

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

Утверждаю

Генеральный директор
ОАО «САНТЕХПРОМ»

П.М.Зелиско



« 27 » января 2010 г.

Утверждаю

Директор ООО «ВИТАТЕРМ»

В. И. Сасин



» января 2010 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению биметаллических
секционных отопительных радиаторов
«САНТЕХПРОМ БМ», «САНТЕХПРОМ БМН» и
«САНТЕХПРОМ БМН Авто», изготавливаемых
ОАО «САНТЕХПРОМ»

Москва – 2010

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «ВИТАТЕРМ» и ОАО «САНТЕХПРОМ» представляют вашему вниманию рекомендации по применению новых модификаций биметаллических секционных радиаторов малой глубины и высокой надёжности «САНТЕХПРОМ БМ», выпускаемых ОАО «САНТЕХПРОМ».

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

Авторы рекомендаций: канд. техн. наук Сасин В.И., канд. техн. наук Бершидский Г.А., инженеры Прокопенко Т.Н., Кушнир В.Д. и Швецов Б.В. (ООО «ВИТАТЕРМ»), инженеры Зелиско П.М. и Михайлов А.Н. (ОАО «САНТЕХПРОМ») под редакцией канд. техн. наук Сасина В.И.

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, директору ООО «ВИТАТЕРМ» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс (495) 482–38–79 и тел. (495) 918–58–95; e-mail: vitatherm@yandex.ru или по адресу: Россия, 107497, Москва, ул. Амурская, д. 9/6; тел. (499) 164-07-01, (495) 462-00-62, e-mail: mail@santexprom.ru, ОАО «САНТЕХПРОМ», НТЦ.

Основные характеристики радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ»

Наименование показателей	Единица измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более: - в радиаторах без встроенного термостата - в радиаторах со встроенным термостатом	МПа	1,6 1,0
Испытательное давление, не менее: - в радиаторах без встроенного термостата - в радиаторах со встроенным термостатом	МПа	2,4 1,5
Максимальная температура теплоносителя (по данным завода-изготовителя)	°С	115
Глубина радиатора	мм	95
Высота радиатора Н	мм	360 и 560
Номинальный тепловой поток секции	Вт	121 и 185
Длина блока радиатора заводского изготовления	шт. мм	2 – 15 161 –1214
Коэффициенты местного сопротивления при стандартных схемах бокового подсоединения, расходе теплоносителя 60 кг/ч и подводках d _y 15 мм (d _y 20 мм) радиатора без встроенного термостата при количестве секций в приборе 4 и более	–	2,1 (3,2)
Стандартный цвет покрытия – белый		

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики биметаллических секционных радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ», «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» и условия их применения	4
2. Гидравлический расчёт	17
3. Тепловой расчёт	27
4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления	32
5. Указания по монтажу биметаллических секционных радиаторов ОАО «САНТЕХПРОМ» и основные требования к их эксплуатации	34
6. Список использованной литературы	38
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	39
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	41
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	42

1. Основные технические характеристики биметаллических секционных радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ», «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» и условия их применения

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению биметаллических секционных радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» и их модификаций разработаны ООО «Витатерм» на основе проведённых в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм» всесторонних испытаний представительных образцов указанных радиаторов, конструкция которых разработана специалистами ОАО «САНТЕХПРОМ» и ООО «Витатерм».

Радиаторы изготавливаются согласно ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные» [1] по техническим условиям ТУ 4935-008-03989804-2007 «Радиаторы отопительные биметаллические».

Образцы для испытаний представлены ОАО «САНТЕХПРОМ»: Россия, 107497, Москва, ул. Амурская, д. 9/6; тел. (499) 164-07-01, (495) 462-00-62, <http://www.santexprom.ru>, e-mail: mail@santexprom.ru. Генеральный директор - Зелиско Павел Михайлович.

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [2], разработанной с участием ведущих специалистов проектных организаций г. Москвы (ЦНИИЭПжилища, Моспроект, МНИИТЭП и др.) и МИСИ (МГСУ).

1.3. Основной (базовой) моделью является радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» с боковым расположением присоединительных патрубков с монтажной высотой H_m 300 и 500 мм. Новая модификация радиатора (рис. 1.1) отличается от первой, разработанной в 1997 г. [2], уменьшенной со 100 до 95 мм глубиной, утонёнными рёбрами (удельная масса уменьшилась в среднем на 14%), изменённым дизайном со стороны верхней головки радиатора (наличие направляющего поток воздуха ребра в сторону отапливаемого помещения, несколько большие, чем у прототипа, закругления головки) и уменьшенным шагом рёбер по глубине секции.

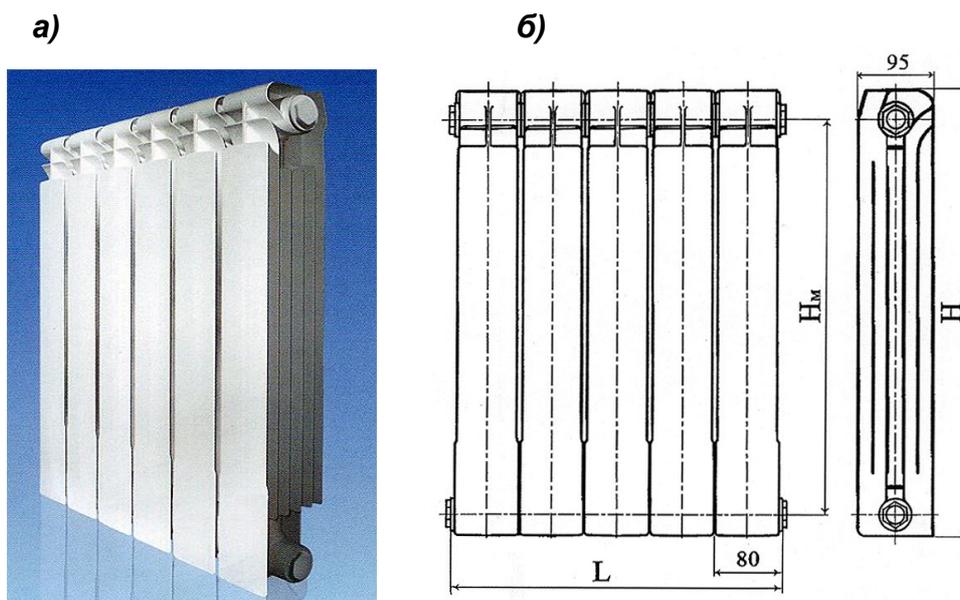


Рис. 1.1. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) биметаллического радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» с боковым расположением присоединительных патрубков

1.4. Радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» состоит из стального закладного элемента (каркаса), омываемого изнутри теплоносителем, и наружного литого под давлением оребрения из высококачественных алюминиевых сплавов. Каркас изготовлен из стальных труб, выполняющих роль вертикальных колонок, и труб, образующих горизонтальные коллекторы, сваренных между собой. При такой конструкции радиатора, 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 материалоемкость биметаллического радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» и его модификаций обеспечивает **удобство и низкие затраты при транспортировке и монтаже**.

1.5. При сборке радиаторов используются стальные ниппели 1".

1.6. Радиаторы «САНТЕХПРОМ БМ» (базовая модификация, без встроенного автоматического терморегулятора) 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 максимальном рабочем избыточном давлении **4,0 МПа** (при испытательном – не менее **6,0 МПа**) на любом виде теплоносителя при его максимальной температуре **115°С** (по данным завода-изготовителя).

Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям, изложенным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации ...» [3].

При оснащении радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» автоматическими терморегулирующими клапанами (сокращённо: терморегуляторами или термостатами) максимальные рабочее и испытательное избыточные давления прибора определяются техническими параметрами терморегулятора (как правило, 1 и 1,5 МПа соответственно).

1.7. Наряду с базовой моделью «САНТЕХПРОМ БМ» изготавливаются модификации с нижним (донным) расположением присоединительных патрубков без встроенного терморегулятора «САНТЕХПРОМ БМН» (рис. 1.2а) и со встроенным (в верхнюю головку) терморегулятором – «САНТЕХПРОМ БМН Авто» (рис. 1.2б).

В разработке автоматизированной модификации радиатора принимали участие специалисты фирмы «Данфосс».

1.8. Модель радиатора «САНТЕХПРОМ БМН» (рис. 1.2 а) отличается от базовой модификации наличием присоединительных отверстий с внутренней резьбой $\frac{1}{2}$ " , расположенных в нижнем коллекторе радиатора у двух крайних секций прибора с **межосевым расстоянием 80 мм**. Нижний ниппель между этими секциями выполнен глухим, при этом горячий теплоноситель, подводимый к крайнему нижнему патрубку, поднимается по крайней секции радиатора к верхнему коллектору и далее распределяется по прибору по схеме «сверху-вниз». Отвод охлаждённого теплоносителя осуществляется по нижнему патрубку второй от края секции. Направление движения теплоносителя в подводящих патрубках на рис. 1.2 показано стрелками Т1 и Т2.

Область применения и параметры теплоносителя указанных радиаторов такие же, как и у радиатора «САНТЕХПРОМ БМ».

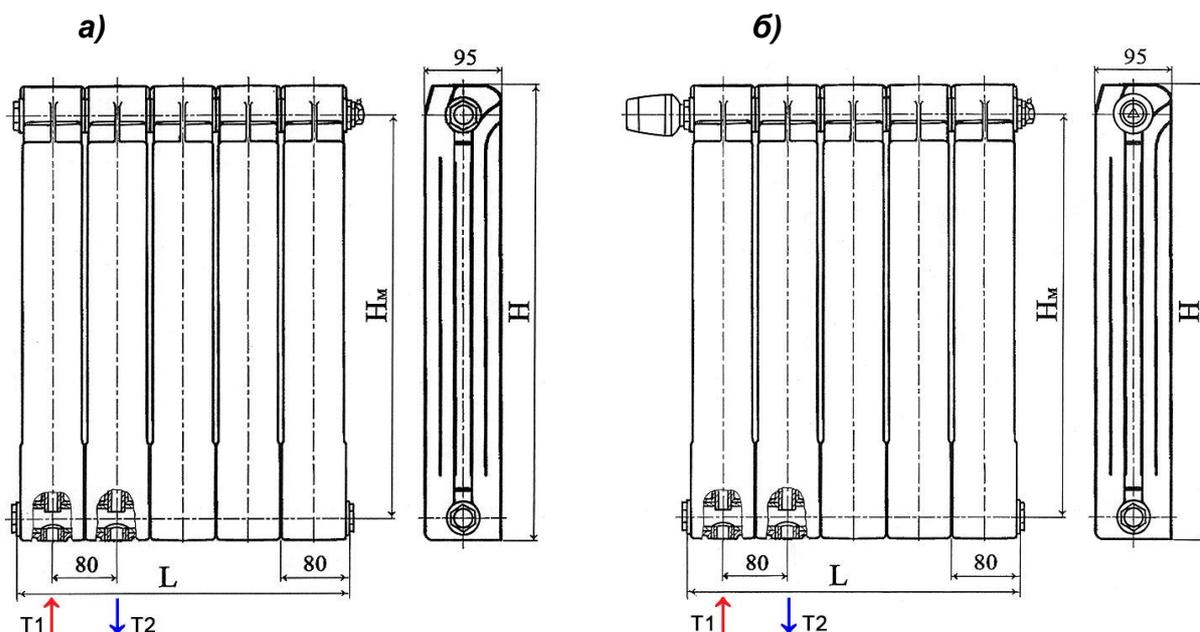


Рис. 1.2. Габаритные размеры биметаллических радиаторов «САНТЕХПРОМ БМН» с нижним расположением присоединительных патрубков (а) и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» с нижним расположением присоединительных патрубков и встроенным терморегулятором (б): T1 - подающий теплопровод; T2 - обратный теплопровод

1.9. Радиатор «САНТЕХПРОМ БМН Авто» с патрубками $\frac{1}{2}$ " для нижнего (донного) подключения (рис. 1.2 б) отличается от радиатора «САНТЕХПРОМ БМН» наличием поставляемых фирмой «Данфосс» встроенного направляющего устройства (flow-director) с клапанной вставкой RTD-BIV и термостатического элемента.

