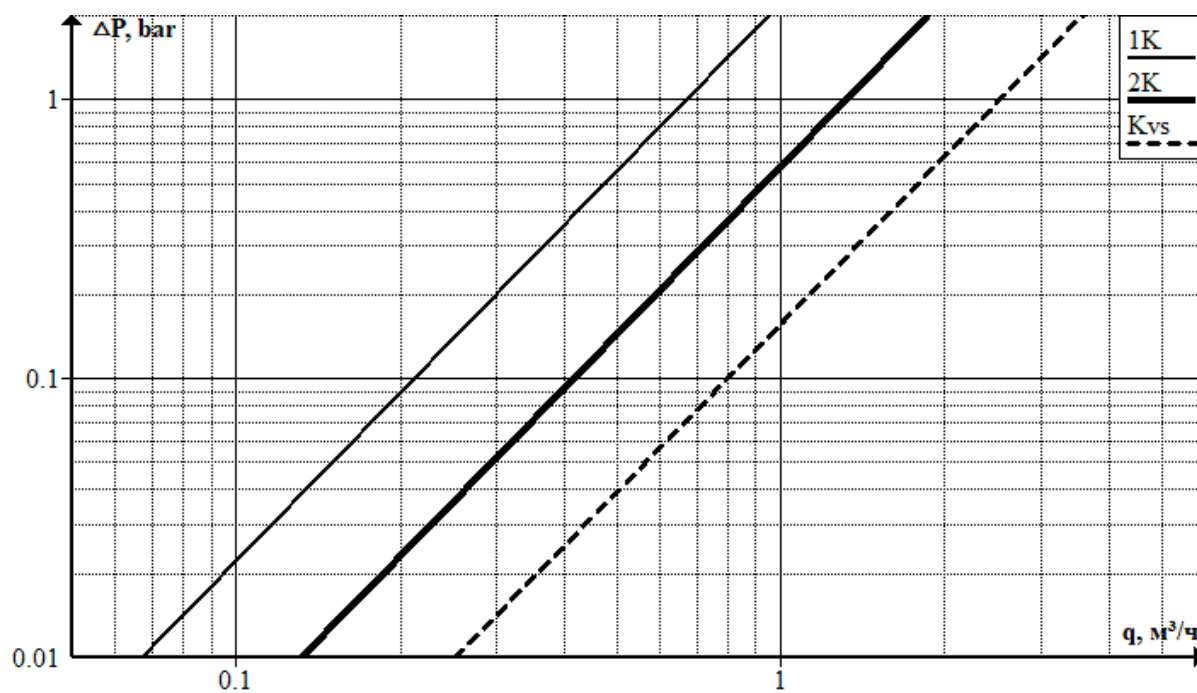


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления «PRADEX» Ду 15.

