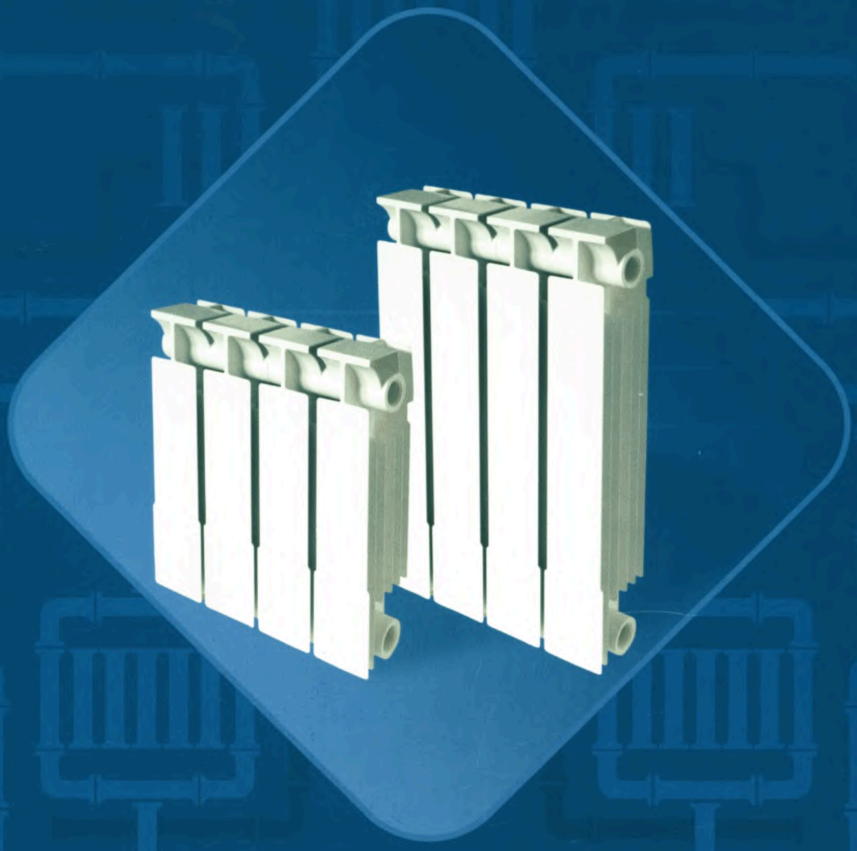
Научно-техническая фирма ООО "ВИТАТЕРМ"
Федеральное государственное унитарное предприятие
"НИИсантехники"

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению биметаллических секционных отопительных радиаторов "Сантехпром БМ", изготовляемых ОАО "Сантехпром" (вторая редакция)



САНТЕХПРОМ

gost.e-ecolog.ru

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»
Федеральное государственное унитарное предприятие
«НИИсантехники»

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению биметаллических секционных отопительных радиаторов «Сантехпром БМ», изготовляемых ОАО «Сантехпром»

(вторая редакция)

Москва - 2006

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» и ФГУП «НИИсантехники» предлагают Вашему вниманию рекомендации по применению оригинальных биметаллических секционных радиаторов высокой надёжности «Сантехпром БМ», выпуск которых освоило ОАО «САНТЕХПРОМ».

Рекомендации составлены в соответствии с российскими нормативными условиями и содержат сведения согласно требованиям СНиП 2.04.05–91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».*

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

С выходом настоящих рекомендаций краткие рекомендации ООО «Витатерм» по применению биметаллических радиаторов «Сантехпром БМ» издания 2000 года и рекомендации издания 2001 года считать утратившими силу.

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

© ООО «Витатерм»
2004

«Сантехпром БМ»
радиаторы отопительные биметаллические секционные

Максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя:
- **1,6 МПа при серийном выпуске,**
- **4,0 МПа по заказу для систем с повышенным давлением теплоносителя.**

Испытательное избыточное давление теплоносителя (не менее):
- **2,4 МПа при серийном выпуске,**
- **6,0 МПа по заказу для систем с повышенным давлением теплоносителя.**

Максимальная температура теплоносителя 130°С;
Номинальный тепловой поток секции РБС–500 0,195 кВт; РБС-300 0,13 кВт
Технические условия ТУ 4935-008-03989804-04.

- **Применяются в системах отопления зданий различного назначения.**
- **Разработаны применительно к российским условиям эксплуатации, надёжны и долговечны.**
- **Имеют современный дизайн, высокоэффективную и стабильную теплопередачу.**
- **Выпускаются окрашенными, в комплекте со средствами крепления и присоединения к системе отопления, полной строительной готовности.**
- **Обладают низкой материалоёмкостью, удобны при транспортировке и монтаже.**
- **Герметичны и надёжны при перегруппировке секций.**
- **Малоинерционны, энергоэкономичны.**
- **Гигиеничны.**
- **Характеризуются оптимальным соотношением цены и качества.**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики биметаллических секционных радиаторов «Сантехпром БМ»	4
2. Схемы и элементы систем отопления	9
3. Гидравлический расчёт	12
4. Тепловой расчёт	21
5. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	26
6. Указания по монтажу радиаторов «Сантехпром БМ» и основные требования к их эксплуатации	28
7. Список использованной литературы	31
Приложение 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	32
Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	34
Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	35

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ «САНТЕХПРОМ БМ»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению оригинальных биметаллических секционных радиаторов «Сантехпром БМ» разработаны ООО «Витатерм» на основе проведённых в лаборатории отопительных приборов ФГУП «НИИсантехники» всесторонних испытаний образцов указанных радиаторов, изготовленных ОАО «САНТЕХПРОМ» согласно ТУ 4935-008-03989804-04.

Адрес и контактные телефоны ОАО «САНТЕХПРОМ»: Россия, 107497, Москва, ул. Амурская, д. 9/6; **Тел. (495) 164-07-26, 462-21-23, 164-09-21, 163-65-19.**

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для отечественной практики схеме [1], [2].

1.3. Радиатор «Сантехпром БМ» (рис. 1.1) разработан совместно ООО «Витатерм» и ОАО «САНТЕХПРОМ» с позиций создания секционного радиатора ***высокого дизайна и повышенной надёжности*** с учётом возможности его эксплуатации в отечественных системах отопления, в которых, к сожалению, качество теплоносителя не всегда отвечает требованиям РД 34.20.501-95 [3].

1.4. Радиатор состоит из стального закладного элемента (каркаса), омываемого изнутри теплоносителем, и наружного литого под давлением оребрения из высококачественных алюминиевых сплавов. Каркас изготовлен из стальных труб 20х2 мм, выполняющих роль вертикальных колонок оригинальной формы, и электросварных цельнотянутых труб 38х4 мм, образующих горизонтальные коллекторы, сваренных между собой в среде смеси аргона и углекислого газа. При этой конструкции, во-первых, ***исключается контакт теплоносителя с алюминиевым сплавом, отсутствуют условия электрохимической коррозии***, что определяет ***долговечность*** прибора, во-вторых, оригинальная форма фронтальных алюминиевых рёбер и вертикальных колонок определяет ***высокую эффективность и стабильность теплопередачи*** и улучшает ***гигиеничность*** прибора и, в-третьих, обеспечивается ***надёжность и герметичность при сборке и перегруппировке*** радиаторов.

Оребрение из алюминиевых сплавов и малый объём воды в радиаторе определяют его ***низкую инерционность*** и, как следствие, ***энергоэкономичность***.

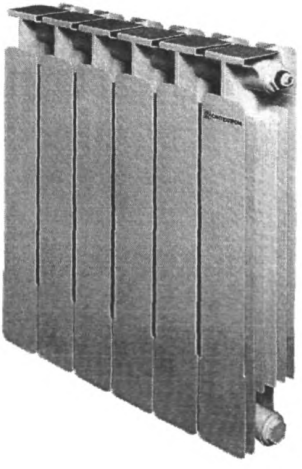
Низкая материалоёмкость биметаллического радиатора «Сантехпром БМ» обеспечивает ***удобство и низкие затраты при транспортировке и монтаже***.

