

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

Утверждаю

Генеральный директор
НТФ ООО «Витатерм», к.т.н.,
член президиума НП «АВОК»,
председатель Экспертного
совета «АПРО»



В. И. Сасин

06 октября 2017 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению стальных панельных
радиаторов «Heaton Smart»

Москва – 2017

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «Heaton Smart», производимых на турецком предприятии «Elba Basincilı Docum San A.S.».

Рекомендации составлены в соответствии с российскими нормативными условиями, определяемыми стандартом ГОСТ 31311-2005, и содержат сведения согласно требованиям СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

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

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, генеральному директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. +7 (495) 482–38–79 и тел. +7 (495) 918–58–95; e-mail: vitattherm@yandex.ru, www.vitattherm.org.

Основные характеристики стальных панельных радиаторов «Heaton Smart»

Наименование показателей	Ед. измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более	МПа кгс/см ²	0,87 8,7
Заводское испытательное избыточное давление, не менее	МПа кгс/см ²	1,3 13
Максимальная температура теплоносителя	°С	110
Содержание кислорода в воде, не более	мкг/дм ³	20
Значения pH воды: оптимальные допустимые	-	8,3 – 9,0 8,0 – 9,5
Высоты радиаторов, представленных в «Рекомендациях»	мм	300, 500
Длина прибора	мм	400 – 3000
Область применения - системы водяного отопления жилых, административных, общественных и др. зданий, в том числе многоэтажных и с низкотемпературным теплоносителем, а также в системах отопления коттеджей.		
Панельные радиаторы следует использовать в закрытых системах отопления с независимой схемой подсоединения к теплопроводам системы теплоснабжения		
Стандартный цвет покрытия – по грунту порошковая эмаль RAL 9016		

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	16
3. Тепловой расчёт	26
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	31
5. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» и основные требования к их эксплуатации	33
6. Список использованной литературы	39
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	40
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	42
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	43

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

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» разработаны Научно-технической фирмой **ООО «Витатерм»** на основе проведённых в Испытательной лаборатории отопительных приборов НТЦ ОАО «САНТЕХПРОМ» и в НТФ ООО «Витатерм» всесторонних испытаний образцов указанных радиаторов.

Радиаторы «Heaton Smart» изготавливаются турецким предприятием **Elba Basınçlı Döküm San A.Ş.**; адрес – 45030 Manisa-TÜRKİYE; tel. +90 236 233 06 00; fax. +90 236 233 06 02; e-mail serdarelce@elba.com.tr.

Образцы радиаторов «Heaton Smart» были представлены **ООО «Сантехкомплект»**. Адрес и контактный телефон представительства: Россия, 142700, Московская область, Ленинский район, г. Видное, Белокаменное шоссе, д. 1.; тел. +7(495) 645-00-00.

1.2. Рекомендации разработаны по традиционной для российской практики схеме [1] с учётом предложений ведущих специалистов проектных организаций (ЦНИИЭПжилища, Моспроект, МНИИТЭП и др.) и МИСИ (МГСУ). При разработке рекомендаций использованы рекламные материалы производителя.

1.3. Стальные панельные радиаторы «Heaton Smart» (рис. 1.1) предназначены для применения в одноконтурных и двухконтурных системах водяного отопления жилых, административных, общественных и др. зданий, в том числе многоэтажных и с низкотемпературным теплоносителем [2], а также в автономных системах отопления коттеджей.

Для повышения эксплуатационной надёжности стальные радиаторы «Heaton Smart» необходимо использовать **в закрытых системах отопления с независимой схемой подсоединения к системе теплоснабжения**. Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в разделах 4.8 и 4.12 «Правил технической эксплуатации ...» [3], а также в разделе 6.12 [4].

Параметры теплоносителя:

- максимальная температура - **110°C**;
- максимальное рабочее избыточное давление **0,87 МПа (8,7 кг/см²)** при заводском испытательном давлении не менее **1,3 МПа (13 кг/см²)**.

Давление разрушения радиаторов - не менее **2,3 МПа (23 кг/см²)**.

1.4. Стальные панельные радиаторы «Heaton Smart» представляют собой отопительные приборы регистрового типа (с горизонтальными верхним и нижним коллекторами, соединёнными вертикальными каналами – колонками с шагом по длине радиатора 33,3 мм), выполненные из профилированных стальных панелей.

Панельные радиаторы «Heaton Smart» отвечают требованиям современного дизайна. Номенклатура радиаторов включает следующие модификации:

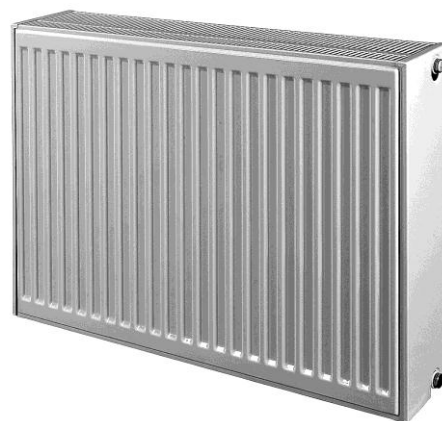


Рис. 1.1. Общий вид радиатора «Heaton Smart»

- радиаторы **«Heaton Smart Compact»** (артикул **C**) – приборы традиционного исполнения с боковыми стенками, воздуховыпускной решёткой и четырьмя боковыми присоединительными отверстиями;

- радиаторы **«Heaton Smart Ventil Compact»** (артикул **VC**) – приборы с боковыми стенками, воздуховыпускной решёткой, оснащённые встроенным автоматическим терморегулирующим клапаном (термостатом), имеют четыре отверстия для бокового присоединения и два нижних патрубка, расположенных с правой стороны прибора (или левой по заказу) для нижнего присоединения подводящих теплопроводов;

- радиаторы **«Heaton Smart Hygiene Compact»** (артикул **HC**) и **«Heaton Smart Hygiene Ventil Compact»** (артикул **HVC**) – гигиенические радиаторы, выпускаемые на базе моделей **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Ventil Compact»**, но без воздуховыпускной решётки, боковых стенок и конвективного оребрения. Эти радиаторы предназначены в основном для помещений, к которым предъявляются повышенные гигиенические требования (например, медицинских).

Радиаторы характеризуются широкой номенклатурой по высоте **H** и длине **L** (рис. 1.2):

- высота **H**: 300, 400, 500, 600, 700 и 900 мм;

- длина **L**: от 400 до 1600 мм с шагом 100 мм, от 1600 до 3000 мм – с шагом 200 мм.

Монтажная высота **H_м** (расстояние между осями присоединительных отверстий) радиаторов **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Compact»** с боковыми присоединительными патрубками меньше общей высоты радиатора **H** на 50 мм и составляет соответственно 250, 350, 450, 550, 650 и 850 мм. У радиаторов **«Heaton Smart Ventil Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Ventil Compact»** расстояние между осями нижних присоединительных патрубков составляет 50 мм.

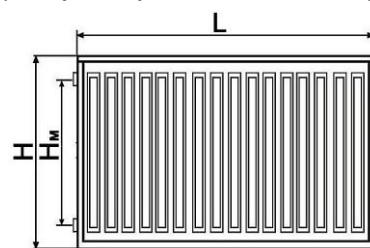


Рис. 1.2

1.5. Различная теплоплотность радиаторов обеспечивается выпуском нескольких **типов**, отличающихся количеством рядов панелей по глубине радиатора (от 1 до 3) и U-образного вертикального конвективного оребрения этих панелей (от 1 до 3), приваренного к вертикальным каналам панели точечной сваркой со средним шагом точек сварки 33,3 мм.

В табл. 1.1 представлена номенклатура панельных радиаторов **«Heaton Smart»** с указанием типов и заводских артикулов.

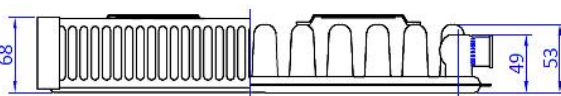
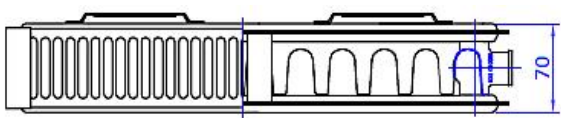
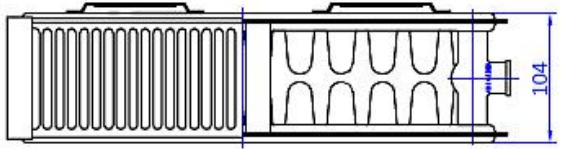
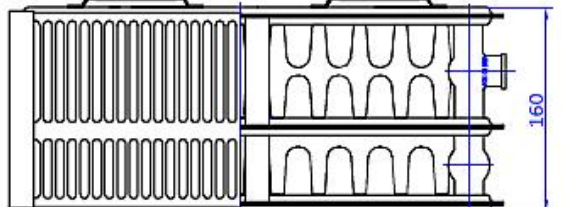
Таблица 1.1. Номенклатура радиаторов **«Heaton Smart»**

Модель радиатора	Артикул	Тип
Heaton Smart Compact	C	11, 21, 22, 33
Heaton Smart Ventil Compact	VC	11, 21, 22, 33
Heaton Smart Hygiene Compact	HC	10, 20, 30
Heaton Smart Hygiene Ventil Compact	HVC	10, 20, 30

Отличающиеся по глубине и исполнению радиаторы **«Heaton Smart»** обозначаются согласно принятой в Европе практике. В таблице 1.2 даны эскизы всех типов радиаторов и описание их конструктивных особенностей.

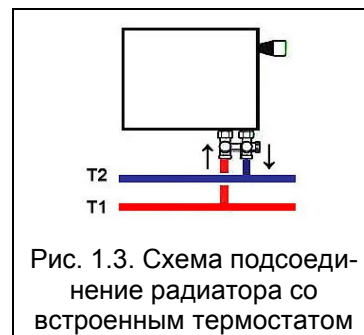
В данных рекомендациях рассматриваются радиаторы **«Heaton Smart»** всех моделей (табл. 1.1 и 1.2) высотой 300 и 500 мм.

Таблица 1.2. Номенклатура и обозначения типов радиаторов «Heaton Smart»

Эскиз радиатора	Конструктивные особенности
	Тип 10 – однорядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – без оребрения)
	Тип 11 – однорядный по глубине с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения)
	Тип 20 – двухрядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (2 – две панели, 0 – отсутствие оребрения)
	Тип 21 – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями)
	Тип 22 – двухрядный по глубине с двумя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями и приваренного к каждой панели, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между панелями)
	Тип 30 – трёхрядный по глубине без конвективного оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (3 – три панели, 0 – отсутствие оребрения)
	Тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями, с воздуховыпускной решёткой и боковыми стенками (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения)
Примечание: на рисунках представлены радиаторы «Heaton Smart Compact». Радиаторы «Heaton Smart Ventil Compact» имеют те же габаритные размеры.	