Первая и вторая секции радиатора «САНТЕХПРОМ БМН Авто» со стороны терморегулятора, помимо нижнего глухого ниппеля между секциями, имеют верхний ниппель с отверстием, к которому примыкает направляющее устройство.

Теплоноситель через нижний крайний патрубок попадает в вертикальный канал первой секции, подходит вверх к направляющему устройству терморегулятора, а затем в верхний коллектор радиатора, опускается через вертикальные каналы к нижнему коллектору и подходит к обратному патрубку. При этом, как и у модификации «САНТЕХПРОМ БМН», обеспечивается движение теплоносителя по большинству секций радиатора по схеме «сверху-вниз», и практически сохраняются значения номинального теплового потока, приведённые для радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» при стандартном боковом подсоединении патрубков.

Радиатор «САНТЕХПРОМ БМН Авто» предназначен для применения в двухтрубных системах отопления с теми же требованиями к теплоносителю, что и для радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» [3] с учётом предельных условий эксплуатации терморегулятора: максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя 1 МПа, испытательное не менее 1,5 МПа, максимальная температура теплоносителя 115°C. Монтажное расстояние между нижними присоединительными патрубками равно 80 мм.

1.10. Конструкции радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» и его модификаций отвечают требованиям ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные» [1] и стандарта АВОК 4.22-2006 «Радиаторы и конвекторы отопительные» [4].

1.11. Все радиаторы окрашиваются сначала методом анодного электроосаждения, а затем порошковыми эмалями белого цвета в электростатическом поле.

1.12. Все названные выше модификации радиаторов ОАО «САНТЕХПРОМ» поставляются в сборе по спецификации заказчика с количеством секций в приборе от 2 до 15 шт.

1.13. Радиаторы в сборе заворачиваются в гофрокартон, а затем помещаются в оболочку из полиэтиленовой плёнки, которая потом заплавляется с обеих боковых сторон радиатора. Перед упаковкой у радиаторов с донным подключением нижние присоединительные отверстия закрываются полиэтиленовыми пробками.

Упаковку радиатора в дальнейшем следует использовать на стройке как защитное покрытие при монтаже прибора в системе отопления.

1.14. При поставке с завода радиаторы комплектуются необходимыми деталями и изделиями, при этом каждая модель имеет свою стандартную комплектацию.

В стандартный комплект поставки радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» и «САНТЕХПРОМ БМН» входят: радиатор в сборе (без боковых пробок), паспорт и упаковка.

В стандартный комплект поставки радиатора «САНТЕХПРОМ БМН Авто» входят: радиатор в сборе со встроенным направляющим устройством с клапанной вставкой и защитным колпачком, две глухие боковые пробки, пробка с воздухоотводчиком, паспорт и упаковка. Термоэлемент прилагается в отдельной упаковке.

1.15. Для оснащения биметаллических радиаторов, устанавливаемых в системах отопления, ОАО «САНТЕХПРОМ» предлагает следующие детали и изделия, которые не входят в стандартную поставку и определяются заказчиком при необходимости по дополнительному заказу:

- пробки проходные правые с резьбой в отверстиях G 1/2 или G 3/4;
- пробки проходные левые с резьбой в отверстиях G 1/2 или G 3/4;
- пробки глухие правые и левые;
- прокладки под пробки;
- воздухоотводчик G 1/2 или G 3/4;
- кронштейны для крепления к стене;
- рамы с кронштейнами для крепления к стене;
- стойки для напольной установки.

Завод предлагает заказчикам также универсальные монтажные комплекты (рис. 1.3), в состав которых входят следующие комплектующие изделия:

- пробки проходные правые с резьбой в отверстиях G 1/2 или G 3/4 - 2 шт.;
- пробки проходные левые с резьбой в отверстиях G 1/2 или G 3/4 - 2 шт.;
- прокладки под пробки - 4 шт.;
- заглушка (для проходной пробки) G 1/2 или G 3/4 - 1 шт.;
- воздухоотводчик G 1/2 или G 3/4 - 1 шт.;
- прокладки под заглушку и воздухоотводчик - 2 шт.;
- ключ для регулирования воздухоотводчика - 1 шт.;
- кронштейны - 2 шт.;
- дюбели пластиковые - 2 шт.

В зависимости от левого (справа от стояка) или правого (слева от стояка) присоединения теплопроводов проходные и глухие пробки заказываются соответственно с левой или правой резьбой.

Отметим, что универсальные монтажные комплекты могут быть рекомендованы только для комплектации радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» и «САНТЕХ-

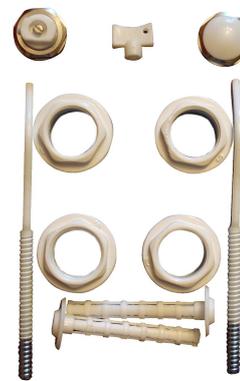


Рис. 1.3. Универсальный монтажный комплект

ПРОМ БМН», причём для радиатора «САНТЕХПРОМ БМН» необходимо дополнительно заказать две заглушки $\frac{1}{2}$ " или $\frac{3}{4}$ ".

1.16. Радиаторы крепятся на стене с помощью верхних и нижних кронштейнов: при количестве секций до 10 - 2 верхних кронштейна и 1 нижний; при количестве секций 11-15 - 3 верхних и 2 нижних кронштейна; при большем количестве секций на каждую группу до 5 секций добавляется 1 верхний кронштейн. При использовании универсальных монтажных комплектов следует заказывать дополнительно к комплекту как минимум один кронштейн (при количестве секций до 10 шт.).

Для напольной установки радиаторов могут быть использованы стойки, поставляемые ОАО «САНТЕХПРОМ» по отдельному заказу (рис. 1.4). Их количество зависит от длины прибора. При количестве секций до 10 шт. – 2 стойки, свыше 10 – по 1 стойке на каждые дополнительные 5 секций радиатора.

Ещё раз отметим, что все детали крепления заказываются по отдельному заказу, т.к. они не входят в обязательную поставку вместе с радиатором.

Все дополнительно заказанные комплектующие изделия собираются в полиэтиленовый пакет, который размещается перед отправкой заказчику внутри упаковки радиатора.

Следует отметить, что завод может предложить заказчику и другие типы крепления, в частности специальные рамы различной длины (в зависимости от количества секций) с закреплёнными на них кронштейнами.

Поставляемые заводом кронштейны анкерного типа, в том числе входящие в универсальный монтажный комплект, имеют длину 160 мм. При необходимости можно заказать удлинённые до 180 мм кронштейны.

При монтаже на подводке к радиатору терморегулятора со встроенным воздухоотводчиком вместо пробки под воздухоотводчик заказывается глухая пробка.

1.17. Напомним, что нижние отверстия для донного подключения имеют внутреннюю резьбу $\frac{1}{2}$ " и межосевое расстояние 80 мм. Они присоединяются к подводящим теплопроводам через переходники или какие-либо другие виды соединительной арматуры, изготовленные из латуни или бронзы.

Для донного подключения теплопроводов к радиаторам «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» можно использовать арматуру фирмы «Данфосс» - запорно-присоединительные клапаны RLV или RLV-S. Заказ клапанов осуществляется через ОАО «САНТЕХПРОМ» или через фирму «Данфосс».

1.18. Технические характеристики секций радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» представлены в табл. 1.1, а в табл. 1.2 приведены основные показатели этих радиаторов в сборе. В таблицах приведены принятые на заводе-изготовителе краткие условные обозначения радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ»: **РБС** - радиатор биметаллический секционный.

1.19. Номинальный тепловой поток радиатора $Q_{н\text{у}}$ (табл. 1.1), равный произведению номинального потока секции $q_{н\text{у}}$ (табл. 1.1) на количество секций N , отличается от фактического Q при том же количестве секций, т.к. значения $q_{н\text{у}}$ 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 3 разделе настоящих рекомендаций.



Рис. 1.4. Стойка для напольной установки радиатора

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

Наименование показателей и их размерность	Значения показателей для радиаторов	
	РБС-300	РБС-500
Габаритные размеры, мм: монтажная высота H_m высота H глубина длина	300 360 95 80	500 560 95 80
Номинальный тепловой поток $q_{ну}$, Вт	121	185
Теплоплотность (по длине секции), Вт/м	1512	2312
Площадь наружной поверхности f_c , м ²	0,29	0,47
Коэффициент теплопередачи при нормальных условиях $K_{ну}$, Вт/(м ² ·°С)	5,96	5,62
Масса (без учёта массы пробок), не более, кг	1,67	2,34
Удельная масса (без учёта массы пробок), не более, кг/кВт	13,8	12,65
Объём воды, л	0,178	0,23

**Таблица 1.2. Основные показатели биметаллических
радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ»**

Краткое обозначение типоразмеров радиаторов при монтажной высоте H_m (мм)		Количество секций, шт.	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт при монтажной высоте H_m		Общая длина L , мм	Масса, кг, справочная при монтажной высоте H_m	
300	500		300	500		300	500
РБС-300-2-242	РБС-500-2-370	2	242	370	161	3,34	4,68
РБС-300-3-363	РБС-500-3-555	3	363	555	242	5,01	7,02
РБС-300-4-484	РБС-500-4-740	4	484	740	323	6,68	9,36
РБС-300-5-605	РБС-500-5-925	5	605	925	404	8,35	11,7
РБС-300-6-726	РБС-500-6-1110	6	726	1110	485	10,02	14,04
РБС-300-7-847	РБС-500-7-1295	7	847	1295	566	11,7	16,38
РБС-300-8-968	РБС-500-8-1480	8	968	1480	647	13,36	18,72
РБС-300-9-1089	РБС-500-9-1665	9	1089	1665	728	15,03	21,06
РБС-300-10-1210	РБС-500-10-1850	10	1210	1850	809	16,7	23,4
РБС-300-11-1331	РБС-500-11-2035	11	1331	2035	890	18,37	25,74
РБС-300-12-1452	РБС-500-12-2220	12	1452	2220	971	20,04	28,08
РБС-300-13-1573	РБС-500-13-2405	13	1573	2405	1052	21,71	29,12
РБС-300-14-1694	РБС-500-14-2590	14	1694	2590	1133	23,38	32,76
РБС-300-15-1815	РБС-500-15-2775	15	1815	2775	1214	25,1	35,1

1.20. Теплотехнические испытания проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [5] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в радиаторе и температуры воздуха в испытательной камере) $\Theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора $M_{\text{пр}}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

1.21. Радиаторы «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» имеют в основном те же технические характеристики (с учётом разъяснения в п.п.1.8 и 1.9), что и приборы с боковыми присоединительными патрубками, а их масса в среднем больше на 0,3 кг за счёт донных патрубков у «САНТЕХПРОМ БМН» и на 1 кг у «САНТЕХПРОМ БМН Авто» за счёт донных патрубков и терморегулятора..

1.22. При заказе биметаллических радиаторов в условные обозначения всех типоразмеров должны быть включены: наименование радиатора (торговая марка); обозначение типа (РБС); монтажная высота в мм; количество секций; номинальный тепловой поток в Вт; обозначение ТУ 4935-008-03989804-2007.

Для радиаторов «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» дополнительно указываются: наличие встроенного термостата (А); тип системы отопления - однотрубная (1) или двухтрубная (2); исполнение - «прав.» (с присоединительными патрубками, расположенными с правой стороны) или «лев.» (с левой стороны).

Примеры полного условного обозначения.

Радиатор отопительный биметаллический секционный «САНТЕХПРОМ БМ» (РБС), монтажной высотой 300 мм, восьмисекционный, с номинальным тепловым потоком 968 Вт:

Радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-300-8-968, ТУ 4935-008-03989804-2007 .

Радиатор отопительный биметаллический секционный «САНТЕХПРОМ БМ» (РБС), монтажной высотой 500 мм, семисекционный, с номинальным тепловым потоком 1295 Вт:

Радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-500-7-1295, ТУ 4935-008-03989804-2007 .