При разработке конструкции секции была поставлена задача, чтобы её номинальный тепловой поток не превышал 200 Вт во избежание перерасхода отопительных приборов при проектировании систем отопления.

Для обеспечения надёжности и долговечности этого радиатора по заданию ОАО «САНТЕХПРОМ» были разработаны и применены специальные графитополимерные термостойкие прокладки толщиной 1,2...1,5 мм.

1.5. Все модификации предназначены для работы в системах отопления зданий различного назначения при максимальном рабочем избыточном давлении теплоносителя 1,6 МПа (при испытательном – не менее 2,4 МПа) или по заказу при рабочем избыточном давлении 4,0 МПа (при испытательном – не менее 6,0 МПа) на любом виде теплоносителя при его температуре до 130°С.

а.



б.

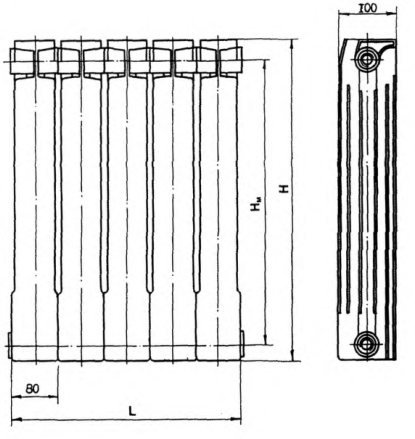


Рис. 1.1. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) радиатора «Сантехпром БМ»

1.6. При оснащении радиаторов термостатами рабочее и испытательное избыточные давления прибора определяются техническими параметрами термостата.

1.7. Радиаторы собираются на стальных ниппелях 1". Зеркала секций выполнены профильными для более надёжного зажима прокладок.

Каждый радиатор комплектуется двумя глухими и двумя проходными пробкам 1/2" или 3/4" (по заказу), а также 3-4 кронштейнами. По требованию заказчика в комплект могут входить глухая пробка с отверстием под воздухоотводчик, сам воздухоотводчик,

В зависимости от левого или правого присоединения, от бокового или диагонального присоединения теплопроводов заказываются глухие и проходные пробки соответственно с левой или правой резьбой.

1.8. Все радиаторы поставляются в сборе по спецификации потребителя с количеством секций в приборе от 3 до 15 штук, а при отсутствии спецификации - по 5 или 6 секций. Длина секции радиатора равна 80 мм.

1.9. Все радиаторы окрашиваются сначала методом анодного электроосаждения, а затем порошковыми эмалями белого цвета в электростатическом поле, т.е. после сборки радиаторы поставляются ***полной строительной готовности***.

1.10. Радиаторы поставляются ***упакованными*** в полиэтиленовую термоусадочную плёнку с предварительной защитой фронтальных и торцевых поверхностей картоном, в комплекте с кронштейнами и пробками (глухими и проходными).

1.11. Специальные эксплуатационные испытания радиаторов «Сантехпром БМ» РБС-500, проведённые ООО «Витатерм», показали, что принятая конструкция этих радиаторов обеспечивает высокую надёжность теплового контакта стальных закладных деталей и алюминиевого оребрения в период эксплуатации. Имеющее место небольшое снижение тепловых показателей радиаторов «Сантехпром БМ» в ходе эксплуатации не превышает 1%, что существенно ниже уменьшения теплопередачи у всех других отечественных и зарубежных биметаллических отопительных приборов (от 2 до 10%).

1.12. Условные обозначения биметаллических радиаторов «Сантехпром БМ» согласно ТУ 4935-008-03989804-04 включают собственно название этого прибора «Сантехпром БМ», его сокращённое название РБС (радиатор биметаллический секционный), монтажную высоту в мм (500 или 300), число секций в радиаторе, номинальный тепловой поток в кВт и номер ТУ.

Пример полного условного обозначения при заказе радиатора «Сантехпром БМ» с монтажной высотой 500 мм, из 6 секций и с номинальным тепловым потоком 1,17 кВт:

Радиатор «Сантехпром БМ» РБС-500-6-1,17 ТУ 4935-008-03989804-04.

Краткое обозначение этого же радиатора: ***РБС-500-6-1,17***.

1.13. В таблице 1.1 и на рис. 1.1 представлены основные технические характеристики и размеры секций радиаторов «Сантехпром БМ», осваиваемых производством во втором полугодии 2004 года. До этого периода завод выпускал модификацию РБС-500 с общей высотой 560 мм. Номинальный тепловой поток секции радиатора РБС-500 получен в ходе испытаний представительных типоразмеров этого радиатора из 5 секций. Показатели для секции РБС-300 определены на основе испытаний 8-секционного радиатора. Тепловые показатели радиаторов РБС-500 общей высотой 560 и 576 мм приняты одинаковыми.

В таблице 1.2 приведены основные показатели типоразмеров радиаторов РБС-500 в сборе с числом секций от 3 до 15 с учётом размеров и массы пробок и прокладок (без массы кронштейнов).

Таблица 1.1. Основные технические характеристики секций биметаллических радиаторов «Сантехпром БМ»

Наименование показателей и их размерность	Значения показателей для радиаторов	
	РБС–500	РБС–300
Габаритные размеры, мм: монтажная высота $H_м$ высота **H** глубина **B** длина ℓ_c	500 578 100 80	300 378 100 80
Номинальный тепловой поток $q_{ну}$ (с учётом эксплуатационных испытаний), кВт	0,195	0,13
Теплоплотность (по длине секции), Вт/м	2438	1625
Площадь наружной поверхности f_c, $м^2$	0,48	0,302
Коэффициент теплопередачи при нормальных условиях $K_{ну}$, $Вт/(м^2 \cdot °С)$	5,8	6,15
Масса * (без учёта массы пробок), не более, кг	2,7	2,0
Удельная масса (без учёта массы пробок), не более, кг/кВт	13,85	15,4
Объём воды, л	0,23	0,178

**) Масса комплекта из двух глухих и двух проходных пробок и четырёх прокладок составляет около 350 г.*

Таблица 1.2. Основные показатели радиаторов «Сантехпром БМ» РБС-500 в сборе

Краткое обозначение типоразмера	Количество секций, шт.	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, кВт	Общая длина L, мм	Масса, кг, справ.
РБС-500-3-0,585	3	0,585	242	8,4
РБС-500-4-0,78	4	0,78	323	11,1
РБС-500-5-0,975	5	0,975	404	13,8
РБС-500-6-1,17	6	1,17	485	16,5
РБС-500-7-1,365	7	1,365	566	19,2
РБС-500-8-1,56	8	1,56	647	21,9
РБС-500-9-1,755	9	1,755	728	24,6
РБС-500-10-1,95	10	1,95	809	27,3
РБС-500-11-2,145	11	2,145	890	30
РБС-500-12-2,34	12	2,34	971	32,7
РБС-500-13-2,535	13	2,535	1052	35,4
РБС-500-14-2,73	14	2,73	1132	38,1
РБС-500-15-2,925	15	2,925	1213	40,8

1.14. Номинальный тепловой поток радиатора $Q_{ну}$, равный произведению номинального потока секции $q_{ну}$ (см. табл. 1.1) на количество секций N, отличается от фактического Q при том же количестве секций, т.к. значения $q_{ну}$ определены для представительных типоразмеров радиаторов, а коэффициент теплопередачи радиатора зависит от количества секций из-за несколько разной эффективности теплоотдачи средних и крайних секций, а также от распределения теплоносителя по длине прибора. Методика учёта этих факторов с помощью поправочного коэффициента β_3 приведена в 4 разделе настоящих рекомендаций.

1.15. Теплотехнические испытания проведены в лаборатории отопительных приборов ФГУП «НИИсантехники» (головного института Российской Федерации по разработке и испытанию отопительных приборов) согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [4] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в радиаторе и температуры воздуха в испытательной камере) Θ=70°С, расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора $M_{пр}$=0,1 кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

1.16. Гидравлические характеристики радиаторов «Сантехпром БМ» получены при подводках условным диаметром 15 и 20 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [5], позволяющей определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{ну}$ и характеристик сопротивления $S_{ну}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков новых стальных 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.

