

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ  
СЕКЦИОННЫЕ РАДИАТОРЫ

# Radena bimetall

ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Fe  
+  
Al



# Radena<sup>®</sup> bimetall

## БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РАДИАТОРЫ

*Эволюция тепла!*

ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ТЕПЛОТДАЧИ

МАКСИМАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ  
И ДЛИТЕЛЬНЫЙ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ  
ДОЛГОВЕЧНОЕ ПОКРЫТИЕ

СТИЛЬНЫЙ  
ЕВРОПЕЙСКИЙ ДИЗАЙН

БЕЛОСНЕЖНЫЙ ЦВЕТ

**ПРОЧНОСТЬ**  
ОСНОВА - СТАЛЬНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

**МАКСИМУМ**

**ТЕПЛОТДАЧА**  
АЛЮМИНИЕВЫЙ КОРПУС



[www.radena.ru](http://www.radena.ru)

Radena  
bimetall

### РЕКОМЕНДАЦИИ

(сокращенный вариант)

по применению биметаллических секционных  
радиаторов RADENA BIMETALL

Разработано

Нач. лаборатории испытаний

АНО «Сертификационный центр «Регион-Эксперт»

пер. №РОССТУ.0001.11МЛ



Москва – 2014

Предлагаем Вашему вниманию сокращенный вариант рекомендации по применению в системах отопления литых биметаллических секционных радиаторов, разработанных в Италии (завод Galetti S. p.A.) в соответствии с европейскими стандартами и с учетом опыта успешной эксплуатации радиаторов в России.

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», содержат тепловые характеристики секционных радиаторов при их присоединении к теплопроводам системы отопления по схемам «сверху-вниз», «снизу-вверх» и «снизу-вниз».

Проведенные испытания показали высокую прочность и отличные эксплуатационные характеристики радиаторов RADENA BIMETALL.

Гарантия производителя — 15 лет.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b> .....	4
<b>2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАТОРОВ RADENA BIMETALL</b> .....	4
<b>3. МОНТАЖ РАДИАТОРА</b> .....	9
<b>4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ</b> .....	11
<b>5. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ</b> .....	12
<b>6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ</b> .....	16
<b>УСЛОВИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА</b> .....	16
<b>ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА</b> .....	16
<b>7. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ РАДИАТОРОВ RADENA BIMETALL И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ</b> .....	17
<b>8. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ К РАДИАТОРАМ RADENA BIMETALL</b> .....	20

## 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Биметаллические радиаторы (рис. 1) получили широкое распространение в России и зарекомендовали себя как надежные приборы отопления с великолепным дизайном.

Этот тип радиаторов, в основном, применяется для высотного строительства. В настоящее время радиаторы постоянно совершенствуются, улучшаются их потребительские свойства. Вашему вниманию предлагаются последние разработки завода Galetti S. p.A. — радиаторы RADENA BIMETALL (CS500, CS350, CS150 и VC500).

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАТОРОВ RADENA BIMETALL

Биметаллические секционные радиаторы RADENA BIMETALL - отопительные приборы повышенной прочности с монтажной высотой 500 мм или 350 мм, с шагом 80 мм.

RADENA BIMETALL - это секционный радиатор, состоящий из отдельных секций, собранных с помощью межсекционных стальных ниппелей и паронитовых прокладок.

Внутренняя часть секции - трубный сварной каркас из углеродистой стали (типа Ст.3): вертикальной трубы DN 20

Радиаторы могут использоваться для отопления офисных и жилых помещений, производственных помещений различного назначения. Радиаторы обладают достоинствами стальных трубчатых радиаторов по прочности и алюминиевых радиаторов по дизайну и теплоотдаче.

При составлении данных рекомендаций использовались данные завода производителя Galetti S. p.A. и нормативная документация, действующая на территории России.

мм с толщиной стенки 2 мм и горизонтальной трубы DN 38 мм толщиной 4 мм, обеспечивает прочность радиатора, длительный срок эксплуатации и служит каналом для протока теплоносителя. Трубы автоматически сварены между собой с высокой точностью в среде аргона. Стальной каркас исключает контакт теплоносителя с алюминиевой оболочкой и, таким образом, отсутствуют условия для электрохимической коррозии конструкции.

Стальной каркас заключен в оболочку из высокопрочного алюминиевого сплава, который формируется методом литья под давлением. Алюминиевая оболочка формирует дизайн радиатора, ее вертикальные ребра обеспечивают высокую

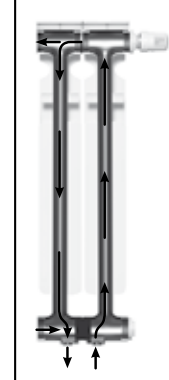


Таблица 2.1. Технические характеристики.