Радиатор отопительный биметаллический секционный «САНТЕХПРОМ БМН» (РБС), с нижним расположением присоединительных патрубков, монтажной высотой 500 мм, семисекционный, с номинальным тепловым потоком 1295 Вт, правого исполнения:

***Радиатор «САНТЕХПРОМ БМН» РБС-500Н-7-1295-прав.,
ТУ 4935-008-03989804-2007 .***

Радиатор отопительный биметаллический секционный «САНТЕХПРОМ БМН Авто» (РБС), с нижним расположением присоединительных патрубков, со встроенным корпусом терморегулятора для двухтрубной системы отопления, монтажной высотой 300 мм, десятисекционный, с номинальным тепловым потоком 1210 Вт, левого исполнения:

***Радиатор «САНТЕХПРОМ БМН Авто» РБС-300Н А2-10-1210-лев.,
ТУ 4935-008-03989804-2007 .***

Допускаются краткие обозначения этих радиаторов: «РБС-300-8-968»; «РБС-500-7-1295»; «РБС-500Н-7-1295-прав.»; «РБС-300Н А2-10-1210-лев.».

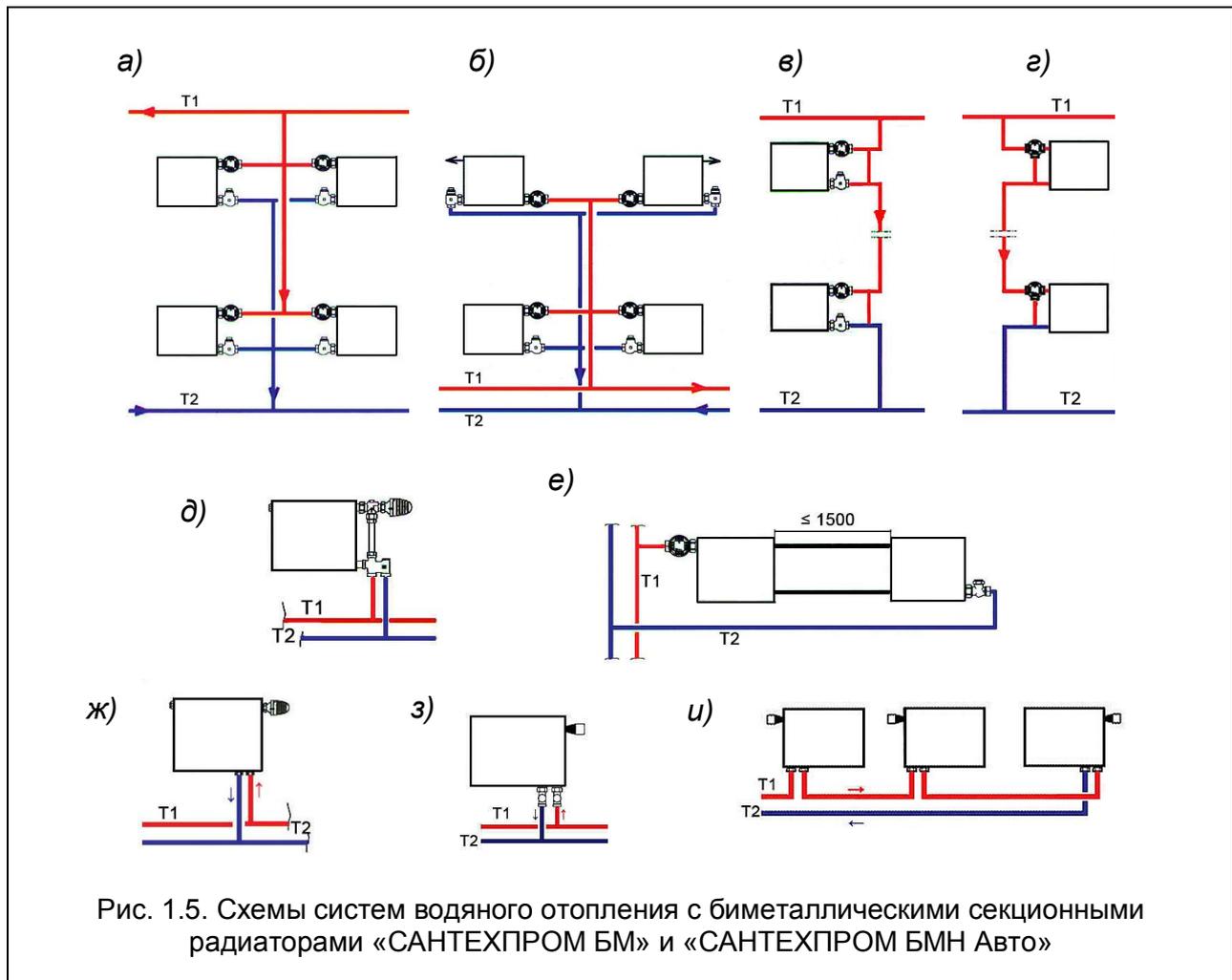
1.23. Секционные радиаторы «САНТЕХПРОМ БМ» и их модификации предназначены для применения в системах отопления как с искусственной, так и с естественной циркуляцией.

1.24. 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.

Радиаторы устанавливаются в один ряд по высоте и глубине.

1.25. Радиаторы с донным подключением «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» предназначены для насосных систем отопления.

1.26. На рис. 1.5 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления, в которых используются секционные радиаторы.



Отметим, что нижнее (донное) подсоединение радиаторов по схемам «ж» и «и» осуществляется с использованием адаптеров (переходников), а по схеме «з» - с использованием присоединительных клапанов, в частности, RLV-S.

1.27. Для выполнения ремонтных работ на реконструируемых объектах и для капитального ремонта ОАО «САНТЕХПРОМ» выпускает радиаторные узлы полной строительной готовности (рис. 1.6). Радиаторный узел - это радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» (базовая модель) с трубной обвязкой и терморегулятором, расположенным на подводке. Радиаторный узел может быть для однотрубных систем отопления с замыкающим участком du 15 мм (рис. 1.6. а-г) и для двухтрубных (рис. 1.6. д, е), подводки имеют диаметр 20 мм.

Радиаторные узлы оснащены терморегуляторами фирмы «Данфосс», состоящими из корпуса терморегулятора СТПП-1 или RTD-G20 и термостатического элемента RTD 3651 для однотрубных систем отопления, или из корпуса терморегулятора СТПП-2 или RTD-N15 и термостатического элемента RTD 3651 для двухтрубных систем. Корпуса терморегуляторов СТПП-2 и RTD-N15 для двухтрубных систем отопления оснащены клапаном для удаления воздуха, и в этом случае установка воздухоотводчика на самом радиаторе не требуется.

При использовании в двухтрубных системах отопления терморегуляторов RTD-N15 (рис. 1.6 д, е) завод применяет подводы условным диаметром 15 мм.

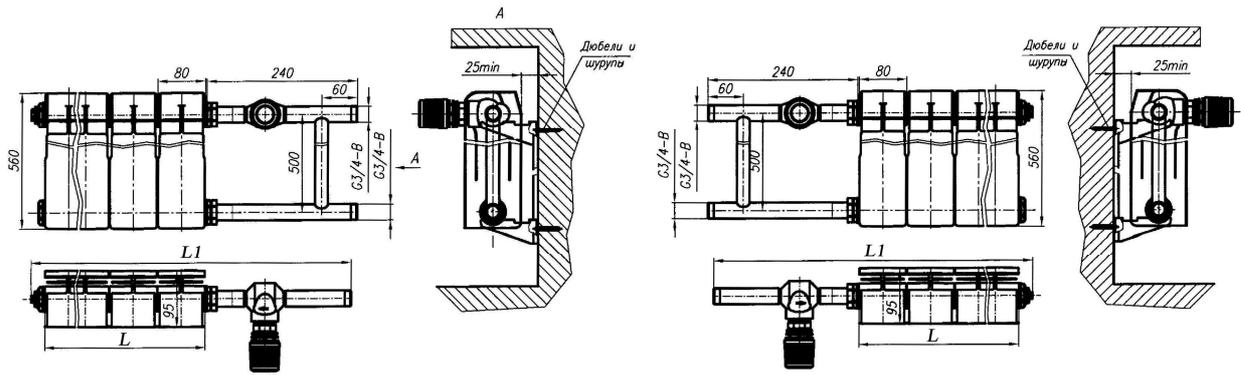
В комплект поставки радиаторного узла входят:

- радиатор в сборе с корпусом терморегулятора - 1 шт.;
- термостатический элемент RTD 3651 - 1 шт.;
- кронштейны крепления анкерного типа с дюбелями для радиаторов с количеством секций до 10 включительно - 3 шт., для радиаторов с количеством секций от 11 до 15 - 4 шт.;
- упаковка - 1 шт.;
- паспорт (инструкция по эксплуатации) - 1 шт.

В табл. 1.3 приведены габаритные размеры и масса радиаторных узлов.

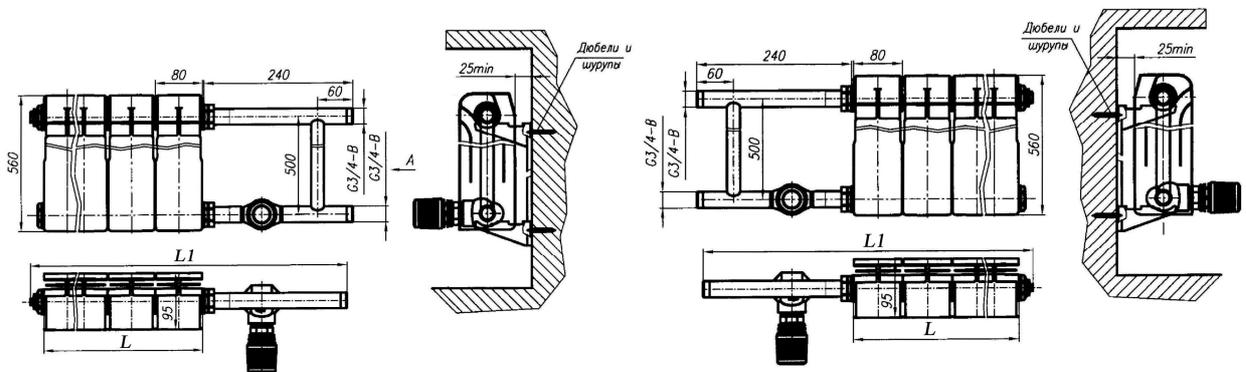
Таблица 1.3. Габаритные размеры и масса радиаторных узлов «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-500 для однотрубных (А1) и двухтрубных (А2) систем отопления

Краткое обозначение типоразмеров	Количество секций, шт.	Размеры, мм		Масса радиаторных узлов без кронштейнов, кг, (справочная) для систем	
		L	L1	Однотрубных	Двухтрубных
РБС-500-2-370 А1 (А2)	2	161	421	6,65	5,95
РБС-500-3-555 А1 (А2)	3	242	502	9	8,3
РБС-500-4-740 А1 (А2)	4	323	583	11,35	10,65
РБС-500-5-925 А1 (А2)	5	404	664	13,7	13
РБС-500-6-1110 А1 (А2)	6	485	745	16,05	15,35
РБС-500-7-1295 А1 (А2)	7	566	826	18,4	17,7
РБС-500-8-1480 А1 (А2)	8	647	907	20,75	20,05
РБС-500-9-1665 А1 (А2)	9	728	988	23,1	22,4
РБС-500-10-1850 А1 (А2)	10	809	1069	25,45	24,75
РБС-500-11-2035 А1 (А2)	11	890	1150	27,8	27,1
РБС-500-12-2220 А1 (А2)	12	971	1231	30,05	29,35
РБС-500-13-2405 А1 (А2)	13	1052	1312	32,5	31,8
РБС-500-14-2590 А1 (А2)	14	1132	1393	34,85	34,15
РБС-500-15-2775 А1 (А2)	15	1213	1474	37,2	36,5



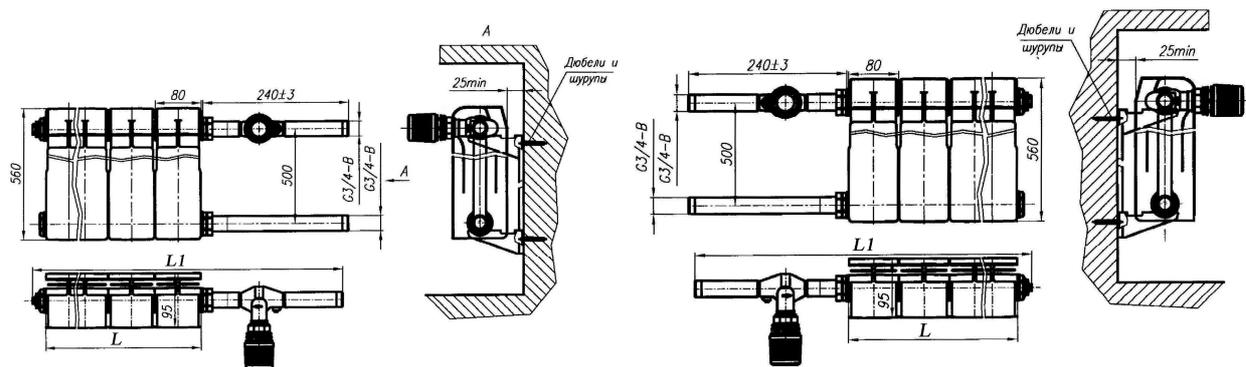
а) РБС-500А1 для однотрубных систем отопления, с замыкающим участком, с термостатом СТПП-1, правого исполнения, для движения воды по схеме «сверху-вниз»