1.6. Каждый радиатор **«Heaton Smart Compact»** оснащён 4 боковыми присоединительными отверстиями с внутренней резьбой G ½. При поставке на объект в одно из верхних отверстий радиатора устанавливается воздухоотводчик, а в нижнее – глухая пробка. Два свободных отверстия защищены полиэтиленовыми пробками. Радиаторы **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Compact»** всех типов не имеют правого или левого исполнения.

Радиатор **«Heaton Smart Ventil Compact»** оснащён 4 боковыми присоединительными отверстиями с внутренней резьбой G ½" и двумя нижними патрубками с наружной резьбой G ½". В верхнее отверстие (в правое - по умолчанию или в левое - по заказу) вмонтирован корпус встроенного терморегулятора (термостата), соединённого транзитным теплопроводом с нижними присоединительными патрубками (рис. 1.3). Этот радиатор оснащён также воздухоотводчиком, встроенным во второе верхнее отверстие, и одной глухой пробкой. Нижние патрубки закрыты защитными полиэтиленовыми пробками.



Радиаторы **«Heaton Smart Ventil Compact»** имеют правое (по умолчанию – рис. 1.3) и левое (по заказу) исполнение, поэтому при составлении заказной спецификации проектировщику (монтажнику) следует обратить на это внимание, т.е. при необходимости в заказе указать левое («лев.») исполнение прибора.

В радиаторах **«Heaton Smart Ventil Compact»** горячий теплоноситель через транзитный теплопровод внутри радиатора подводится к корпусу клапана, встроенного в патрубок верхнего коллектора, а затем через него распределяется по всей длине прибора. В этом случае имеет место наиболее эффективная схема движения теплоносителя в приборе – «сверху-вниз». Поэтому тепловые показатели радиаторов **«Heaton Smart Compact»** без термостата и **«Heaton Smart Ventil Compact»** со встроенным термостатом (при подаче теплоносителя через боковые подводы по схеме «сверху-вниз») практически совпадают. Подвод горячего теплоносителя осуществляется через нижний второй от боковой стенки патрубков, отвод охлаждённого – через нижний патрубок, ближайший к боковой стенке (рис. 1.3).

Подвод горячего теплоносителя к крайнему нижнему патрубку стального панельного радиатора со встроенным термостатом не допускается.

Радиатор **«Heaton Smart Ventil Compact»** присоединяется к системе отопления обычно с помощью специальной гарнитуры Н-образной формы.

С помощью Н-образного клапана можно также отключить радиатор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы отопления.

1.7. При производстве радиаторов **«Heaton Smart»** используется холоднокатаная сталь по EN 10130.

Радиаторы свариваются по периметру сплошным роликовым швом из двух штампованных листов толщиной $1,2 \pm 0,09$ мм, а между вертикальными каналами – точечной сваркой. Конвективное оребрение из стального листа толщиной $0,45 \pm 0,05$ мм приваривается с тыльной стороны также точечной сваркой к наружным стенкам вертикальных каналов для прохода теплоносителя. Воздуховыпускные решётки и боковые стенки радиаторов изготавливаются из стали толщиной $0,75 \pm 0,09$ мм.

Завод-изготовитель выпускает радиаторы **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Compact»** всех типов и **«Heaton Smart Ventil Compact»** типа 11 с монтажными скобами, приваренными к тыльной стороне радиаторов для

их крепления на стене с помощью специальных угловых кронштейнов L-образной формы.

Радиаторы со встроенным термостатом **«Heaton Smart Ventil Compact»** типа 21, 22 и 33 не имеют монтажных скоб, при их монтаже на стене используют кронштейны консольного типа. Радиаторы **«Heaton Smart Ventil Compact»** типа 11 и **«Heaton Smart Hygiene Ventil Compact»** типа 10, 20 и 30 имеют монтажные скобы, при монтаже на стене используют кронштейны L-образного типа.

1.8. Радиаторы поставляются полностью окрашенными. На заводе-изготовителе используется инновационная многоступенчатая технология покрытия. Сначала радиаторы обезжириваются и промываются технической водой, затем проводится нанокерамическая обработка цирконием с последующей сушкой. Потом наносится грунтовое покрытие на водяной основе в режиме электрофореза, после чего приборы направляются в сушильную печь. В заключение идёт нанесение многослойного покрытия из эпоксидного полиэстера методом порошкового распыления с последующей сушкой в сушильной печи, где покрытие затвердевает. В результате такой обработки получается прочная, привлекательная поверхность. Стандартный цвет покрытия – белый RAL 9016. Возможно изготовление радиаторов других цветов по номенклатуре RAL.

После окончания процесса покраски радиаторы маркируются. При маркировке указываются число, месяц и год изготовления, а также номер производственной линии и смены. После маркировки радиаторы поступают на упаковку.

1.9. Радиаторы имеют надежную прочную упаковку. Боковые панели защищаются картонными накладными коробками из гофрированного картона, дополнительно на углы радиатора надеваются защитные пластмассовые уголки. Затем радиатор упаковывается в термоусадочную плёнку. Такая упаковка позволяет производить монтаж радиатора на объекте, не распаковывая его в период монтажа вплоть до окончания отделочных работ, это сохраняет радиатор от повреждений. Упаковка снимается перед запуском системы отопления.

1.10. В табл. 1.3 приведён стандартный комплект поставки радиаторов **«Heaton Smart»**.

Таблица 1.3. Комплектность стандартной поставки радиаторов «Heaton Smart»

Наименование	Количество элементов в комплекте поставки радиаторов	
	без встроенного термостата	со встроенным термостатом
Радиатор в сборе	1 шт.	1 шт.
Пробка глухая 1/2"	1 шт.	2 шт.
Воздухоотводчик 1/2"	1 шт.	1 шт.
Кронштейны для настенного крепления с комплектом крепёжных деталей	2 (3) компл.	2 (3) компл.
Клапан терморегулятора (клапанная вставка)	-	1 шт.
Упаковка с маркировкой	1 шт.	1 шт.
Паспорт	1 шт.	1 шт.

Количество кронштейнов в комплекте зависит от длины радиатора: для радиаторов длиной от 400 до 1600 мм – 2 шт., при длине 1800 - 3000 мм – 3 шт.

Радиаторы **«Heaton Smart Ventil Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Ventil Compact»** комплектуется клапаном терморегулятора, предназначенным для двухтрубных систем отопления.

Термостатические элементы к радиаторам со встроенными термостатами в основной комплект поставки не входят и поставляются по отдельному заказу или приобретаются потребителем самостоятельно.

Дополнительные сведения по комплектации можно получить в ООО «Сантехкомплект» (адрес см. в п.1.1).

Нижние присоединительные отверстия радиаторов перед упаковкой защищены полиэтиленовыми пробками.

1.11. Настоящие рекомендации разработаны на основе результатов испытаний представительных образцов указанных выше моделей радиаторов «Heaton Smart».

Значения номинального теплового потока $Q_{н\text{у}}$ радиаторов определены согласно национальному стандарту на методы тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [5], [6] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в изотермической камере) $\Theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через радиатор $M_{\text{пр}}=0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении $B=1013,3 \text{ гПа}$ (760 мм рт.ст.).

В таблицах 1.4-1.6 представлены основные характеристики радиаторов «Heaton Smart».

Приведённые в таблицах 1.4 и 1.5 значения номинального теплового потока действительны для радиаторов длиной до 1200 мм включительно с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков при условии движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз». При длине радиатора от 1400 до 3000 мм данные табл. 1.4 и 1.5 относятся только к случаям диагонального присоединения радиаторов «Heaton Smart» при той же схеме движения теплоносителя (рис. 1.4). Если диагональное присоединение выполнить не удаётся, то при длине радиаторов от 1400 до 2000 мм впредь до уточнения необходимо вводить на значения номинального теплового потока усреднённый понижающий коэффициент 0,95, а при длине от 2300 до 3000 мм – коэффициент 0,9. Эти же понижающие коэффициенты следует учитывать при любом варианте нижнего (донного) подсоединения радиаторов «Heaton Smart Ventil Compact» и «Heaton Smart Hygiene Ventil Compact», если длина прибора 1400 мм и более.

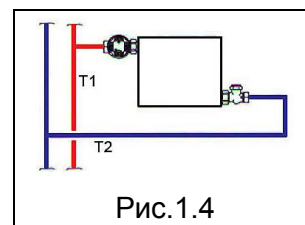


Рис.1.4

Представленные в табл. 1.4 и 1.5 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных [7]. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без охлаждения ограждения, у которого устанавливается радиатор. Отечественные же нормы [5] запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления зарадиаторного участка охлаждаемого ограждения на высоту 1 м от пола, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Нормативные тепловые показатели зарубежных приборов определяются при перепаде температур теплоносителя $75-65^{\circ}\text{C}$ (ранее при перепаде $90-70^{\circ}\text{C}$), характерном для двухтрубных систем отопления. При этом расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [5] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч). При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,8-1,2 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоноси-

теля в приборе составляет 1,5-3°C, что практически приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442-2) методикам. Особенности теплопередачи радиаторов при различных схемах движения теплоносителя рассмотрены в третьем разделе рекомендаций.

Обращаем дополнительно внимание специалистов на тот факт, что российские нормы относят номинальный тепловой поток к температурному напору 70°C, характерному при обычных для отечественных одноконтурных систем отопления параметрах теплоносителя 105-70°C, зарубежные - к температурному напору 50°C (при расчётных температурах теплоносителя 75-65°C), характерному для двухконтурных систем согласно EN 442-2.

В табл. 1.6 приведены значения массы M , кг/м, и объёма V , л/м, которые приняты пропорциональными длине радиаторов. Погрешность, вызываемая этим допущением, весьма мала.