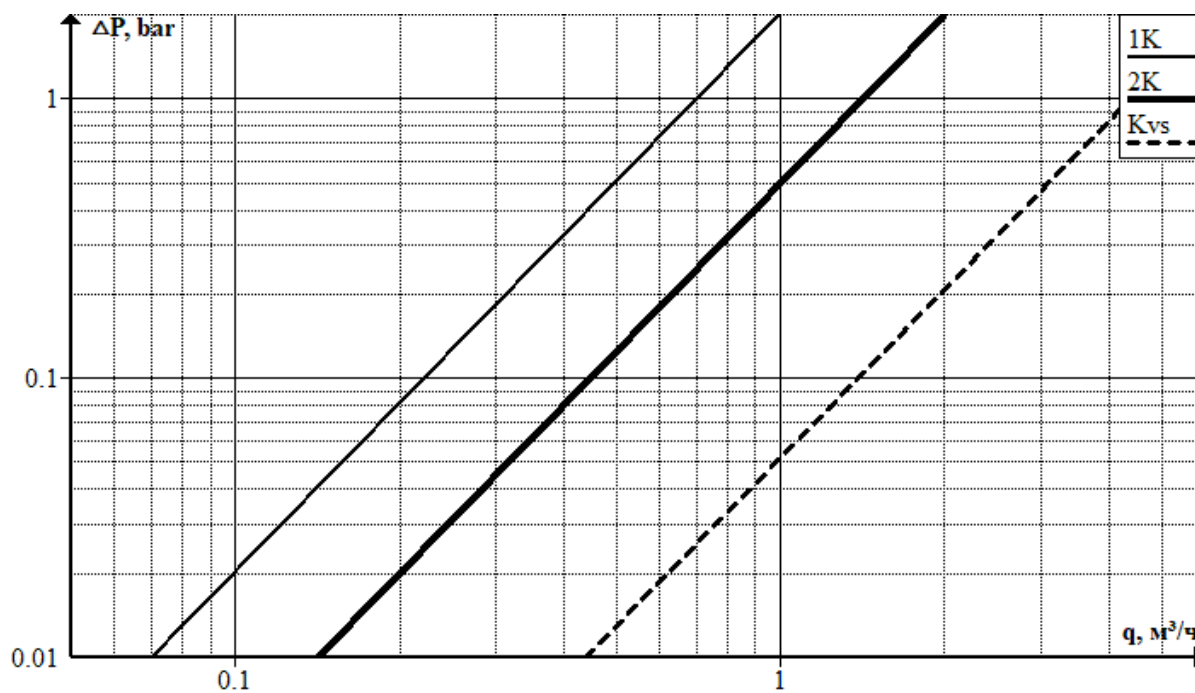


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления «PRADEX» Ду 20.

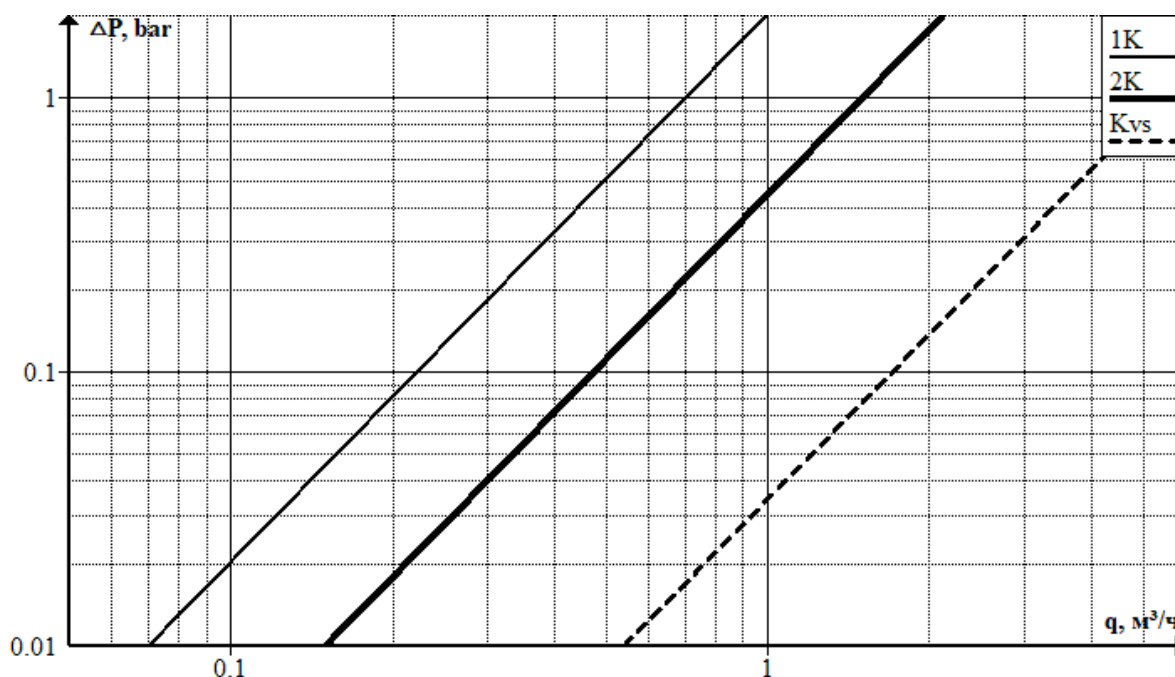


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления «PRADEX» Ду 25.

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

В случае донного подключения радиаторов, как, в частности, показано на рис. 1.9, следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики соединительной гарнитуры.

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

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [13], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в [14], а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.9. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [9].

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

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

где $\alpha_{пр}$ - 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 ($d_{з\text{у}}$) и подводов ($d_{п}$) 15x15x15 (мм) в однотрубных системах отопления впредь до уточнения при использовании терморегулятора «PRADEX» с пониженным гидравлическим сопротивлением и Ду15 можно принимать $\alpha_{пр} = 0,20$ для радиаторов типа 10 и 11 и $\alpha_{пр} = 0,22$ для радиаторов других типов.