б) РБС-500А1 для однотрубных систем отопления, с замыкающим участком, с термостатом СТПП-1, левого исполнения, для движения воды по схеме «сверху-вниз»



в) РБС-500А1 для однотрубных систем отопления, с замыкающим участком, с термостатом СТПП-1, правого исполнения, для движения воды по схеме «снизу-вверх»

г) РБС-500А1 для однотрубных систем отопления, с замыкающим участком, с термостатом СТПП-1, левого исполнения, для движения воды по схеме «снизу-вверх»



д) РБС-500А2 для двухтрубных систем отопления, без замыкающего участка, с термостатом СТПП-2, правого исполнения

е) РБС-500А2 для двухтрубных систем отопления, без замыкающего участка, с термостатом СТПП-2, левого исполнения

Рис. 1.6. Радиаторы «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-500А с трубной обвязкой и автоматическим терморегулятором (термостатом) на подводке (подводки $du20$ мм, замыкающий участок $du15$ мм); корпуса терморегуляторов СТПП-2 со встроенным воздухоотводчиком

1.28. Примеры полного условного обозначения радиаторных узлов.

Радиатор отопительный биметаллический секционный «САНТЕХПРОМ БМ» (РБС), монтажной высотой 500 мм, семисекционный, с номинальным тепловым потоком 1295 Вт, автоматизированный (А), с трубной обвязкой для однотрубной системы отопления (1), с подводками $d_y 20$ мм и замыкающим участком $d_y 15$ мм (зу), с терморегулятором RTD-G20 фирмы «Данфосс», установленным на нижней подводке (Н), правого исполнения (с патрубками для подвода теплоносителя, расположенными с правой стороны - «прав.») и с резьбовым («рез») подсоединением к системе отопления (рис. 2.1а):

***Радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-500-7-1295 А1 (зу) Н прав. «рез»,
ТУ 4935-008-03989804-2007 .***

Радиатор отопительный биметаллический секционный «САНТЕХПРОМ БМ» (РБС), монтажной высотой 300 мм, десятисекционный, с номинальным тепловым потоком 1210 Вт, автоматизированный (А), с трубной обвязкой для двухтрубной системы отопления (2), с подводками $d_y 20$ мм, с терморегулятором RTD-N15 фирмы «Данфосс», установленным на верхней подводке (В), левого исполнения (с патрубками для подвода теплоносителя, расположенными с левой стороны - «лев.») и с резьбовым (рез) подсоединением к системе отопления (рис. 2.1.в):

***Радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-300-10-1210 А2 В лев. «рез»,
ТУ 4935-008-03989804-2007 .***

1.29. 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 СНиП [6] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться автоматическими терморегуляторами (термостатами), но при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [7] более жёстко требуют установку автоматических терморегуляторов у отопительных приборов.

Показанная на рис. 1.7 схема обвязки отопительного прибора характерна для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [8], [9].

По данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры, установленной на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 и 20 мм составляет 25-45% в однотрубных системах отопления и 20-35% - в двухтрубных. Это объясняется тем, что по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует на нижней подводке к радиатору устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.6 а-в). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

В двухтрубных системах отопления эта проблема удачно решается установкой на горячей подводке простейшего автоматического терморегулятора без предварительной настройки, а на обратной запорно-регулирующего клапана, например, соответственно, «HERZ-TS-90» и RL-5 фирмы «HERZ Armaturen» или их аналогов других фирм. Более подробно этот вопрос рассматривается во 2-ом разделе настоящих рекомендаций.

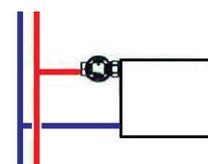


Рис. 1.7

Для моделей «САНТЕХПРОМ БМН» на нижних подводках можно рекомендовать монтировать клапаны типа RLV, которые применяются чаще всего в двухтрубных насосных системах. Этот клапан позволяет отключать отопительный прибор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы. Клапан RLV может быть укомплектован спускным краном. Для моделей «САНТЕХПРОМ БМН Авто», которые имеют нижнее (донное) подсоединение можно, как указывалось, рекомендовать запорно-присоединительный клапан RLV-S. С помощью этого клапана можно отключить прибор для его демонтажа.

Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении теплопроводов не рекомендуется чрезмерно укрупнять радиаторы. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при количестве секций в радиаторах «САНТЕХПРОМ БМ» более 18, а в гравитационных системах - более 10, рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения (рис. 1.8).

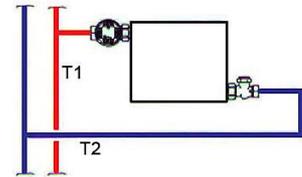


Рис.1.8

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.5 е) рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром 1" (не менее $\frac{3}{4}$ ") длиной до 1,5 м, хотя допускается и до 2 м.

При установке группы радиаторов на горизонтальной проточной ветви следует учитывать, что суммарная нагрузка на ветвь не должна превышать, как правило, 5-8 кВт в зависимости от перепада давления теплоносителя в терморегуляторе и его шумовых характеристик.

Базовая модель радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» с боковыми патрубками может использоваться в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением (рис. 1.5 д). В этом случае например, могут быть использованы гарнитуры бокового подсоединения.

В случае размещения терморегуляторов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатического элемента с выносным датчиком (рис.1.9). На схеме 1.9а показан термостатический элемент с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.9б – термостатический элемент с выносной регулировкой и на схеме 1.9в – электронный термостатический элемент (термопривод).

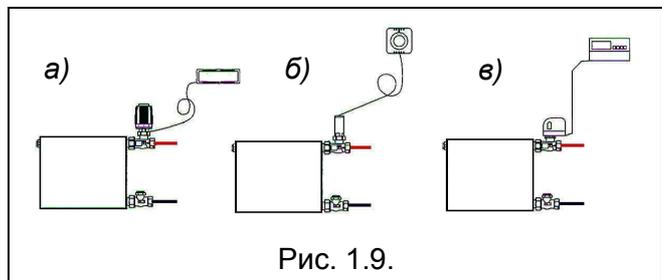


Рис. 1.9.

Более подробные сведения о номенклатуре терморегуляторов и их гидравлических характеристиках приведены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.30. Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей необходимые расходы теплоносителя по стоякам в течение всего отопительного периода и спуск воды из них при необходимости. Для этих целей могут быть использованы, например, регуляторы перепада давления (рис. 1.10 а) или расхода (рис. 1.10 б).

Обращаем внимание, что различные виды арматуры устанавливаются на подводках, стояках и магистралях, как правило, с учётом направления движения теплоносителя по стрелке (см. рис. 1.10б). В однотрубных системах отопления при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» терморегулятор должен находиться на нижней подводке к прибору. При этом термостатический элемент

должен быть установлен так, чтобы его шпindelь всегда был направлен в сторону помещения.

Отметим, что на схемах рис. 1.10 положение термостатических элементов показано условно (с разворотом вверх на 90° вместо горизонтального положения оси термозлемента).

1.31. Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы [3], то для нормальной работы терморегуляторов и регулирующей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постоянными, и обеспечивать их нормальную эксплуатацию. В системах отопления с независимой схемой подсоединения для поддержания требуемого качества теплоносителя целесообразно применять сепараторы.

1.32. На рис. 1.11 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 теплотерь стояки размещаются у внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах, в оболочках из гофрированных полимерных труб или из термоизоляции толщиной не менее 9 мм и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии по всей площади пола. При плинтусной прокладке обычно исполь-

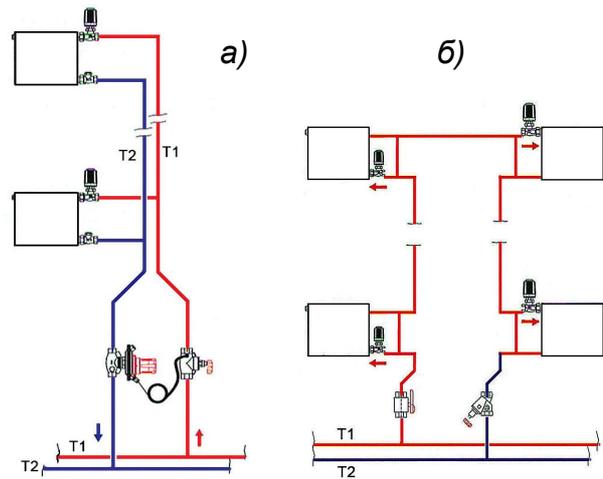


Рис. 1.10. Схемы установки арматуры на стояках: в двухтрубной (а) и однотрубной (б) системах отопления (положение термостатических элементов на схемах показано условно)

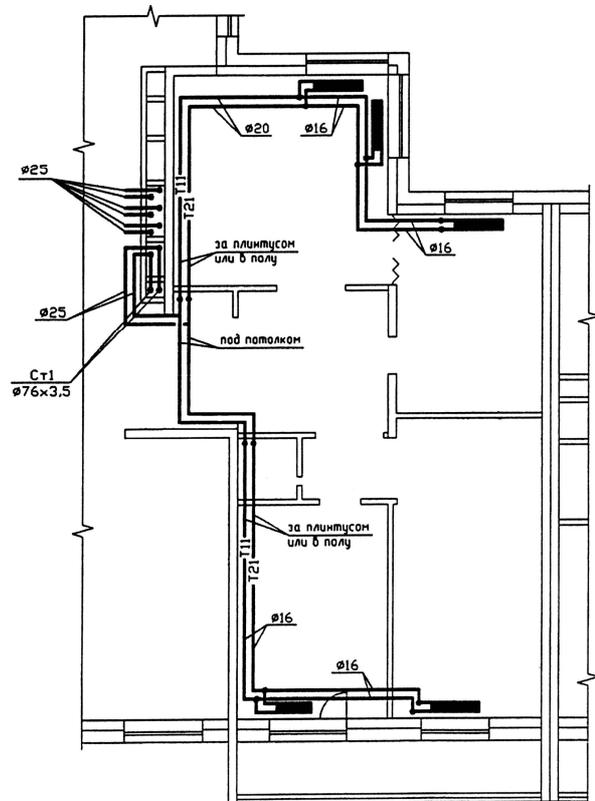


Рис. 1.11. Система отопления с плинтусной разводкой теплопроводов по квартире

зуются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще из полимерных материалов).

1.33. Цена на радиаторы договорная с гибкой системой скидок. Справки о ценах можно получить в ОАО «САНТЕХПРОМ» (реквизиты указаны в п. 1.1).

1.34. Биметаллические секционные радиаторы «САНТЕХПРОМ БМ» и их модификации сертифицированы (по схеме добровольной сертификации), производство сертифицировано по стандарту ИСО 9001-2008.

1.35. ОАО «САНТЕХПРОМ» постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий, если они не ухудшают основных характеристик продукции.

1.36. ООО «Витатерм» не несёт ответственности за какие-либо ошибки в каталогах, брошюрах или других печатных материалах, не согласованных с разработчиками настоящих рекомендаций.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в нормативной и справочно-информационной литературе [8] и [9], 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»

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

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

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

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

$\zeta' = [(\lambda / d_{\text{вн}}) \cdot L + \Sigma \zeta]$ - 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 (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 .