**Таблица 1.4. Номенклатура и номинальный тепловой поток
стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» высотой 300 мм**

Длина радиатора L , мм	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт, типов радиаторов						
	Тип 10	Тип 11	Тип 20	Тип 21	Тип 22	Тип 30	Тип 33
400	205	296	369	454	554	501	787
500	257	369	461	567	692	626	984
600	308	443	553	680	831	751	1181
700	360	516	645	795	969	876	1376
800	411	591	737	908	1107	1001	1573
900	462	665	829	1021	1246	1126	1770
1000	515	738	921	1135	1384	1251	1967
1100	566	812	1013	1249	1522	1376	2164
1200	617	887	1105	1362	1661	1501	2361
1300	668	959	1197	1476	1799	1626	2558
1400	719	1034	1290	1589	1938	1751	2754
1500	772	1108	1382	1702	2076	1877	2951
1600	823	1181	1474	1817	2214	2002	3148
1800	925	1330	1658	2043	2491	2252	3542
2000	1029	1477	1842	2271	2768	2502	3934
2200	1132	1624	2026	2497	3045	2752	4328
2400	1234	1772	2211	2725	3322	3002	4721
2600	1338	1920	2395	2951	3598	3253	5115
2800	1440	2068	2579	3178	3875	3503	5509
3000	1554	2215	2763	3405	4152	3753	5902

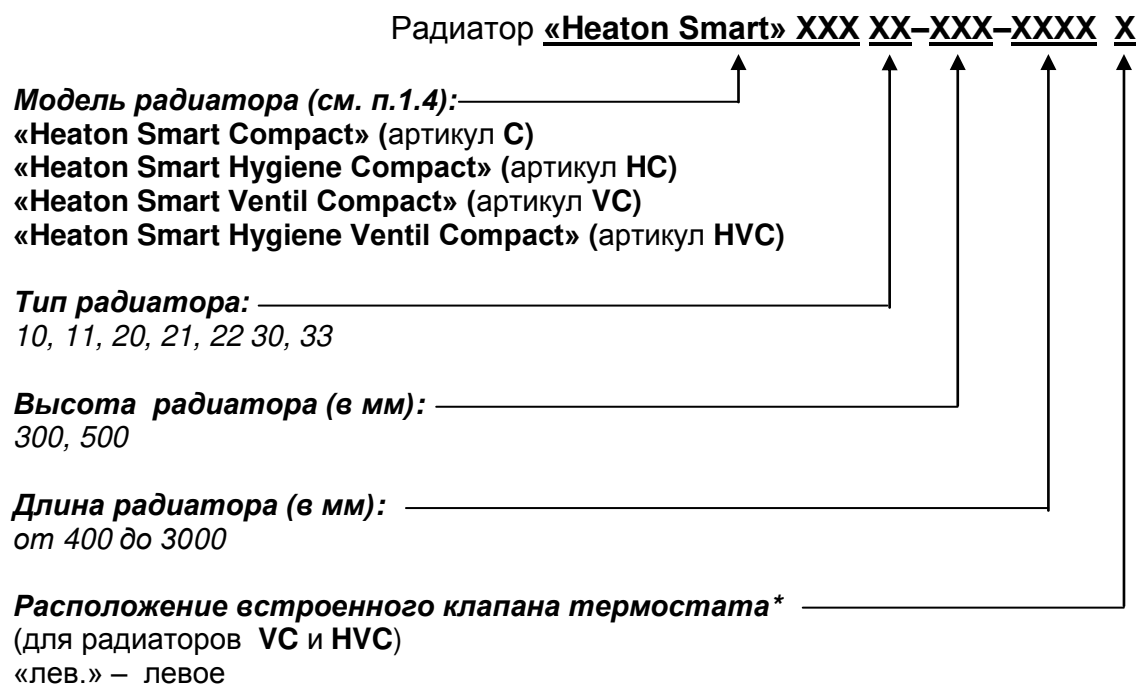
**Таблица 1.5. Номенклатура и номинальный тепловой поток
стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» высотой 500 мм**

Длина радиатора L, мм	Номинальный тепловой поток Q_{ny} , Вт, типов радиаторов						
	Тип 10	Тип 11	Тип 20	Тип 21	Тип 22	Тип 30	Тип 33
400	332	476	555	694	864	766	1204
500	415	594	694	868	1080	958	1505
600	499	713	832	1043	1296	1150	1807
700	581	832	971	1217	1512	1341	2108
800	665	950	1110	1390	1728	1533	2409
900	749	1070	1248	1564	1944	1724	2711
1000	832	1189	1387	1738	2160	1916	3012
1100	915	1307	1526	1911	2376	2108	3312
1200	998	1426	1664	2085	2592	2299	3613
1300	1082	1544	1803	2258	2808	2491	3915
1400	1164	1663	1942	2432	3024	2682	4216
1500	1248	1783	2081	2606	3240	2874	4517
1600	1331	1900	2219	2779	3456	3066	4817
1800	1497	2139	2497	3128	3888	3449	5420
2000	1665	2376	2774	3475	4320	3832	6023
2200	1831	2613	3051	3822	4752	4215	6625
2400	1996	2852	3329	4170	5184	4598	7228
2600	2164	3089	3606	4517	5616	4982	7829
2800	2330	3326	3884	4865	6048	5365	8432
3000	2497	3565	4161	5213	6480	5748	9033

**Таблица 1.6. Масса радиаторов «Heaton Smart» и объём воды
в них, отнесённые к 1 м их длины высотой H 300 и 500 мм**

Тип радиатора	Масса M , кг/м, и объём воды V , л/м, при высоте радиатора H			
	$H = 300$ мм		$H = 500$ мм	
	M	V	M	V
10	6,7	1,76	10,6	2,65
11	8,2	1,76	13,7	2,65
20	12,4	3,53	19,4	5,31
21	13,9	3,53	23,2	5,31
22	15,2	3,53	27,0	5,31
30	18,7	5,2	29,2	7,9
33	21,8	5,2	38,2	7,9

1.12. При заказе радиаторов **«Heaton Smart»** условные обозначения должны соответствовать схеме, приведенной на рис. 1.5.



* - при заказе радиаторов **VC** и **HVC** указывается только левое положение клапана

Рис. 1.5. Схема условных обозначений радиаторов **«Heaton Smart»**, используемых при заказе

Согласно указанной схеме ниже приведены примеры условных обозначений радиаторов, принятых заводом-изготовителем и используемых при заказе приборов:

радиатор отопительный стальной панельный **«Heaton Smart Compact»** (артикул **C**), тип 21, высотой 300 мм, с двумя панелями и одним рядом конвективного оребрения, длиной 1000 мм:

радиатор « Heaton Smart Compact» C 21-300-1000;

радиатор отопительный стальной панельный **«Heaton Smart Ventil Compact»** (артикул **VC**), тип 11, высотой 500 мм, с одной панелью и одним рядом конвективного оребрения, длиной 1200 мм, со встроенным корпусом термостата для двухтрубных систем отопления, с левым нижним расположением присоединительных патрубков:

радиатор « Heaton Smart Ventil Compact» VC 11-500-1200 лев.

1.13. Для повышения эксплуатационной надёжности стальные панельные радиаторы **«Heaton Smart»** необходимо, как указывалось, использовать только в **независимых схемах подсоединения систем отопления к системам теплоснабжения**, оборудованных закрытыми расширительными сосудами и насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя и его утечки.

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



1.14. Панельные радиаторы «Heaton Smart» всех типов 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).

1.15. На рис. 1.7 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы присоединения радиаторов в современных системах отопления.

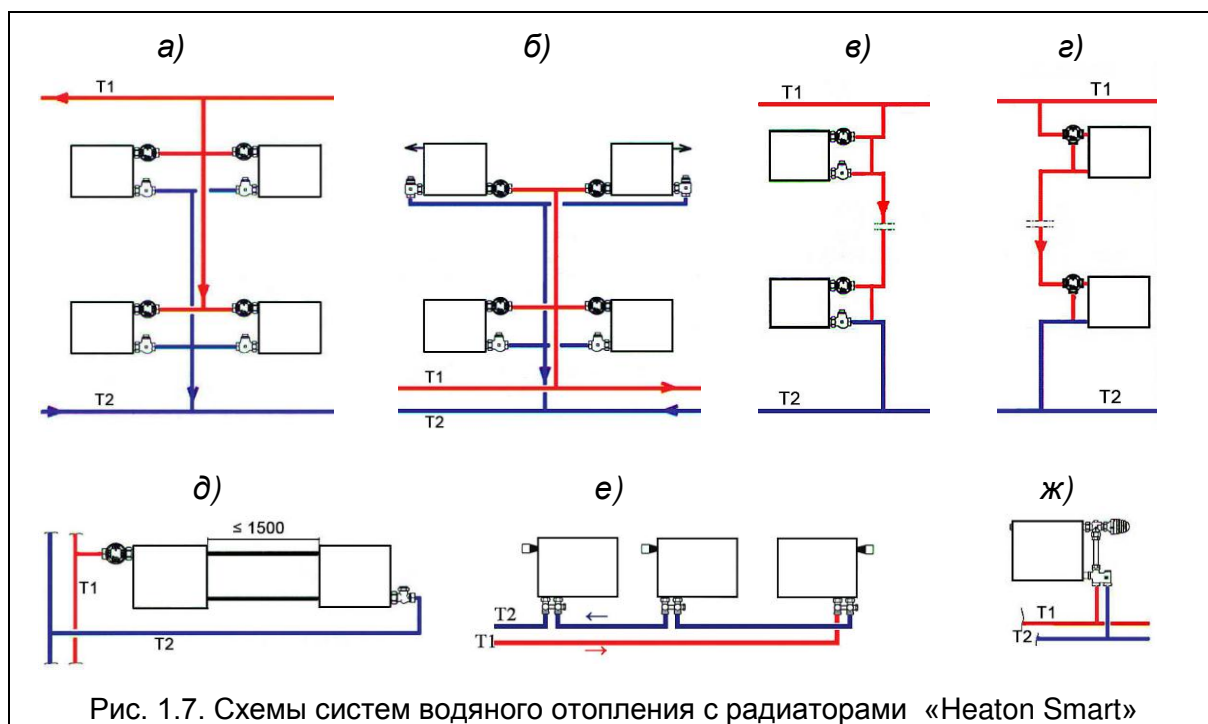


Рис. 1.7. Схемы систем водяного отопления с радиаторами «Heaton Smart»

1.16. 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 60 [8] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е., при соответствующем обосновании, возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [9] более жёстко требует установку термостатов у отопительных приборов.

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

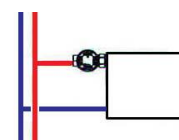


Рис. 1.8

специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.7а, б, в). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 % при полном закрытии термостата.

У радиаторов **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Compact»** на нижних подводках монтируются, как правило, запорные или запорно-регулируемые клапаны, например, типа RLV фирмы «Данфосс», RL-1, RL-5 фирмы «HERZ Armaturen» или их аналоги других фирм. Такие клапаны позволяют отключать отопительные приборы для их демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы. Отметим, что клапаны RLV и RL-5 укомплектованы спускным краном.

Присоединение теплопроводов к радиаторам **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Compact»** может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укупнять радиаторы. Поэтому при длине радиатора 1400 мм и более рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения радиатора.

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

Радиаторы **«Heaton Smart Ventil Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Ventil Compact»** являются универсальными отопительными приборами. Они могут быть подключены как снизу, так и, подобно радиаторам без встроенных термостатов, сбоку, если из встроенного корпуса термостата предварительно удалить клапанную вставку.

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 **«Heaton Smart Compact»** и **«Heaton Smart Hygiene Compact»** могут устанавливаться в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением к магистралям (рис. 1.9). В этом случае могут быть использованы гарнитуры донно-бокового подсоединения.