1.17. Цена на радиаторы договорная с гибкой системой скидок. Справки о ценах можно получить в отделах маркетинга и сбыта ОАО «САНТЕХПРОМ» (телефоны указаны в п. 1.1 настоящих рекомендаций). Отметим, что перечисленные выше положительные свойства радиатора «Сантехпром БМ» определяют ***оптимальное соотношение*** его ***цены и качества***.

1.18. Биметаллические секционные радиаторы «Сантехпром БМ» **защищены патентом на промышленный образец** № 48875 «Радиатор» и **патентом на изобретение** № 2172901 «Секционный радиатор» и **сертифицированы**.

1.19. ООО «Витатерм» и ОАО «САНТЕХПРОМ» постоянно работают над совершенствованием своих отопительных приборов и оставляют за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции. Так, разработаны и готовятся к освоению производством радиаторы «Сантехпром БМ» с патрубками, расположенными внизу двух крайних смежных секций, для донного подключения к подводящим теплопроводам.

1.20. ООО «Витатерм» и ОАО «САНТЕХПРОМ» не несут ответственности за какие-либо ошибки в каталогах, брошюрах или других печатных материалах, не согласованных с разработчиками радиаторов «Сантехпром БМ» и настоящих рекомендаций.

1.21. Товарный знак ОАО «САНТЕХПРОМ» на изделиях завода зарегистрирован.

1.22. Технология изготовления биметаллических радиаторов «Сантехпром БМ» отработана специалистами ОАО «САНТЕХПРОМ».

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Биметаллические секционные радиаторы «Сантехппром БМ» предназначены для применения в двухтрубных и однотрубных системах отопления зданий различного назначения.

2.2. Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. На рис. 2.1 дана схема гравитационной системы отопления одноэтажного жилого дома с радиаторами «Сантехпром БМ».

Зарубежные котлы обычно оснащены встроенным в кожух котла закрытым расширительным сосудом. Для повышения надёжности и долговечности систем отопления закрытый расширительный сосуд рекомендуется ставить и при использовании отечественных котлов. Очевидно, при этом надобность в открытом расширительном бачке отпадает.

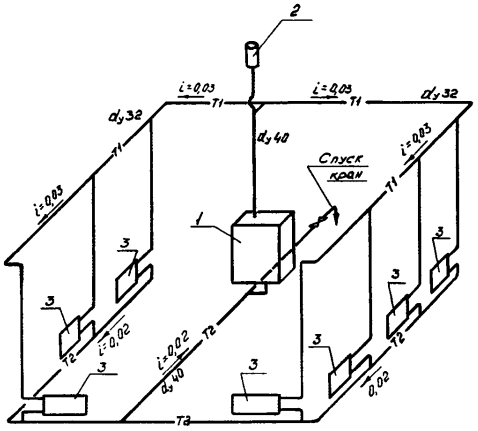


Рис. 2.1. Схема гравитационной проточной системы отопления одноэтажного дома: 1 – котёл; 2 – расширительный бачок; 3 - радиаторы

2.3. На рис. 2.2. представлены некоторые традиционные схемы систем отопления, в которых используются секционные радиаторы.

2.4. Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене или на стойках у стены (окна). Длина радиатора по возможности должна составлять не менее 75% длины светового проёма.

Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укрупнять радиаторы. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при количестве секций в радиаторах «Сантехпром БМ» более 24, а в гравитационных системах - более 12, рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения.

При соединении приборов на сцепках рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром 1" (не менее ¾").

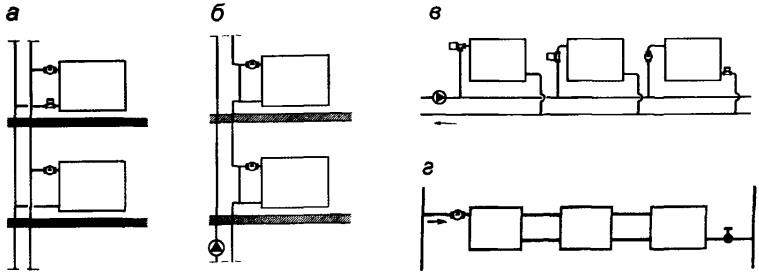


Рис. 2.2. Схемы систем водяного отопления с секционными радиаторами:
а – двухтрубная вертикальная; б – однотрубная вертикальная;
в, г – горизонтальные

2.5. На рис. 2.3 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры распределительного коллектора.

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках, которые подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах, в оболочках из гофрированных полимерных труб и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии. При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов).

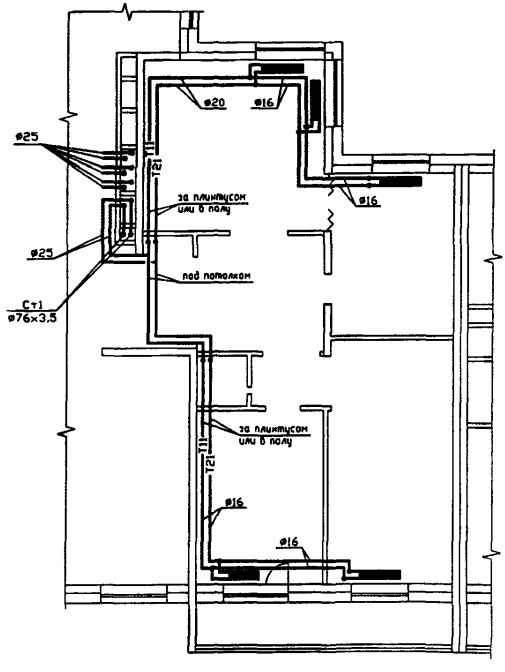


Рис. 2.3. Система отопления с плинтусной разводкой теплопроводов по квартире

2.6. Регулирование теплового потока радиаторов «Сантехпром БМ» в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам.

Согласно СНиП [6], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [7] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов. Подробные сведения по термостатам приведены в разделе 3.

По данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры, установленной на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 и 20 мм составляет 25-45 %. 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 монтировать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору или устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз (рис. 2.2 *а*). При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

В современной практике обвязки отопительных приборов часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках. Обычно для этой цели используются запорные клапаны с учётом того факта, что термостат не является запорной арматурой. По этой причине запорная арматура может быть установлена как на нижней, так и на верхней подводке (перед термостатом по ходу теплоносителя). Особо подчеркнём, что **установка любой запорно-регулирующей арматуры на замыкающих участках** в однотрубных системах отопления ***категорически не допускается***. Для отключения радиатора без слива воды из него достаточно закрыть запорный кран только на нижней подводке.

При установке термостата на горизонтальной проточной ветви (рис. 2.2 *г*) следует учитывать, что суммарная тепловая нагрузка на ветвь не должна превышать 5 кВт.

2.7. В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатической головки с выносным датчиком.

2.8. Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены необходимой запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей расчётные расходы теплоносителя по стоякам и спуск воды из них при необходимости. Для этих целей могут быть использованы, например, запорные вентили типа «Штрёмакс» и балансировочные вентили типа «Штрёмакс-М» фирмы «ГЕРЦ Арматурен» или их аналоги.

Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы РД 34.20.501-95, то для обеспечения нормальной работы термостатов и регулирующей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постояковыми.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

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

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

$$\Delta P = S \cdot M^2 \qquad (3.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R \cdot L + Z, \qquad (3.2)$$

где

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

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

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

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

λ - коэффициент трения;

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

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

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

M - массный расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па .

3.2. В табл. 3.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «Сантехпром БМ» 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, и при расходе 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости данные таблицы 3.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики радиаторов РБС-300 и РБС-500 практически совпадают.

3.3. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов используют краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные и др. по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Комап» (Франция), «Овентроп», «Хаймайер», «Хоневелл» (Германия), RBM (Италия) и др.

3.4. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (термостаты) «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" (совпадающие для обоих размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 3.1), RTD-N фирмы «Данфосс» (см. рис. 3.2, а), **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Овентроп» и др.