2.2. Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [10]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{ну}}$ при нормальных ус-

ловиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям ряда радиаторов и конвекторов, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические показатели отопительных приборов, определённые по упомянутой методике [10], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.3. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» и в табл. 2.2 «САНТЕХПРОМ БМН» при нормативном расходе горячей воды через прибор $M_{np} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также дополнительно при расходе 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и терморегулятором на подводке. В табл. 2.1 гидравлические характеристики радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» определены при боковом подключении патрубков с условным диаметром 15 и 20 мм, радиаторов «САНТЕХПРОМ БМН» - с нижним подключением патрубков условным диаметром 15 мм. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблиц 2.1 и 2.2 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» практически равны при монтажных высотах 300 и 500 мм и не зависят от длины радиатора при количестве секций от 4 до 20.

Таблица 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики биметаллических радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» 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	
		$d_v=15$ мм	$d_v=20$ мм	$d_v=15$ мм	$d_v=20$ мм
При $M_{np} = 360$ 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 $M_{np} = 60$ 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 2.2. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов «САНТЕХПРОМ БМН» с монтажной высотой 300 и 500 мм при условном диаметре подводов 15 мм

Расход теплоносителя через прибор $M_{пр}$, кг/ч (кг/с)	Коэффициент местного сопротивления ζ	Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ²
360 (0,1)	3,2	4,38
60 (0,017)	5,9	8,08

2.4. Отметим, что компания «Данфосс» начала поставки в Россию нового термоэлемента RTD 3651 с расчётным открытием клапана терморегулятора $X_r=0,66$ мм (с газоконденсатным наполнителем датчика).

Гидравлические характеристики узлов радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» с приваренными на подводке проходными (прямыми) термостатами для двухтрубных систем отопления (рис. 1.6 д, е) практически определяются характеристиками самого термостата. Предварительные данные, впредь до уточнения, для случая использования стальных термостатов СТПП-2 («САНТЕХПРОМ», прямой, для двухтрубных систем отопления) компании «Данфосс» с термоэлементом RTD-3651 с $X_r=0,66$ мм приведены в табл. 2.3 в зависимости от уровня преднастройки при среднем расходе теплоносителя через прибор 100 и 50 кг/ч.

Таблица 2.3. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторных узлов для двухтрубных систем отопления (радиатор «САНТЕХПРОМ БМ», подводки dy_{20} мм и терморегулятор СТПП-2)

Уровень преднастройки	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя, кг/ч (кг/с)	
	100 (0,028)	50 (0,014)
Полное открытие	250	290
N	550	580
7	800	900
6	1000	1150
5	1200	1400
4	2300	2600
3	3400	3800
2	5250	6500
1	13000	15000

2.5. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ Авто» с нижними присоединительными отверстиями получены при использовании патрубков внутренним условным диаметром 15 мм и установке клапанной вставки RTD-BIV фирмы «Данфосс». Терморегулятор с этой клапанной вставкой предназначен для встраивания в отопительные приборы, устанавливаемые в двухтрубных системах отопления, и позволяет осуществлять монтажную преднастройку его гидравлических характеристик.

В табл. 2.4 представлены усреднённые гидравлические характеристики радиатора «САНТЕХПРОМ БМ Авто» при настройке терморегулятора со вставкой RTD-BIV на режим 2К (2°C) с открытием $X_p=0,57$ мм (с термостатическим элементом с газоконденсатным датчиком) со значениями преднастройки от 1 до 7 и N, а также при полном открытии клапана.

Таблица 2.4. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов «САНТЕХПРОМ БМН Авто» с монтажной высотой 300 и 500 мм при условном диаметре подводок 15 мм и при открытии клапана $X_p=0,57$ мм

Уровень преднастройки	Коэффициент местного сопротивления ζ при расходе теплоносителя, кг/ч (кг/с)		Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при расходе теплоносителя, кг/ч (кг/с)	
	100 (0,028)	50 (0,014)	100 (0,028)	50 (0,014)
Полное открытие	245	280	336	384
N	375	470	514	644
7	460	540	630	740
6	600	690	822	945
5	855	890	1171	1219
4	1500	1700	2055	2329
3	2000	2150	2740	2946
2	2700	3000	3699	4110
1	7000	8000	9590	10960

2.6. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «HERZ Armaturen» (Австрия), «Данфосс» (Россия), «Comar» (Франция), RBM (Италия), «Oventrop», «Heimeier» и «Honeywell» (Германия) и др.

2.7. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать для установки на подводящих теплопроводах терморегуляторы «HERZ-TS-90», «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" (совпадающие для обоих размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.1), RTD-N 15 фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.2, а), **A**, **RF** и **AZ** фирмы «Oventrop», терморегуляторы модели 3809 или 809 фирмы «Comar», терморегуляторы фирм «Heimeier», «Honeywell» и др.

Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам «САНТЕХПРОМ БМ» специальные терморегуляторы уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G фирмы «Данфосс» (рис. 2.2, б), марки **M** фирмы «Oventrop» (рис. 2.3), фирмы «Heimeier» (рис. 2.4), «HERZ-TS-E» (рис. 2.5), модели 804 фирмы «Comar» и типа **H** фирмы «Honeywell».

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

стройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» терморегулятора.

На рис. 2.3 и 2.5 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане.

На рис. 2.4 указаны зоны настройки терморегуляторов фирмы «Heimeier» на 1К или 2К при условном диаметре подводок 10, 15 и 20 мм.

Отметим, что гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

Представленные на рис. 2.2 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках в режиме настройки на 2К (2°C). Заметим, что, как правило, терморегуляторы условным диаметром 25 мм на подводках к секционным радиаторам применяются редко.

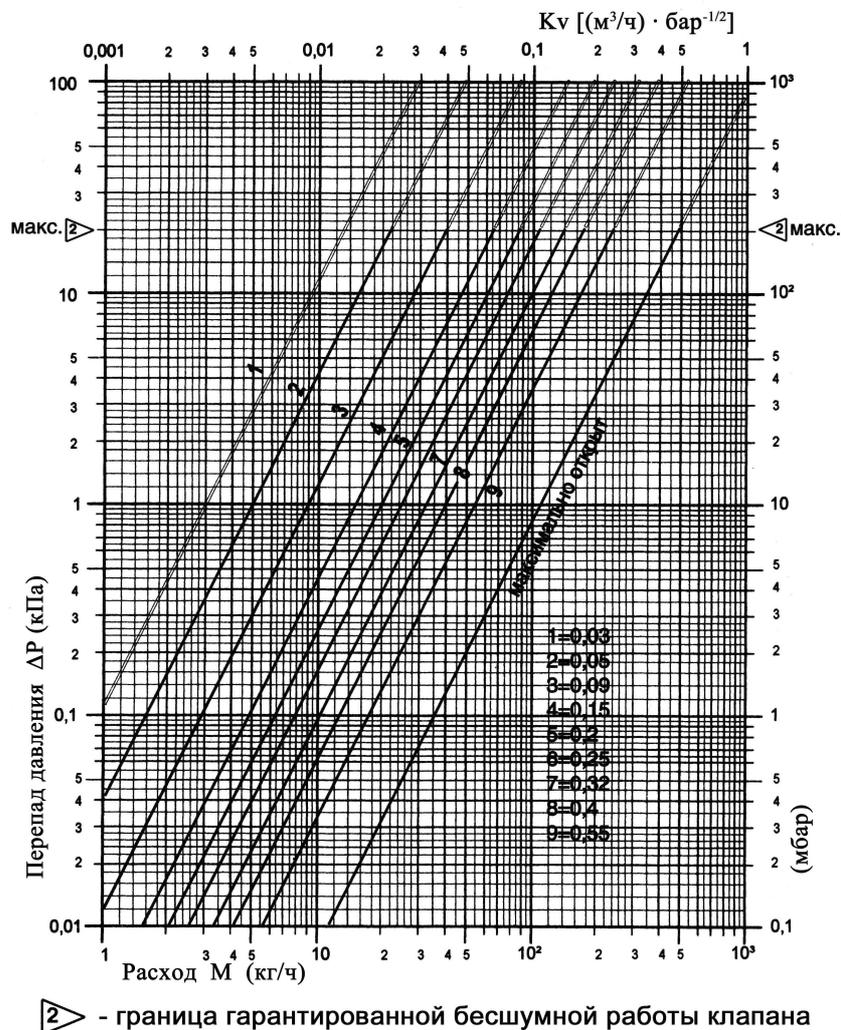


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°C) и при полном открытии клапана (при снятом термостатическом элементе)

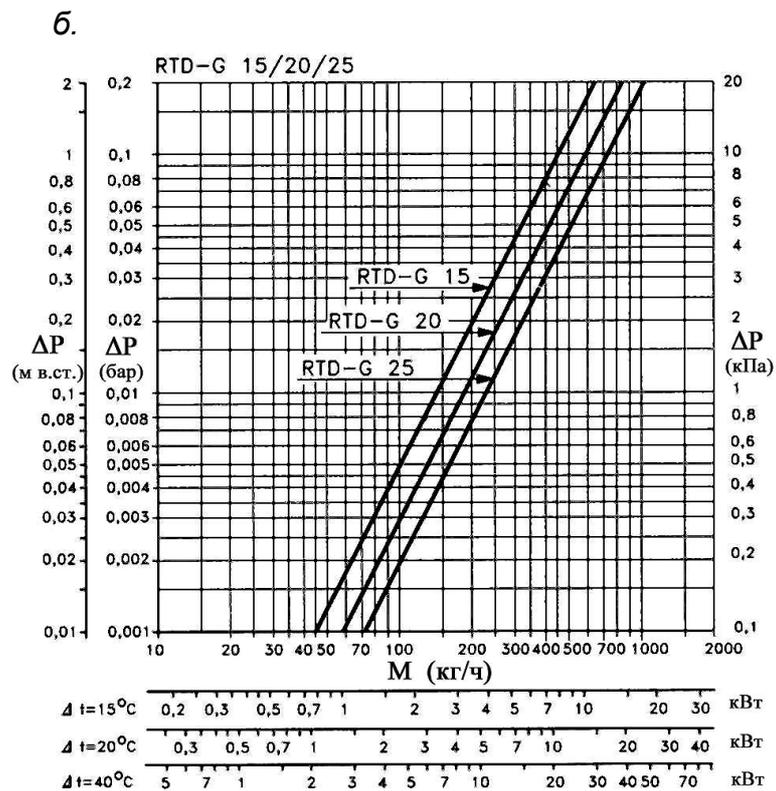
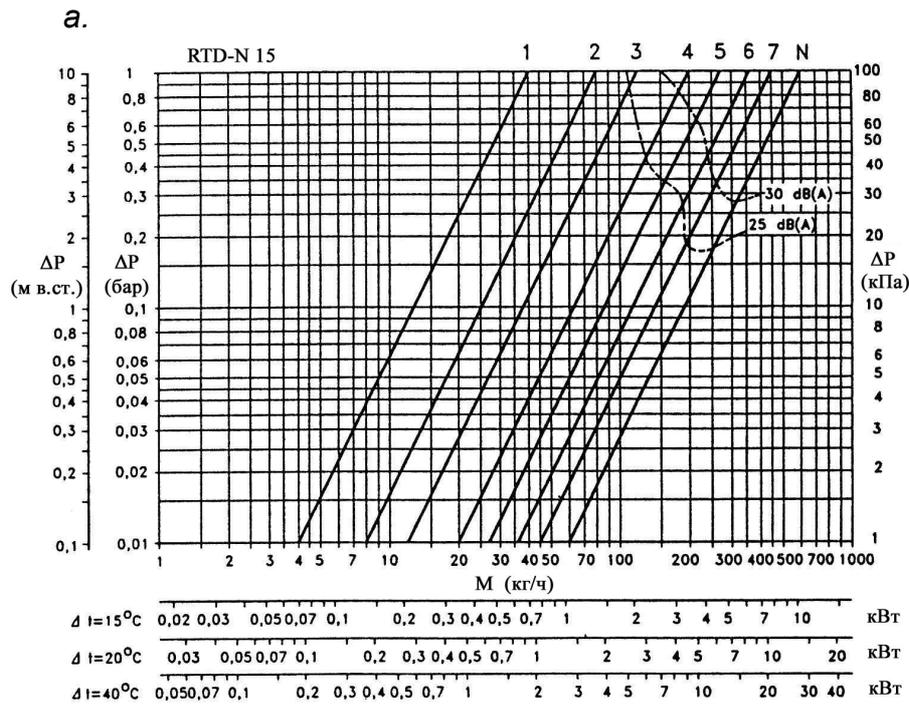