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

2.11. Исследования, проведённые ООО «Витатерм», показали возможность применения радиаторов «PRADO» в системах отопления, заполненных низкозамерзающим 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, 10V	300	1,005	1,04	1,1
10, 10V	500	1,01		
11, 20, 20Z, 20V	300	1,02	1,03	1,08
11, 20, 20Z, 20V	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, 30 V	300	1,035	1,02	1,06
30Z, 30V	500	1,15		
30	500	1,035	1,015	1,05
33	300	1,15	1,01	1,02

Увеличение теплопотерь 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 теплопотери.

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

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

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:

$$\Theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{п}} = t_{\text{н}} - \frac{\Delta t_{\text{нр}}}{2} - t_{\text{п}}, \quad (3.2.)$$

где

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

$t_{\text{п}}$ - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении $t_{\text{в}}$, °С;

$\Delta t_{\text{нр}}$ - 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 таб. 3.2.);

$M_{\text{нр}}$ - 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 массового расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.8.);

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

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

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 (принимается по табл. 1.4-1.6).

3.5. Коэффициент теплопередачи радиатора K , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, 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_{np} , но также от высоты, глубины и длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 3.2. пределов значений M_{np} . При движении воды в приборе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по двум – четырём вертикальным 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, 10V	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
11, 20, 20Z, 20V	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, 30V	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.)

$M_{пр}$		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

Для вертикальных радиаторов:

$$c = 1, \quad m = 0, \quad p = 1$$

тип 10	$n = 0,291$	тип 20	$n = 0,298$	тип 30	$n = 0,245$
--------	-------------	--------	-------------	--------	-------------

Коэффициенты ϕ_1 и ϕ_2 определяются по соответствующим формулам, описанными выше..

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 «PRADEX» для однетрубных систем отопления (с пониженным гидравлическим сопротивлением) Ду15 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 $Q_{пр}^{расч}$, Вт, определяется по формуле

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п}$$

(4.1)

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

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

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

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

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

$L_{тр.в}$ 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.

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

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

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 $\alpha_{пр} = 0,20$ (согласно п. 2.10).

Расход воды через прибор равен

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} = 0,20 \cdot 0,133 = 0,027 \text{ кг/с.}$$

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

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,027} = 8,4^{\circ}\text{C}, \quad (4.3)$$

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)

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 4,2 - 20 = 80,8^{\circ}\text{C}$$

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

$$Q_{ну}^{тр} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot c \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,205 \cdot 0,938 \cdot 0,76 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1066 \text{ Вт}, \quad (4.4)$$

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 $Q_{ну}^{тр}$ и желаемой длины прибора (900 -1200 мм), согласно табл. 1.5 принимаем типоразмер «**PRADO Classic**» 11-500-900 с $Q_{ну}=1088$ Вт.

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

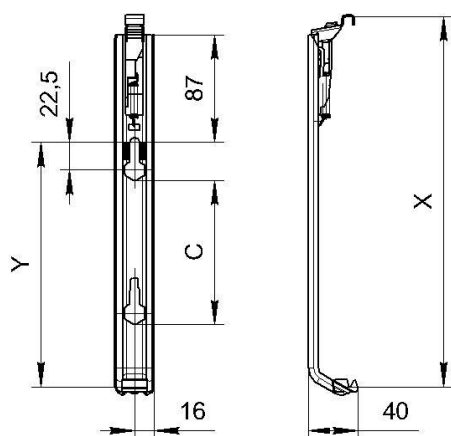
$$[(Q_{ну} - Q_{ну}^{тр}) : Q_{ну}^{тр}] \cdot 100\% = 2,1\%. \quad (4.5)$$