Наименование параметров	Ед.изм.	CS150	CS350	CS500	VC500
Рабочее давление	Атм.	25	25	25	25
Испытательное давление	Атм.	40	40	40	40
Давление на разрыв	Атм.	90	90	90	90
Тепловая отдача одной секции	Вт	120	135	185	185
Температура теплоносителя	гр.С	110	110	110	110
Высота габаритная (а)	мм	241	403	552	552
Расстояние между осями отверстий (b)	мм	150	350	500	500
Глубина секции (с)	мм	120	85	85	85
Ширина секции (d)	мм	74	80	80	80
Резьба отверстий, внутренняя	Дюйм	1	1	1	1
Объем воды в секции	литр	0,1/0,13	0,16	0,22	0,22
Симметричность конструктивная		плоскостная	плоскостная	плоскостная	плоскостная
Ограничение показателя кислотности теплоносителя	рН	6-10,5	6-10,5	6-10,5	6-10,5

эффективность теплоотдачи. Секция имеет шестирядное вертикальное оребрение, определяющие геометрию воздушных каналов. Конвективная составляющая теплообмена радиатора преобладает над лучистой составляющей, что создает тепловую завесу от проникновения холодного воздуха, движущегося от окна и, тем самым, создает комфортные условия по всему объему отапливаемого помещения.

Рисунок 1.3. Вид радиатора RADENA BIMETALL VC500

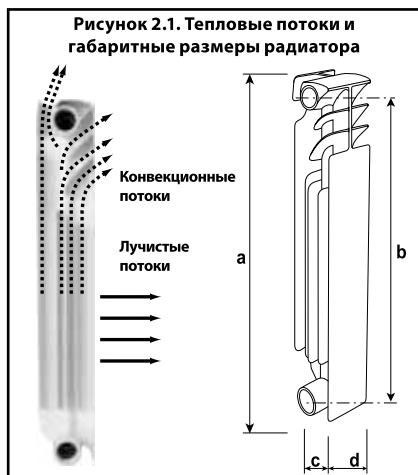


Радиатор окрашен в несколько слоев эпоксидным полиэстером, методом анафореза и электростатического напыления порошковой эмали. Базовый цвет радиатора – белый RAL 9016. По заказу возможна поставка радиаторов, окрашенных в другой цвет. Наружное покрытие выполнено согласно европейским требованиям по экологии,

безопасно для потребителей и не выделяет вредных веществ при работе отопительного прибора. Тип краски определяет рекомендованную изготовителем максимальную температуру теплоносителя – 110°C.

Необходимо обратить внимание на кислотность теплоносителя. Российские (РД 34.20.501-95) и европейские нормы значительно перекрыты, это позволяет применять радиаторы RADENA BIMETALL в водяных системах отопления с большим диапазоном рН 6-10,5. Плавный профиль верхних ребер радиатора и закругленное оформление верхней части секции обеспечивают травмобезопасность прибора, улучшают комфортные условия в отапливаемом помещении и, отводя нагретый воздух в сторону помещения, уменьшают опасность пылевых следов на стене, у которой установлен радиатор.

Высокая теплопроводность алюминиевого сплава и небольшой объем теплоносителя в секции характеризуют малую инерционность радиатора RADENA BIMETALL, что весьма важно при регулировании теплового потока



в отапливаемом помещении, особенно при оснащении системы отопления термостатами. Каждый радиатор RADENA BIMETALL тщательно упакован герметично затянутой воздушно-пузырьковой пленкой и картонной коробкой специального образца с указанием изготовителя и типа радиатора на ее внешней стороне.

Основные технические характеристики и размеры, отнесенные к одной секции радиатора RADENA BIMETALL, представлены в табл. 2.1, 2.2 и на рис. 2.1.

Приведенные в табл. 2.1 тепловые характеристики радиаторов RADENA BIMETALL определены согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов с водой в качестве теплоносителя и требованиям СИ 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  $M_{пр}=0,1$  кг/с (360 кг/ч), при его движении по схеме "сверху-вниз" и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Гидравлические характеристики радиаторов RADENA BIMETALL получены при подводах с условным диаметром 15 и 20 мм, согласно методике "САНПРОС", позволяющей определять приведенные коэффициенты сопротивления  $\Theta_{ну}$  и характеристики сопротивления  $\zeta_{ну}$  при нормальных условиях (при  $M_{пр}=0,1$  кг/с через прибор) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных гладких (новых) труб на подводах к испытываемым приборам достигают значений, соответствующих эквивалентной шероховатости, равной 0,2 мм и принятой в качестве расчетной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления. Усредненные гидравлические характеристики радиаторов приведены в разделе 4.

Представленные в табл. 2.2 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз». Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам EN 442-2, в целом отвечающим германским DIN 4704, испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления зарадиаторного участка. Отечественные же нормы запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления зарадиаторного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Зарубежные приборы испытываются обычно при перепаде температур теплоносителя  $75-65^{\circ}\text{C}$  (ранее при перепаде  $90-70^{\circ}\text{C}$ ), характерном для двухтрубных систем отопления. При этом расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при

Таблица 2.2. Основные технические характеристики радиаторов RADENA BIMETALL.