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики терморегуляторов фирмы «Данфосс»:
 а – RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
 б – RTD-G для гравитационных и насосных однострунных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при настройке на режим 2K)

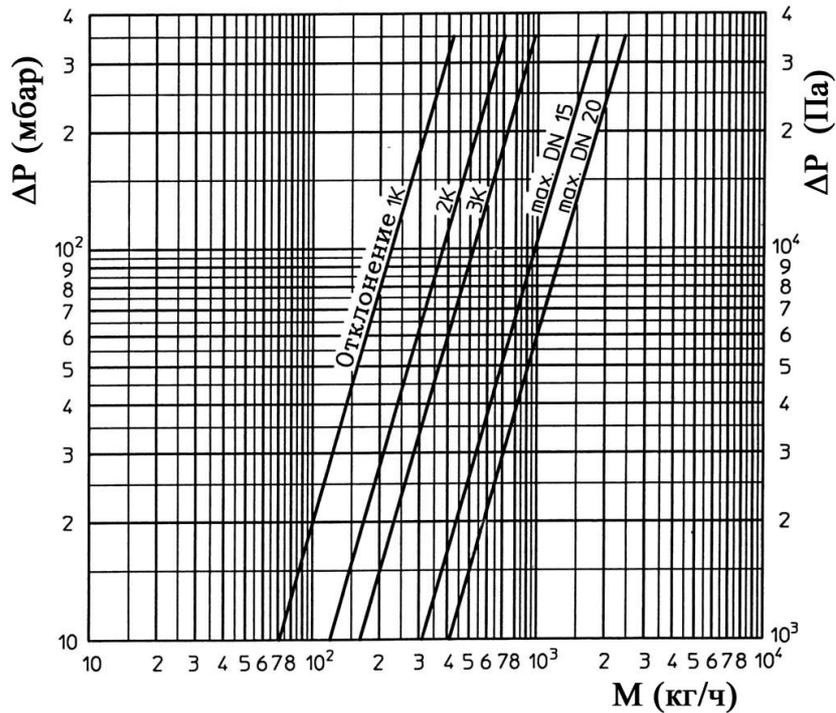


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики терморегуляторов серии «М» фирмы «Oventrop» при различных режимах настройки

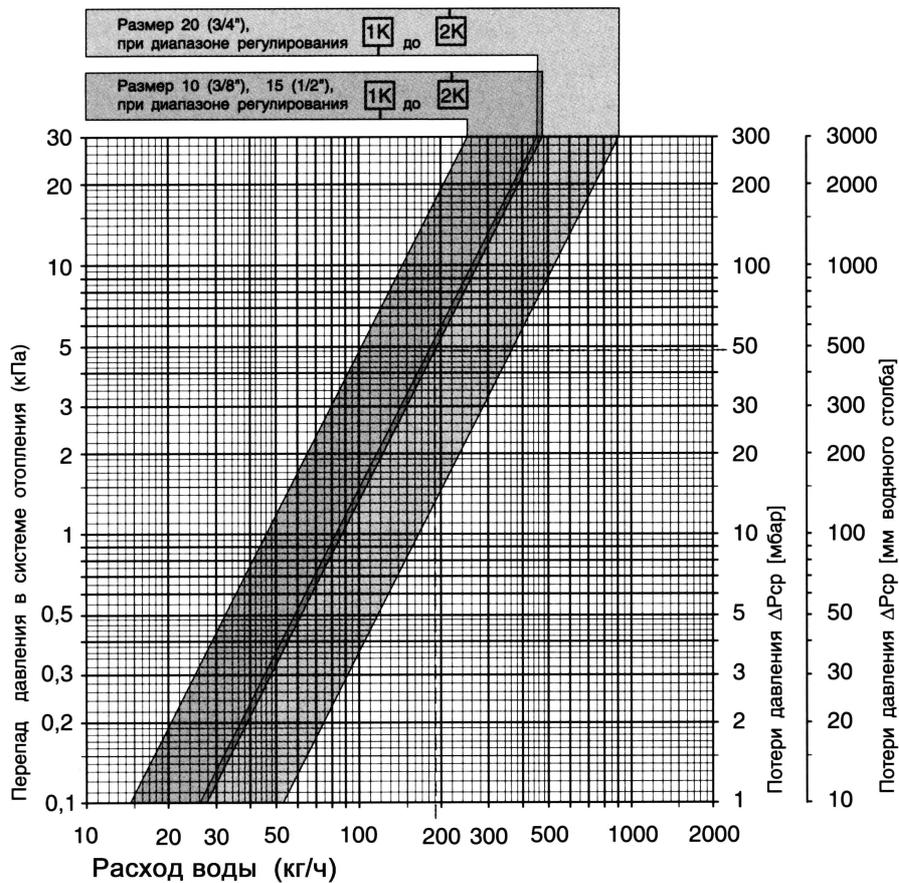


Рис. 2.4. Характеристики терморегуляторов уменьшенного гидравлического сопротивления фирмы «Heimeier»

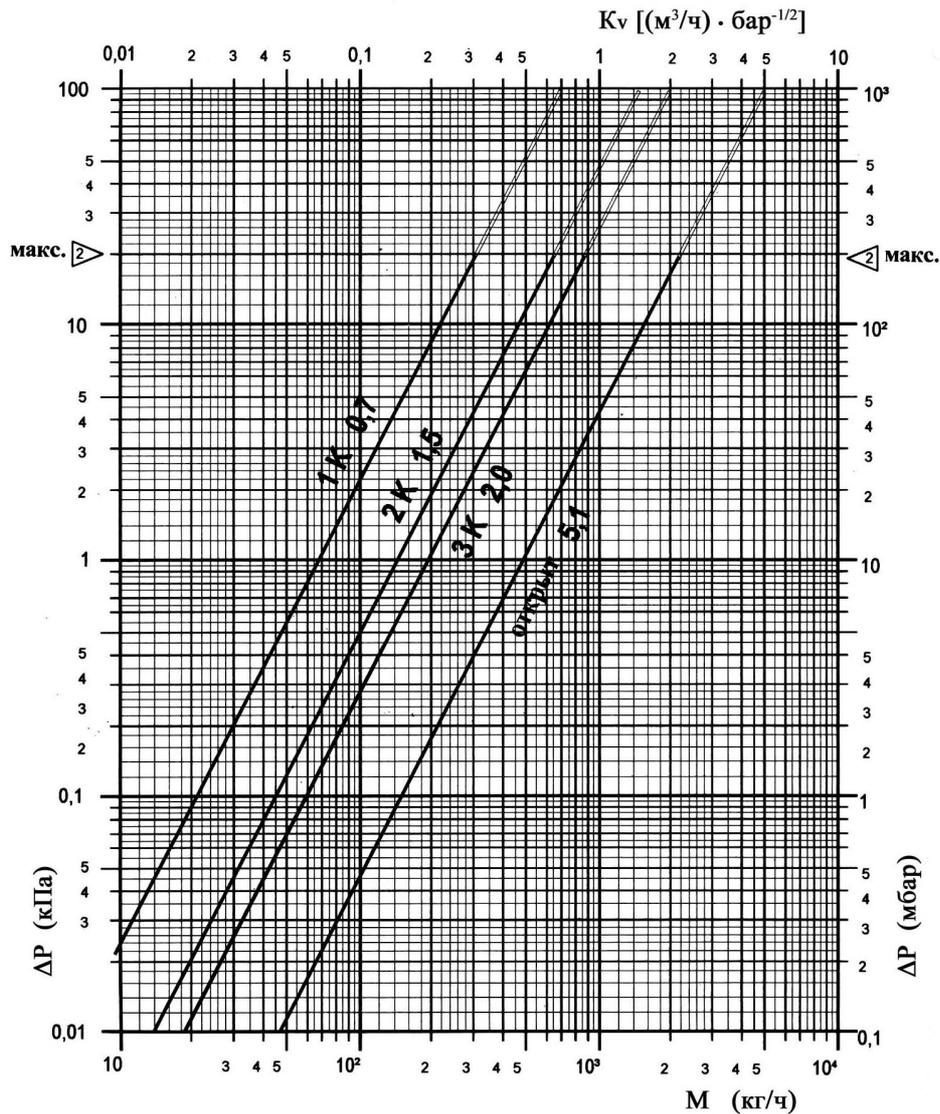


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

В однотрубных системах отопления с радиаторами «САНТЕХПРОМ БМ» целесообразно применять трёхходовые терморегуляторы, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые терморегуляторы фирм «HERZ Armaturen», «Oventrop» и др., у которых оси термостатических элементов перпендикулярны плоскости стены. 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 теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

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

На рис. 2.1 и 2.5 на пересечении кривых, характеризующих зависимость

гидравлического сопротивления терморегуляторов от расхода воды, с линией $\Delta P=1$ бар указаны значения расходных коэффициентов K_v $[(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с $K_v \geq 1,2$ [11].

При определении K_v в первом приближении принимали, что 1 м^3 воды характеризуется массой в 1 тонну. В общем случае более корректно вместо «объёмного» расходного коэффициента K_v принимать обозначение массового расходного коэффициента K_M с размерностью $[(\text{т}/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$.

На рис. 2.1, 2.2 (а) и 2.5 стрелками или пунктиром показано, при каких расходах воды уровень звука терморегуляторов не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на терморегуляторе не превышает 0,015-0,03 МПа (1,5-3 м вод. ст.) Отметим, что для обеспечения нормальной работы терморегулятора перепад давления на нём должен быть не менее 0,003-0,005 МПа (0,3-0,5 м вод. ст.) [11].

В случае нижнего подключения радиаторов следует дополнительно учитывать гидравлические характеристики присоединительной гарнитуры.

На основе графиков рис. 2.1, 2.2а и 2.5 с целью не превышения допустимых шумовых характеристик в жилых помещениях рекомендуется подбирать терморегуляторы и проверять их преднастройку таким образом, чтобы максимальный перепад давлений теплоносителя в отопительном приборе или на группе последовательно соединённых приборов не превышал 0,02–0,025 МПа (2–2,5 м вод. ст.) при характерных для отечественной практики перепадах температур (обычно до 25°C) и при соответствующих расходах теплоносителя. Как правило, эта рекомендация выполняется, если мощность одного прибора или их группы не превышает 5-8 кВт. Чтобы исключить перепады давления свыше 0,025 МПа (2,5 м вод. ст.), можно применять терморегуляторы пониженного сопротивления с настройкой на режим 2К или 3К или устанавливать ручные регуляторы с учётом их полного открытия в расчётный период.

2.8. Анализ таблиц 2.3 и 2.4 и рисунков 2.1 и 2.2 показывает, что преднастройка терморегуляторов для двухтрубных систем отопления обеспечивает очень широкий диапазон перепадов давлений в расчётном режиме настройки. Обращаем внимание, что получение больших значений перепадов давлений при монтажной преднастройке на 1 и 2 позиции обеспечивается крайне малым зазором для прохода теплоносителя. Это зачастую приводит к засорению терморегулятора и аварийным ситуациям. Поэтому при преднастройке на 1 и 2 позиции перед терморегулятором требуется обязательная установка фильтра, хотя бы постоянного. Поскольку в отечественной практике установка фильтра, как правило, не предусматривается, мы не рекомендуем проектирование и наладку системы отопления с преднастройкой терморегуляторов на 1 и 2 позиции.

Для обеспечения наладки двухтрубной системы отопления целесообразно, как указывалось в п. 1.30, использовать более надёжный в эксплуатации вариант подбора запорной и регуливающей арматуры, а именно, сочетание простейшего терморегулятора без преднастройки на подающей подводке и запорно-регулирующего клапана на обратной. Следует заметить, что в этом случае реально возможно обеспечить пропорциональную регулировку температурного режима в отапливаемом помещении за счёт соответствующего поворота маховика термостатического элемента. Отметим, что терморегуляторы с преднастройкой на 1 и 2 позиции из-за определяющего гидравлического сопротивления устройства преднастройки работают фактически в двухпозиционном режиме («открыто» - «закрыто») с превышением заданной температуры на 2°C (при настройке терморегулятора на режим 2К).

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

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

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

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

2.10. Значения коэффициентов затекания для радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» при различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{з\у}$) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке терморегуляторов на подводке представлены в табл. 2.5.