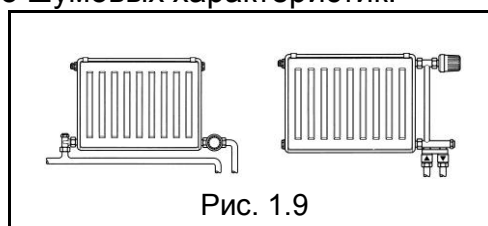


Рис. 1.9

1.17. Исследования, проведенные ООО «Витатерм», показали возможность применения радиаторов **«Heaton Smart»** в системах отопления, заполненных низкотемпературным теплоносителем.

1.18. 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.1.10).

На схеме 1.10а показан термоэлемент с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.10б – термоэлемент термостата с выносной регулировкой и на схеме 1.10в – электронный термостатический элемент (термопривод).

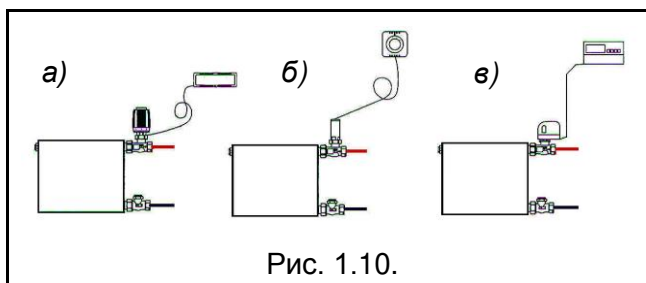


Рис. 1.10.

1.19. Следует указать, что в настоящее время с учётом жёстких требований к повышению энергоэффективности зданий и, в частности, систем отопления рекомендуется шире применять вместо вертикальных систем отопления поквартирные системы отопления с горизонтальной разводкой теплопроводов. Характерные схемы таких систем представлены на рис. 1.11 [10].

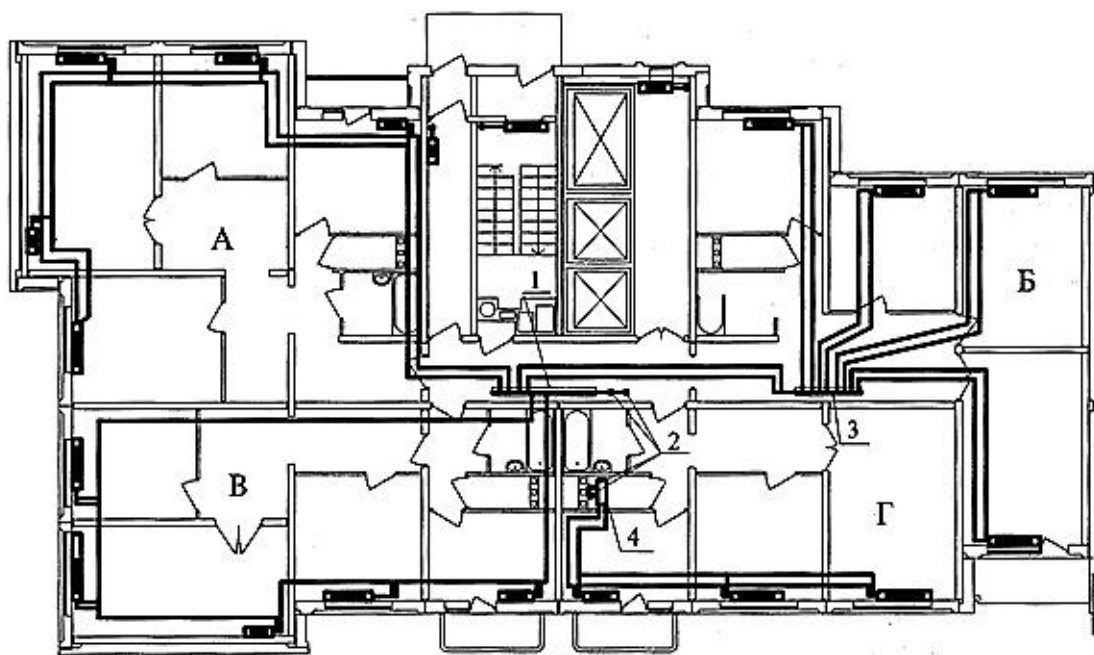


Рис. 1.11. Поквартирные системы отопления с горизонтальной разводкой теплопроводов:

- А – периметральная двухтрубная с этажным узлом регулирования и учёта теплоты;
- Б – радиальная двухтрубная с этажным узлом регулирования и учёта теплоты;
- В – периметральная одноконтурная с этажным узлом регулирования и учёта теплоты;
- Г – периметральная двухтрубная с квартирным узлом регулирования и учёта теплоты;
- 1 – этажный узел регулирования и учёта теплоты, 2 – стояки, 3 – коллектор,
- 4 – квартирный узел регулирования и учёта теплоты

1.20. Тепловые испытания представительных образцов радиаторов **«Heaton Smart»** проведены в Испытательной лаборатории отопительных приборов НТЦ ОАО «САНТЕХПРОМ» (руководитель В.И. Грейлих).

1.21. Сведения о стоимости радиаторов **«Heaton Smart»** на отечественном рынке с учётом гибкой системы скидок заказчик может получить в представительстве завода-изготовителя (адрес указан в п. 1.1).

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

2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [11] и [12], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

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

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

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

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

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

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

λ - коэффициент трения;

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

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

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

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

M - массовый расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па.

2.3. В связи с широким внедрением в практику отечественных систем отопления автоматических терморегуляторов (термостатов) перепад давления теплоносителя в них, а также в отопительных приборах, определяется в зависимости от пропускной способности (расходного коэффициента) K_v , $(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}$. Для двухтрубных систем отопления обычно указывается значения K_v при различных значениях монтажной преднастройки термостата (например, от 1 до 6 или положение при полном его открытии), а также дополнительно значения K_{vs} , характеризующие пропускную способность при снятом с корпуса термостата термозадающем (термоголовке) при преднастройке на полное открытие.

Значения K_v определяют расход теплоносителя M в $\text{м}^3/\text{ч}$ при определённом положении устройства предварительной монтажной преднастройки и подъёме штока, соответствующем настроенному режиму погрешности регулирования (на $0,5^\circ\text{C}$, 1°C , 2°C или на 3°C), а K_{vs} - при максимальном подъёме штока (при снятом термостатическом элементе).

Значения K_v (а также K_{vs}) вычисляют по формуле

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{\Delta P}} (\text{м}^3/\text{ч}) (\text{бар})^{-1/2}. \quad (2.3)$$

Следует отметить, что эту формулу используют весьма своеобразно, т.к. фактически вольно обращаются с размерностью: M в $\text{м}^3/\text{ч}$ (в некоторых изданиях в

т/ч, тогда вместо K_v следует, как указывалось, принимать обозначение K_m и ΔP в барах, причём чаще показывают K_v (или K_m) не по полной размерности, а лишь как расходную характеристику – $\text{м}^3/\text{ч}$ (или т/ч) – без учёта размерности перепада давления.

После преобразования формул (2.1), (2.2) и (2.3), имеем

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{A \cdot \zeta \cdot M^2}}, (\text{м}^3/\text{ч})(\text{бар})^{-1/2}. \quad (2.4)$$

Устраняя несоответствия в размерностях и принимая значения A по приложению 1, получим

$$\zeta = \frac{c_1}{K_v^2} \quad (2.5)$$

или для полного открытия клапана (при снятом термозlemente)

$$\zeta_{vs} = \frac{c_1}{K_{vs}^2}, \quad (2.6)$$

где c_1 – коэффициент, устраняющий несоответствие в размерностях, использованных в формуле аргументов (с некоторой погрешностью из-за температурного фактора).

В первом приближении с допустимой для практических гидравлических расчётов погрешностью можно принять при d_v 15 мм $c_1 = 97,3$ при условии, что находясь при испытаниях расход теплоносителя определяется в кг/с, перепад давления ΔP при тех же испытаниях определяется в Па, а температура теплоносителя в среднем равна 50°C [15] (при температуре 85°C $c_1 = 99,7$).

Очевидно, что из тех же формул можно получить

$$S = \frac{c_2}{K_v^2}, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2 \quad (2.7) \quad \text{и} \quad S_{vs} = \frac{c_2}{K_{vs}^2}, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2. \quad (2.8)$$

Значения c_1 и c_2 зависят также от температуры теплоносителя при испытаниях и округления соотношения *бар* и *Па*, причём $c_2 = 1,37 \cdot c_1$ при d_v 15, т.е. $c_2 = 133,3$. Очевидно, что размерность S соответствует указанной для уравнения (2.1).

Следует учесть, что принятый при определении K_v перепад давления на клапане в 1 бар не всегда практически выполним: максимальный перепад давления на клапане обычно не должен превышать 0,2-0,3 бар. Отметим, что рекомендуемый предел этого перепада для большинства конструкций термостатов составляет от 0,1 до 0,2 бар, иначе нарушается нормальная работа термостата, в частности эквивалентный уровень шума может превышать 25 дБ(А). Поэтому, согласно EN 215, в качестве нормативного перепада принят $\Delta P = 0,1$ бар (0,01 МПа), а номинальное значение пропускной способности K_v или K_{vs} определяется расчётным способом по формуле (2.3), хотя при этом вносится погрешность из-за неквадратичности зависимости перепада давления от расхода теплоносителя, различной у разных термостатов.

Для нормальной работы термостатов необходимо обеспечить и минимальный перепад на клапане. Обычно он должен быть не менее 0,003 - 0,005 МПа [15].

Таким образом, при использовании в ходе проектирования систем отопления значений пропускной способности K_v потери давления ΔP в термостате или на отопительном приборе определяются по формуле

$$\Delta P = \frac{M}{K_v^2}, \quad (2.9)$$

где ΔP в барах, M в $\text{м}^3/\text{ч}$ и K_v в $(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}$.

Напомним, что 1 бар = 0,1 МПа = 100000 Па.

2.4. Гидравлические испытания радиаторов **«Heaton Smart»** проведены согласно методике НИИСантехники [13]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления ζ и характеристик сопротивления S при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч), а также значения K_v 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 [13], в среднем соответствуют трёх-летнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

В табл. 2.1 приведены усреднённые гидравлические характеристики радиаторов **«Heaton Smart Compact»** при нормативном расходе горячей воды через прибор $M_{пр} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также при расходе 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. Гидравлические характеристики при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически не зависят от высоты и длины радиатора в пределах номенклатуры, представленной в настоящих рекомендациях.

