

Научно-техническая фирма  
**ООО «ВИТАТЕРМ»**

## **РЕКОМЕНДАЦИИ**

по применению секционных радиаторов  
итальянского предприятия GLOBAL  
(третья редакция)



**GLOBAL**   
R A D I A T O R I

Москва - 2010

Утверждаю

Директор ООО «ВИТАТЕРМ»

В. И. Сасин

июля 2010 г.



Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию третью редакцию рекомендаций по применению алюминиевых и биметаллических секционных радиаторов известного итальянского предприятия GLOBAL, представляющих собой адаптированные для российского рынка конструкции, разработанные с учётом рекомендаций НТФ ООО «Витатерм» и опыта эксплуатации алюминиевых радиаторов в России.

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных руководству НТФ ООО «Витатерм» на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления. Они содержат дополнительные материалы, используемые для этой же цели, согласно СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В рекомендациях приведены также тепловые характеристики радиаторов при их присоединении к теплопроводам системы отопления по схемам «снизу-вверх» и «снизу-вниз», значения коэффициентов затекания в узлах присоединения отопительных приборов к однотрубным системам отопления, которые в зарубежных проспектах и каталогах не представляются.

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

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87-1-23, 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

В связи с выходом третьей редакции рекомендаций по применению радиаторов предприятия GLOBAL первую и вторую редакции рекомендаций считать утратившими силу.

**Основные характеристики адаптированных к российским условиям эксплуатации алюминиевых и биметаллических радиаторов предприятия GLOBAL**

| Наименование показателей                               | Типы радиаторов                       | Ед. измерения | Значения              |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------|
| Максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя | Из алюмин. сплавов<br>Биметаллические | МПа           | 1,6 и 1<br>3,5        |
| Испытательное давление, не менее                       | Из алюмин. сплавов<br>Биметаллические | МПа           | 2,4 и 1,6<br>5,25     |
| Максимальная температура теплоносителя                 | Из алюмин. сплавов<br>Биметаллические | °С            | 110                   |
| Монтажная высота приборов                              | Из алюмин. сплавов<br>Биметаллические | мм            | 350...800<br>350, 500 |
| Глубина приборов                                       | Из алюмин. сплавов<br>Биметаллические | мм            | 80, 95, 180<br>80, 95 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                        | Стр. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Основные технические характеристики<br>секционных радиаторов предприятия GLOBAL                                                     | 3    |
| 2. Гидравлический расчёт                                                                                                               | 21   |
| 3. Тепловой расчёт                                                                                                                     | 29   |
| 4. Пример расчёта                                                                                                                      | 36   |
| 5. Указания по монтажу секционных радиаторов<br>предприятия GLOBAL и основные требования<br>к их эксплуатации                          | 38   |
| 6. Список использованной литературы                                                                                                    | 43   |
| <i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных<br>водогазопроводных труб                                                    | 44   |
| <i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери<br>давления в медных трубах                                                     | 46   |
| <i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных<br>вертикальных гладких металлических труб,<br>окрашенных масляной краской | 47   |

# 1. Основные технические характеристики секционных радиаторов предприятия GLOBAL

1.1. Предлагаемая специалистам расширенная редакция рекомендаций по применению секционных отопительных алюминиевых и биметаллических радиаторов, изготавливаемых итальянским предприятием **GLOBAL**, разработана Научно-технической фирмой ООО «Витатерм» на основе проведённых в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм» теплогидравлических, прочностных и эксплуатационных испытаний наиболее характерных типоразмеров этих радиаторов.

1.2. Все испытанные радиаторы поставлены итальянским предприятием «Global di Fardelli Ottorino & C s.r.l.», Via Rondinera, 51, 24060 ROGNO (Bergamo) – ITALIA.

Радиаторы предприятия **GLOBAL** представлены на российском рынке рядом дистрибьюторов. Контактные телефоны в Москве: (495) 254-28-52, (495) 787-20-88, факс (495) 253-43-62. Адрес для переписки: 123056, Москва, Мало-Тишинский пер., д. 11/12-45.

1.3. Настоящие рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [1]. По сравнению с предыдущей редакцией [1] в них добавлены сведения о новых для российского рынка алюминиевых радиаторах **ISEO** с монтажной высотой от 350 до 800 мм и радиаторах **KLASS** с монтажными высотами 600, 700 и 800 мм, а также о новых биметаллических радиаторах **STYLE EXTRA**, **STYLE PLUS**, **SOLO** и **SFERA** с монтажными высотами 350 и 500 мм. При этом подтверждены данные [1] по алюминиевым радиаторам **MIX**, **VIP**, **GL**, **VOX**, **KLASS** и биметаллическому **STYLE**, хорошо зарекомендовавшим себя в российских условиях эксплуатации и поэтому до сих пор выпускаемым предприятием **GLOBAL**.

Все алюминиевые и биметаллические радиаторы адаптированы к российским условиям эксплуатации с учётом рекомендаций ООО «Витатерм» [2].

Все радиаторы GLOBAL соответствуют основным требованиям ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные» [3] и стандарта АВОК 4.22-2006 «Радиаторы и конвекторы отопительные» [4].

На рис. 1.1-1.11 показаны общие виды радиаторов предприятия GLOBAL и эскизы секций с указанием их основных габаритных размеров (высоты **A**, глубины **C**, длины **B**) и межосевого расстояния **D**.

Обращаем внимание, что радиаторы должны быть обращены к стене так, как показано на этих рисунках. При нарушении этого условия тепловые и гигиенические показатели могут быть ухудшены. Это замечание не касается сдвоенных радиаторов GL/D (рис. 1.3), симметричных относительно центральной вертикальной оси, у которых нет деления наружных рёбер на фронтальные и тыльные. Сдвоенные радиаторы удобно устанавливать на полу на специальных стойках, заказываемых у поставщиков.

Широкая номенклатура радиаторов предприятия GLOBAL, отличающихся друг от друга не только теплотехническими характеристиками и размерами, но и внешним видом, позволяет подобрать радиатор, наиболее соответствующий требованиям потребителя с учётом разнообразия интерьеров отапливаемых помещений.

Отметим, что показанные на рис. 1.1 алюминиевый радиатор MIX и на рис. 1.7 биметаллический радиатор STYLE внешне выглядят одинаково.

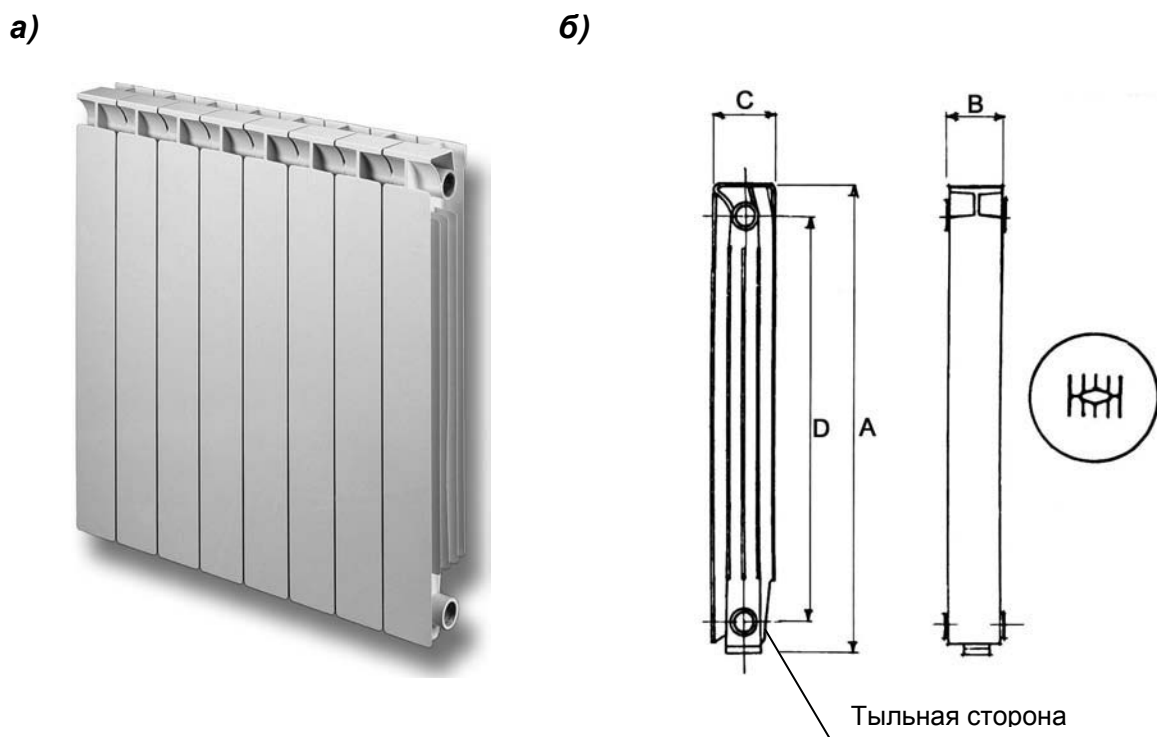


Рис. 1.1. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) алюминиевого радиатора MIX