Для широко используемых в России однотрубных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G (рис. 3.2, б), «ГЕРЦ-TS-E» (см. рис. 3.3), марки **M** фирмы «Овентроп» (рис. 3.4), и термостаты условным диаметром 20 мм фирмы «Хаймайер».

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 3.1 и 3.2 (а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°С). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°С), он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию её повышать. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 1К (1°С), а иногда допускается настройка на 3К (3°С). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 3.1 линия «максимального подъёма» штока термостата при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления при том же расходе воды, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

На рис. 3.3 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

Представленные на рис. 3.2 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках с условным диаметром 15, 20 и 25 мм в режиме настройки на 2К (2°С).

В однотрубных системах целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобные подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди наиболее интересных термостатов этого типа выделяются трёхходовой вентиль «CALIS-TS» фирмы «ГЕРЦ» (см. рис. 3.5), а также трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ», «Овентроп» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

На рис. 3.1, 3.3 и 3.5 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов от расхода воды с линией ΔP=1 бар=100 кПа указаны значения расходных коэффициентов K_v [(м3/ч)·бар$^{-1/2}$]. Для однотрубных систем отопления могут применяться термостаты с $K_v \geq 1{,}2$.

Пунктирными линиями на рис. 3.2 (а) показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень шума не превышается, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 1,5-3 м вод. ст.

Донное подключение радиаторов можно осуществить с помощью специальной гарнитуры, поставляемой изготовителями термостатов, как для традиционного бокового подключения, так и одноузлового через нижнюю боковую пробку.

Подробные сведения об этих термостатах и присоединительной гарнитуре можно получить в представительствах соответствующих фирм в Москве: АО «ГЕРЦ Арматурен» - тел. (495) 482-39-18; АО «Данфосс» - тел. (495)792-57-57; «Овентроп» (495) 916-11-63 или в ООО «Витатерм» (номера телефонов указаны на стр. 2 настоящих рекомендаций).

3.5. В табл. 3.2 приведены коэффициенты местного сопротивления полностью открытых вентилей для ручной регулировки RBM (Италия) и термостатов

RBM, определённые в лаборатории отопительных приборов НИИсантехники при температуре воды 60-80°С. При температуре воды 20-30°С гидравлические характеристики возрастают в среднем на 5%.

3.6. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1. Гидравлические характеристики медных теплопроводов принимаются по диаграмме в приложении 2.

3.7. Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб типа «Фузиотерм Штаби» и металлополимерных труб «Китек» имеются в ООО «Витатерм», а также в ООО «Межрегиональная компания» [тел. (495) 105-05-66] и в Торговом доме «Гента-Москва» [тел. (495) 780-50-55]. Данные по трубам типа «Фузиотерм Штаби» приведены также в ТР 125-02.

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

3.9. 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

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} , \qquad (3.3)$$

где $\alpha_{пр}$ - коэффициент затекания воды в прибор;
$M_{ст}$ - массный расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления при одностороннем подключении радиаторного узла, кг/с.

3.10. Значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ для радиаторов «Сантехпром БМ» при монтажной высоте 500 и 300 мм и различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зу}$) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке на подводках термостатов представлены в таблице 3.3.

Значения коэффициентов затекания при установке термостатов определены согласно EN 215 при настройке их на режим 2К (2°С). 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 отечественной практики инженерных расчётов в случае применения обычных кранов и вентилей.

3.11. Производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом, необходимо увеличивать на 10-12%, а их напор на 50-60%.

Таблица 3.1. Усреднённые гидравлические характеристики биметаллических радиаторов РБС-300 и РБС-500

Схема движения теплоносителя	Количество секций в радиаторе	Коэффициент местного сопротивления ζ при условном диаметре подводок		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с)^2, при условном диаметре подводок	
		d_y=15 мм	d_y=20 мм	d_y=15 мм	d_y=20 мм
При $M_{пр}$= **360 кг/ч** (0,1 кг/с)					
«Сверху-вниз» и «снизу-вверх»	2	1,7	2,6	2,33	1,07
	3	1,65	2,55	2,26	1,05
	4 и более	1,6	2,5	2,19	1,03
«Снизу-вниз»	5 и более	1,8	2,6	2,47	1,07
При $M_{пр}$= **60 кг/ч** (0,017 кг/с)					
«Сверху-вниз» и «снизу-вверх»	2	2,5	3,8	3,43	1,56
	3	2,3	3,5	3,15	1,44
	4 и более	2,1	3,2	2,88	1,32
«Снизу-вниз»	5 и более	2,4	3,6	3,29	1,48

Таблица 3.2. Усреднённые коэффициенты местного сопротивления вентилей RBM для ручного и автоматического регулирования

Условный диаметр, мм	Коэффициенты местного сопротивления ζ			
	Вентили для ручного регулирования полностью открытые		Прямые вентили для автоматического регулирования	
	прямые	угловые	Настройка на режим 2К (открытие на 0,44 мм)	Полное открытие
15	28	16	200	50
20	11,5	5	650	120

Таблица 3.3. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ односторонних узлов однотрубных систем водяного отопления с радиаторами «Сантехпром БМ» с монтажной высотой 500 и 300 мм

Тип регулирующей арматуры	Значения $\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст}$ x $d_{эу}$ x $d_{п}$ (мм)		
	15x15x15	20x15x15	20x15x20
Термостат RTD-G фирмы «Данфосс»	0,24	0,195	0,265
Термостат «ГЕРЦ-TS-E» фирмы «ГЕРЦ Арматурен»	0,25	0,2	0,252
Термостат «М» фирмы «Овентроп»	0,23	0,19	0,245
Термостат фирмы «Хаймайер»	-	-	0,253