Определение гидравлических характеристик радиаторов в пределах расходов воды через прибор от 0,01 до 0,15 кг/с (от 36 до 540 кг/ч) возможно по зависимостям в логарифмических координатах, построенным по реперным точкам при $M_{пр} = 0,017$ кг/с (60 кг/ч) и 0,1 кг/с (360 кг/ч). С допустимой для практических расчётов погрешностью в большинстве случаев проектирования систем отопления возможна и линейная интерполяция в диапазоне, ограниченном реперными точками

Гидравлические характеристики радиаторов **«Heaton Smart Compact»** определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Таблица 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики панельных радиаторов «Heaton Smart Compact»

Типы радиаторов	Расход теплоносителя через прибор $M_{пр}$, кг/ч	Потери давления ΔP , Па	Коэффициент местного сопротивления ζ	Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²	Пропускная способность K_v , (м ³ /ч)·бар ^{-1/2}
10, 11	60	150,5	40	54,80	1,56
	360	4739	35	47,95	1,67
20, 21	60	67,7	18	24,66	2,32
	360	2031	15	20,55	2,55
22	60	94,0	25	34,25	1,97
	360	2708	20	27,40	2,21
30, 33	60	56,4	15	20,55	2,55
	360	1354	10	13,70	3,12

2.5. Для автоматического регулирования теплового потока радиаторов **в двухтрубных** насосных системах отопления завод-изготовитель поставяет мо-

дели «**Heaton Smart Ventil Compact**» с нижним расположением присоединительных патрубков (см. п. 1.6, рис. 1.3), оснащённые встроенными клапанами фирменных терморегуляторов.

В табл. 2.2 и на рис. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «**Heaton Smart Ventil Compact**» со встроенным корпусом клапанной вставки фирменного терморегулятора в зависимости от номера предварительной монтажной настройки от P1 до P6 при режиме отклонения температуры воздуха в помещении в пределах 2K (2°C). Учитывая существенное превышение гидравлического сопротивления термостата над показателями радиаторов всех типов и размеров данные табл. 2.2 и рис. 2.1 можно считать усреднёнными для всей рассматриваемой в настоящих рекомендациях номенклатуры радиаторов «**Heaton Smart Ventil Compact**».

Таблица 2.2. Усреднённые гидравлические характеристики панельных радиаторов «Heaton Smart Ventil Compact» с клапанной вставкой

Номер монтажной преднастройки Р	Расход теплоносителя через прибор $M_{пр}$, кг/ч	Потери давления ΔP , Па	Коэффициент местного сопротивления ζ	Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$	Пропускная способность K_v , $(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}$
1	158	100000	3834	5253	0,16
2	253	100000	1495	2049	0,26
3	347	100000	795	1089	0,35
4	395	100000	613	840	0,40
5	458	100000	456	625	0,46
6	537	100000	332	455	0,54

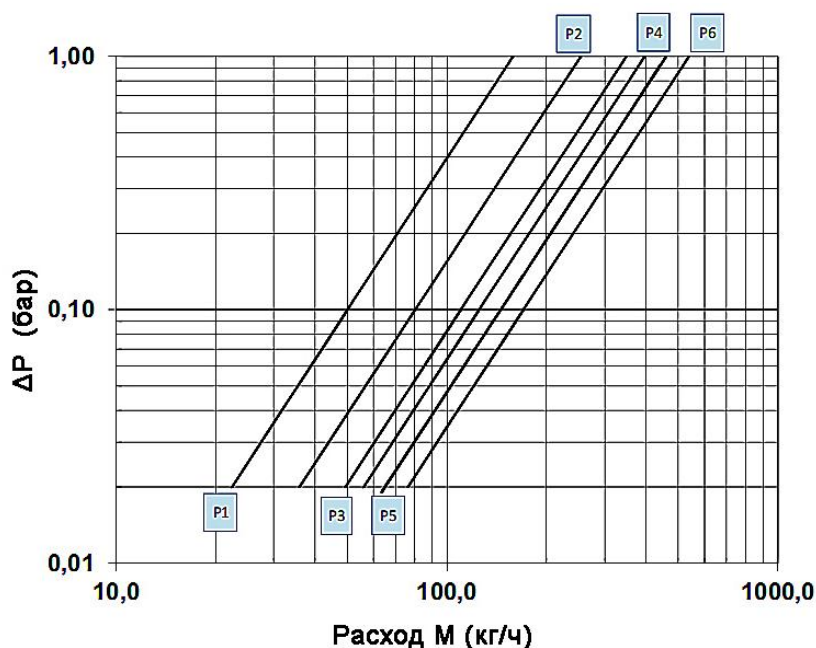
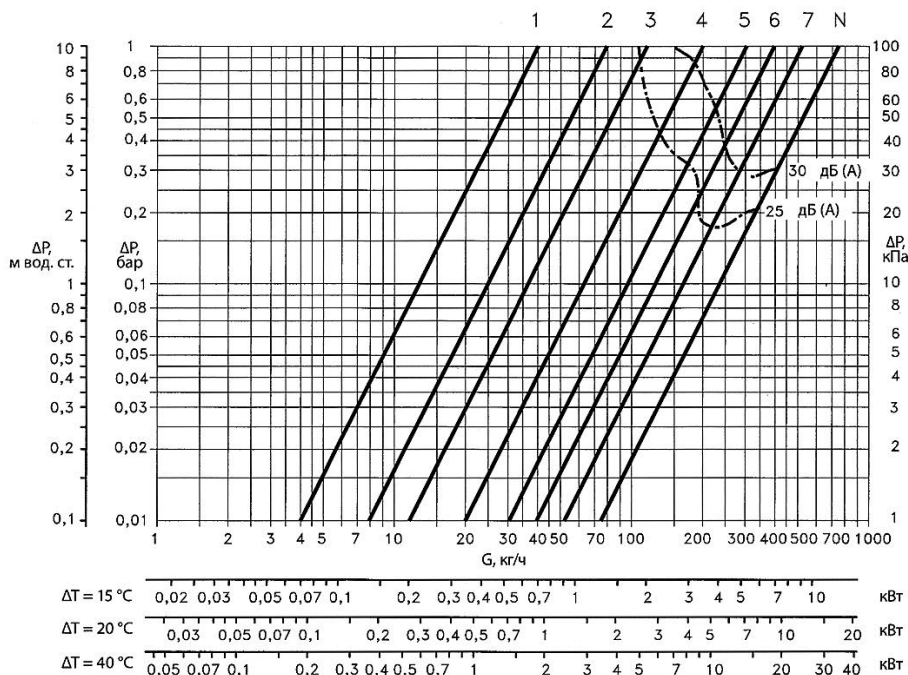


Рис. 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов «**Heaton Smart Ventil Compact**» с клапанной вставкой для двухтрубных систем отопления

а.



б.

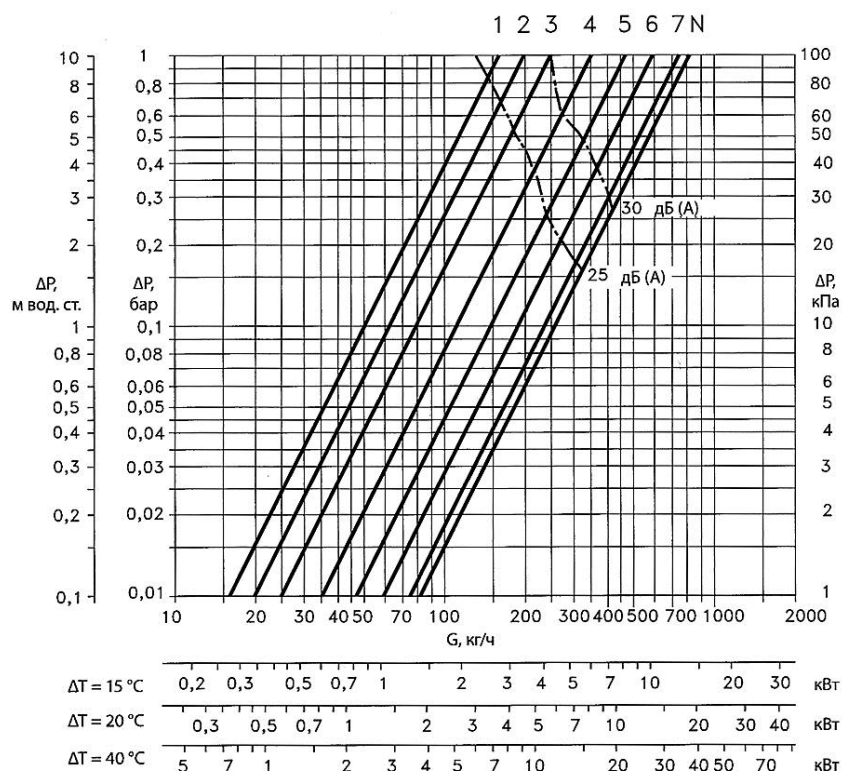


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики терморегуляторов «Данфосс» RTR-N 15 (а) и RTR-N 20 (б), предназначенных для двухтрубных систем отопления (при различных уровнях монтажной настройки клапана)

Для однетрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам специальные терморегуляторы уменьшенного гидравлического сопротивления RTR-G 15 компании «Данфосс» (рис. 2.4), компании «Heimeier» (рис. 2.5) и «HERZ-TS-E» (рис. 2.6).

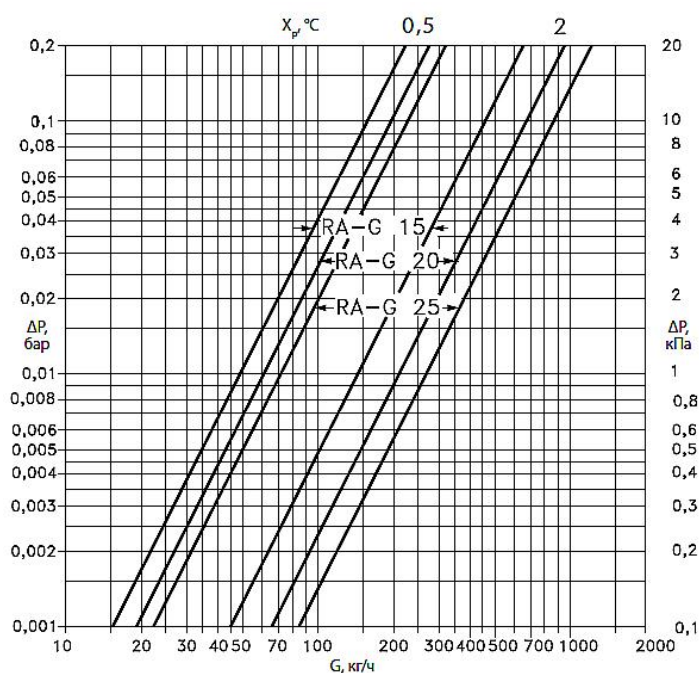


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики терморегуляторов уменьшенного сопротивления «Данфосс» RTR-G при настройке на режимы 0,5К (слева) и 2К (справа)