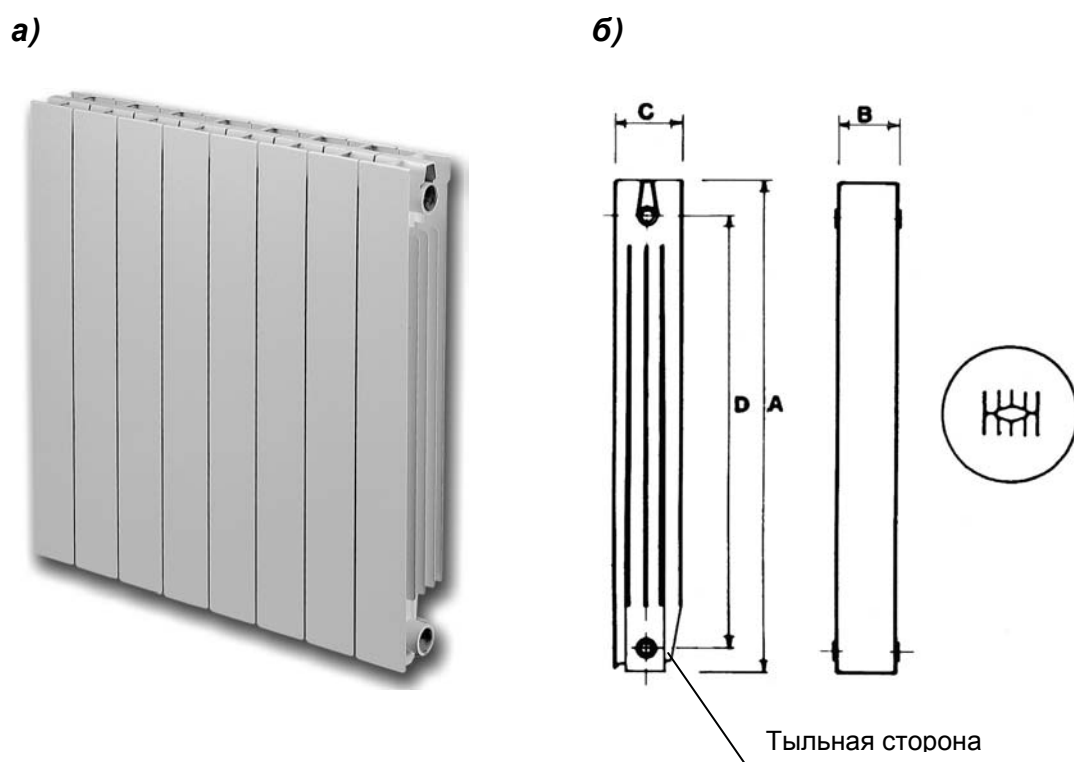
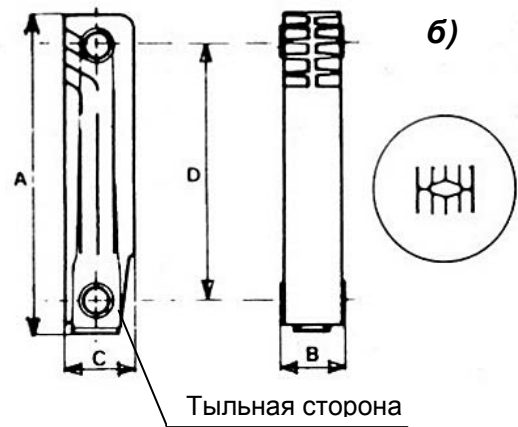
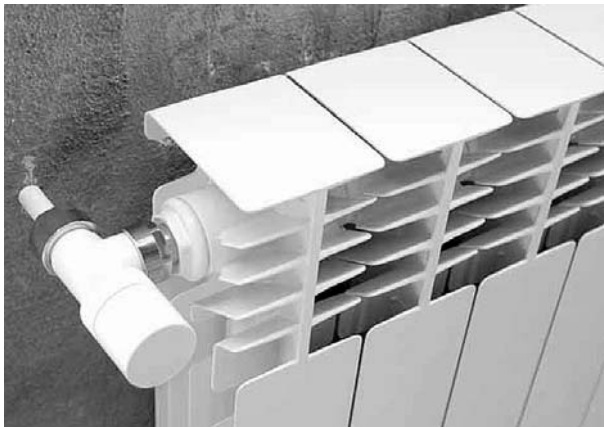
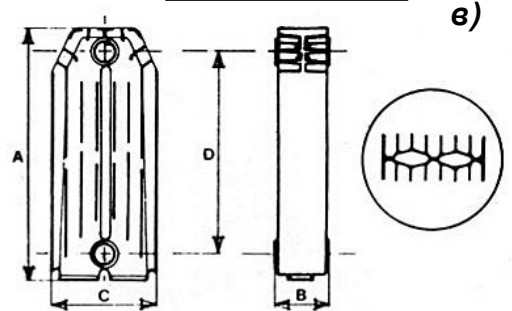


Рис. 1.2. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) алюминиевого радиатора VIP

a)



б)



в)

Рис. 1.3. Общий вид (а) и габаритные размеры алюминиевых радиаторов GL: одноколонок (б) и сдвоенных GL/D (в)

a)



б)

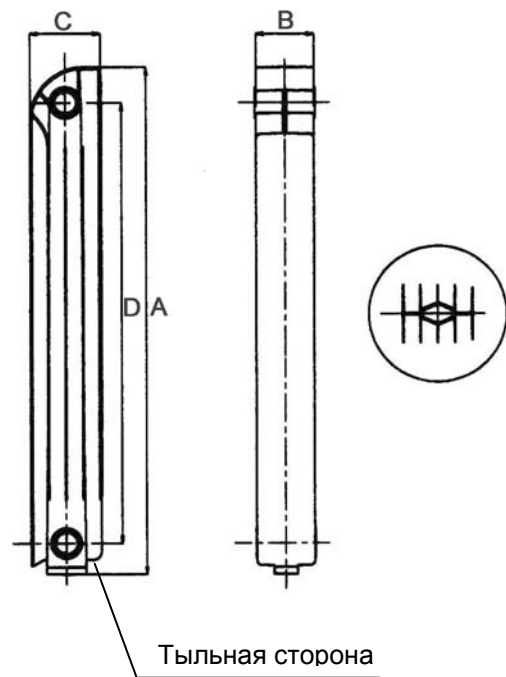


Рис. 1.4. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) алюминиевого радиатора VOX

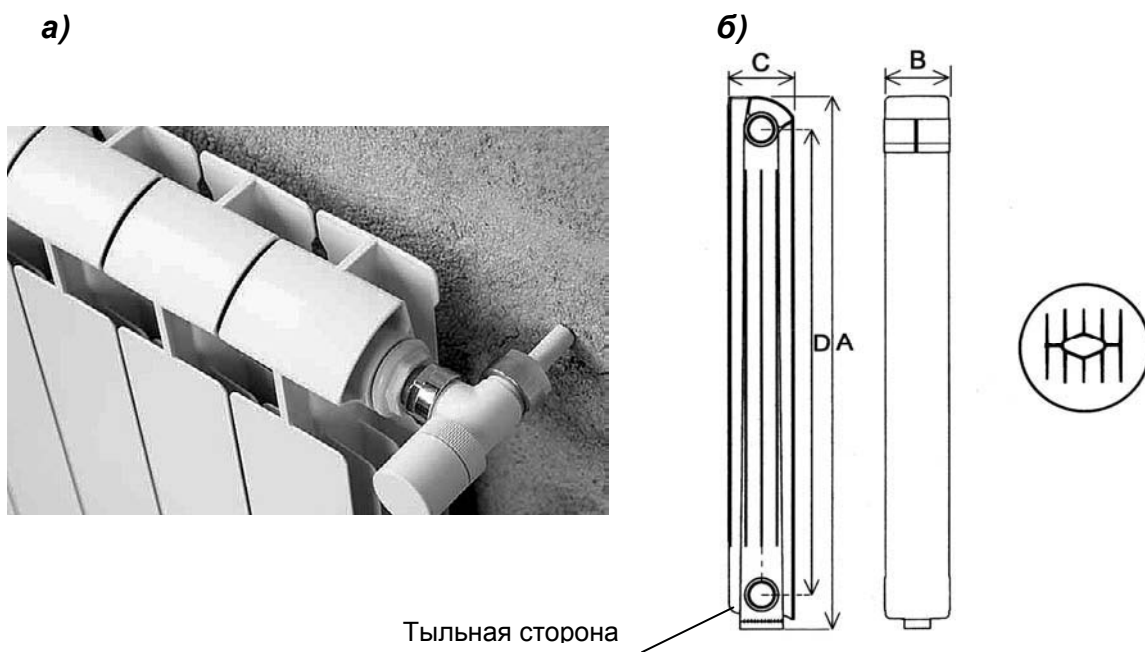


Рис. 1.5. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) алюминиевого радиатора KLASS

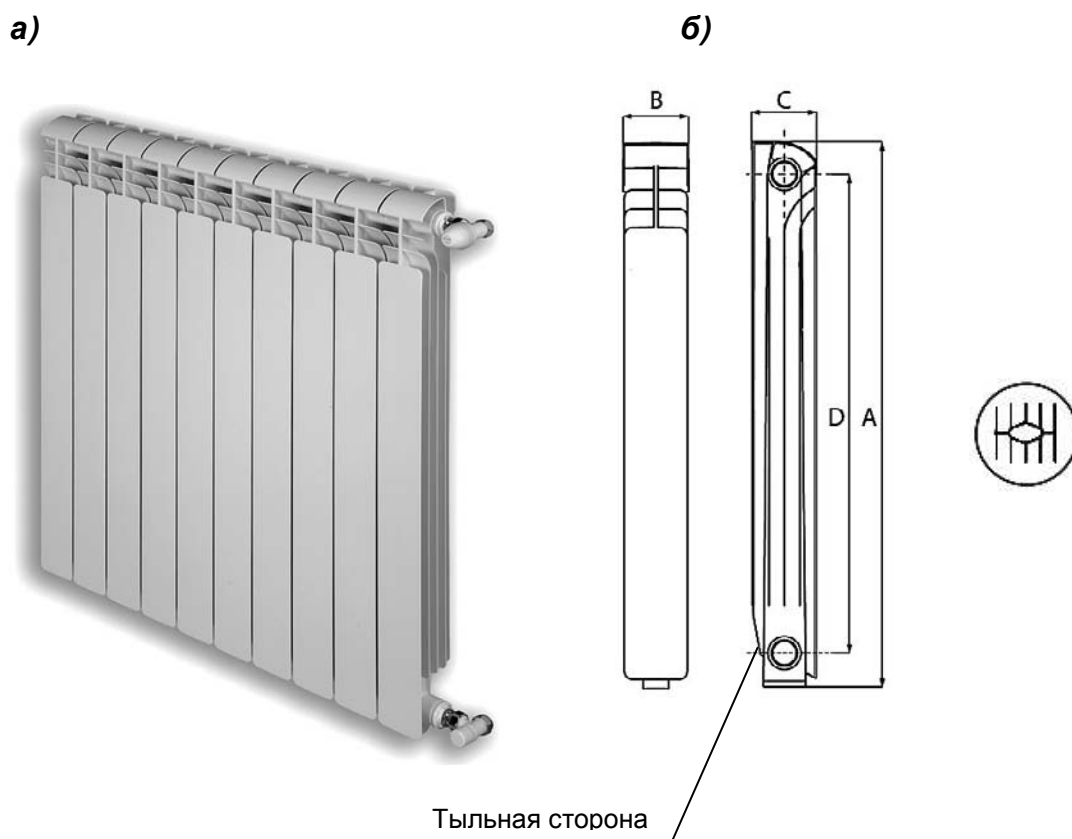


Рис. 1.6. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) алюминиевого радиатора ISEO