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

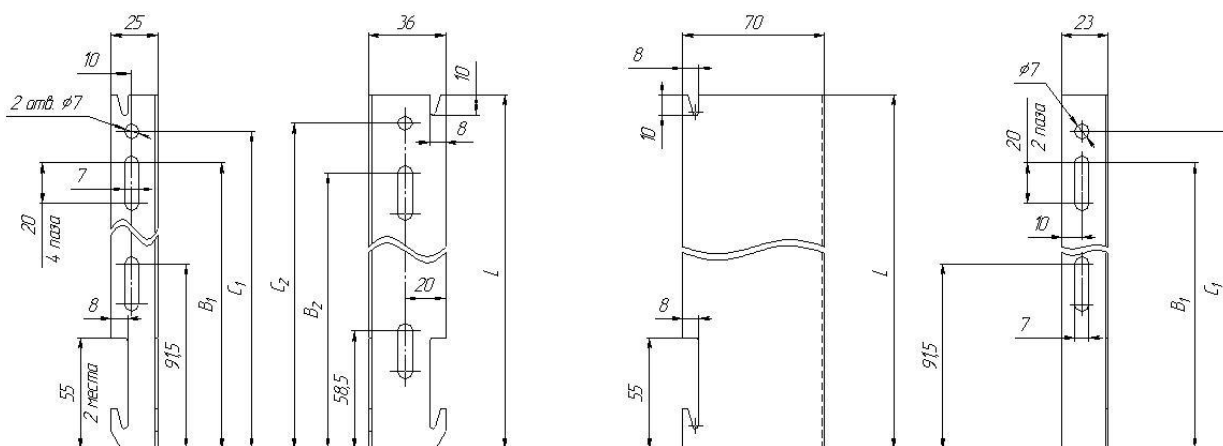
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «PRADO»

5.1. Монтаж стальных панельных радиаторов «**PRADO**» производится согласно требованиям СП60.13330.2016 [8], СП73.13330.2016 и настоящих рекомендаций, специализированной монтажной организацией, при наличии разрешения эксплуатирующей организации, квалифицированными монтажниками санитарно-технических систем, не ниже 5-ого разряда.

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», кроме 20Z и 30Z, «PRADO Universal» типов 10 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 10Z, 20Z и 30Z.			

Рис. 5.1. Кронштейны для крепления радиаторов к стене

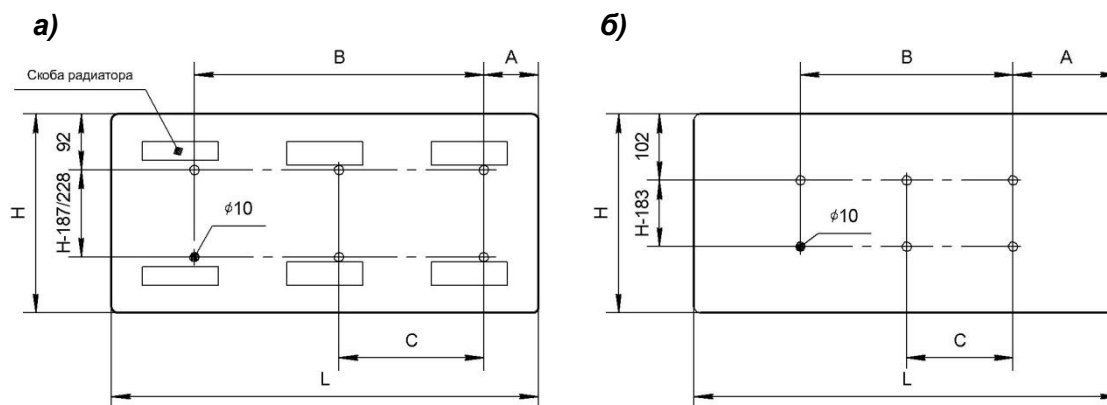


Рис. 5.2. Разметка мест установки кронштейнов радиаторов: а – «PRADO Classic» всех типов и «PRADO Universal» типов 10 и 11; б - «PRADO Universal» типов 20, 21, 22, 30 и 33