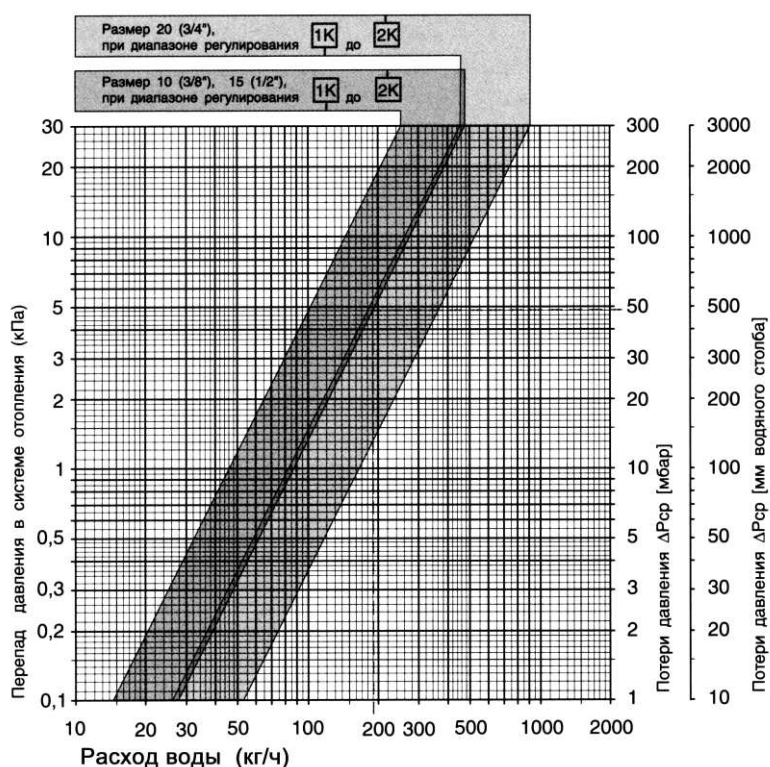


Рис. 2.5. Характеристики терморегуляторов уменьшенного гидравлического сопротивления компании «Heimeier»

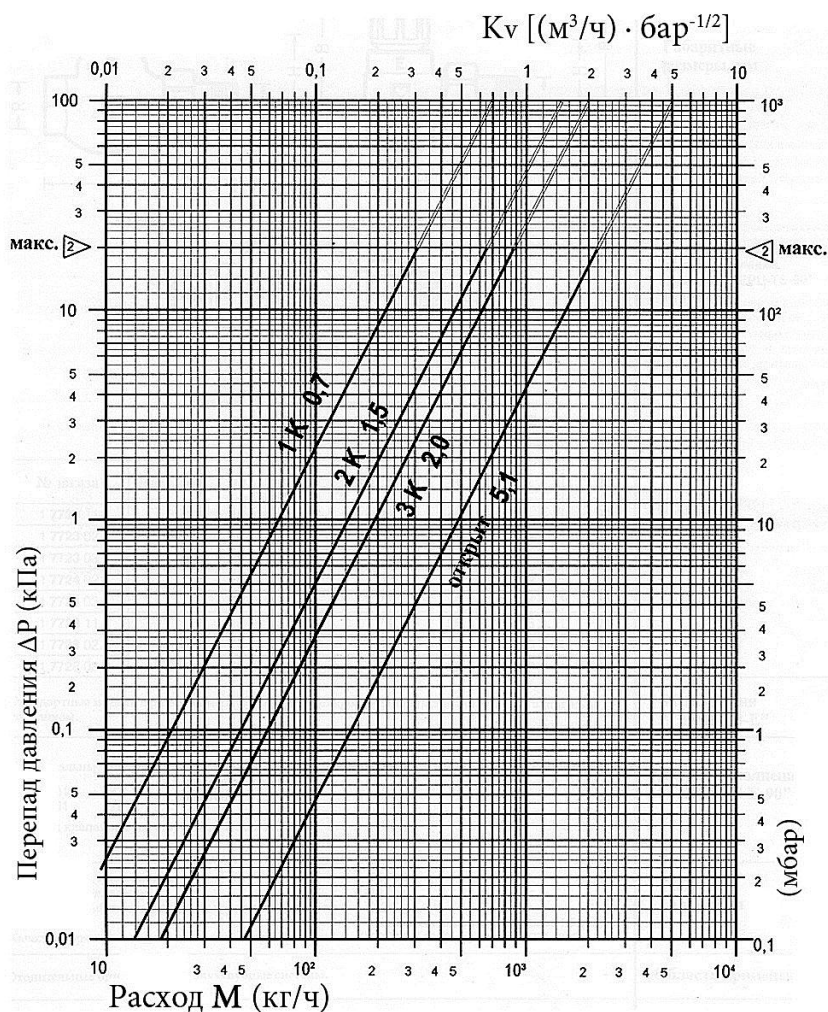


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.1 - 2.3 показывают диапазоны предварительной настройки терморегулятора в режиме 2K (2°C). Настройка на режим 2K означает, что терморегулятор частично прикрыт и в случае отклонения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении в пределах 2K (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 0,5K (0,5°C) или на 1K (1°C), а иногда допускается настройка на 3K (3°C) и более. Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.2 линия «максимального подъёма» штока терморегулятора при режиме настройки на 2K показывает существенно большее значение перепада давления, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» терморегулятора.

На рис. 2.4 и 2.6 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 0,5K, 1K, 2K или 3K, а также при полностью открытом клапане.

На рис. 2.5 указаны зоны настройки терморегуляторов компании «Heimeier» на 1K или 2K при условном диаметре подводов 10, 15 и 20 мм.

Отметим, что гидравлические характеристики терморегуляторов как прямых, так и угловых всех типов, в том числе ЕСА, при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

В однотрубных системах отопления со стальными панельными радиаторами «Heaton Smart Compact» целесообразно применять также трёхходовые тер-

морегуляторы, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми терморегуляторами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода и температуры теплоносителя в стояке, а также от гидравлических характеристик отопительных приборов.

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

На рис. 2.4 и 2.6 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления терморегуляторов от расхода воды, с линией $\Delta P=1$ бар указаны значения расходных коэффициентов K_v [(м³/ч)·бар^{-1/2}]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с $K_v \geq 1,2$ [14].

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

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{см}, \quad (2.9)$$

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.

2.10. Усреднённые значения коэффициентов затекания для радиаторов «Heaton Smart Compact» при сочетании условных диаметров труб стояка ($d_{ст}$), смещённого замыкающего участка ($d_{з\gamma}$) и подводящих теплопроводов (d_n) 15x15x15 мм представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем водяного отопления с радиаторами «Heaton Smart Compact»

Изготовитель и тип регулирующей арматуры	Значения $\alpha_{пр}$ для радиаторов типов	
	10, 11	20, 21, 22, 30, 33
«HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,195	0,21
«HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм с термозлементом HERZ 7262	0,25	0,29
«Данфосс», тип RTR-G15 с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,77$ мм	0,25	0,29
«Heimeier», специальный термостат с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,19	0,21

2.11. Коэффициенты затекания при установке терморегуляторов определены, как указывалось, при их настройке на режим 2K (2°C). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания потребная площадь поверхности

нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения ручных кранов и клапанов, в том числе трёхходовых (обычно на $15\div 23\%$).

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

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [15], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм» [16], а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.13. Согласно данным ООО «Витатерм» производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом, необходимо увеличивать на 10%, а их напор на 50% в связи с существенным различием теплофизических свойств антифриза и воды.

3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, представленных в специальной и справочно-информационной литературе [8], [11], [12], 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.

Таблица 3.1. Значения поправочных коэффициентов β_1 и β_2

Тип радиатора	Высота радиатора, мм	β_1	β_2	
			При установке у наружной стены	При установке у наружного остекления
10	300	1,005	1,04	1,1
10	500	1,01		
11, 20	300	1,02		
11, 20	500	1,027	1,03	1,08
21	300	1,035	1,02	1,06
	500	1,05		
22	300	1,08	1,015	1,04
	500	1,09		
30	300	1,027	1,02	1,06
30	500	1,15		
33	300	1,028	1,015	1,02
33	500	1,16	1,01	1,15

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 [11], [12], следует увеличивать в 1,15 раза для жилых помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [17], [18], [19]..

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

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

где Q_{ny} - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1 и 1.2), Вт;

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

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

здесь

t_n и t_k - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

t_n - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении t_b , °С;

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

70 - нормированный температурный напор, °С;

c - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированных 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_{np} - фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

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

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

p - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи 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 таб. 3.5);

$\varphi_2 = (M_{np}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.6);

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

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

где F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м².

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

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

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «Heaton Smart» значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{н\bar{p}}$, 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 $M_{н\bar{p}}$. При движении воды в приборе по схеме «снизу - вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по двум-четырёх вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводящим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. Такое распределение потоков теплоносителя приводит к большей эффективности теплообмена в радиаторах с меньшей длиной. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводящими теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент p , приведённый в табл. 3.4.

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	Типы радиаторов	n	c	m	p
Сверху-вниз	10-300, 10-500,	0,26	1	0	1
	20-300, 20-500, 22-300, 30-300, 33-300	0,28	1	0	1
	11-300, 11-500, 21-300, 21-500	0,29	1	0	1
	22-500, 30-500, 33-500	0,3	1	0	1
Снизу-вверх	10-300, 10-500	0,28	0,78	0,05	См. табл. 3.4
	11-300, 11-500	0,31	0,8	0,05	
	20-300, 20-500	0,3	0,78	0,08	
	21-300, 21-500	0,31	0,8	0,08	
	22-300, 30-500, 33-300	0,3	0,8	0,08	
	22-500, 33-500	0,32	0,8	0,08	
	30-300	0,3	0,8	0,08	
Снизу-вниз	10-500, 10-500	0,28	0,97	0	1
	Все остальные типы радиаторов	0,3	0,96	0	1

Таблица 3.3. Значения поправочного коэффициента b

Типы радиаторов	b при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)							
	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
10	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
11, 20	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21, 22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
30	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

Типы радиаторов	Значения p при длине радиатора L (мм)				
	400, 500	600, 700	800, 900	1000, 1100	1200 и более
10, 11, 20	1,08	1,06	1,04	1,02	1
21, 22, 30, 33	1,05	1,04	1,025	1,01	1

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от показателя степени n (см. табл. 3.2)