Radena Bimetalл CS500/85 и VC500/85										
Межосевое расстояние (B) 500 мм, высота (A) 552 мм, глубина (C) 85 мм (рис. 2.1)										
Количество секций	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина (D), мм	80	320	400	480	560	640	720	800	880	960
Вес, кг	1,95	7,8	9,75	11,7	13,65	15,6	17,55	19,5	21,45	23,4
Емкость, л	0,22	0,88	1,1	1,32	1,54	1,76	1,98	2,2	2,42	2,64
Теплоотдача (при $Q 70^{\circ}\text{C}$ ), Вт	185	740	925	1110	1295	1480	1665	1850	2035	2220
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	1,85	7,4	9,25	11,1	12,95	14,8	16,65	18,5	20,35	22,2

Radena Bimetalл CS350/85										
Межосевое расстояние (B) 350 мм, высота (A) 403 мм, глубина (C) 85 мм										
Количество секций	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина (D), мм	80	320	400	480	560	640	720	800	880	960
Вес, кг	1,52	6,1	7,6	9,2	10,7	12,2	13,86	15,40	16,94	18,48
Емкость, л	0,16	0,64	0,8	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60	1,76	1,92
Теплоотдача (при $Q 70^{\circ}\text{C}$ ), Вт	135	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485	1620
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	1,3	5,4	6,7	8,1	9,45	10,8	12,15	13,50	14,85	16,20

Radena Bimetalл CS150/120										
Межосевое расстояние (B) 150 мм, высота (A) 241 мм, глубина (C) 120 мм										
Количество секций	1	4	6	8	10	12	14	16		
Ширина (D), мм	74	296	444	592	740	888	1036	1184		
Вес, кг	0,88/1,19	4,14	6,21	8,28	10,35	12,42	14,49	16,56		
Емкость, л	0,1/0,13	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84		
Теплоотдача (при $Q 70^{\circ}\text{C}$ ), Вт	120	480	720	960	1200	1440	1680	1920		
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	1,2	4,8	7,2	9,6	12	14,4	16,8	19,2		

испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время, согласно отечественной методике, расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч) и характерен для однотрубных систем отопления. При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 1-1,5 кВт и, особенно, малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2 $^{\circ}\text{C}$ , что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же

температуры, что дает несколько меньший эффект наружной теплоотдачи, по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75 $^{\circ}\text{C}$  в расчетном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и, соответственно, большей ее скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442-2) методикам. С учетом изложенного, не подтверждается обычно принимаемая в зарубежных ка-

талогах пропорциональность теплоотдачи радиаторов их длине. Особенности теплопередачи радиаторов при «нестандартных» схемах движения теплоносителя рассмотрены ниже.

Обращаем дополнительно внимание специалистов на тот факт, что российские нормы относят номинальный тепловой поток к температурному напору  $70^{\circ}\text{C}$ , характерному при обычных для отечественных однотрубных систем отопления параметрах теплоносителя  $105-70^{\circ}\text{C}$ , зарубежные - к температурному напору  $50^{\circ}\text{C}$  (при температурах теплоносителя  $75-65^{\circ}\text{C}$ ), характерному для двухтрубных систем.

Модели CS500, CS350, VC500 радиаторов RADENA BIMETALL заводской сборки поставляются с четным и нечетным количеством секций 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Модель CS150 заводской сборки поставляется только с четным количеством секций 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16.

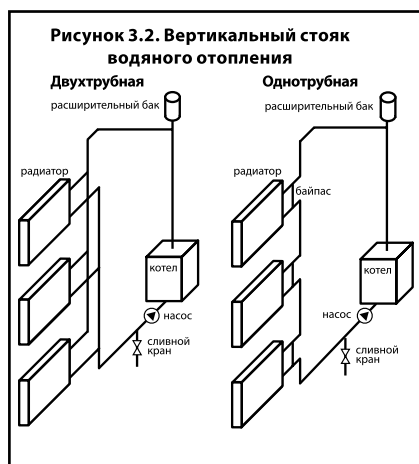
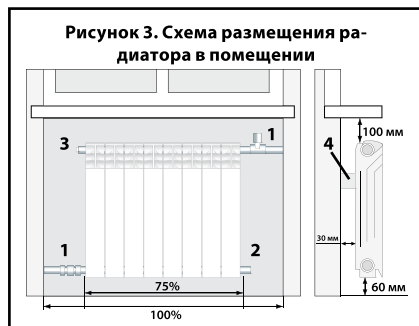
Радиаторы комплектуются проходными пробками для присоединения теплопроводов диаметром  $1/2"$ ,  $3/4"$ .