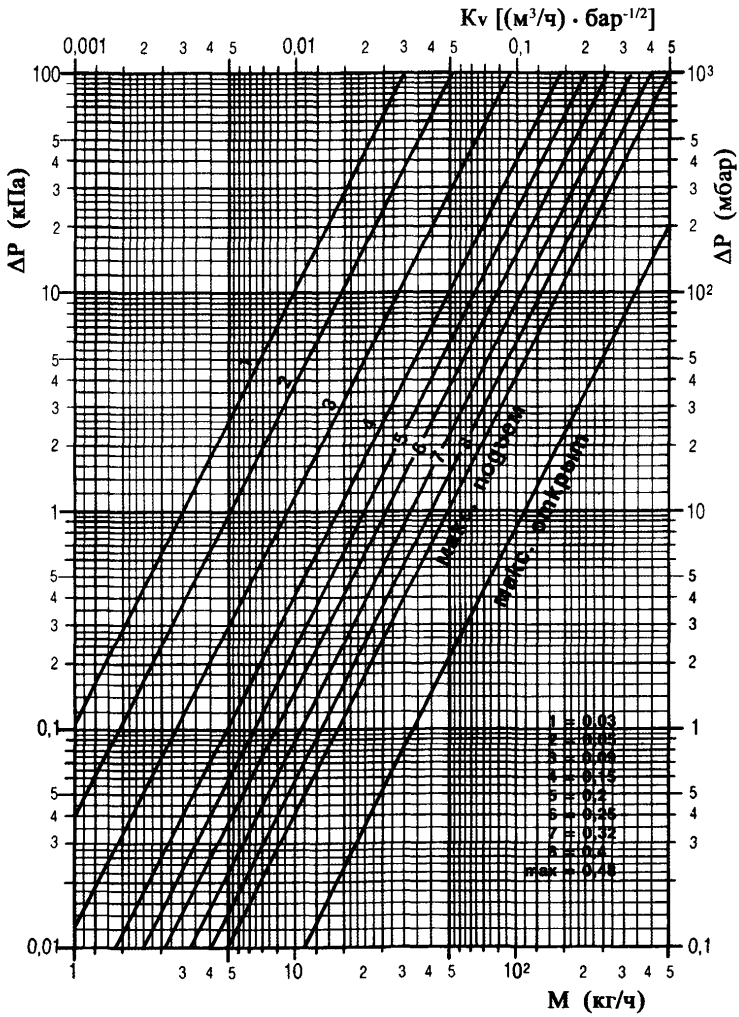
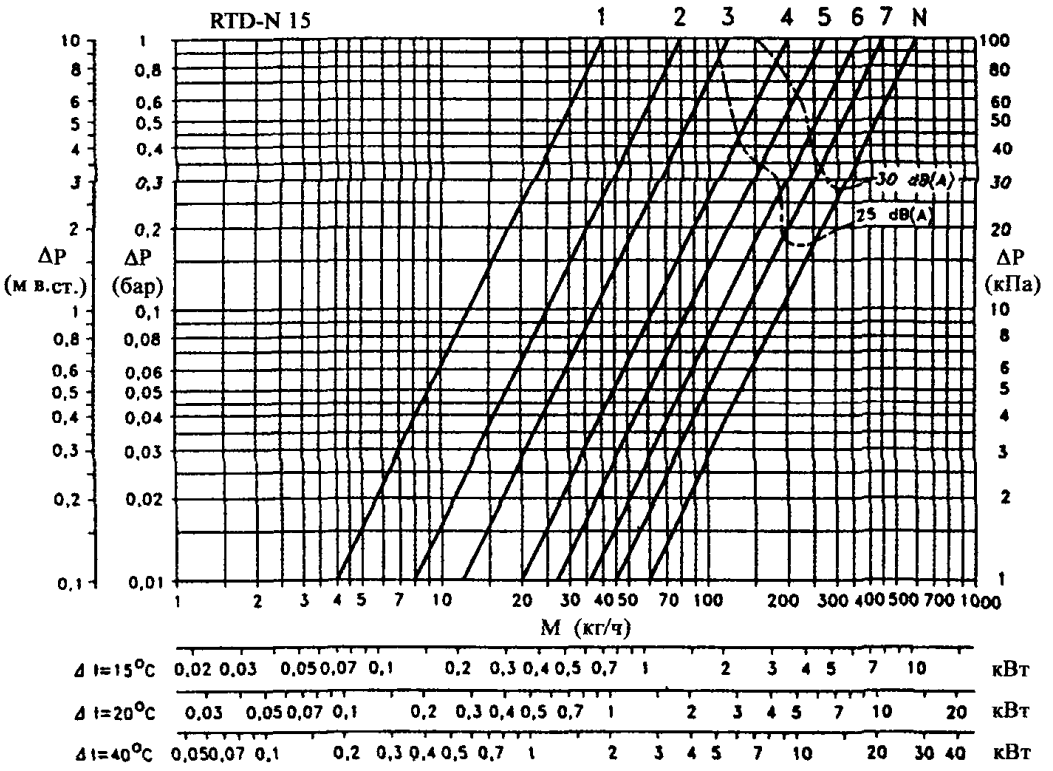


Рис. 3.1. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°С) и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)

а.



б.

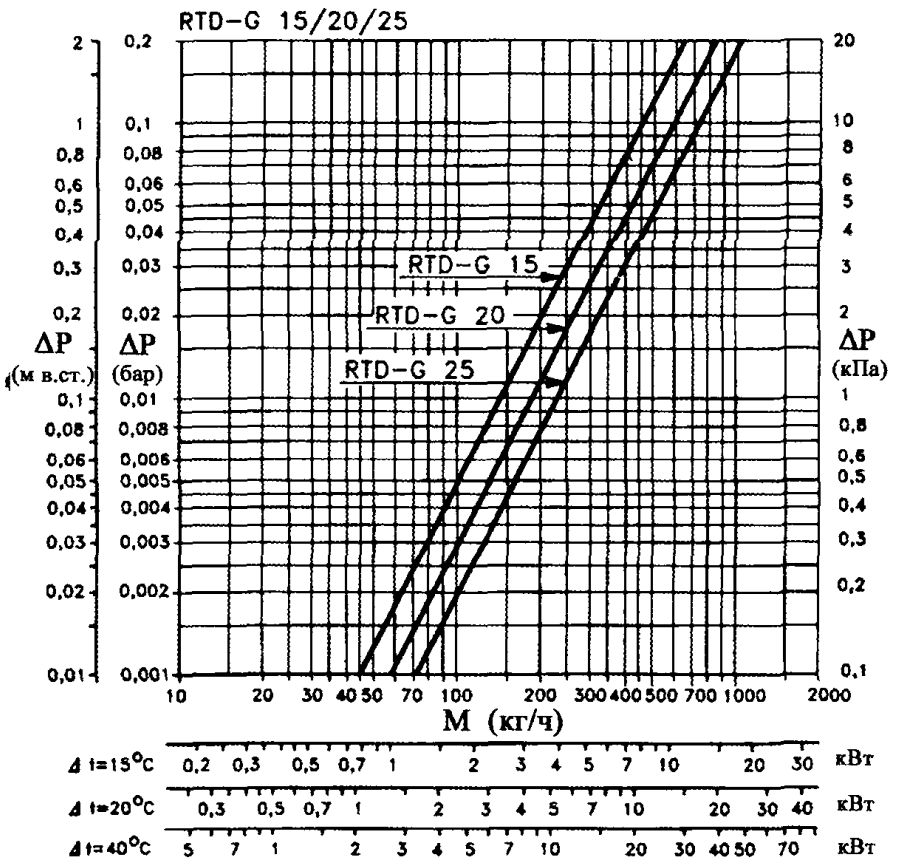


Рис. 3.2. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»:
а – RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
б – RTD-G для гравитационных и насосных однотрубных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм
(при настройке на режим 2К)

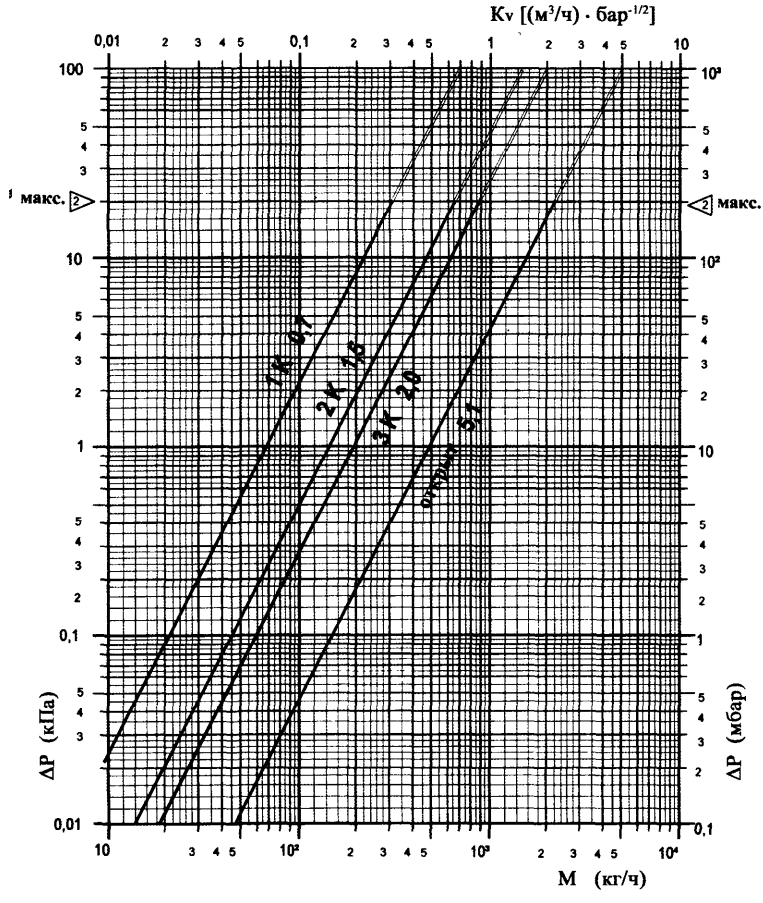


Рис. 3.3. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки

Примечание к диаграмме. Стрелками указаны предельные значения перепада давления (0,2 бар), при котором уровень звукового давления не превышает 25 дБ (А).