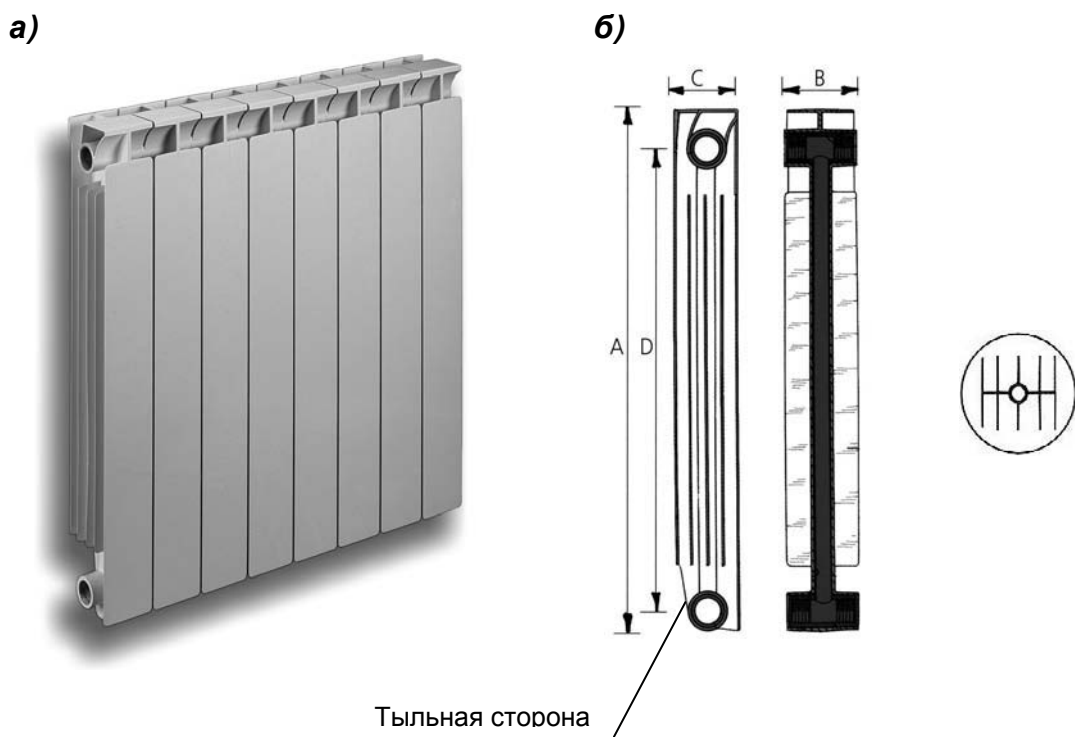


Рис. 1.7. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) биметаллического радиатора STYLE

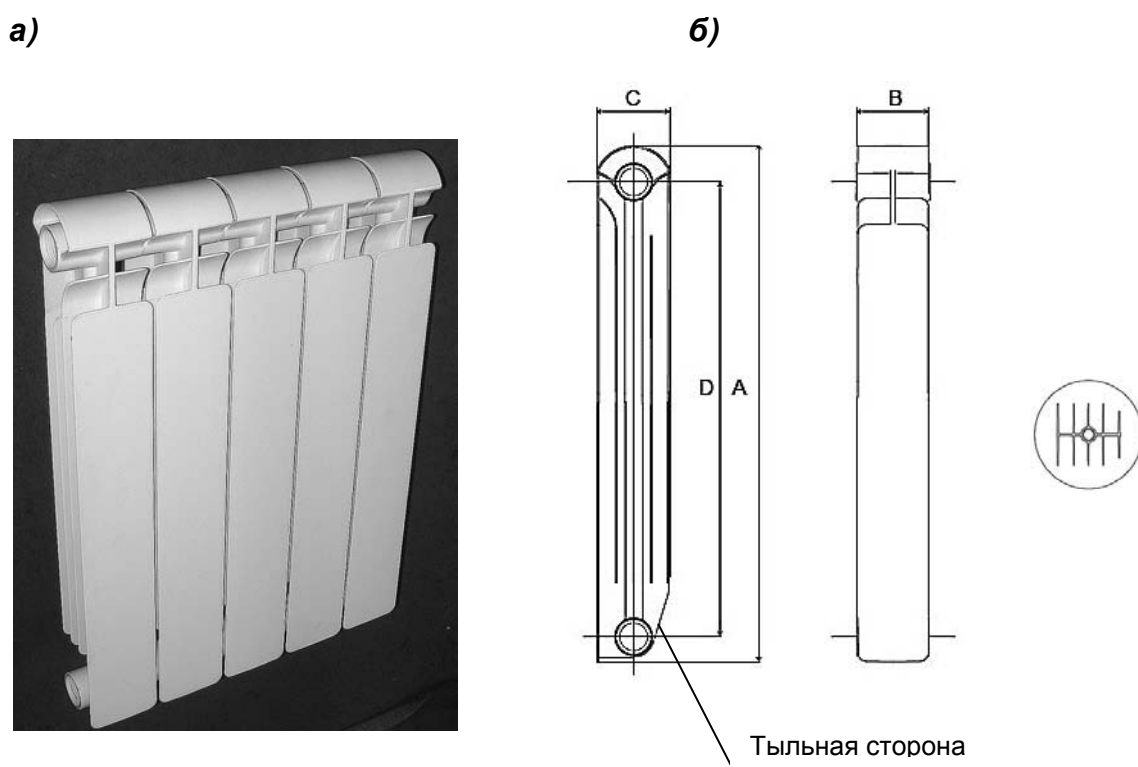


Рис. 1.8. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) биметаллического радиатора SOLO



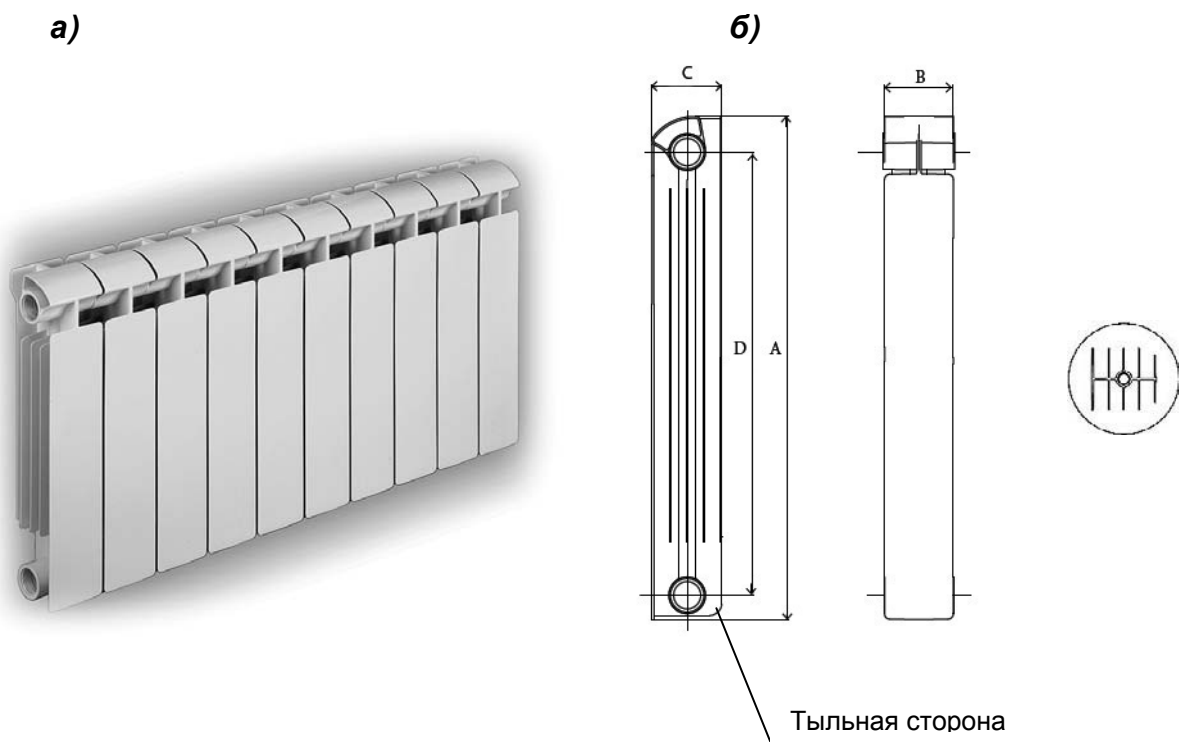


Рис. 1.9. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) биметаллического радиатора STYLE EXTRA

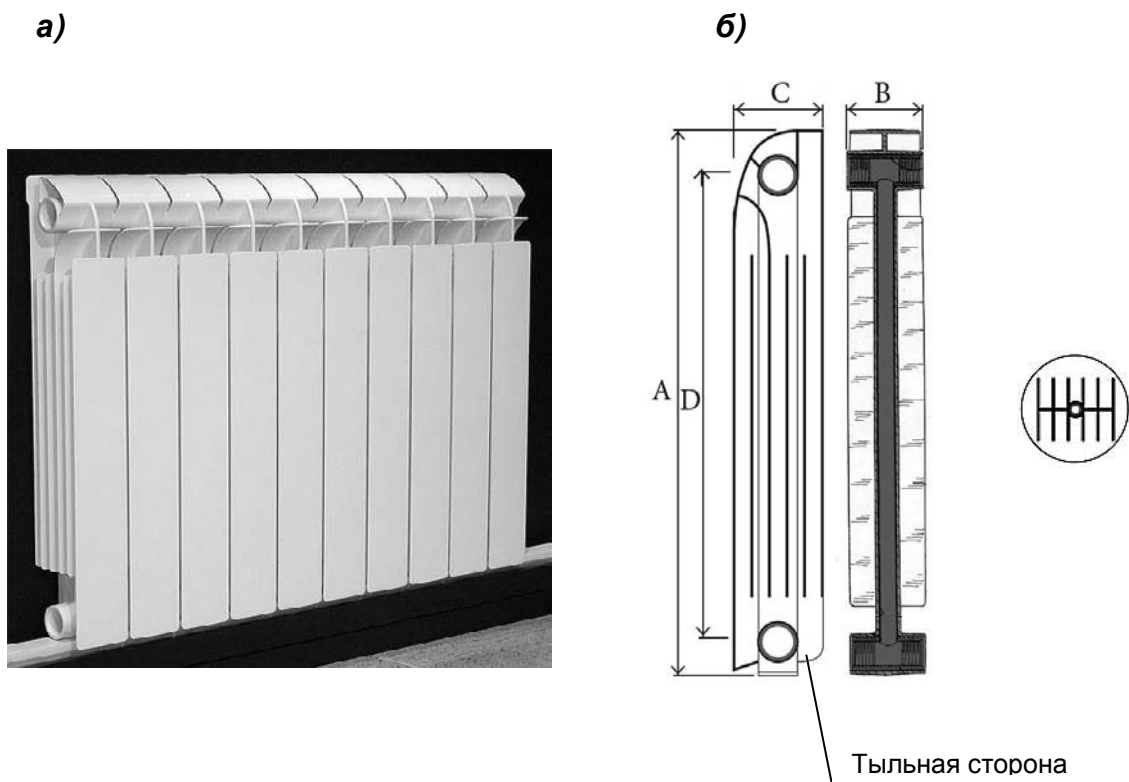


Рис. 1.10. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) биметаллического радиатора STYLE PLUS