$\Theta, ^\circ\text{C}$	Значения φ_1 при значении n					
	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
44	0,557	0,552	0,549	0,547	0,544	0,542
46	0,589	0,584	0,582	0,579	0,577	0,575
48	0,622	0,617	0,615	0,612	0,61	0,608
50	0,654	0,65	0,648	0,646	0,644	0,641
52	0,688	0,684	0,682	0,679	0,677	0,675
54	0,721	0,717	0,716	0,714	0,712	0,71
56	0,755	0,752	0,75	0,748	0,747	0,745
58	0,789	0,786	0,785	0,783	0,782	0,78
60	0,823	0,821	0,82	0,818	0,817	0,816
62	0,858	0,856	0,855	0,854	0,853	0,852
64	0,893	0,892	0,891	0,89	0,889	0,889
66	0,929	0,927	0,927	0,926	0,926	0,925
68	0,964	0,964	0,963	0,963	0,963	0,962
70	1	1	1	1	1	1
72	1,036	1,037	1,037	1,037	1,038	1,038
74	1,073	1,074	1,074	1,075	1,076	1,076
76	1,109	1,111	1,112	1,113	1,114	1,115
78	1,146	1,149	1,15	1,151	1,152	1,154
80	1,183	1,186	1,188	1,19	1,191	1,193
82	1,221	1,224	1,226	1,228	1,23	1,232
84	1,258	1,263	1,265	1,267	1,27	1,272
86	1,296	1,301	1,304	1,307	1,31	1,312
88	1,334	1,34	1,343	1,346	1,35	1,353
90	1,373	1,379	1,383	1,386	1,39	1,393

**Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента φ_2
в зависимости от показателя степени m
при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»**

М_{пр}		Значения φ_2 при	
кг/с	кг/ч	$m=0,05$	$m=0,08$
0,015	54	0,909	0,859
0,02	72	0,923	0,879
0,025	90	0,933	0,895
0,03	108	0,942	0,908
0,035	126	0,949	0,919
0,04	144	0,955	0,929
0,05	180	0,966	0,946

М_{пр}		Значения φ_2 при	
кг/с	кг/ч	$m=0,05$	$m=0,08$
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

3.7. Тепловые показатели радиаторов **«Heaton Smart Ventil Compact»**, как указывалось, можно определять по зависимостям для радиаторов **«Heaton Smart Compact»** при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз».

3.8. 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 2.

3.9. При использовании антифриза необходимая площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в среднем в 1,1 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде.

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 «Heaton Smart Compact». Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на первом этаже 12-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и терморегулятором фирмы «Heimeier» на нижней подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх» (нижнее расположение магистралей).

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.3 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_n условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст}=35^\circ\text{C}$, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b=20^\circ\text{C}$, атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е. $b=1$. Средний расход воды в стояке $M_{ст} = 320 \text{ кг/ч}$ (0,089 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 ($L_{тр.в}=2,7 \text{ м}$, $L_{тр.г}=0,8 \text{ м}$).

Последовательность теплового расчёта

Тепловой поток прибора в расчётных условиях $Q_{i\delta}^{\delta\delta\delta}$, Вт, определяется по формуле

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

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

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

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

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

$q_{тр.в}$ и $q_{тр.г}$ - тепловые потоки 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких труб, определяемые по приложению 2, Вт/м;

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

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно из табл. 1.5 выбирается радиатор типа 11-500-900 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания $\alpha_{np} = 0,19$ (согласно табл. 2.3).

Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{ст} = 0,19 \cdot 0,089 = 0,017 \text{ кг/с}.$$

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

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,018} = 13,4^{\circ}C, \quad (4.3)$$

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)

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_g = 105 - 6,7 - 20 = 78,3^{\circ}C.$$

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot c \cdot p \cdot b} = \frac{952}{1,158 \cdot 0,915 \cdot 0,8 \cdot 1,04 \cdot 1} = 1080 Bm, \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 , c , p и b - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.2 - 3.6.

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

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} согласно табл. 1.5 принимаем типоразмер 11-500-900 с $Q_{ny}=1070$ Вт.

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

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = -0,9\%. \quad (4.5)$$

К установке принимается стальной панельный радиатор «Heaton Smart Compact» С 11-500-900.

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

5.1. Монтаж, транспортировка и хранение стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» производится согласно требованиям СП 73.13330.2012 «Внутренние санитарно-технические системы» [20], ГОСТ 31311 [21] и настоящих рекомендаций.

5.2. Панельные радиаторы «Heaton Smart» поставляются ООО «Сантех-комплект» согласно номенклатуре, указанной в табл. 1.4 и 1.5, полной строительной готовности, окрашенными и упакованными (см. п. 1.8).

Транспортировку, хранение и монтаж стальных панельных радиаторов «Heaton Smart» необходимо производить надлежащим образом, исключая механические повреждения, нарушения лакокрасочного покрытия, попадание влаги и воздействие агрессивных сред и прямых солнечных лучей.

5.3. Расстояние между радиатором и стеной, на которой он установлен, определяется конструкциями скоб, приваренных с тыльной стороны радиатора, и фирменных кронштейнов (рис. 5.1).

Для настенного монтажа радиаторов «Heaton Smart Compact» и «Heaton Smart Hygiene Compact» всех типов и «Heaton Smart Ventil Compact» типа 11, которые имеют на тыльной стороне радиатора монтажные скобы, используют кронштейны L-образной формы, показанные на рис. 5.1а. Количество монтажных скоб под кронштейны зависит от длины радиатора: от 400 до 1600 мм – 4 шт., от 1800 до 3000 мм – 6 шт. Эти кронштейны имеют большую и малую полку (разной длины), что позволяет устанавливать радиаторы с различными зазорами между ними и стеной.

Радиаторы со встроенным термостатом «Heaton Smart Ventil Compact» типа 21, 22 и 33 не имеют монтажных скоб, при их монтаже на стене используют кронштейны консольного типа, показанные на рис. 5.1б.

На рис. 5.2 дан пример установки панельного радиатора «Heaton Smart» тип 22 на стене с использованием фирменных кронштейнов двух типов L-образной формы и консольного типа.

Разметка мест установки кронштейнов радиаторов «Heaton Smart» и размеры их привязки показаны на рис. 5.3 и в табл. 5.1.

Панельные радиаторы «Heaton Smart» могут устанавливаться на полу. Для этого используются специальные фирменные кронштейны для напольной установки, которые не входят в обязательный комплект поставки и заказываются отдельно.

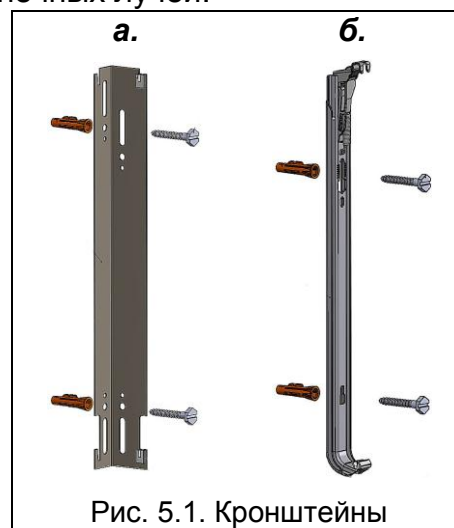


Рис. 5.1. Кронштейны

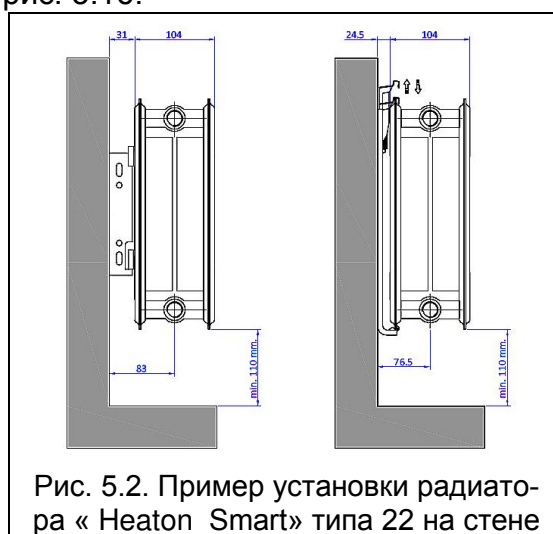


Рис. 5.2. Пример установки радиатора «Heaton Smart» типа 22 на стене

Таблица 5.1. Монтажные размеры радиаторов «Heaton Smart»

L, мм	Размеры (мм) для радиаторов типов			
	10, 20, 21, 22, 30, 33		11	
	A	A1	A	A1
400	198		166	
500	298		266	
600	398		366	
700	498		466	
800	598		566	
900	698		666	
1000	798		766	
1100	898		866	
1200	998		966	
1300	1098		1066	
1400	1198		1166	
1500	1298		1266	
1600	1398		1366	
1800		799		783
2000		899		883
2200		999		983
2400		1099		1083
2600		1199		1183
2800		1299		1283
3000		1399		1383

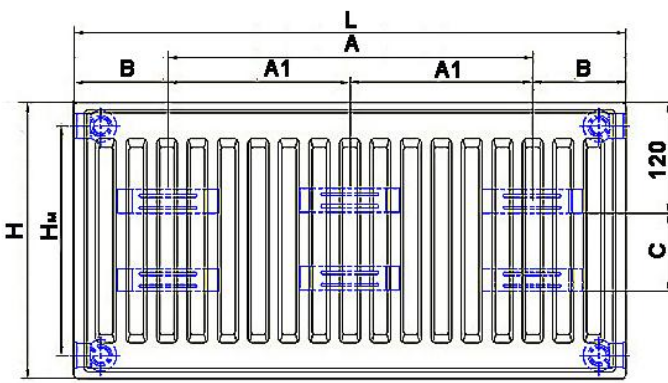


Рис. 5.3. Схема расположения монтажных скоб на тыльной стороне радиатора

Тип радиатора	Размер B, мм
10, 20, 21, 22, 30, 33	101
11	117

Высота радиатора H, мм	Размер C, мм
300	85
500	285

5.4. Монтаж радиаторов ведётся на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен с помощью фирменных кронштейнов. Во избежание аварийных ситуаций с отопительными приборами **«Heaton Smart»** не рекомендуется их использовать для обогрева помещений в период строительства зданий. Для этой цели необходимо применять специальные воздушонагреватели. Допускается при проведении отделочных работ в помещении в зимнее время включить систему отопления, не снимая упаковку. Температура теплоносителя при этом не должна превышать 60°C.

При установке радиаторов на полу на стойках монтаж производится на уровне чистого пола.

5.5. Монтаж настенных радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов и просверлить отверстия для их крепления (см. рис. 5.3); минимальные расстояния радиаторов от пола принимаются в соответствии с п. 5.7;

- закрепить кронштейны в стене шурупами с дюбелями; не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления;

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

- выровнять кронштейны по высоте;

- установить радиатор на кронштейнах;

- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления;
- при необходимости установить воздухоотводчик в верхнюю пробку.
- установить термостатический элемент у радиаторов **«Heaton Smart Ventil Compact»**.

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

5.6. Не допускается установка радиаторов в помещениях, где имеет место вредное воздействие коррозионных веществ, содержащихся в воздухе, а также постоянное или периодическое увлажнение поверхности радиатора (например, в бассейнах, автомобильных мойках и т.п.).