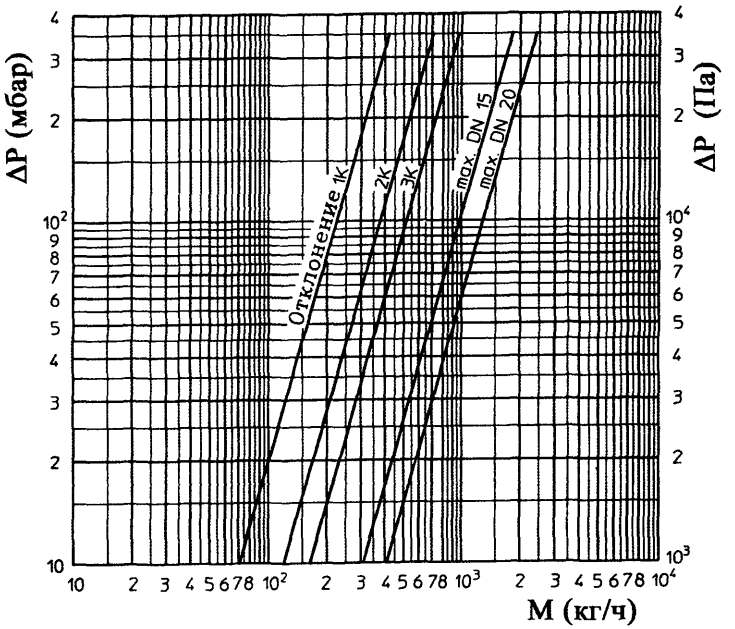
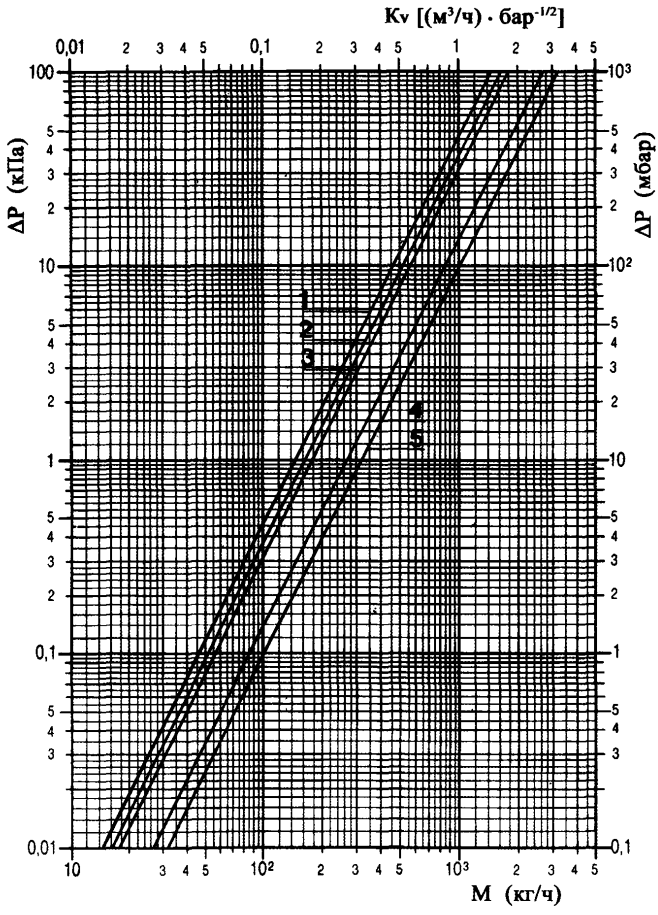


Рис. 3.4. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Овентроп» при различных режимах настройки



Номер линии	Клапан CALIS-TS		Коэффициент затекания $\alpha_{пр}$	Рабочее состояние
	№ заказа	d_y		
1	1 7761 01	15	0	Клапан к отопит. прибору закрыт
2	1 7761 02	20		
3	1 7761 01	15	0,5	Настройка на режим 2К
	1 7761 02	20		
	1 7761 01	15	0,6	Настройка на режим 3К
	1 7761 02	20		
4	1 7761 01	15	0,8	Клапан открыт
5	1 7761 02	20		

Рис. 3.5. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ» с клапаном CALIS-TS, соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана и значения расходных коэффициентов K_V

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

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

4.2. Согласно табл. 1 приложения 12 СНиП 2.04.05-91* [6] 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 модели радиатора по табл. 4.1, а второй - β_2 – от доли увеличения теплопотерь через зарадиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 4.1.

Увеличение теплопотерь через зарадиаторные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно, 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 их нагрузкам.

Таблица 4.1. Значения коэффициентов β_1 и β_2

Модель радиатора	β_1	β_2	
		У наружной стены	У наружного остекления
РБС – 300	1,02	1,02	1,07
РБС – 500	1,05		

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

$$Q = Q_{ну} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{пр}/0,1)^{m} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = Q_{ну} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p =$$
$$= K_{ну} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \,, \qquad (4.1)$$

где

$Q_{ну}$ - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию $q_{ну}$ (см. табл. 1.1), на количество секций в приборе N, Вт (при количестве секций в приборе от 3 до 15 шт. значения $Q_{ну}$ приведены в табл. 1.2);

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

$$\Theta = \frac{t_н + t_к}{2} - t_п = t_н - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_п \,, \qquad (4.2)$$

здесь

$t_н$ и $t_к$ - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

$t_п$ - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении $t_в$, °С;

$\Delta t_{пр}$ - 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. 4.2);

n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по таб. 4.2);

$M_{пр}$ - 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. 4.3);

β_3 – безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 4.4);

p - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи радиатора от количества секций в нём при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 4.5); 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. 4.6 и 4.7);

$\varphi_2 = c\cdot(M_{пр}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 4.8);

$K_{ну}$ – коэффициент теплопередачи радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле

$$K_{ну} = \frac{Q_{ну}}{F \cdot 70}\ ,\ Вт/(м^2 \cdot °С)\ , \qquad (4.3)$$

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, равная произведению площади поверхности нагрева одной секции f_c, (принимается по табл. 1.1) на количество секций в приборе N, $м^2$.

4.4. Коэффициент теплопередачи радиатора К, $Вт/(м^2 \cdot °С)$, при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K=K_{ну}\cdot(\Theta/70)^n\cdot c\cdot(M_{пр}/0,1)^m\cdot b\cdot\beta_3\cdot p=K_{ну}\cdot(\Theta/70)^n\cdot\varphi_2\cdot b\cdot\beta_3\cdot p\,. \qquad (4.4)$$

4.5. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «Сантехпром БМ» значения показателей степени ***n*** и ***m*** и коэффициента ***c*** зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{пр}$, но также от длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной

погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 4.2 пределов значений $M_{пр}$. При движении воды в приборе по схеме «снизу—вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по одной- двум секциям, 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 в радиаторах с меньшей длиной. Для учёта этого обстоятельства следует учитывать поправочный коэффициент ***p***, приведённый в табл. 4.5.

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

4.7. При использовании антифриза необходимая площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в 1,1- 1,15 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде (тем более, чем выше концентрация антифриза).

4.8. При одноместном боковом нижнем подсоединении радиатора к донным подводкам с помощью специальной гарнитуры тепловой поток снижается в среднем на 15%.