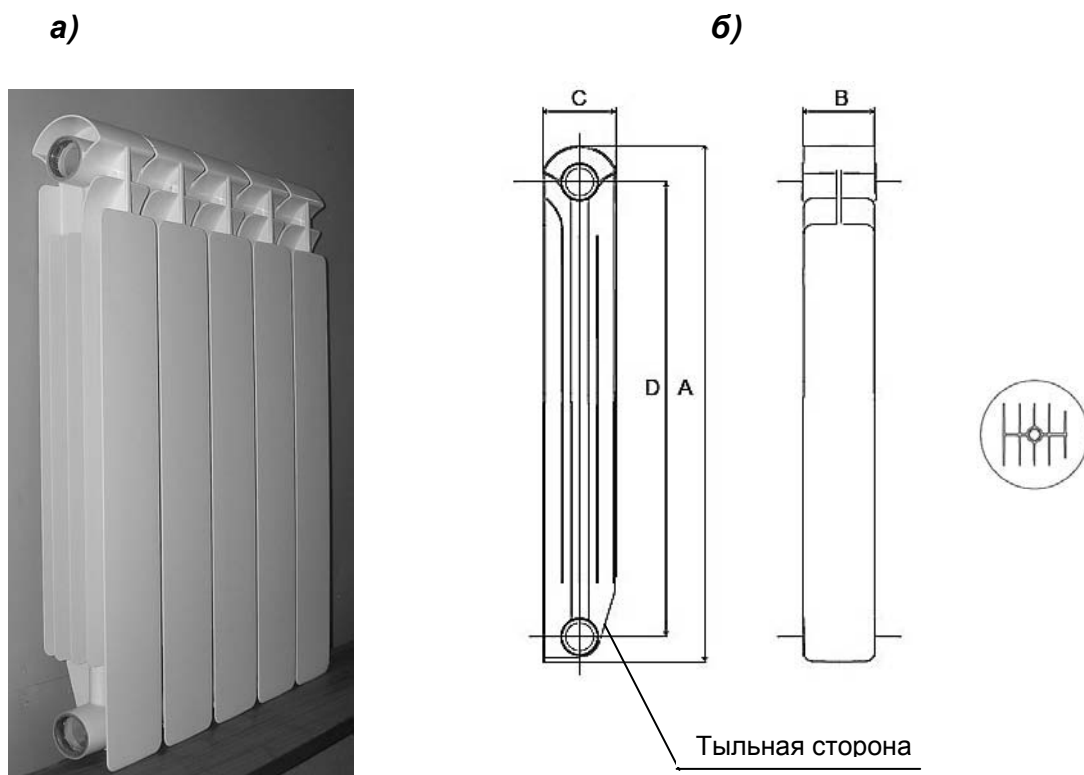


Рис. 1.11. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) биметаллического радиатора SFERA

1.4. Все предлагаемые предприятием GLOBAL алюминиевые радиаторы и оребрение биметаллических радиаторов изготавливаются литьем под давлением из высококачественных алюминиевых сплавов высокой прочности (согласно EN AV 46100), применяемых в авиационной и автомобильной промышленности.

При небольшой глубине (80 и 95 мм) они характеризуются широкой номенклатурой по высоте (монтажная высота от 350 до 800 мм) и, следовательно, по теплоплотности. Возможность их сборки на ниппелях позволяет варьировать длину радиаторов по желанию заказчика.

С учётом специфики российских условий эксплуатации систем отопления значительно расширена номенклатура биметаллических секционных радиаторов глубиной 80 и 95 мм, в которых теплоноситель проходит только внутри стальной закладной детали с вертикальной трубкой 16x13 мм, приваренной к коллекторам из трубы 38x33 мм, а оребрение изготовлено из алюминиевых сплавов. Очевидно, возможности применения биметаллических радиаторов в отечественной практике более широкие.

Использование подобных радиаторов, особенно из алюминиевых сплавов, существенно облегчает их транспортировку и монтаж.

1.5. **Алюминиевые радиаторы предприятия GLOBAL предназначены** для работы в системах отопления жилых, общественных и административных зданий с независимой схемой подключения к системе теплоснабжения, а также в автономных системах отопления, например, коттеджей.

Все алюминиевые радиаторы GLOBAL с монтажными высотами 350 и 500 мм (кроме GL/D) упрочнены с учётом особенностей эксплуатации в России и рассчитаны на рабочее избыточное давление теплоносителя до **1,6 МПа** при испытательном давлении не менее **2,4 МПа**. В традиционных моделях алюминиевых радиаторов MIX, VIP, GL и VOX, которые уже находились в производстве до введе-

ния усиленной конструкции, для идентификации радиаторов с повышенными прочностными характеристиками было введено обозначение в виде буквы R, например, VOX R. Буква R выбита на самих штампах, которые используются для отливки секций радиатора, поэтому присутствует на каждой секции радиатора с торцевой стороны верхнего коллектора. Обозначение в виде буквы R показано во всех таблицах настоящих рекомендаций и условно не показано на рисунках и в тексте. Модели KLASS и ISEO не имеют обозначения в виде буквы R, поскольку усиление конструкции этих радиаторов было предусмотрено ещё на этапе разработки этих моделей до запуска в серийное производство.

Все алюминиевые радиаторы с монтажными высотами 600, 700 и 800 мм, а также GL/D, рассчитаны на максимальное рабочее избыточное давление **1 МПа** при испытательном не менее **1,6 МПа**.

При использовании радиаторов из алюминиевых сплавов очень важно соблюдать правила их эксплуатации, выдерживая требования к теплоносителю согласно [5] с корректировкой этих требований по значениям pH (см. раздел 5 настоящих рекомендаций).

**Биметаллические радиаторы GLOBAL предназначены** для работы в системах отопления зданий различного назначения при максимальном рабочем избыточном давлении теплоносителя **3,5 МПа** при испытательном не менее **5,25 МПа**. Эти радиаторы, как указывалось, полностью исключают контакт теплоносителя с алюминиевым сплавом и работают как стальные отопительные приборы, поэтому при их эксплуатации достаточно выполнять требования, изложенные в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации ...» [5].

Испытания на разрушение алюминиевых и биметаллических радиаторов GLOBAL, проведённые в ООО «Витатерм», подтвердили их прочностные характеристики. У всех этих приборов давление разрушения превышало максимально допустимое рабочее избыточное давление теплоносителя не менее чем в три раза, что соответствует требованиям стандарта АВОК 4.22-2006 [4].

Для всех указанных выше радиаторов **максимально допустимая температура теплоносителя равна 110°C**.

1.6. Все радиаторы собираются на стальных ниппелях 1" и затем проверяются испытательным давлением согласно данным п. 1.5.

1.7. Радиаторы GLOBAL перед предварительной окраской анафорезом проходят многоступенчатую обработку, включая нанесение на поверхности приборов, в том числе на внутренние, защитного фторо-циркониевого слоя. Затем на наружные поверхности радиаторов наносится методом напыления высококачественная эпоксидная эмаль RAL 9010 белого цвета.

1.8. Все модификации радиаторов предприятия GLOBAL поставляются в сборе с количеством секций в приборе от 3 до 14 шт. Радиаторы (без пробок и заглушек) упаковываются в плёнку и картонную коробку. На коробке указывается производитель, модель радиатора и его основные технические характеристики.

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

При применении радиаторов с количеством секций в приборе свыше 14 шт. необходимо на месте монтажа или в заготовительных мастерских произвести перегруппировку приборов, используя для этого ниппели 1" и прокладки толщиной 1 мм.

1.9. Для оснащения радиаторов, устанавливаемых в системах отопления, предприятие GLOBAL предлагает следующие детали и изделия, которые не входят в стандартную поставку и определяются заказчиком при необходимости по дополнительному заказу:

- пробки глухие (1") и проходные (1-1/8", 1-1/4", 1-3/8", 1-1/2" и 1-3/4" - для подключения теплопроводов и воздухоотводчиков) в комплекте с силиконовыми прокладками типа O-ring, эмалированные, с левой или правой резьбой;
  - кронштейны для крепления к стене и перекрытию – см. табл. 1.1;
  - воздухоотводчики: ручные (1/8", 1/4", 3/8" и 1/2") или автоматические (1");
  - универсальные монтажные комплекты на 3/8", 1/2" или 3/4" с силиконовыми прокладками для радиаторов высотой от 200/D до 800 мм, в комплект которых входят 4 переходника, 1 заглушка, 1 воздухоотводчик и ключ;
  - ниппель 1";
  - краска в аэрозольном баллончике для подкраски радиаторов;
  - жидкость Cillit Combi для регулирования значения pH и защиты радиаторов от внутренней коррозии;
  - монтажный ключ для пробок;
  - ключ для сборки секций (арт. 80 или арт. 81) и ручка для ключа (арт. 79).
- Напольные кронштейны с фиксированными скобами рекомендуется использовать для крепления радиаторов с монтажной высотой 200 и 350 мм.

**Таблица 1.1. Кронштейны для крепления радиаторов**

| Эскиз                                                                               | Характеристика                                                                     | Эскиз                                                                                | Характеристика                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|    | Прямой оцинкованный                                                                |    | Угловой белый Blister (пара)       |
|  | Угловой оцинкованный                                                               |  | Универсальный белый Blister (пара) |
|  | Угловой белый пластифицированный                                                   |  | Напольный белый                    |
|  | С самофиксирующимся дюбелем длиной 170 мм (195 мм - для сдвоенных радиаторов GL/D) |                                                                                      |                                    |

Все радиаторы имеют левое или правое исполнение в зависимости от того, с левой или с правой стороны к радиатору присоединены подводящие теплопроводы (рис. 1.12). С учётом этого проходные и глухие пробки заказываются с левой или правой резьбой.