Каждый радиатор моделей CS500, CS350 и CS150 необходимо доукомплектовывать (см. рис. 3):

1. Проходная пробка (переходник «радиатор-труба») – 2 шт.
2. Глухая пробка (заглушка) – 1 шт.
3. Пробка с клапаном для выпуска воздуха (газа) – 1 шт.
4. Кронштейн настенный – 2 шт.
5. Прокладка пластиковая (под пробки) – 4 шт.

В каждом радиаторе модели VC500 предусмотрены: термостатический клапан, заглушка  $1"$  (правая) с межсекционной пластиковой вставкой, переходник  $1"$  на  $1/2$  (левый), кран Маевского  $1/2$ , заглушка  $1"$  (левая).

При заказе радиатора указываются его название (полное или сокращенное), монтажная высота модели и количество секций. Цвет, отличный от белого, оговаривается особо.



### 3. МОНТАЖ РАДИАТОРА

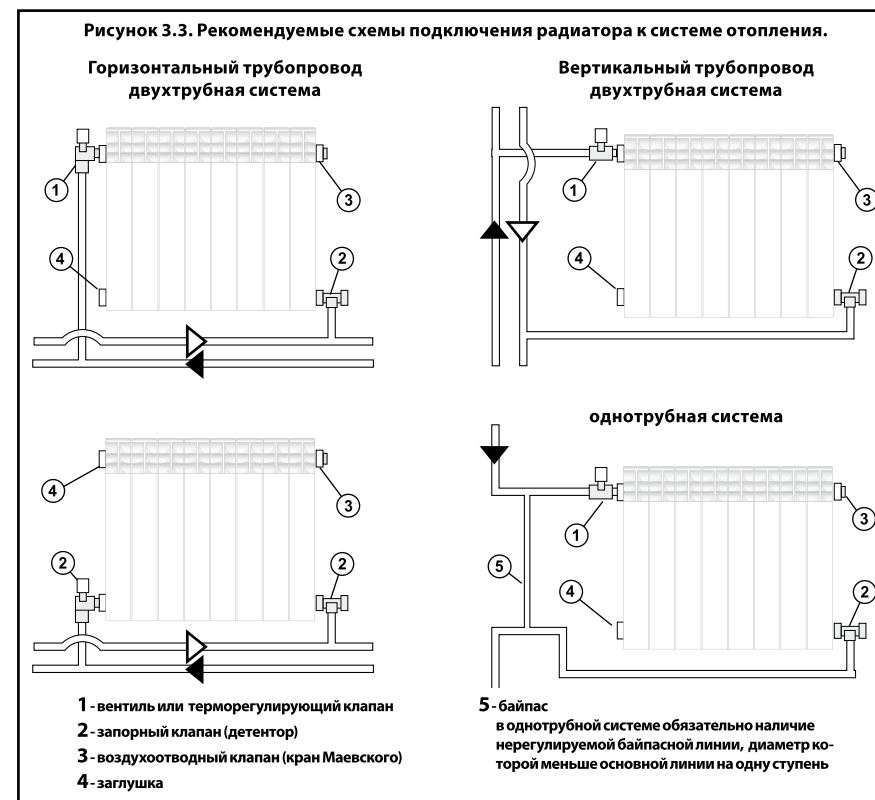
Биметаллические секционные радиаторы RADENA BIMETALL применяются в двухтрубных и однотрубных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. На рис. 3.1 дана схема гравитационной системы отопления жилого одноэтажного дома с радиаторами RADENA BIMETALL. Котлы зарубежных производителей обычно оснащены встроенным в кожух закрытым расширительным сосу-

дом. Для повышения надежности и долговечности систем отопления закрытый расширительный сосуд рекомендуется ставить и при использовании отечественных котлов. Очевидно, что при этом надобность в открытом расширительном баке отпадает.

Для повышения эксплуатационной надежности биметаллические радиаторы RADENA BIMETALL рекомендуется использовать в закрытых системах отопления, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами.

Согласно СНиП, отопительные приборы в жилых помещениях должны осна-





щаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Поэтому в настоящем разделе рассматриваются схемы систем отопления, как с автоматическими, так и с ручными регуляторами теплового потока. Отметим, что МГСН 2.01-99 более жестко требует установку термостатов у отопительных приборов.

Рекомендуемые схемы вертикальных стояков систем отопления представлены на рис. 3.2.

Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене (рис. 3). Длина радиатора должна составлять не менее 75% длины светового проема. Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть односторонним и разносторонним.

При одностороннем присоединении труб не рекомендуется устанавливать радиаторы с большим количеством секций. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при числе секций в радиаторах RADENA BIMETALL более 24, а в гравитационных системах - более 12, рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения (рис. 3.3) В системах отопления с искусственной циркуляцией при числе секций в радиаторах RADENA BIMETALL менее 24, а в гравитационных системах - менее 12, можно применять одностороннюю схе-

му присоединения (рис. 3.4).

Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам или встроенных в прибор. Для ручного регулирования используют краны для ручной регулировки фирм ICMA Rubinetterie (Италия), «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп» (Германия), RBM (Италия) и др.

Для автоматического регулирования температуры в системах отопления рекомендуются терморегуляторы (термостаты) типа «ICMA Rubinetterie».

В последнее время в отечественной практике находит все более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и их донное присоединение к радиаторам через специальные коллекторы: одноузловые, присоединенные с одной стороны к нижнему патрубку радиатора, и со специальным транзитным вертикальным подводящим теплопроводом, обеспечивающим наиболее рациональную схему движения теплоносителя в радиаторе «сверху-вниз». Во всех случаях в верхней противоположной пробке радиатора необходимо предусматривать установку воздухоотводчика. При этих схемах термостаты мо-

Таблица 4.1. Усредненные гидравлические характеристики радиаторов RADENA BIMETALL.

Схема движения теплоносителя	Количество секций в радиаторе	Коэффициент местного сопротивления $\zeta_{\text{м}}$ при условном диаметре подводок		Характеристика сопротивления $S_{\text{н}}$ *10 <sup>-4</sup> , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , при условном диаметре подводок	
		$d_y=15$ мм	$d_y=20$ мм	$d_y=15$ мм	$d_y=20$ мм
<b>при <math>M_{\text{рр}}=360</math> кг/ч (0,1 кг/с)</b>					
«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
<b>при <math>M_{\text{рр}}=60</math> кг/ч (0,017 кг/с)</b>					
«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

гут монтироваться с расположением оси термостатической головки вдоль наружной стены, а не перпендикулярно ей. Для обеспечения подвода воды к прибору по схеме «сверху-вниз» при

напольной и плинтусной разводке теплопроводов удобно использовать также присоединительные наборы «ГЕРЦ-2000» или аналогичные комплекты.

#### 4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении системы отопления к тепловой сети через элеватор следует принимать согласно указаниям, приведенным в СНиП 2.04.05-91. При гидравлическом расчете теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик сопротивления»

$$\Delta P = S M^2$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R L + Z$$

где  $\Delta P$  - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

$S=A\zeta'$  - характеристика сопротивления

участка теплопроводов, равная потере давления в нем при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup>;

$A$  - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup> (принимается по Приложению 1);

$\zeta'=[(\lambda/d) \cdot L+\Sigma\zeta]$  - приведенный коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

$\lambda$  - коэффициент трения;

$d$  - внутренний диаметр теплопровода;

$L$  - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

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

$M$  - масснй расход теплоносителя, кг/с;

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

**Z** - местные потери давления на участке, Па.

В табл. 4.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов RADENA BIMETALL при расходах теплоносителя до 120 кг/ч и выше. В расчетах можно пользоваться усредненными значениями этих характеристик. При необходимости их можно интерполировать, исходя из того, что при малых расходах воды через прибор принимали  $M_{np}=60$  кг/ч, а при больших (согласно нормативным требованиям)  $M_{np}=360$  кг/ч. Первое значение соответствует условиям работы радиаторов в двухтрубных системах отопления и в однотрубных, оснащенных термостатами и замыкающими участками. Второе значение отвечает условиям работы в однотрубных системах отопления при протекании всего теплоносителя через прибор.

Значение скоростных удельных давле-

## 5. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Тепловой расчет проводится по существующим методикам с применением основных расчетных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе, с учетом данных, приведенных в настоящих рекомендациях. Согласно табл. 1 приложения 12 в СНиП 41-01-2003 при нахождении общего расхода воды в системе отопления ее расход, определенный исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам. Первый из них  $\beta_1$  зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от модели радиатора по табл. 3, а второй -  $\beta_2$  - от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принима-

ний и приведенных коэффициентов гидравлического трения для металлополимерных труб имеются в ООО «ВНИ-ИСП» и в других фирмах, поставляющих подобные теплопроводы.

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

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

ется в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 5.1

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

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

где:

Таблица 5.1. Значения коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$

Модель радиатора	$\beta_1$	$\beta_2$	
		У наружной стены	У наружного остекления
500	1,05	1,02	1,07
350	1,02	1,02	1,07

Таблица 5.2 Усредненные значения показателей степени **n** и **m** и коэффициента **c** при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах

Схема движения теплоносителя	Модель радиатора	n	m	c
Сверху-вниз	500	0,25	0,04	1
	350	0,22	0,04	1
Снизу-вверх	500	0,32	0,07	0,9
	350	0,3	0,07	0,9
Снизу-вниз	500	0,3	0,01	0,94
	350	0,9	0,01	0,95

$Q_{ny}$  - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию  $q_{ny}$  (см. табл. 2.2), на количество секций в приборе N, Вт.