Таблица 4.2. Усреднённые значения показателей степени *n* и *m* и коэффициента *c* при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах

Схема движения теплоносителя	Модель радиатора	n	c	m	p
Сверху-вниз	РБС-300	0,25	1	0,04	1
	РБС-500	0,3	1	0,04	1
Снизу-вверх	РБС-300	0,3	0,9	0,07	См. табл. 4.4
	РБС-500	0,32	0,9	0,07	
Снизу-вниз	РБС-300	0,3	0,94	0,01	1
	РБС-500	0,3	0,94	0,01	1

Таблица 4.3. Поправочный коэффициент *b*, с помощью которого учитывается влияние атмосферного давления на тепловой поток радиатора

Модель радиатора	*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)
РБС-300	0,972	0,975	0,98	0,985	0,991	0,994	1	1,007
РБС-500	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	0,993	1	1,012

Таблица 4.4. Значения коэффициента β_3, учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток

Модель радиатора	Значения β_3 при количестве секций					
	3	4	5-7	8-10	11-12	13 и более
РБС-300	1,03	1,015	1,01	1	0,99	0,98
РБС-500	1,05	1,02	1	0,99	0,98	0,97

Таблица 4.5. Значения поправочного коэффициента *p* при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх»

Модель радиатора	Значения *p* при количестве секций в радиаторе			
	2	3	4	5 и более
РБС-300	1,03	1,02	1,01	1
РБС-500	1,055	1,035	1,02	1

Таблица 4.6. Значения поправочного коэффициента φ_1 для радиаторов РБС-300 при различных схемах движения теплоносителя

Θ, °С	φ_1 для схем движения теплоносителя	
	Сверху-вниз	Снизу-вверх и снизу-вниз
44	0,56	0,547
46	0,592	0,579
48	0,624	0,612
50	0,657	0,646
52	0,69	0,679
54	0,723	0,714
56	0,757	0,748
58	0,79	0,783
60	0,825	0,818
62	0,859	0,854
64	0,894	0,89
66	0,929	0,926

Θ, °С	φ_1 для схем движения теплоносителя	
	Сверху-вниз	Снизу-вверх и снизу-вниз
68	0,964	0,963
70	1,0	1,00
72	1,036	1,037
74	1,072	1,075
76	1,108	1,113
78	1,145	1,151
80	1,182	1,189
82	1,219	1,228
84	1,256	1,267
86	1,293	1,307
88	1,331	1,346
90	1,369	1,386

Таблица 4.7. Значения поправочного коэффициента φ_1 для радиаторов РБС-500 при различных схемах движения теплоносителя

Θ, °С	φ_1 для схем движения теплоносителя	
	Сверху-вниз и снизу-вниз	Снизу-вверх
44	0,547	0,542
46	0,579	0,575
48	0,612	0,608
50	0,646	0,641
52	0,679	0,675
54	0,714	0,71
56	0,748	0,745
58	0,783	0,78
60	0,818	0,816
62	0,854	0,852
64	0,89	0,888
66	0,926	0,925

Θ, °С	φ_1 для схем движения теплоносителя	
	Сверху-вниз и снизу-вниз	Снизу-вверх
68	0,963	0,962
70	1,00	1,0
72	1,037	1,038
74	1,075	1,076
76	1,113	1,115
78	1,151	1,153
80	1,189	1,193
82	1,228	1,232
84	1,267	1,272
86	1,307	1,312
88	1,346	1,353
90	1,386	1,393

Таблица 4.8. Значения поправочного коэффициента φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя $M_{пр}$ через радиатор при различных схемах движении теплоносителя для радиаторов РБС-300 и РБС-500

$M_{пр}$		φ_2 для схем движения теплоносителя		
кг/с	кг/ч	Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз
0,01	36	0,912	0,766	0,919
0,015	54	0,927	0,788	0,922
0,02	72	0,938	0,804	0,923
0,025	90	0,946	0,817	0,927
0,03	108	0,953	0,827	0,929
0,035	126	0,959	0,836	0,93
0,04	144	0,964	0,844	0,931
0,05	180	0,973	0,857	0,934
0,06	216	0,98	0,868	0,935
0,07	252	0,986	0,878	0,937
0,08	288	0,991	0,886	0,938
0,09	324	0,996	0,893	0,939
0,1	360	1,0	0,9	0,94
0,125	450	1,009	0,914	0,942
0,15	540	1,016	0,926	0,944

5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления с биметаллическим секционным радиатором «Сантехпром БМ» монтажной высотой 500 мм (РБС-500). Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом RTD-G фирмы «Данфосс» на подводке к прибору. Схема движения теплоносителя «сверху-вниз».

Теплопотери помещения составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк $t_н$ условно принимается равной 105°С (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст}$=35°С, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_в$=20°С, атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е. b=1. Средний расход воды в стояке $M_{ст}$ =138 кг/ч (0,038 кг/с).

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

Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр\ п}\ \text{Вт}, \qquad (5.1)$$

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

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

Полезный тепловой поток теплопроводов принимается равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен, и достигает 100 % при расположении стояков у вертикальных перегородок.

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

где $$Q_{тр} = q_{тр.\,в} \cdot L_{тр\ в} + q_{тр\ г} \cdot L_{тр\ г}, \qquad (5.2)$$

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

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

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр.п}$ определён при температурном напоре $\Theta_{ср.тр} = t_н - t_в = 105 - 20 = 85$°С, где $t_н$ - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, °С.

По табл. 3.3 принимаем значение коэффициента затекания $\alpha_{пр}$ равным 0,24. Расход воды через прибор равен

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} = 0,24 \cdot 0,038 = 0,0091\ \text{кг/с}.$$

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него $\Delta t_{пр}$ определяется по формуле

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{C \cdot M_{пр}} = \frac{952}{4186{,}8 \cdot 0{,}0091} = 25°C\ , \qquad (5.3)$$

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

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

Температурный напор Θ определяется по формуле (4.2).

$$\Theta = t_н - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_в = 105 - 12{,}5 - 20 = 72{,}5°C.$$

Определяем предварительно, без учёта неизвестного нам пока значения коэффициента β_3, требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях $Q_{ну}^{пр}$ по формуле

$$Q_{ну}^{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{952}{1{,}047 \cdot 0{,}908 \cdot 1} = 1001Вт\ , \qquad (5.4)$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 4.7 и 4.8.

Исходя из полученного значения $Q_{ну}^{пр}$, определяем количество секций в приборе N по формуле

$$N = \frac{Q_{ну}^{пр}}{q_{ну}} = \frac{1001}{195} = 5{,}1шт. \qquad (5.5)$$

В дальнейшем, принимая по табл. 4.4 β_3, определяем предварительно принимаемое к установке количество секций $N_{уст}^{прео}$ по формуле

$$N_{уст}^{прео} = N : \beta_3 = 5{,}1 : 1 = 5{,}1 \text{ шт.} \qquad (5.6)$$

С учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева радиатора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера. Поэтому принимаем $N_{уст}$ = 5 секций. Поскольку при этом числе секций β_3 не меняется, дополнительные коррективы не вносятся. Окончательно принимаем к установке радиатор **«Сантехпром БМ» РБС-500-5**.

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ РАДИАТОРОВ «САНТЕХПРОМ БМ» И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Монтаж биметаллических секционных радиаторов «Сантехпром БМ» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [9], настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [10] и [11].

6.2 Радиаторы поставляются упакованными в полиэтиленовую термоусадочную плёнку с предварительной защитой фронтальных и торцевых поверхностей картоном, в комплекте с кронштейнами и пробками. Наиболее целесообразна поставка радиаторов заводской сборки по спецификации заказчика непосредственно с завода.

При необходимости перегруппировки радиаторов следует учитывать, что она должна выполняться на высоком профессиональном уровне: зеркала головок должны быть тщательно, но осторожно очищены от старых прокладок, вместо которых должны быть установлены качественные новые толщиной 1,5 мм, стяжка секций должна осуществляется без перекосов и быть плотной. После перегруппировки радиатор необходимо испытать на герметичность в соответствии со СНиП 3.05.01-85 [9] или РД 34.20.501-95 [3].

В комплект поставки, как указывалось, входят 3 кронштейна для крепления к стене радиаторов с количеством секций от 3 до 10 или 4 кронштейна для радиаторов с количеством секций свыше 10. По специальному заказу и по согласованию с потребителем могут поставляться фирменные сдвоенные кронштейны (с двумя крюкми на каждом кронштейне) и детали крепления кронштейна к стене (дюбель-гвозди или дюбели и шурупы).

6.3. Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

6.4. Монтаж настенных радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);
- удалить упаковку только в необходимых для монтажа местах;
- установить радиатор на кронштейнах так, чтобы условно горизонтальные части головок радиатора (между соседними секциями) легли на крюки кронштейнов;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней или верхней подводке краном, вентилем или термостатом;
- рекомендуется установить воздухоотводчик в верхнюю пробку.