Универсальный монтажный комплект может быть использован в равной степени как для левого, так и для правого подключения.

1.10. 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 напольной установке радиаторов используются: при количестве секций до 10 шт. – 2 стойки, свыше 10 – по 1 стойке на каждые дополнительные 5 секций радиатора.

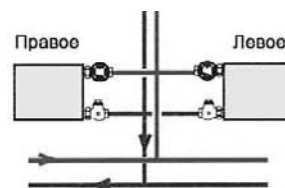


Рис. 1.12

1.11. Основные технические характеристики и габаритные размеры алюминиевых радиаторов приведены в табл. 1.2 и 1.3, а биметаллических – в табл. 1.4 и 1.5.

Тепловые, а также гидравлические и прочностные показатели радиаторов с монтажной высотой от 200 до 600 мм получены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» и в ООО «Витатерм» при испытаниях представительных образцов этих приборов. Данные для радиаторов с монтажной высотой 700 и 800 мм определены расчётным путём с использованием материалов испытаний, проведённых в Италии, и могут быть уточнены в дальнейшем по результатам экспериментальных исследований.

Тепловые показатели биметаллических радиаторов определены с учётом оценки их стабильности по результатам испытаний на специальном стенде ООО «Витатерм». В ходе этих испытаний учитывалось, что контакт между стальной закладной деталью и алюминиевым оребрением не является идеальным и несколько ухудшается в период эксплуатации прибора. Это, очевидно, приводит к некоторому снижению первоначальных тепловых показателей, полученных при испытании новых приборов. В ходе этих эксплуатационных испытаний было отмечено, что у биметаллических радиаторов предприятия GLOBAL это снижение не превышает 2%.

1.12. Номинальный тепловой поток радиатора  $Q_{н\text{у}}$ , равный произведению номинального потока секции  $q_{н\text{у}}$  (табл. 1.2 и 1.4) 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  $\beta_3$  приведена в 3 разделе настоящих рекомендаций.

1.13. Теплотехнические испытания проведены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [6] 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.).

1.14. Гидравлические характеристики радиаторов предприятия GLOBAL получены при подводках условным диаметром 15 и 20 мм и представлены в разделе 2 настоящих рекомендаций.

1.15. Приведенные в табл. 1.2 и 1.4 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» [7]. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно европейским нормам EN 442-2 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без охлаждения ограждения, у которого устанавливается прибор. Отечественные нормы [6] запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления радиаторного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения, а также общую теплопередачу от теплоносителя к отапливаемому помещению.

Зарубежные приборы испытываются обычно для получения тепловых показателей при перепаде температур теплоносителя  $75-65^\circ\text{C}$  (максимальных параметрах теплоносителя, принятых в Европе), характерном для двухтрубных систем

отопления. При этом расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [6] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч) и характерен для одноконтурных систем отопления. При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,85-1 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°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 даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442-2) методикам.

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

1.16. При заказе радиаторов предприятия GLOBAL достаточно указать их краткое название (MIX, GL, ... STYLE, SOLO), затем монтажную высоту в мм и количество секций. Для радиаторов GL дополнительно после монтажной высоты принято указывать через дробь длину секции в мм, а так как низкие радиаторы повышенной для такой высоты теплоплотности выпускаются сдвоенными, необходимо указывать и этот фактор (D).

Примеры условного обозначения радиаторов, выпускаемых предприятием GLOBAL:

радиатор алюминиевый секционный MIX с монтажной высотой 500 мм, с количеством секций 6: **MIX R 500 – 6**;

радиатор алюминиевый секционный GL с монтажной высотой 200 мм, сдвоенный (D), с количеством секций 12: **GL 200/80/D – 12**;

радиатор биметаллический секционный STYLE с монтажной высотой 500 мм, с количеством секций 5: **STYLE 500 – 5**.

радиатор биметаллический секционный SOLO с монтажной высотой 350 мм, с количеством секций 8: **SOLO 350 – 8**.

1.17. С 1994 г. система качества предприятия GLOBAL сертифицирована в соответствии со стандартом ISO 9002. Сертификация удостоверена европейской организацией IQNet.

Все радиаторы, представленные в настоящих рекомендациях, сертифицированы в России в системе ГОСТ Р.

1.18. Товарный знак предприятия GLOBAL на его изделиях зарегистрирован.

1.19. Предприятие GLOBAL постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов, в том числе с учётом рекомендаций ООО «Витатерм», и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

**Таблица 1.2. Номинальный тепловой поток и габаритные размеры секций алюминиевых радиаторов предприятия GLOBAL**

| Наименование радиатора | Номинальный тепловой поток $q_{ну}$ , Вт | Габаритные размеры секции, мм |                       |                  |                |
|------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------|----------------|
|                        |                                          | Монтажная высота <b>D</b>     | Общая высота <b>A</b> | Глубина <b>C</b> | Длина <b>B</b> |
| MIX R 350              | 147                                      | 350                           | 440                   | 95               | 80             |
| MIX R 500              | 195                                      | 500                           | 590                   | 95               | 80             |
| MIX 600                | 227                                      | 600                           | 690                   | 95               | 80             |
| MIX 700                | 258                                      | 700                           | 790                   | 95               | 80             |
| MIX 800                | 285                                      | 800                           | 890                   | 95               | 80             |
| VIP R 350              | 147                                      | 350                           | 440                   | 95               | 80             |
| VIP R 500              | 195                                      | 500                           | 590                   | 95               | 80             |
| VIP 600                | 224                                      | 600                           | 690                   | 95               | 80             |
| VIP 700                | 254                                      | 700                           | 790                   | 95               | 80             |
| VIP 800                | 284                                      | 800                           | 890                   | 95               | 80             |
| GL R 350/80            | 152                                      | 350                           | 440                   | 95               | 80             |
| GL R 500/80            | 197                                      | 500                           | 590                   | 95               | 80             |
| GL 600/80              | 227                                      | 600                           | 690                   | 95               | 80             |
| GL 700/80              | 259                                      | 700                           | 790                   | 95               | 80             |
| GL 800/80              | 286                                      | 800                           | 890                   | 95               | 80             |
| GL 200/80/D            | 163                                      | 200                           | 290                   | 180              | 80             |
| GL 350/80/D            | 247                                      | 350                           | 440                   | 180              | 80             |
| VOX R 350              | 145                                      | 350                           | 440                   | 95               | 80             |
| VOX R 500              | 193                                      | 500                           | 590                   | 95               | 80             |
| VOX 600                | 222                                      | 600                           | 690                   | 95               | 80             |
| VOX 700                | 249                                      | 700                           | 790                   | 95               | 80             |
| VOX 800                | 276                                      | 800                           | 890                   | 95               | 80             |
| KLASS 350              | 133                                      | 350                           | 432                   | 80               | 80             |
| KLASS 500              | 182                                      | 500                           | 582                   | 80               | 80             |
| KLASS 600              | 204                                      | 600                           | 682                   | 80               | 80             |
| KLASS 700              | 232                                      | 700                           | 782                   | 80               | 80             |
| KLASS 800              | 254                                      | 800                           | 882                   | 80               | 80             |
| ISEO 350               | 132                                      | 350                           | 432                   | 80               | 80             |
| ISEO 500               | 179                                      | 500                           | 582                   | 80               | 80             |
| ISEO 600               | 203                                      | 600                           | 682                   | 80               | 80             |
| ISEO 700               | 232                                      | 700                           | 782                   | 80               | 80             |
| ISEO 800               | 255                                      | 800                           | 882                   | 80               | 80             |

**Таблица 1.3. Технические характеристики секций алюминиевых радиаторов предприятия GLOBAL**

| Наименование радиатора | Площадь наружной поверхности нагрева f, м <sup>2</sup> | Номинальный коэффициент теплопередачи K <sub>нп</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | Объём воды в секции, л | Масса (с ниппелем), кг |
|------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| MIX R 350              | 0,309                                                  | 6,8                                                                             | 0,36                   | 1,16                   |
| MIX R 500              | 0,429                                                  | 6,49                                                                            | 0,43                   | 1,57                   |
| MIX 600                | 0,509                                                  | 6,37                                                                            | 0,48                   | 1,84                   |
| MIX 700                | 0,589                                                  | 6,26                                                                            | 0,52                   | 2,11                   |
| MIX 800                | 0,669                                                  | 6,09                                                                            | 0,56                   | 2,38                   |
| VIP R 350              | 0,312                                                  | 6,73                                                                            | 0,35                   | 1,17                   |
| VIP R 500              | 0,437                                                  | 6,37                                                                            | 0,43                   | 1,63                   |
| VIP 600                | 0,52                                                   | 6,15                                                                            | 0,48                   | 1,95                   |
| VIP 700                | 0,603                                                  | 6,02                                                                            | 0,52                   | 2,27                   |
| VIP 800                | 0,686                                                  | 5,91                                                                            | 0,56                   | 2,59                   |
| GL R 350/80            | 0,3                                                    | 7,24                                                                            | 0,38                   | 1,33                   |
| GL R 500/80            | 0,435                                                  | 6,47                                                                            | 0,46                   | 1,53                   |
| GL 600/80              | 0,525                                                  | 6,2                                                                             | 0,51                   | 1,7                    |
| GL 700/80              | 0,615                                                  | 6,02                                                                            | 0,55                   | 2,0                    |
| GL 800/80              | 0,705                                                  | 5,8                                                                             | 0,59                   | 2,26                   |
| GL 200/80/D            | 0,299                                                  | 7,79                                                                            | 0,52                   | 1,51                   |
| GL 350/80/D            | 0,491                                                  | 7,19                                                                            | 0,7                    | 2,21                   |
| VOX R 350              | 0,308                                                  | 6,73                                                                            | 0,36                   | 1,16                   |
| VOX R 500              | 0,435                                                  | 6,34                                                                            | 0,43                   | 1,52                   |
| VOX 600                | 0,521                                                  | 6,09                                                                            | 0,48                   | 1,8                    |
| VOX 700                | 0,607                                                  | 5,86                                                                            | 0,52                   | 2,05                   |
| VOX 800                | 0,693                                                  | 5,69                                                                            | 0,56                   | 2,31                   |
| KLASS 350              | 0,281                                                  | 6,76                                                                            | 0,37                   | 1,04                   |
| KLASS 500              | 0,404                                                  | 6,44                                                                            | 0,44                   | 1,41                   |
| KLASS 600              | 0,486                                                  | 6                                                                               | 0,49                   | 1,66                   |
| KLASS 700              | 0,568                                                  | 5,83                                                                            | 0,54                   | 1,91                   |
| KLASS 800              | 0,65                                                   | 5,58                                                                            | 0,59                   | 2,16                   |
| ISEO 350               | 0,272                                                  | 6,93                                                                            | 0,34                   | 1,05                   |
| ISEO 500               | 0,39                                                   | 6,56                                                                            | 0,42                   | 1,32                   |
| ISEO 600               | 0,459                                                  | 6,35                                                                            | 0,47                   | 1,5                    |
| ISEO 700               | 0,538                                                  | 6,16                                                                            | 0,52                   | 1,68                   |
| ISEO 800               | 0,617                                                  | 5,9                                                                             | 0,57                   | 1,86                   |