$\Theta$  - фактический температурный напор, °C, определяемый по формуле:

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n, \quad (5.1)$$

здесь:

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

$t_n$  - расчетная температура помещения, принимаемая равной расчетной температуре воздуха в отапливаемом помещении  $t_b$ , °C;

$\Delta t_{np}$  - перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопитель-

ного прибора, °C;

**70** - нормированный температурный напор, °C;

**c** - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированном температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 5.2);

**n** и **m** - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимается по таб. 5.2);

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

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

**b** - безразмерный поправочный коэффициент на расчетное атмосферное давление (принимается по табл. 5.3);

$\beta_3$  - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нем при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 5.4);

**p** - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитыва-

Таблица 5.3. Усредненный поправочный коэффициент **b**, с помощью которого учитывается влияние расчетного атмосферного давления воздуха на тепловой поток радиатора

Атмосферное давление	гПа	920	933	947	960	973	987	1000	1013,3	1040
	мм рт. ст.	690	700	710	720	730	740	750	760	780
<b>b</b>		0,957	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	0,993	1	1,012

Таблица 5.4. Значения коэффициента  $\beta_3$ , учитывающего влияние числа колонок в радиаторе на его тепловой поток

Число колонок в радиаторе, шт.	Монтажная высота, мм	3	4	5-7	8-10	11-13	14 и более
		$\beta_3$	500	1,05	1,02	1	0,99
	500	1,03	1,02	1	0,98	0,97	0,96



ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Таблица 5.5. Значение поправочного коэффициента  $\rho$  при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх»

Модель Радиатора (H)	Значения $\rho$ при числе секций в радиаторе				
	2	3	4	5	6 и более
500	1,055	1,025	1,02	1,01	1
350	1,035	1,03	1,02	1,01	1

Таблица 5.6. Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  в зависимости от среднеарифметического температурного напора  $\Theta$  между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для модели радиатора		$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для модели радиатора	
	500	350		500	350
44	0,547	0,556	68	0,962	0,971
46	0,579	0,565	70	1,0	1,07
48	0,612	0,620	72	1,038	1,15
50	0,646	0,650	74	1,077	1,2
52	0,679	0,685	76	1,115	1,25
54	0,714	0,720	78	1,155	1,29
56	0,748	0,755	80	1,194	1,34
58	0,783	0,792	82	1,234	1,38
60	0,818	0,825	84	1,274	1,42
62	0,854	0,865	86	1,315	1,44
64	0,888	0,902	88	1,356	1,46
66	0,925	0,935	90	1,397	1,48

Таблица 5.7. Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  в зависимости от среднеарифметического температурного напора  $\Theta$  между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для модели радиатора		$\Theta, ^\circ\text{C}$	$\phi_1$ для модели радиатора	
	500	350		500	350
44	0,542	0,549	68	0,962	0,97
46	0,575	0,581	70	1,0	1,0
48	0,608	0,612	72	1,038	1,038
50	0,641	0,659	74	1,078	1,078
52	0,675	0,683	76	1,117	1,115
54	0,71	0,717	78	1,157	1,140
56	0,745	0,753	80	1,197	1,190
58	0,78	0,788	82	1,238	1,229
60	0,816	0,823	84	1,279	1,270
62	0,852	0,860	86	1,32	1,315
64	0,888	0,9	88	1,362	1,356
66	0,925	0,930	90	1,404	1,397

Таблица 5.8. Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  в зависимости от среднеарифметического температурного напора  $\Theta$  между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схеме «снизу-вниз»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	44	46	48	50	52	54	56	58
$\phi_1$	0,547	0,579	0,612	0,646	0,679	0,714	0,748	0,783
$\Theta, ^\circ\text{C}$	60	62	64	66	68	70	72	74
$\phi_1$	0,818	0,854	0,89	0,926	0,963	1,0	1,037	1,075
$\Theta, ^\circ\text{C}$	76	78	80	82	84	86	88	90
$\phi_1$	1,113	1,151	1,189	1,228	1,267	1,307	1,346	1,386

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Таблица 5.9. Значения поправочного коэффициента  $\phi_2$  в зависимости от расхода теплоносителя  $M_{np}$  через радиатор при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

$M_{np}$		$\phi_2$ для схем движения теплоносителя	
кг/с	кг/ч	снизу-вверх 500	снизу-вверх 350
0,01	36	0,766	0,8
0,015	54	0,788	0,81
0,02	72	0,804	0,815
0,025	90	0,817	0,823
0,03	108	0,827	0,831
0,035	126	0,836	0,841
0,04	144	0,844	0,852
0,05	180	0,857	0,861
0,06	216	0,868	0,879
0,07	252	0,878	0,881
0,08	288	0,886	0,89
0,09	324	0,893	0,897
0,1	360	0,9	0,907
0,125	450	0,914	0,92
0,15	540	0,926	0,931

Примечание: при движении «сверху-вниз»  $\phi_2 = 1$ . При движении «снизу-вниз» для радиаторов высотой 350 мм.  $\phi_2 = 0,94$  и для радиаторов высотой 500 мм.  $\phi_2 = 0,92$ .