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

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

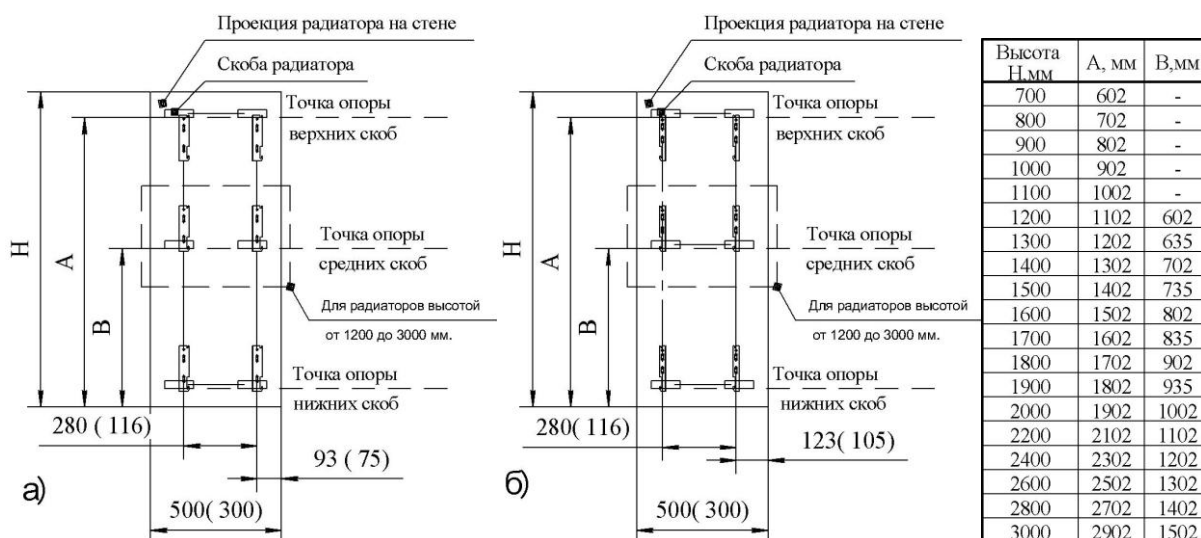


Рис. 5.2.1 Разметка мест установки кронштейнов радиаторов вертикального исполнения «PRADO Classic V»: а – большой полкой к стене; б - малой полкой к стене

Примечания к рис. 5.2.1 – в скобках указаны размеры для радиаторов длиной 300 мм.

5.3. Монтаж радиаторов ведётся на плоских, 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 один из верхних патрубков.

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. 1.3. - 1.5. (уточните разметку по паспорту радиатора);
- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка кронштейнов к стене);
- удалить упаковку только в местах присоединения радиатора к подводящим теплопроводам и крепления к кронштейнам;
- установить радиатор на кронштейнах;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления;
- установить воздухоотводчик в верхнюю пробку;
- установить термостатический элемент у радиаторов «PRADO Universal».

При подсоединении радиаторов «PRADO Universal» по схеме «PRADO Classic» (через боковые подводки), на донные подводки необходимо установить заглушки, которые не входят в комплект поставки.

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

5.10. 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, а с толщиной стенки 1,4 мм – 1,0 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 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 терморегуля-



Рис. 5.3. Схема установки радиатора под подоконником

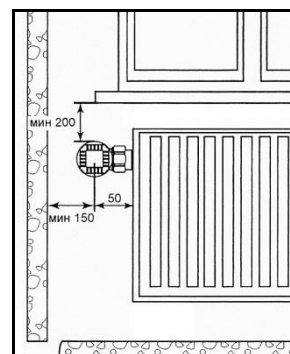


Рис. 5.4. Размещение терморегулятора

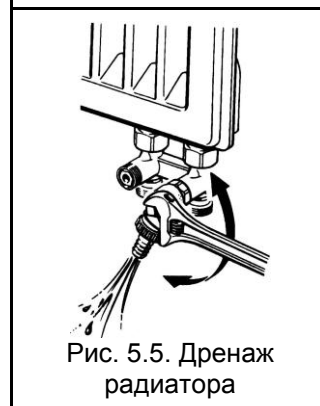


Рис. 5.5. Дренаж радиатора

тор 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 подбирается эксплуатирующей организацией с учетом рекомендаций производителя антифриза и 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].

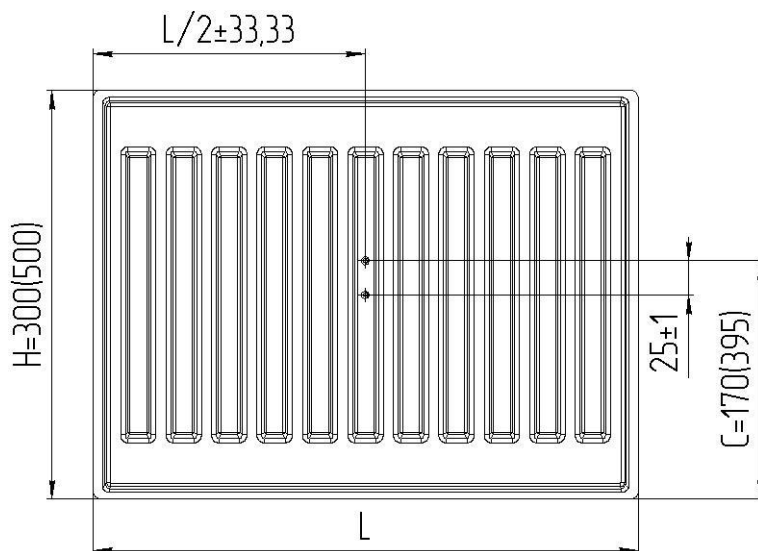
5.21. Использование отопительных приборов и теплопроводов системы отопления в качестве токоведущих и заземляющих устройств **не допускается**.