**Таблица 1.4. Номинальный тепловой поток и габаритные размеры секций биметаллических радиаторов предприятия GLOBAL**

| Наименование радиатора | Номинальный тепловой поток $q_{ну}$ , Вт | Габаритные размеры секции, мм |                       |                  |                |
|------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------|----------------|
|                        |                                          | Монтажная высота <b>D</b>     | Общая высота <b>A</b> | Глубина <b>C</b> | Длина <b>B</b> |
| STYLE 350              | 125                                      | 350                           | 425                   | 80               | 80             |
| STYLE 500              | 168                                      | 500                           | 575                   | 80               | 80             |
| SOLO 350               | 119                                      | 350                           | 418                   | 80               | 80             |
| SOLO 500               | 164                                      | 500                           | 568                   | 80               | 80             |
| STYLE EXTRA 350        | 121                                      | 350                           | 416                   | 80               | 80             |
| STYLE EXTRA 500        | 166                                      | 500                           | 566                   | 80               | 80             |
| STYLE PLUS 350         | 140                                      | 350                           | 425                   | 95               | 80             |
| STYLE PLUS 500         | 185                                      | 500                           | 575                   | 95               | 80             |
| SFERA 350              | 119                                      | 350                           | 418                   | 80               | 80             |
| SFERA 500              | 164                                      | 500                           | 568                   | 80               | 80             |

**Таблица 1.5. Технические характеристики секций биметаллических радиаторов предприятия GLOBAL**

| Наименование радиатора | Площадь наружной поверхности нагрева $f$ , м <sup>2</sup> | Номинальный коэффициент теплопередачи $K_{ну}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | Объем воды в секции, л | Масса (с ниппелем), кг |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| STYLE 350              | 0,3                                                       | 5,95                                                                     | 0,18                   | 1,56                   |
| STYLE 500              | 0,427                                                     | 5,62                                                                     | 0,2                    | 1,97                   |
| SOLO 350               | 0,282                                                     | 6,03                                                                     | 0,18                   | 1,38                   |
| SOLO 500               | 0,408                                                     | 5,74                                                                     | 0,2                    | 1,76                   |
| STYLE EXTRA 350        | 0,291                                                     | 5,94                                                                     | 0,18                   | 1,4                    |
| STYLE EXTRA 500        | 0,417                                                     | 5,69                                                                     | 0,2                    | 1,84                   |
| STYLE PLUS 350         | 0,34                                                      | 5,88                                                                     | 0,18                   | 1,55                   |
| STYLE PLUS 500         | 0,475                                                     | 5,56                                                                     | 0,2                    | 2,1                    |
| SFERA 350              | 0,282                                                     | 6,03                                                                     | 0,18                   | 1,38                   |
| SFERA 500              | 0,408                                                     | 5,74                                                                     | 0,2                    | 1,76                   |

1.20. Секционные радиаторы GLOBAL предназначены для применения в системах отопления как с искусственной, так и с естественной циркуляцией.

Для повышения эксплуатационной надёжности алюминиевые радиаторы GLOBAL рекомендуется, как указывалось, использовать в системах отопления с **независимым подсоединением к системам теплоснабжения**, оборудованных закрытыми расширительными сосудами и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя.

Помимо использования в системе отопления традиционных воздухоотводчиков необходимо оснащать каждый радиатор **воздухогазоотводчиком** (рис.1.13). Рекомендуется применять клапан безопасности «Absolut», совмещенный с воздухоотводчиком.

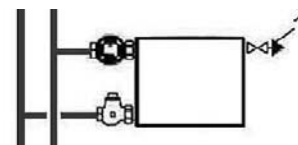


Рис. 1.13. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе

1.21. Радиаторы в отапливаемом 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.

1.22. На рис. 1.14 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления, в которых используются секционные радиаторы.

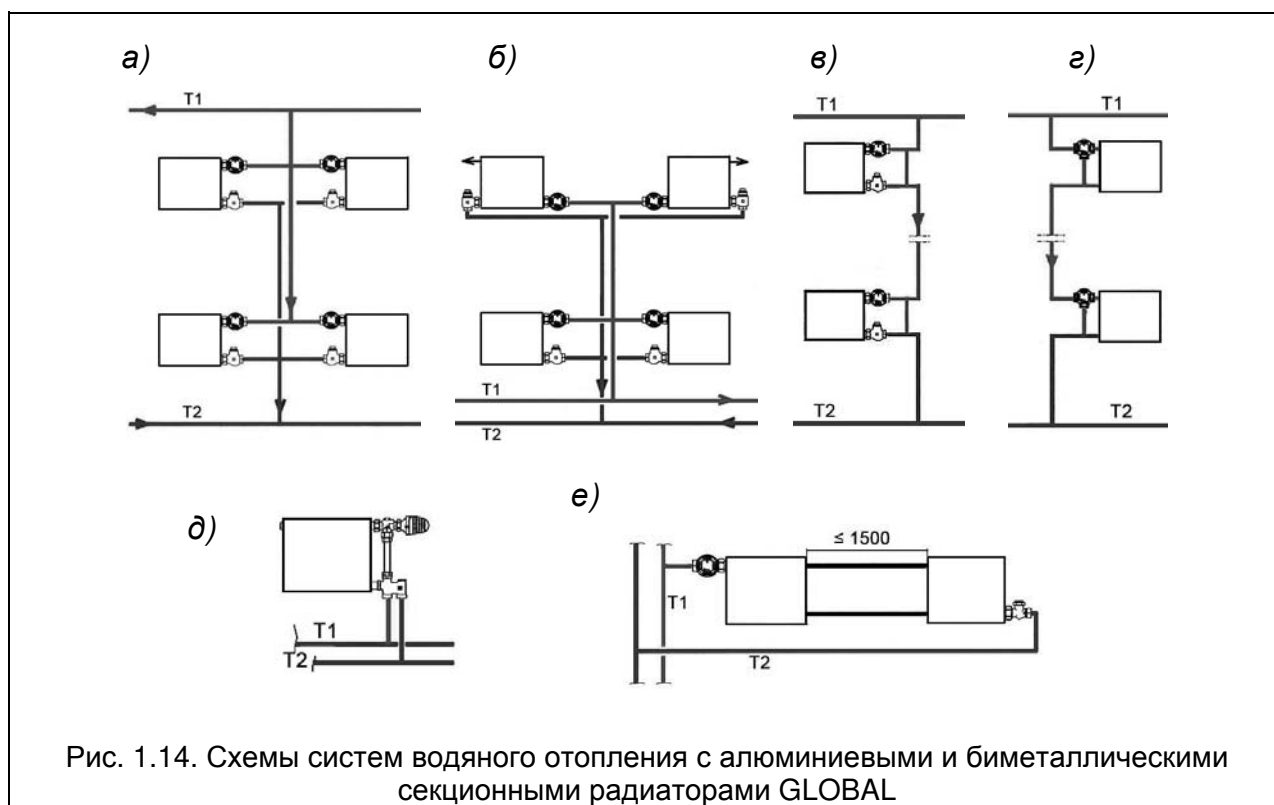


Рис. 1.14. Схемы систем водяного отопления с алюминиевыми и биметаллическими секционными радиаторами GLOBAL

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

Согласно СНиП [8] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании

возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [9] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

Показанная на рис. 1.15 схема обвязки отопительного прибора характерна для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [10], [11].

По данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры, установленной только на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 и 20 мм составляет 25-45 %. Это объясняется тем, что по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует на нижней подводке к радиатору устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.13 и 1.14 а-в). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

Отметим, что указанные довольно высокие проценты остаточной теплоотдачи характерны для однотрубных систем отопления со смещёнными замыкающими участками, близкорасположенными к отопительным приборам. Однако и в двухтрубных системах обратный стояк также зачастую близок к прибору, а некоторое снижение доли остаточной теплоотдачи объясняется несколько меньшей температурой обратного теплоносителя. Поэтому при необходимости обеспечить глубокую степень регулирования теплового потока «борьба» с остаточной теплоотдачей приборов актуальна как при однотрубной, так и при двухтрубной системе отопления.

В современной практике обвязки отопительных приборов наиболее часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках. Обычно для этой цели используются шаровые краны с учётом того факта, что термостат не является запорной арматурой. Особо подчеркнём, что **установка любой запорно-регулирующей арматуры на замыкающих участках** в однотрубных системах отопления **категорически не допускается**.

В последние годы в двухтрубных системах часто применяется схема обвязки отопительных приборов, предусматривающая установку на верхней подводке последовательно (от стояка) запорной арматуры (обычно шарового крана) и простейшего термостата без монтажной преднастройки. В этом случае на нижней подводке монтируются специальные клапаны, обеспечивающие отключение отопительного прибора. Некоторые модификации клапанов позволяют осуществлять опорожнение прибора без слива воды из стояка или системы, а в ряде случаев дают возможность проводить монтажную гидравлическую преднастройку. Эти клапаны (типа RL-5, Combi и т.п.) выполняют и роль циркуляционных тормозов. Применение специальных клапанов рекомендуется только при условии соответствия теплоносителя нормам по его загрязнению [5]. В ряде случаев для обеспечения простого демонтажа приборов, подключённых по схемам рис. 1.13, используются быстроразъёмные муфты.

Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укрупнять радиаторы. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при количестве секций в радиаторах более 18, а в гравитационных системах - более 10, рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения (рис. 1.16).