Перед установкой стальных панельных радиаторов в кухнях, ванных комнатах и туалетах необходимо тщательно проверять качество их лакокрасочного покрытия. Радиаторы с нарушением этого покрытия должны быть заменены качественными, причём те из них, на которые могут попадать брызги, должны быть защищены специальными экранами, облицовкой и т. п.

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

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 75% глубины прибора в установке, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;
- установки радиатора на кронштейнах, изготовленных другими фирмами, вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые зализы (следы) над прибором;
- 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. 5.4);
- негоризонтального положения коллекторов радиатора, т.к. это приводит к его завоздушиванию, ухудшению тепловых показателей, гигиеничности и внешнего вида;
- 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. В случае установки радиатора со встроенным термостатом в глубокой подоконной нише или закрытия его декоративной панелью (шторами) необходимо использовать термостатический элемент с выносным 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. 5.5). В этих случаях следует использовать терморегуляторы с выносным датчиком.

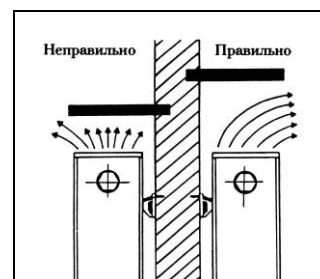


Рис. 5.4. Схема установки радиатора под подоконником

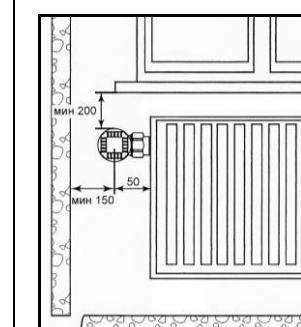


Рис. 5.5. Размещение терморегулятора

5.8. При поставке радиаторов **«Heaton Smart Ventil Compact»** фирменная клапанная вставка находится внутри упаковки радиатора и её необходимо установить перед монтажом радиатора.

При установке клапанной вставки в радиатор следует использовать 12-гранный гаечный ключ 21 мм. Затяжка вставки осуществляется с помощью динамометрического ключа с усилием 30–35 Н·м. Затяжку вставки, при необходимости, можно продолжить, поворачивая её только по часовой стрелке до момента, когда выступ в основании крепления для термозлемента будет вертикален при допуске $\pm 5^\circ$.

5.9. 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.

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.

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

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

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

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

Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм³ [3], [22], а значение pH должно быть в пределах 8-9,5 (оптимально 8,3 - 9). Содержание в воде железа (до 0,5 мг/дм³) и других примесей - согласно [3], общая жёсткость - до 7 мг-экв/дм³.

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

стояковых. Количество взвешенных веществ в воде не должно превышать 7 мг/дм³.

5.14. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 0,87 МПа. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего.

Заметим, что СП 73 [20] допускает полуторное превышение рабочего давления при испытании водяных систем отопления. В то же время практика и анализ условий эксплуатации панельных радиаторов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение целесообразно держать в пределах 25%. Следует также иметь в виду, что давление теплоносителя при опрессовке и работе системы отопления не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы в любой её точке. Например, при использовании панельных радиаторов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 0,87 МПа, избыточное давление при опрессовке системы должно находиться в пределах 1,1-1,3 МПа независимо от максимального рабочего давления, на которое рассчитаны другие, более прочные элементы системы отопления.

5.15. 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).

5.16. Не допускается опорожнять систему отопления более чем на 15 суток в году.

5.17. При необходимости отключения радиатора от системы отопления (например, для его замены) следует перекрыть обе подводки. В качестве запорной арматуры в порядке исключения может быть использован терморегулятор при его перекрытии согласно п. 5.8. 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 извещены об этом требовании.

Службам эксплуатации также следует помнить, что в новых домах с незаселёнными квартирами при работающей системе отопления (т.е. при наличии теплоносителя в трубах) и отсутствии постоянных жильцов в доме (в квартире) в зимний период возможны замерзания системы отопления (отопительных приборов). В незаселённых помещениях в зимний период окна и балконные двери должны быть закрыты.

5.19. Радиаторы «**Heaton Smart**» 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 уплотнитель-

ной нити Loctite 55 допускается юстировка без потери герметичности после поворота соединяемых элементов.

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

Отметим, что запорно-регулирующая арматура, используемая в системах отопления с радиаторами **«Heaton Smart»**, 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 [23].

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

5.23. Гарантийный срок эксплуатации стальных панельных радиаторов **«Heaton Smart»** составляет 10 лет со дня реализации радиатора при соблюдении требований, предъявляемых к транспортированию, хранению, монтажу и эксплуатации радиаторов и к качеству теплоносителя. В случае обнаружения дефекта по вине изготовителя в течение гарантийного периода радиатор подлежит замене в организации-продавце прибора. Для выполнения гарантийных обязательств необходимо наличие паспорта радиатора и акта ввода его в эксплуатацию. Гарантия распространяется только по отношению к дефектам, возникшим по вине завода-изготовителя. Гарантия не распространяется на радиаторы при нарушении правил их транспортировки, монтажа и эксплуатации и качества теплоносителя.

6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
2. В.И.Сасин. К вопросу о снижении расчётных параметров теплоносителя в системах отопления. «АКВА-ТЕРМ», 2002, № 1, с. 24-26.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2003.
5. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний. – М.: «Стандартинформ», 2010.
6. Сасин В.И., Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов. Действующая методика испытаний отопительных приборов – требуется ли корректировка?// АВОК, 2007, № 4, с. 46-48.
7. В.И.Сасин. Некоторые проблемы применения отопительных приборов в России. «АКВА-ТЕРМ», 2001, № 3, с. 36-38.
8. СП 60. 13330. 2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Минрегион РФ, М., 2012.
9. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и теплоснабжению. М., 1999.
10. Карпов В.Н. Системы водяного отопления многоэтажных зданий. Технические рекомендации по проектированию. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2010.
11. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
12. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
13. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
14. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
15. 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.
16. Сасин В.И. «Применение полимерных труб в системах отопления». Сантехника, № 3, 2011 г., с. 32-37.
17. Стандарт АВОК 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.
18. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
19. EN 12831-2006. Отопительные установки в зданиях. Методы расчёта проектной тепловой нагрузки. Варшава, 2007.
20. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01–85. Минрегион РФ, М., 2012.
21. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
22. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия / Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.
23. Стандарт АВОК 6.3.1.-2007. Трубопроводы из медных труб для систем внутреннего водоснабжения и отопления. М.: АВОК – ПРЕСС, 2007.

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

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, М/ч		Удельное динамическое давление		Приведённый 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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_{4(50)} = 1,5 \varphi_4 - 0,5, \quad (\text{П } 1.4)$$

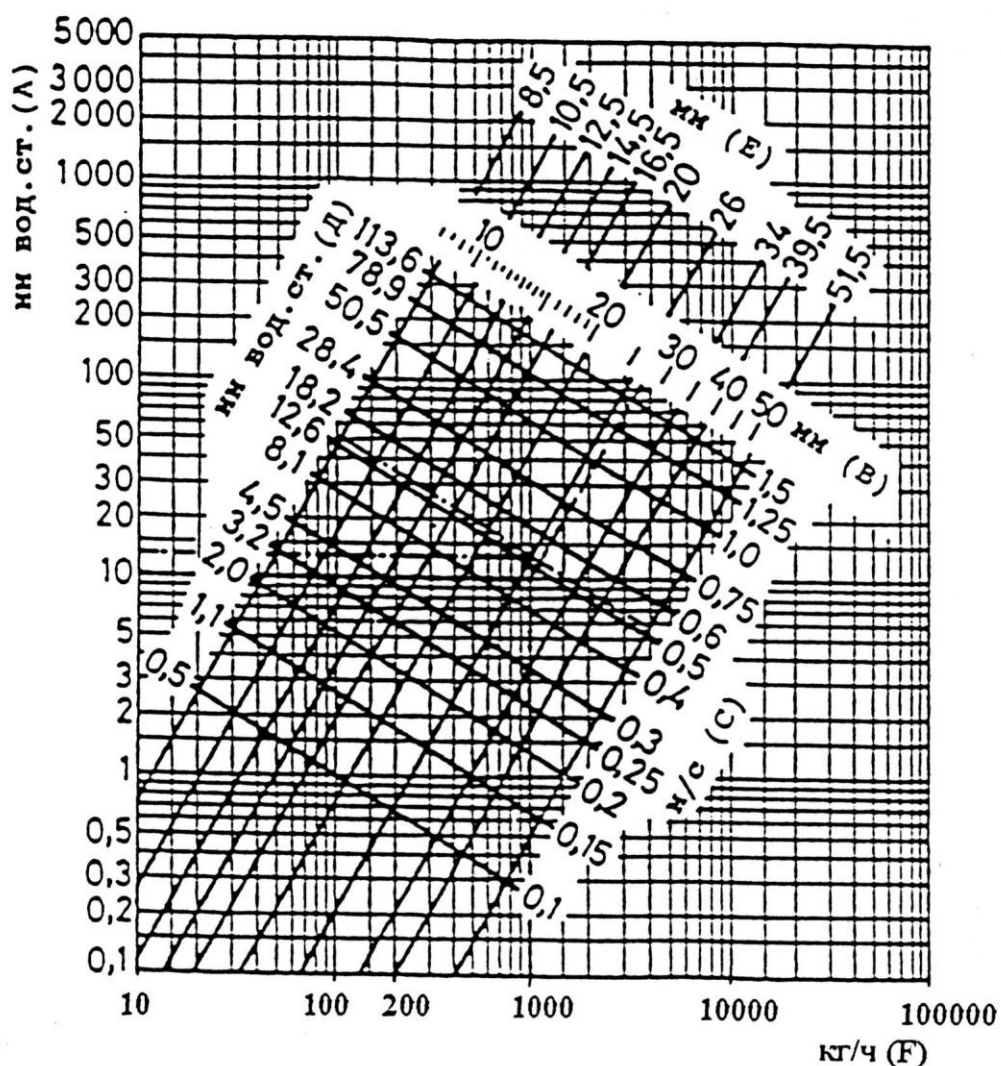
где $\varphi_{4(50)}$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

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

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

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

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



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

В — внутренние диаметры медных труб, мм;

С — скорость воды в трубах, м/с;

Д — потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления $\zeta=1$ и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;

Е — внутренние диаметры медных труб, характерные для западноевропейского рынка, мм;

Ф — расход воды через трубу, кг/ч.

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

Приложение 3

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

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

Примечания.

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

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также 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. Тепло-

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

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

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

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

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

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

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

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

10. Тепловые характеристики полимерных труб приведены, в частности, в работе: В.И. Сасин «Применение полимерных труб в системах отопления». Сантехника, № 3, 2011 г., с. 32-37.