6.5. При монтаже настенных радиаторов следует избегать случаев их неправильной установки:

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 100 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;
- установки радиаторов вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм (рекомендуется не менее 30 мм), ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые следы над прибором;

- слишком высокой установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;

- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 75 % глубины радиатора в установке), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора;

- невертикального положения секций, т. к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид радиатора;

- установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

6.6. После окончания отделочных работ необходимо снять с радиатора упаковку или тщательно очистить его от строительного мусора и прочих загрязнений, т.к. они снижают тепловой поток радиатора.

6.7. При оснащении обеих подводок к радиатору запорной арматурой установка воздухоотводчика обязательна в одной из верхних глухих пробок радиатора.

6.8. Категорически запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками (например, «серебрянкой») и воздуховыпускного отверстия воздухоотводчика.

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

При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы.

6.10. Исключается навешивание на радиаторы пористых увлажнителей, например, из обожжённой глины.

6.11. Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к заполненному водой радиатору. В случае кратковременного отключения радиатора, например, шаровыми кранами на подводках, необходимо в обязательном порядке на время перекрытия прибора открыть воздухоотводчик.

6.12. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны удовлетворять требованиям, приведённым в «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» РД 34.20.501-95 [3].

6.13. Содержание растворённого кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм^3 [3], [12], а значение pH для биметаллических радиаторов должно быть в пределах 8,3-9,5.

6.14. Содержание в воде железа (до 0,5 мг/дм^3) и других примесей - согласно [3], общая жёсткость - до 7 мг-экв/дм^3.

6.15. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка дополнительных грязевиков, а в случае применения термостатов ещё и фильтров, в том числе и постояковых. В общем случае количество взвешенных веществ не должно превышать 5 мг/дм^3.

6.16. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в магистралях тепловой сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 1,6 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 РД 34.20.501-95) [3].

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке, однако практика и анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение должно находиться в пределах

25%. При этом следует иметь в виду, что давление при опрессовке не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы. Например, при применении термостатов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 1 МПа, допустимое давление опрессовки системы не должно превышать 1,25-1,5 МПа независимо от максимального рабочего избыточного давления, на которое рассчитан радиатор.

6.17. Предпочтение следует отдавать автоматическим воздухоотводчикам со съёмными для прочности головками, но только при наличии грязевиков и фильтров. При этом устанавливать такие воздухоотводчики следует так, чтобы движение поплавка происходило только в вертикальной плоскости. Если это правило выполнить не удаётся, нужно применять более простые и надёжные в эксплуатации ручные воздухоотводчики.

6.18. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более, чем на 15 дней в году.

6.19. Во избежание замерзания воды в радиаторах, приводящего к их разрыву, не допускается обдув радиатора струями воздуха с отрицательной температурой (например, при постоянно открытой форточке или боковой створке окна).

6.20. Радиаторы должны храниться в упакованном виде в закрытом помещении и быть защищены от воздействия влаги и химических веществ, вызывающих коррозию.

6.21. Радиаторы «Сантехпром БМ» могут применяться в системах, заполненных незамерзающим теплоносителем (антифризом). В этом случае при герметизации резьбовых соединений 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.

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

Из используемых в России марок антифриза заслуживает внимания поставляемый ООО «Гелис Инт» (тел. (495) 748-87-13) низкозамерзающий теплоноситель «DIXIS-30» с наиболее оптимальным для отечественных условий эксплуатации соотношением гликоля и воды. Использование антифриза «DIXIS-65» при разбавлении его водой в «домашних» условиях может ухудшить качество смеси.

Заслуживает внимание также антифриз «DIXIS-TOP» на пропиленгликолевой основе.

6.22. При выполнении систем отопления из медных труб необходимо применять переходники из бронзы или качественной латуни. В этом случае использование льна для герметизации соединений запрещено. Можно применять вышеупомянутые герметики (гермесил, Loctite 542, Loctite 55 и т.п.).

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа «Универсал» и чугунных радиаторов/ В.И.Сасин, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, Л.А.Богацкая, Г.А.Бершидский.- М.: НИИсантехники, 1990.

2. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север»/ В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИсантехники, 1990.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации/ М-во топлива и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России»: РД *34.20.501–95.- 15-е изд., перераб. и доп.- М.: СПО ОРГРЭС, 1996.*

4. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИсантехники, 1984.

5. Кушнир В.Д., Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным//Сб.тр. НИИсантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35 – 46.

6. СНиП 2.04.05–91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 1998.

7. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. М., 1999.

8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.

9. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.

10. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.

11. Дунаева Г.И., Беляева Т.А. Лабораторный практикум по технологии санитарно-технических работ. М., 1987.

12. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

Приложение 1

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

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, M/w		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффиц. гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода d_y	Наружный d	Внутренний $d_{вн}$	$\frac{кг/ч}{м/с}$	$\frac{кг/с}{м/с}$	$A\cdot10^4$, $\frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$A\cdot10^{-4}$, $\frac{Па}{(кг/с)^2}$		$S\cdot10^4$, $\frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$S\cdot10^{-4}$, $\frac{Па}{(кг/с)^2}$
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 = 0,788·10^{-8} (кгс/м^2)/(кг/ч)^2; 1 кгс/м^2 = 9,80665 Па ; 1 (кгс/м^2)/(кг/ч)^2= 1,271·10^8 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°С можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам

$$S = S_т \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.1)$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.2)$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.3)$$

где $S_т$, 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 М со средней температурой от 80 до 90°С .

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

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

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

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

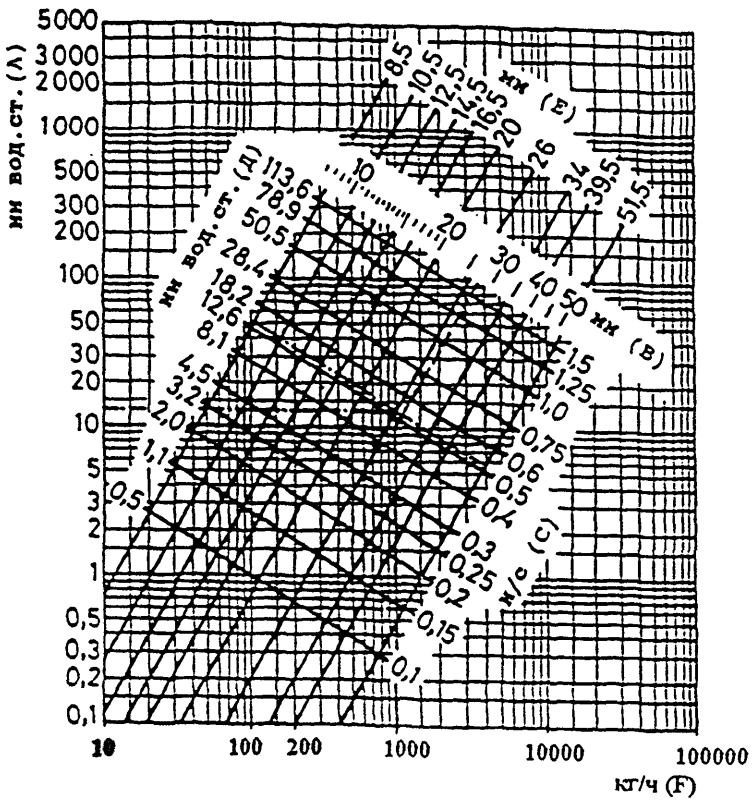
Продолжение приложения 1

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	0,0625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

Приложение 2

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



А – потери давления на трение в медных трубах 1 м при температуре теплоносителя 40°С, 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 ζ=1 и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;

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

F- расход воды через трубу, кг/ч.

При средней температуре воды 80°С на значения потери давления, найденные по настоящей номограмме, вводить поправочный множитель 0,88; при средней температуре 10°С – 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, °С	Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при Θ, °С, через 1°С									
		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 к приложению 3

1. Тепловой поток открыто проложенных горизонтальных труб, расположенных в нижней части помещения, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных.

2. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 90-100% от значений, приведённых в данном приложении (в зависимости от места прокладки труб).

3. 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).

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

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

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

7. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8$ Вт/(м·°С), $\rho_{бет} \geq 2000$ 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).

8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8$ Вт/(м·°С), $\rho_{бет} \geq 2000$ 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.

gost.e-ecolog.ru