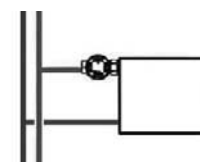


Рис. 1.15

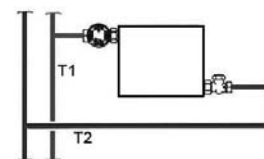


Рис.1.16

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.14е) также рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром 1" (не менее  $\frac{3}{4}$ ").

Радиаторы GLOBAL могут применяться в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением (рис. 1.14д). В этом случае, например, могут быть использованы гарнитуры бокового подсоединения.

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 термостате и его шумовых характеристик.

В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатической головки с выносным датчиком (рис.1.17). На схеме 1.17а показана головка термостата с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.17б – головка термостата с выносной регулировкой и на схеме 1.17в – электронная термостатическая головка (термопривод).

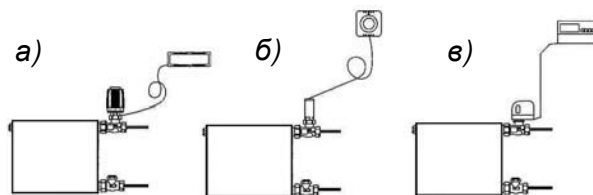


Рис. 1.17.

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

1.24. 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. 1.18 а) или расхода (рис. 1.18 б).

Обращаем внимание, что различные виды арматуры устанавливаются на подводках, стояках и магистралях, как правило, с учётом направления движения теплоносителя, указанного стрелкой на корпусе арматуры (см. рис. 1.18б).

1.25. Если загрязнения в теплоносителе превышают нормы [5], то для нормальной работы термостатов и регуливающей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами, в том числе и постояковыми, и обеспечивать их нормальную эксплуатацию. В системах отопления с независимой схемой подсоединения для поддержания требуемого качества теплоносителя целесообразно применять сепараторы.

1.26. На рис. 1.19 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры распределительного коллектора.

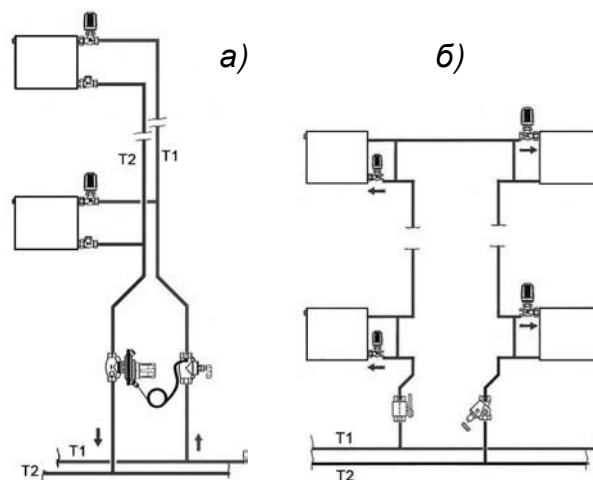


Рис. 1.18. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однетрубном (б) стояках: (положение термостатических элементов на схемах показано условно)

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

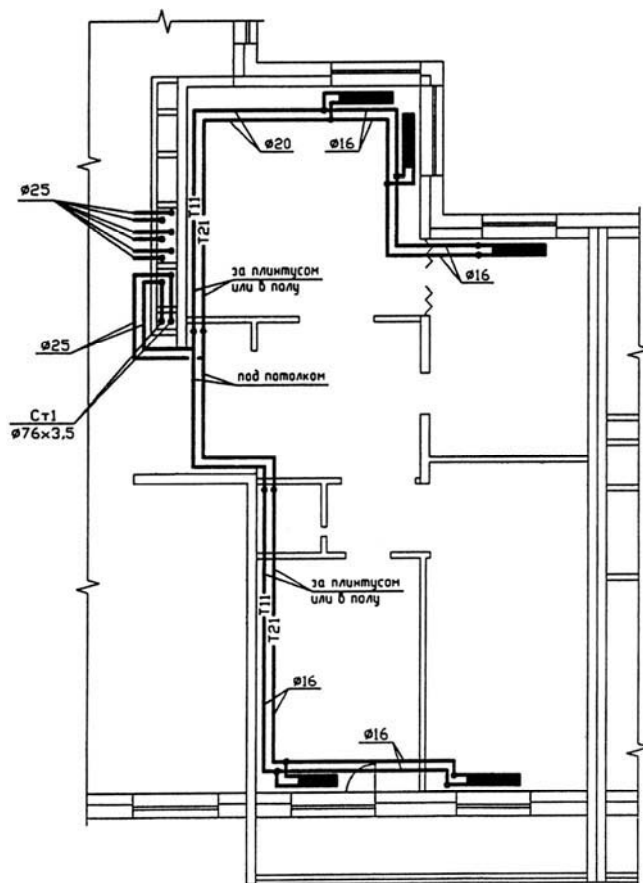


Рис. 1.19. Система отопления с плинтусной разводкой теплопроводов по квартире

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

1.28. Цена на радиаторы договорная с гибкой системой скидок. Справки о ценах можно получить по телефонам, указанным в п. 1.2 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 [10] и [11], 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  $\Delta P$  - 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)<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);

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

$\lambda$  - 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 [12]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления  $\zeta_{\text{ну}}$  и характеристик сопротивления  $S_{\text{ну}}$  при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям ряда радиаторов и конвекторов, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические показатели отопительных приборов, определённые по упомянутой методике [12], в среднем соответствуют трёх-летнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.3. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов GLOBAL  $\zeta_{\text{ну}}$  и  $S_{\text{ну}}$  при нормативном расходе горячей воды через прибор  $M_{\text{пр}}= 0,1$  кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также дополнительно  $\zeta$  и  $S$  при расходе 0,02 кг/с (72 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и терморегулятором на подводке. Гидравлические характеристики радиаторов «GLOBAL» определены при боковом подключении патрубков с услов-

ным диаметром 15 и 20 мм. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 2.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз», «снизу-вверх» и «снизу-вниз» практически равны при монтажных высотах 200 - 600 мм, несколько повышаются при высотах 700 и 800 мм и мало зависят от длины радиатора при количестве секций от 3 до 20.

**Таблица 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов GLOBAL при количестве секций 3 и более**

| Тип радиатора                                      | Монтажная высота радиатора $H_m$ , мм | Условный диаметр подводки $d_y$ , мм | Коэффициент местного сопротивления $\zeta$ и $\zeta_{ну}$ при $M_{пр}$ |                     | Характеристика сопротивления ( $S$ и $S_{ну}$ ) $\cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , при $M_{пр}$ |                     |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                    |                                       |                                      | 72 кг/ч (0,02 кг/с)                                                    | 360 кг/ч (0,1 кг/с) | 72 кг/ч (0,02 кг/с)                                                                                     | 360 кг/ч (0,1 кг/с) |
|                                                    |                                       |                                      | <b>MIX, VIP, GL, VOX, KLASS, ISEO</b>                                  | 200...600           | 15                                                                                                      | 3,3                 |
| 20                                                 | 3,5                                   | 1,6                                  | 1,44                                                                   |                     | 0,66                                                                                                    |                     |
| <b>MIX, VIP, GL, VOX, KLASS, ISEO</b>              | 700 и 800                             | 15                                   | 3,5                                                                    | 1,5                 | 4,8                                                                                                     | 2,06                |
|                                                    |                                       | 20                                   | 3,7                                                                    | 1,6                 | 1,52                                                                                                    | 0,66                |
| <b>STYLE, STYLE EXTRA, STYLE PLUS, SOLO, SFERA</b> | 350 и 500                             | 15                                   | 4,8                                                                    | 2,5                 | 6,58                                                                                                    | 3,43                |
|                                                    |                                       | 20                                   | 8,2                                                                    | 4,4                 | 3,37                                                                                                    | 1,82                |

2.4. 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.

2.5. 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 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 2K (2°C). Настройка на режим 2K означает, что терморегулятор частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2K (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 0,5K (0,5°C) или на 1K (1°C), а иногда допускается настройка на 3K (3°C) и более. Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на





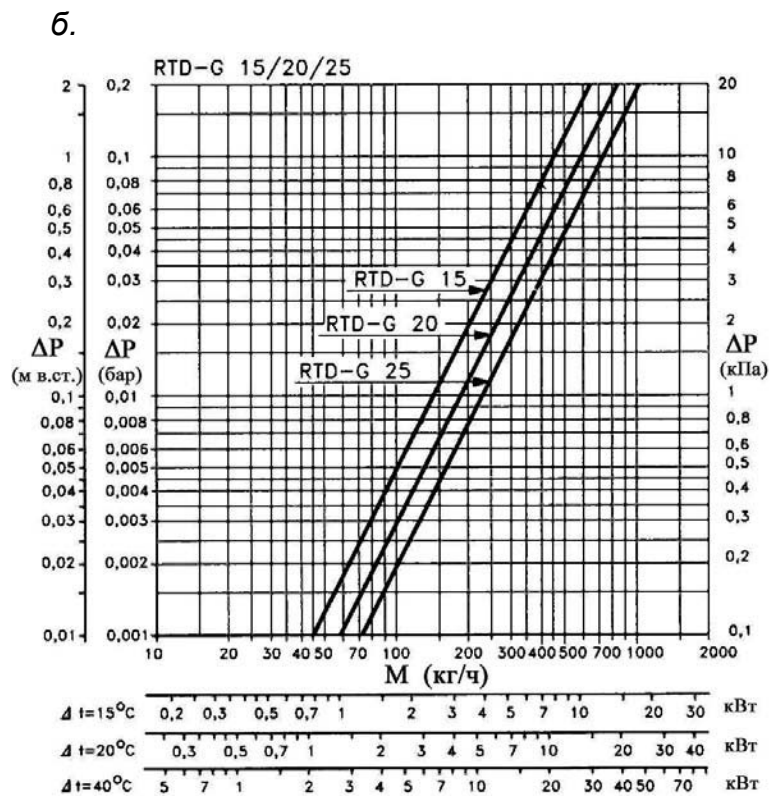
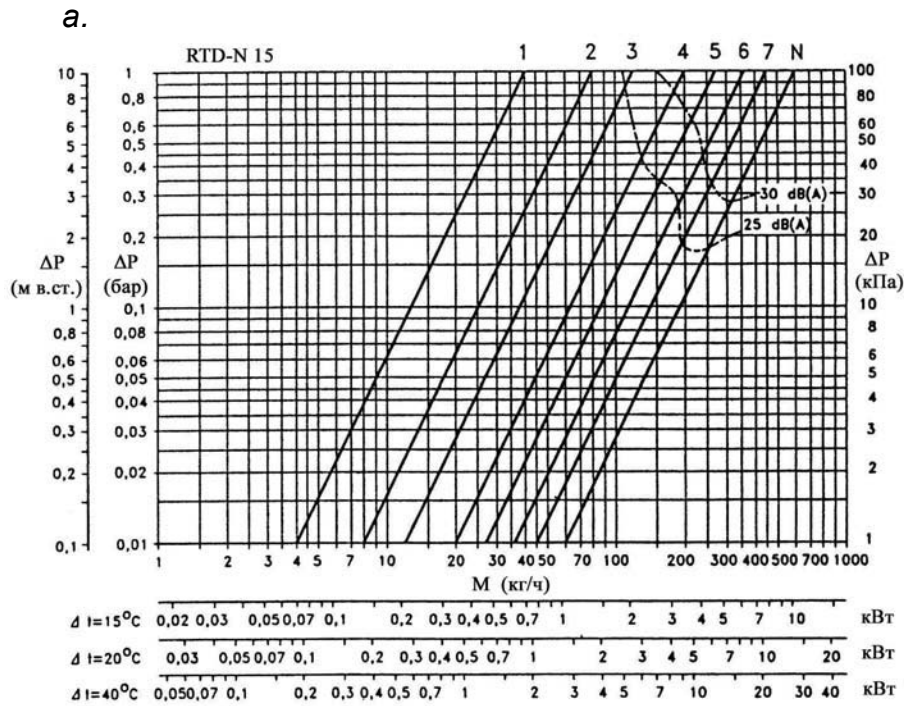