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.



где L-длина радиатора от 400 до 3000 мм,
H-высота радиатора 300 мм или 500 мм.

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

Монтаж счетчиков-распределителей учета тепла 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)**, 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)**, 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 выше 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 рН должны быть в пределах 7 – 10,5. 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 расширительными 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.

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. Склаживать 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.6., 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;
- имеющие признаки внутренней или наружной коррозии, вызванной нарушением правил эксплуатации;
- 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. 2016. 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. Старовойтова.- 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:

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

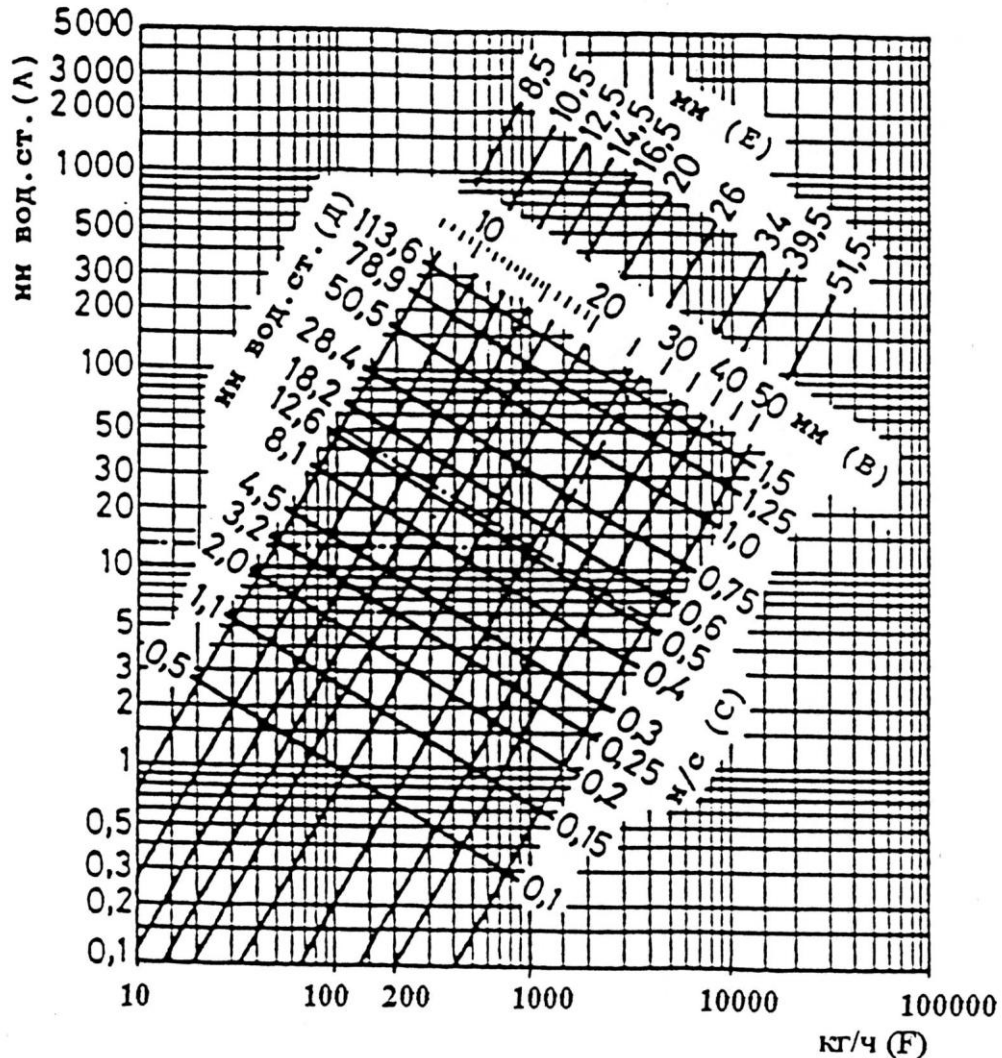
где $\varphi_{4(50)}$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

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	0,025	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.