ется специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи секционного радиатора от числа секций в нем при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 5.5); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз»  $p=1$ ;

$\phi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчетного температурного напора от нормального (принимается по таб. 5.6-5.8);

$\phi_2 = c \cdot (M_{np}/0,1)^m$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчетного массового расхода теплоносителя от нормального с учетом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 5.9);

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

$$K_{ny} = \frac{Q_{ny}}{F \cdot 70}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$F$  - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, равная произведению количества секций  $N$  на площадь поверхности нагрева одной секции  $f$ .

Коэффициент теплопередачи радиатора  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле:

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

$$p = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \phi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p$$

Согласно результатам тепловых испытаний образцов радиаторов RADENA BIMETALL с монтажной высотой 500 мм значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициента  $c$  зависят не только от

исследованных диапазонов изменения  $\Theta$  и  $M_{np}$ , но также от высоты и даже длины прибора. Для упрощения инженер-

ных расчетов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены.

## 6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

### УСЛОВИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА

Требуется выполнить тепловой расчет этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления с биметаллическим секционным радиатором RADENA BIMETALL монтажной высотой 500 мм. Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединен к стояку со смещенным замыкающим участком и термостатом фирмы «ICMA» на подводке к прибору. Схема движения теплоносителя «сверху-вниз». Теплотери помещения составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк  $t_n$  условно принимается равной 105°C (без учета теплотерь в магистрали), расчетный перепад температур по стояку  $\Delta t_{ст} = 35^\circ\text{C}$ , температура воздуха в отапливаемом помещении  $t_v = 20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е.  $b=1$ . Средний расход воды в стояке  $M_{ст} = 138$  кг/ч (0,038 кг/с). Диаметры труб стояка, подводов и замыкающего участка определены в результате предварительного гидравлического расчета и равны 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,5 м ( $L_{тр.в} = 2,7$  м,  $L_{тр.г} = 0,8$  м).

### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА

Тепловой поток прибора в расчетных условиях  $Q_{np}^{расч}$  определяется по формуле:

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

где:  $Q_{пот}$  - теплотери помещения при расчетных условиях, Вт;

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

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

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

$$\text{где: } Q_{тр} = q_{тр.в} \cdot L_{тр.в} + q_{тр.г} \cdot L_{тр.г},$$

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

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

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

Полезный тепловой поток от труб  $Q_{тр.п}$  определен при температурном напоре  $\Theta_{ср.тр} = t_n - t_n = 105 - 20 = 85^\circ\text{C}$ , где  $t_n$  - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, °C.

Принимаем значение коэффициента затекания  $\alpha_{np}$  равным 0,24. Расход воды через прибор равен:

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

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

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,0091} = 25^\circ\text{C}$$

где:  $C$  - удельная теплоемкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг · °C);

$Q_{np}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} = 1200 - 248 = 952$  Вт. Температурный напор  $\Theta$  определяется по формуле (4.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n = 105 - 12,5 - 20 = 72,5^\circ\text{C}$$

Определяем предварительно, без учета неизвестного нам пока значения коэффициента  $\beta_3$ , требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях по формуле:

$$Q_{np}^{ну.пред} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\phi_1 \cdot \phi_2 \cdot b} = \frac{952}{1,048 \cdot 1 \cdot 1} = 908 \text{ Вт}$$

где  $\phi_1$  и  $\phi_2$  - безразмерные коэффициенты. Исходя из полученного значения

$Q_{np}^{ну.пред}$ , определяем количество секций в приборе  $N$  по формуле:

$$N = 908 \text{ Вт} / 185 \text{ Вт/секция} = 4,9 \text{ секции}$$

В дальнейшем, определяем предварительно принимаемое к установке количество колонок  $N_{уст.}^{пред.}$  по формуле:

$$N_{уст.}^{пред.} = N : \beta_3 = 4,9 : 1 = 4,9 \text{ шт.}$$

С учетом рекомендаций, расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева радиатора допускается в пределах: в сторону уменьшения - до 5%, но не более, чем на 50 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения - до ближайшего типоразмера. Поэтому принимаем  $N_{уст.} = 5$  секций. Поскольку при этом числе секций  $\beta_3$  не меняется, дополнительные коррективы не вносятся. Окончательно принимаем к установке радиатор RADENA BIMETALL, состоящий из 5 секций (500/5).

## 7. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ РАДИАТОРОВ RADENA BIMETALL И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Монтаж биметаллических секционных радиаторов RADENA BIMETALL производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы", настоящих рекомендаций, а также рекомендаций.

7.2. Радиаторы поставляются окрашенными, упакованными в воздушно-пузырьковую пленку и внешнюю упаковку из плотного картона.

7.3. Монтаж радиаторов производится в индивидуальной упаковке, которая снимается после окончания отделочных

работ. Не допускается бросать радиаторы и подвергать их ударным нагрузкам.