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

Для установки на подводках к радиаторам используются терморегуляторы RTD-G 15 (кодировый № 013L3743 - угловой и 013L3744 - прямой), RTD-G 20 или RTD-G 25, «HERZ-TS-E» (марка 1 7723 11 с $X_p=0,44$ мм) или тот же терморегулятор с новой моделью термоэлемента HERZ 7262 (с $X_p=0,7$ мм) или «М» (артикул 118 54 04). Заметим, что гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) терморегуляторов указанных моделей практически совпадают.

2.11. Коэффициенты затекания при установке терморегуляторов определены, как указывалось, при их настройке 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 случаев применения ручных кранов и клапанов (обычно на 15-23%).

Таблица 2.5. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$

Фирма-изготовитель и тип регулирующей арматуры	Значения $\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{з\у} \times d_{п}$ (мм)		
	15x15x15	20x15x15	20x15x20
Фирма «Данфосс», тип RTD-G 15 с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	0,24	0,195	0,265
Фирма «Данфосс», тип RTD-G 20 с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	-	-	0,28
Фирма «HERZ Armaturen», тип « HERZ-TS-E » с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,25	0,2	0,252
Фирма «HERZ Armaturen», тип « HERZ-TS-E » с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм (*)	0,37	0,245	0,375
Фирма «Oventrop», тип AZ с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,21	0,175	0,22
Фирма «Oventrop», тип M с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,23	0,19	0,245
Фирма «Heimeier», специальный термостат с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,22	0,185	0,24

(*) с термостатическим элементом **HERZ 7262**

2.12. ОАО «САНТЕХПРОМ», как указывалось, освоил производство радиаторных узлов (см. рис. 1.6) с подводками условным диаметром dy_{20} мм, смещённым замыкающим участком с dy_{15} мм и приваренным к подводке стальным проходным терморегулятором фирмы «Данфосс» (рис. 1.6). В этом случае при использовании термоэлемента с $X_p=0,66$ мм можно принимать коэффициент затекания в среднем равным $\alpha_{пр} = 0,2$. Значения коэффициентов местного сопротивления узла прибора представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6. Усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления узлов с радиаторами «САНТЕХПРОМ БМ»

Положение клапана	Коэффициент местного сопротивления ζ
Полное открытие	6,54
Открыт на 0,66 мм (2К)	9,17
Полное закрытие	16,76

2.13. 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 [12], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.14. 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 [6], [8], [9], 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 равным 1,015 у радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» с $H_m=300$ мм и 1,045 у радиатора с $H_m=500$ мм, а второй - β_2 определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения: при установке у наружной стены $\beta_2=1,018$, у наружного остекления $\beta_2=1,065$.

3.3. При подборе радиаторов, оснащённых автоматическими терморегуляторами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителя, а

также согласно европейским стандартам теплотери, определённые по российским методикам [8], [9], следует увеличивать в 1,15 раза для жилых помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [4], [13], [14].

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

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = Q_{ny} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = \\ = K_{ny} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p , \quad (3.1)$$

где

Q_{ny} - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию q_{ny} (см. табл. 1.1), на количество секций в приборе N , Вт (при количестве секций в приборе от 2 до 15 шт. значения Q_{ny} приведены в табл. 1.2);

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, как правило, равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении t_a , °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. 3.1);

n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по таб. 3.1);

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. 3.2);

β_3 - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 3.3);

p - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи радиатора от числа секций в нём при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 3.4); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз» $p=1$ (только для радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ»);

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

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

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

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

где 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 .

3.5. Коэффициент теплопередачи радиатора K , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \quad (3.4)$$

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «САНТЕХПРОМ БМ» и их модификаций значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и M_{np} , но также от длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены. При движении воды в радиаторе «САНТЕХПРОМ БМ» по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по одной-двум секциям, ближайшим к подводным боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводными теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент p , приведённый в табл. 3.4.

3.7. В случае, когда радиаторы «САНТЕХПРОМ БМ» с количеством секций больше 18 в насосных системах отопления и больше 10 в гравитационных не удаётся подключить по «диагональной схеме» или по схеме «снизу-вниз», необходимо дополнительно учитывать снижение эффективности теплообмена в среднем на 10% при общем количестве секций в приборе в пределах соответственно 19 – 30 и 11 – 20.

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 3.

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

Таблица 3.1. Значения показателей степени n и m и коэффициента c , усреднённые для температурных напоров в пределах 45 – 95°C и расходов теплоносителя в пределах 0,015 – 0,15 кг/с (54 – 540 кг/ч)

Схема движения теплоносителя	Монтажная высота радиатора H_m , мм	n	m	c	p
Сверху-вниз	300	0,25	0,04	1	1
	500	0,3	0,04	1	
Снизу-вверх	300	0,3	0,07	0,9	См. табл. 3.4
	500	0,33	0,07	0,85	
Снизу-вниз	300	0,25	0,015	0,94	1
	500	0,3	0,015	0,94	

Таблица 3.2. Усреднённые значения поправочного коэффициента b

Монтажная высота радиатора, мм	Значения b при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)								
	920 (690)	933 (700)	947 (710)	960 (720)	973 (730)	987 (740)	1000 (750)	1013,3 (760)	1040 (780)
300	0,967	0,972	0,975	0,98	0,985	0,991	0,994	1	1,007
500	0,957	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	0,993	1	1,012

Таблица 3.3. Усреднённые значения коэффициента β_3 , учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток

Монтажная высота радиатора, мм	Значения β_3 при количестве секций в радиаторе							
	3	4	5 – 7	8 – 10	11 – 12	13 – 14	15 – 16	17 и более
300	1,025	1,015	1,01	1	0,99	0,98	0,96	0,93
500	1,045	1,02	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,92

Таблица 3.4. Усреднённые значения поправочного коэффициента p при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

Монтажная высота радиатора, мм	Значения p при количестве секций в радиаторе					
	3	4	5 – 7	8 – 10	11 – 14	15 и более
300	1,03	1,02	1,01	1	0,98	0,96
500	1,04	1,025	1,015	1	0,97	0,94

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 при различных схемах движения теплоносителя

$\Theta, \text{ }^\circ\text{C}$	Значения ϕ_1 для схем движения теплоносителя				$\Theta, \text{ }^\circ\text{C}$	Значения ϕ_1 для схем движения теплоносителя			
	Сверху-вниз и снизу-вниз		Снизу-вверх			Сверху-вниз и снизу-вниз		Снизу-вверх	
	$H_M=300$	$H_M=500$	$H_M=300$	$H_M=500$		$H_M=300$	$H_M=500$	$H_M=300$	$H_M=500$
44	0,56	0,547	0,547	0,539	68	0,964	0,963	0,963	0,962
46	0,592	0,579	0,579	0,572	70	1	1	1	1
48	0,624	0,612	0,612	0,605	72	1,036	1,037	1,037	1,038
50	0,657	0,646	0,646	0,639	74	1,072	1,075	1,075	1,077
52	0,69	0,679	0,679	0,673	76	1,108	1,113	1,113	1,116
54	0,723	0,714	0,714	0,708	78	1,145	1,151	1,151	1,155
56	0,757	0,748	0,748	0,743	80	1,182	1,19	1,19	1,194
58	0,791	0,783	0,783	0,779	82	1,219	1,228	1,228	1,234
60	0,825	0,818	0,818	0,815	84	1,256	1,267	1,267	1,274
62	0,859	0,854	0,854	0,851	86	1,293	1,307	1,307	1,315
64	0,894	0,89	0,89	0,888	88	1,331	1,346	1,346	1,356
66	0,929	0,926	0,926	0,925	90	1,369	1,386	1,386	1,397

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента ϕ_2 в зависимости от расхода теплоносителя $M_{пр}$ через радиатор при различных схемах движения теплоносителя

$M_{пр}$		Значения ϕ_2 для схем движения теплоносителя			
		Сверху-вниз		Снизу-вверх	
кг/с	кг/ч	$H_M=300$ и 500	$H_M=300$	$H_M=500$	$H_M=300$ и 500
0,01	36	0,912	0,766	0,723	0,908
0,015	54	0,927	0,788	0,744	0,914
0,02	72	0,938	0,804	0,759	0,918
0,025	90	0,946	0,817	0,771	0,921
0,03	108	0,953	0,827	0,781	0,923
0,035	126	0,959	0,836	0,79	0,925
0,04	144	0,964	0,844	0,797	0,927
0,05	180	0,973	0,857	0,81	0,93
0,06	216	0,98	0,868	0,82	0,933
0,07	252	0,986	0,878	0,829	0,935
0,08	288	0,991	0,886	0,837	0,937
0,09	324	0,996	0,893	0,844	0,939
0,1	360	1,0	0,9	0,85	0,94
0,125	450	1,009	0,914	0,863	0,942
0,15	540	1,016	0,926	0,874	0,946

4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления с радиаторами «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-300. Радиатор установлен под окном (длиной 1200 мм) на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и терморегулятором фирмы «Данфосс» типа RTD-G 15 на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх».

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 $M_{ст}=480$ кг/ч (0,133 кг/с).

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

Последовательность теплового расчёта

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

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

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

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

В нашем примере, согласно п.3.8, принимаем $Q_{мп.п} = 0,9Q_{мп.г}$,

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

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

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{мп.п}$ 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.

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

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

По табл. 2.5 принимаем значение коэффициента затекания 0,24.

Расход воды через прибор равен $M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{ст} = 0,24 \cdot 0,133 = 0,032$ кг/с.

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него Δt_{np} определяется по формуле

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,032} = 7,1^\circ\text{C} \quad (4.3)$$

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

Температурный напор Θ определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 3,55 - 20 = 81,45^\circ\text{C}.$$

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p} = \frac{952}{1,218 \cdot 0,831 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 941 \text{ Вт}, \quad (4.4)$$

где φ_1 , φ_2 , b , β_3 и p – безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.2 - 3.6, с учётом предварительной оценки количества секций в радиаторе (8 или более).

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} , определяем количество секций в радиаторе N по формуле

$$N = \frac{Q_{ny}^{mp}}{q_{ny}} = \frac{941}{121} = 7,8 \text{ шт.} \quad (4.5)$$

Напомним, что с учётом рекомендаций [6] 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. К установке следует принять $N_{уcт}=8$ шт., $Q_{ny}=968$ Вт, т.е. **радиатор «САНТЕХПРОМ БМ» РБС-300-8-968**.

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = [(968 - 941) : 941] \cdot 100 = 2,9\% \quad (4.6)$$

5. Указания по монтажу биметаллических секционных радиаторов ОАО «САНТЕХПРОМ» и основные требования к их эксплуатации

5.1. Монтаж биметаллического секционного радиатора «САНТЕХПРОМ БМ» и его модификаций производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [15] и настоящих рекомендаций.

5.2. Радиаторы, как указывалось, поставляются окрашенными в сборе. Рекомендуется заказ на количество секций в приборе ориентировать только на заводскую сборку по спецификации заказчика.

Пробки и подводки для донного подсоединения монтируются у заказчика.

Поставка радиаторов **заводской сборки** по спецификации заказчика осуществляется непосредственно с завода или со склада в Москве.

При необходимости перегруппировки радиаторов следует учитывать, что она должна выполняться на высоком профессиональном уровне: зеркала головок секций должны быть тщательно, но осторожно очищены от старых прокладок, вместо которых должны быть установлены качественные новые фирменные, стяжка секций должна осуществляться без перекосов и быть плотной. Резьба ниппелей и пробок должна входить в зацепление с резьбой головки радиатора не менее чем на 4 нитки. Монтаж пробок рекомендуется осуществлять динамометрическими ключами. При сборке секций с помощью стальных ниппелей и плоских прокладок крутящий момент затяжки не должен превышать 100 Н·м. Использование пеньки или подобного материала в качестве уплотнительного категорически запрещается. Секции радиаторов со срезанной резьбой в головках не являются ремонтнопригодными и должны быть заменены на новые.

После перегруппировки радиатор необходимо испытать на герметичность. Радиаторы «САНТЕХПРОМ БМ» и «САНТЕХПРОМ БМН» испытывают избыточным давлением не менее 2,4 МПа, а радиаторы со встроенным терморегулятором «САНТЕХПРОМ БМН Авто» избыточным давлением не менее 1,5 МПа.

5.3. Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен или на чистом полу с использованием фирменных стоек.

5.4. Радиаторы следует устанавливать на расстоянии не менее 25 мм от поверхности оштукатуренной стены.

5.5. Монтаж радиаторов, устанавливаемых на стене, необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- удалить упаковку только в необходимых для монтажа местах;
- закрепить кронштейны на стене дюбелями и шурупами с предварительным сверлением отверстий в стенах под дюбели или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);
- установить радиатор на кронштейнах так, чтобы головки радиатора (между соседними секциями) легли на крюки кронштейнов;
- соединить радиатор с подводными теплопроводами системы отопления, оборудованными на подводке краном, клапаном или термостатом;
- при необходимости установить воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводки стороны (в радиаторы «САНТЕХПРОМ БМН» и «САНТЕХПРОМ БМН Авто» обязательно);
- после окончания монтажа следует снять остатки упаковочных гофрокартона и плёнки.

5.6. При напольной установке радиатора стойки (рис. 1.4) предварительно жёстко крепят к полу, а затем на них устанавливают радиатор и подключают его к подводящим теплопроводам непосредственно или через запорно-регулирующую арматуру.

5.7. При монтаже настенных и напольных 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 (меньше 40 мм не допускается);

- установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 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 (минимально 50 мм при глубине подоконника, равном глубине 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 терморегулятора с автономным датчиком.

При оснащении радиаторов автоматическими терморегуляторами не рекомендуется размещать автономные термостатические элементы на расстоянии менее 150 мм от проёма балконной двери и менее 200 мм от низа подоконника. В этих случаях следует использовать терморегуляторы с выносным датчиком.

5.8. При монтаже запрещается устанавливать радиаторы тыльной стороной вперёд. Следует учитывать, что такая установка при наличии подоконника приводит к снижению теплоотдачи радиатора в среднем на 5%. Если подоконник отсутствует и зазор между радиатором и стеной не менее 25 мм, теплоотдача практически не снижается, но возможно появление следов пыли на стене над радиатором.

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

5.10. В процессе эксплуатации следует производить очистку радиатора в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода. Для чистки радиатора и термостатического элемента следует пользоваться только мягкой тряпкой или губкой и мыльной тёплой водой, затем смыть мыло и тщательно вытереть поверхности насухо. При очистке радиаторов нельзя использовать химически активные или абразивные материалы.

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

5.12. В тех случаях, когда запорная арматура устанавливается на обеих подводках к радиатору, **во избежание аварийной ситуации не допускается полное перекрытие заполненного водой радиатора без обязательного в этом случае открытия воздухоотводчика.** Допускается при установке радиаторов монтировать запорную арматуру только на нижней подводке, так как при за-

крытии этой арматуры радиатор остаётся заполненным водой при сливе её из стояка.

5.13. При оснащении терморегуляторов термостатическими элементами для снижения их стоимости можно использовать термоэлементы с датчиками, заполненными твёрдым наполнителем (воском), например, типа T100M-364 фирмы «Honeywell».

5.14. При монтаже термостатического элемента следует предварительно повернуть настроечную рукоятку термоэлемента до упора в направлении максимальной позиции, затем надеть термоэлемент на корпус терморегулятора так, чтобы выступы основания термоэлемента вошли в шлицы корпуса, зафиксировать термоэлемент гайкой при помощи динамометрического ключа с моментом затяжки 6 - 10 Н·м.

Термостатический элемент в условиях эксплуатации должен настраиваться на требуемую температуру в отапливаемом помещении поворотом его рукоятки с нанесённой на неё круговой шкалой. Для этого необходимо повернуть настроечную рукоятку до совмещения нужного индекса на шкале рукоятки с меткой на корпусе термостатического элемента. По истечении одного часа проверить температуру воздуха в помещении с помощью комнатного термометра. Если температура воздуха будет отличаться от значения, заданного на термостатическом элементе, скорректировать положение настроечной рукоятки.

Указанные величины температуры в °С являются только ориентировочными, так как фактическая температура в помещении часто отличается от температуры воздуха вокруг термоэлемента и зависит от условий его размещения (см. п. 1.30).

Термочувствительный элемент не должен находиться при температуре выше 60°С.

5.15. Не рекомендуется опорожнять систему отопления с отопительными приборами более чем на 15 дней в году.

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

5.17. Рекомендуется, чтобы содержание кислорода в воде систем отопления не превышало 20 мкг/дм³ [3], [16], а значения рН находилось в пределах 8,0-9,5, оптимально в пределах 8,3 - 9,0.

Содержание в воде железа (до 0,5 мг/дм³) и других примесей - согласно [3], общая жёсткость - до 7 мг-экв/ дм³.

5.18. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка дополнительных грязевиков, а в случае применения термостатов ещё и фильтров, в том числе и постоянных. В общем случае количество взвешенных веществ не должно превышать 5 мг/ дм³.

5.19. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе «САНТЕХПРОМ БМ» и «САНТЕХПРОМ БМН» 1,6 МПа, а в радиаторах «САНТЕХПРОМ БМН Авто» - 1 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 [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 автоматических терморегуляторов, рассчитанных на максимальное рабочее избыточное 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.

Испытание на герметичность системы отопления с установленными в ней радиаторами «САНТЕХПРОМ БМ» при необходимости допускается выполнять воздухом избыточным давлением 0,15 МПа [15].

5.20. Каждый радиатор с нижним подключением, а также радиатор, присоединённый по схеме «снизу-вниз», как указывалось, необходимо оснащать воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

Удаление воздуха через воздухоотводчик допускается только через запорный винт с помощью специального ключа или отвёртки. Не допускается с этой целью вывинчивать корпус воздухоотводчика во избежание нарушения герметичности радиатора в период его эксплуатации.

5.21. Автоматические воздухоотводчики следует устанавливать только при наличии грязевиков и фильтров. При этом устанавливать такие воздухоотводчики следует так, чтобы движение поплавка, расположенного в головке радиатора, происходило только в вертикальной плоскости. Если это правило выполнить не удаётся, нужно применять ручные воздухоотводчики. Отметим, что в предохранительных клапанах «Absolut» и их аналогах применяются ручные воздухоотводчики, а применение этих клапанов является обязательным, если в качестве запорной арматуры у прибора использованы шаровые краны.

5.22. При характерных для России расчётных параметрах теплоносителя (обычно выше 85°C) не допускается в качестве теплопроводов системы отопления использовать трубы с внутренней оцинковкой.

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

5.24. Использование незамерзающего теплоносителя (антифриза) в системах отопления с радиаторами «САНТЕХПРОМ БМН Авто» требует предварительного согласования с изготовителем или поставщиком терморегуляторов.

В случае согласия изготовителей терморегуляторов на их эксплуатацию в системах отопления, заполненных антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений шелковистым льном. Рекомендуется для этой цели использовать гермесил или анаэробные герметики, например, типа Loctite 542 и/или Loctite 55.

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

5.25. При необходимости снятия отопительного прибора, например, для его ремонта или замены можно использовать терморегулятор в качестве запорной арматуры только при выполнении работ в следующей последовательности:

- снять термостатический элемент;
- специальным металлическим или упрочнённым пластмассовым колпачком закрыть полностью терморегулятор;
- снять отопительный прибор;
- со стороны снятого прибора на терморегулятор установить заглушку.

Если эти требования не будут выполняться, то следует предусмотреть перед терморегулятором (по ходу теплоносителя) установку шарового крана. Запорный и запорно-регулирующий клапан установки дублирующего шарового крана не требуют.

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

5.27. При соблюдении требований настоящих рекомендаций и ТУ 4935-008-03989804-2007 долговечность (срок службы) радиаторов - не менее 25 лет эксплуатации.

6. Список использованной литературы

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
2. Рекомендации по применению биметаллических секционных отопительных радиаторов «Сантехпром БМ», изготавливаемых ОАО «Сантехпром» (вторая редакция)/ В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, В. Д. Кушнир. - М.: ООО «Витатерм», НИИСантехники, 2001.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Стандарт АВОК. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. СТО НП «АВОК» 4.2.2-2006. – М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2006.
5. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
6. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
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.Старовойрова.- М.: Стройиздат, 1990.
9. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
10. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
11. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
12. 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.
13. EN 12831-2006. Отопительные установки в зданиях. Методы расчёта проектной тепловой нагрузки. Варшава, 2007.
14. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
15. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
16. 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, 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 коэффициенты 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

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

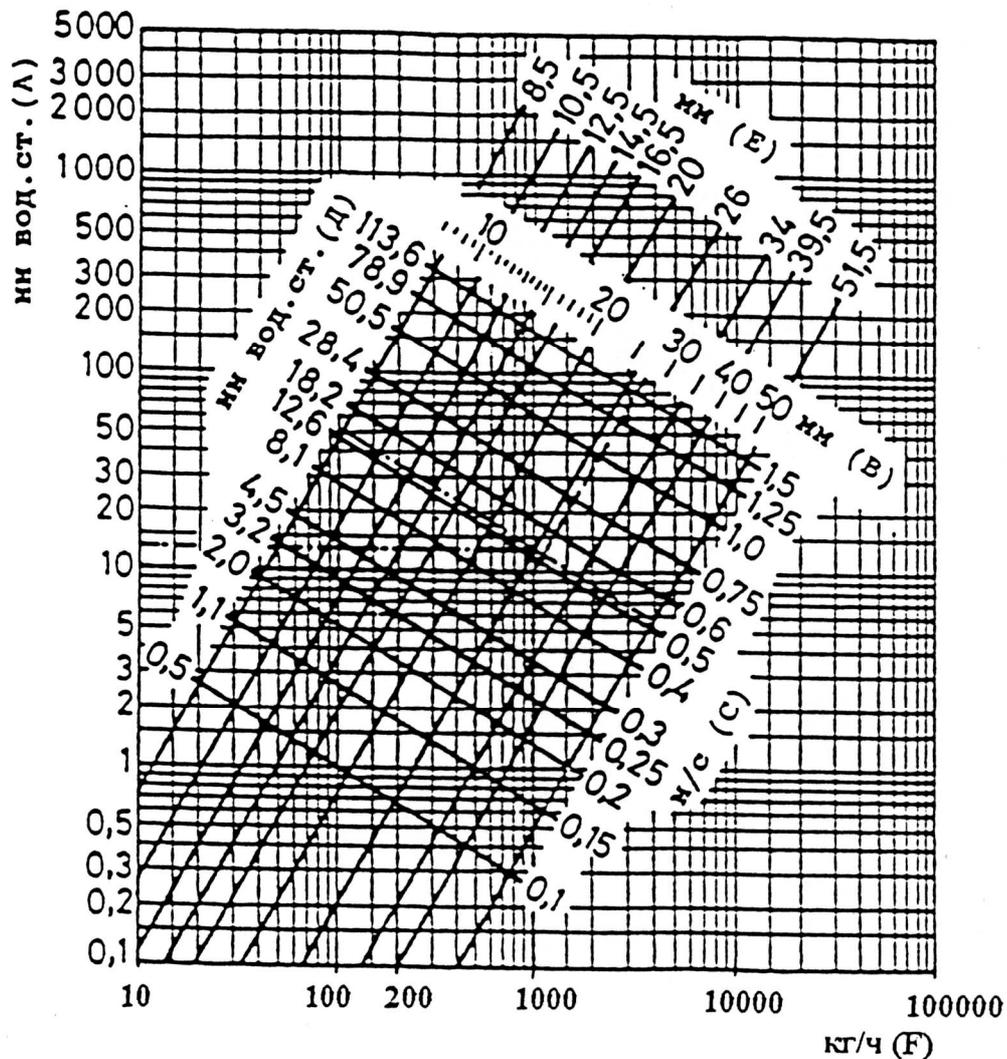
где $\varphi_{4(50)}$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

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**



- A** – потери давления на трение в медных трубах 1 м при температуре теплоносителя 40°C, мм вод. ст.;
- B** – внутренние диаметры медных труб, мм;
- C** – скорость воды в трубах, м/с;
- D** – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления $\zeta=1$ и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;
- E** – внутренние диаметры медных труб, характерные для западноевропейского рынка, мм;
- F** – расход воды через трубу, кг/ч.

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

Приложение 3

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

d_y , мм	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.

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

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

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

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

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

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

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

9. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, $\rho_{бет} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) увеличивается в среднем в 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.