7.4. Монтаж радиаторов ведется только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

7.5. Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;

- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепежных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы

и теплопроводы систем отопления);

- не снимая внутренней упаковки, освободить от нее радиаторы в местах их навески на кронштейны;
- установить радиатор на кронштейнах (2 сверху и 1 снизу) так, чтобы нижние грани коллекторов радиатора легли на крюки кронштейнов;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней или верхней подводке краном, вентилем или термостатом;
- обязательно установить воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны;
- после окончания отделочных работ снять упаковку.

7.6. При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора (см. рис. 3, раздел. 3):

- слишком низкого его размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 80 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;
- 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;
- невертикального положения секций, т. к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид радиатора;
- установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его што-

рами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

7.7. Целесообразно использовать радиаторы заводской сборки. При перегруппировке секционности необходима дополнительная проверка радиатора на герметичность.

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

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

7.10. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы.

7.11. Исключается навешивание на биметаллические радиаторы пористых увлажнителей, например, из обожженной глины.

7.12. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды, ее параметры должны удовлетворять требованиям, приведенным в «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» РД 34.20.501-95.

7.13. Содержание кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм<sup>3</sup>, а значение рН для радиаторов должно быть в пределах 6-10,5 (оптимально в пределах 7,5-9). С целью выполнения требования о содержании кислорода и значении рН биметаллические радиаторы RADENA BIMETALL рекомендуется применять в закрытых системах отопления с закрытыми расширительными сосудами и герметичными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непо-

средственно из тепловой сети.

7.14. Содержание в воде соединений железа (до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>) и других примесей.

7.15. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка дополнительных грязевиков, а в случае применения термостатов еще и фильтров, в том числе и постоянных. В общем случае количество взвешенных веществ не должно превышать 7 мг/дм<sup>3</sup>.

7.16. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в магистральных тепловых сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 2 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,5 раза больше рабочего.

7.17. Каждый радиатор независимо от схемы его обвязки теплопроводами следует оснащать газо-воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

7.18. В случае слишком частой необходимости спуска воздуха из радиатора,

что является признаком неправильной работы системы отопления, рекомендуется вызывать специалиста.

7.19. Запрещается сливать теплоносители систем отопления более чем на 15 дней в году.

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

7.21. В системах, заполняемых антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений льном. Рекомендуется для этой цели использовать эпоксидные эмали, а также эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий. Заполнение системы антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после ее монтажа.

## 8. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ К РАДИАТОРАМ RADENA BIMETALL

### Наименование

Заглушка 1" левая

Заглушка 1" правая

Заглушка 1" левая с EPDM прокладкой

Заглушка 1" правая с EPDM прокладкой

Переходник 1"-1/2" левый

Переходник 1"-1/2" правый

Переходник 1"-3/4" левый

Переходник 1"-3/4" правый

Переходник 1"-1/2" левый с EPDM прокладкой

Переходник 1"-1/2" правый с EPDM прокладкой

Переходник 1"-3/4" левый с EPDM прокладкой

Переходник 1"-3/4" правый с EPDM прокладкой

Прокладка паронитовая межсекционная к ниппелю, 1 мм

Прокладка паронитовая для радиатора d42 (1"), 2мм

Прокладка EPDM для радиатора d42 (1")

Ниппель межсекционный 1" (оцинкованный)

Комплект круглых анкерных кронштейнов 7ммx170 (2 шт.)

Комплект плоских анкерных кронштейнов 7ммx170 (2 шт.)

Набор для подключения (переходник 1"-1/2" левый, правый - по 2 шт., заглушка хромированная - 1 шт., кран Маевского - 1 шт., пластмассовый ключ для крана Маевского - 1 шт., анкерный крепеж - 2 шт.)

Набор для подключения (переходник 1"-3/4" левый, правый - по 2 шт., заглушка хромированная - 1 шт., кран Маевского - 1 шт., пластмассовый ключ для крана Маевского - 1 шт., анкерный крепеж - 2 шт.)

Опора для радиатора CS150



# Radena®

## АЛЮМИНИЕВЫЕ РАДИАТОРЫ



# Эволюция тепла!

ОПТИМАЛЬНАЯ  
ТЕПЛОТДАЧА

МАКСИМАЛЬНАЯ  
НАДЕЖНОСТЬ

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ  
ДОЛГОВЕЧНОЕ ПОКРЫТИЕ

СОВРЕМЕННЫЙ  
ЕВРОПЕЙСКИЙ ДИЗАЙН

БЕЛОСНЕЖНЫЙ ЦВЕТ

МАКСИМАЛЬНАЯ  
ТЕПЛОТДАЧА

ОВАЛ  
ОПТИМАЛЬНОЕ ВЕЩЕНИЕ КАМЛА

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ  
ДОЛГОВЕЧНОЕ ПОКРЫТИЕ





# Radena

bimetall