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики терморегуляторов фирмы «Данфосс»:  
 а – **RTD-N 15** при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками  $d_y$  15 мм;  
 б – **RTD-G** для гравитационных и насосных однотрубных систем отопления с подводками  $d_y$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

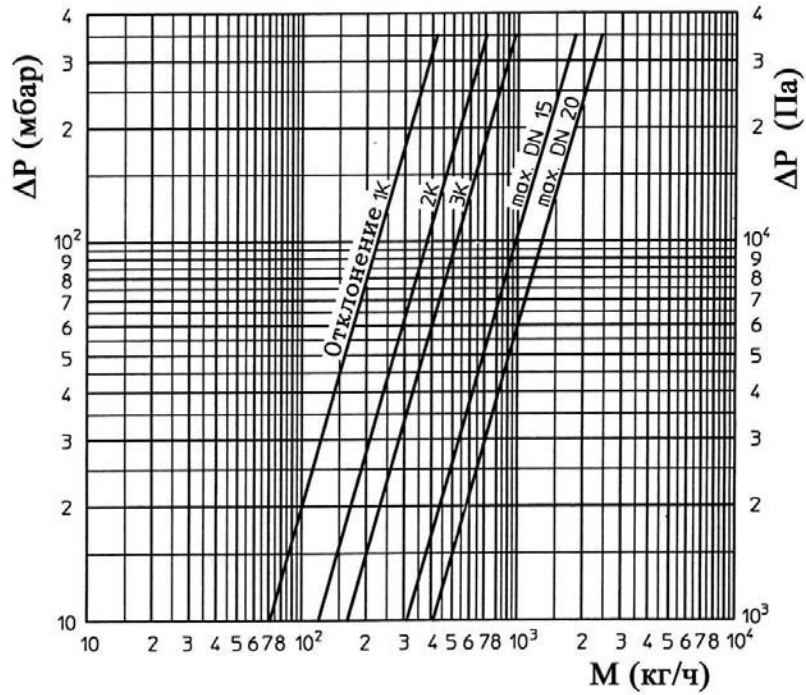


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики терморегуляторов серии «М» фирмы «Oventrop» при различных режимах настройки

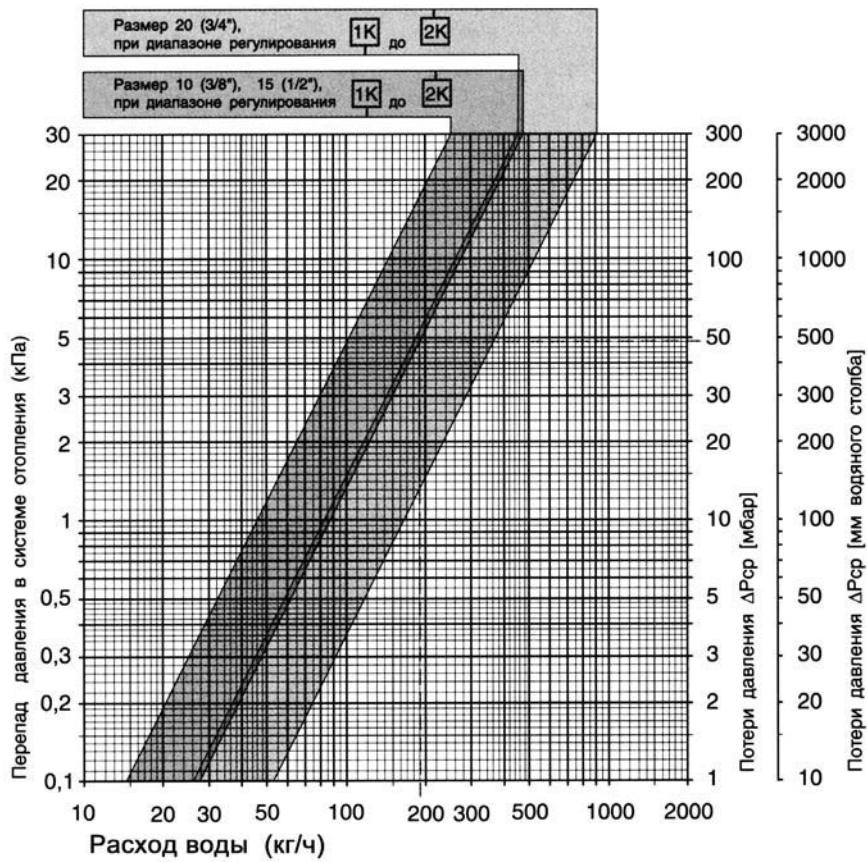


Рис. 2.4. Характеристики терморегуляторов уменьшенного гидравлического сопротивления фирмы «Heimeier»

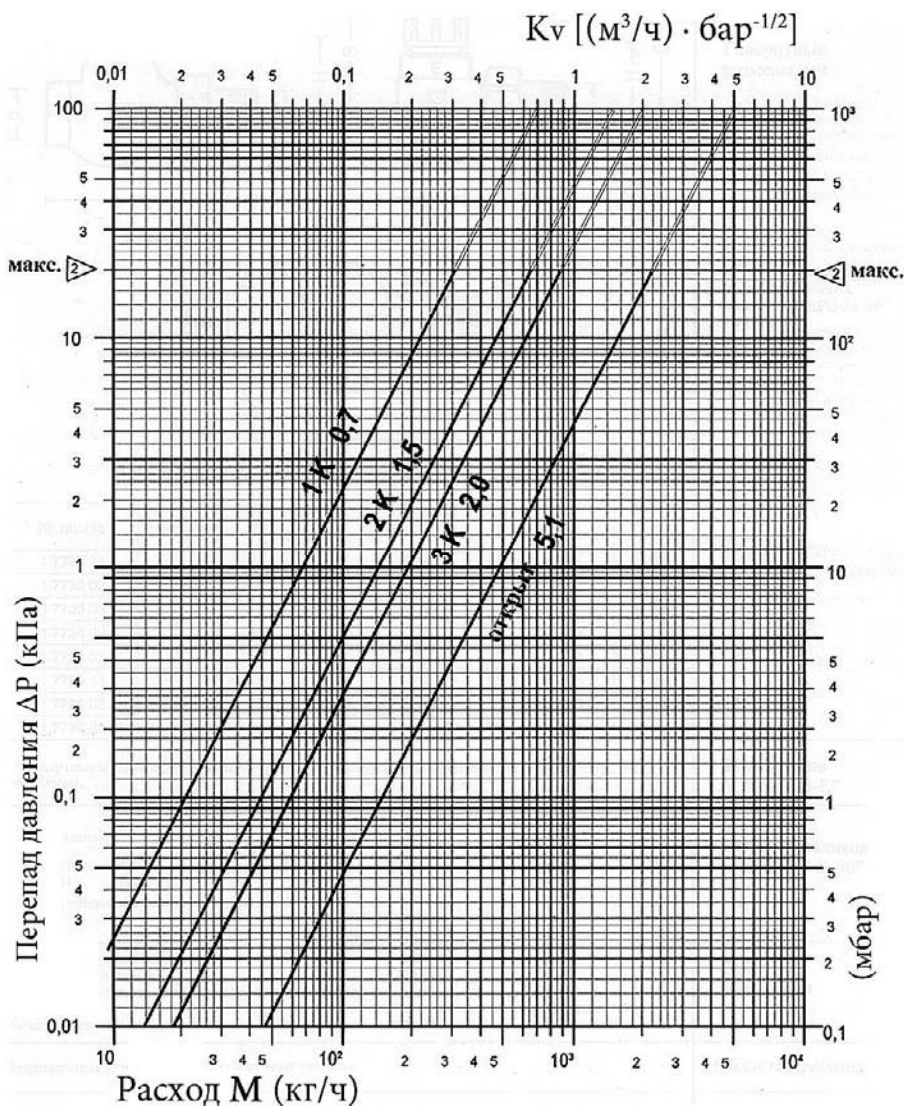


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

В однотрубных системах отопления с радиаторами GLOBAL целесообразно применять трёхходовые терморегуляторы, обеспечивающие удобные 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  $K_v$  [(м<sup>3</sup>/ч)·бар<sup>-1/2</sup>]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с  $K_v \geq 1,2$  [13].

При определении  $K_v$  в первом приближении принимали, что 1 м<sup>3</sup> 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 [(т/ч)·бар<sup>-1/2</sup>].

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.) [13].

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°С) 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.

2.6. Анализ 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. 1.20, использовать более надёжный в эксплуатации вариант подбора запорной и регулирующей 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°С (при настройке терморегулятора на режим 2К).

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

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

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.

2.8. Значения коэффициентов затекания для радиаторов GLOBAL при различных сочетаниях диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих участков ( $d_{з\y}$ ) и подводящих теплопроводов ( $d_{п}$ ) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке терморегуляторов на подводке представлены в табл. 2.2.

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

**Таблица 2.2. Усреднённые значения коэффициентов затекания  $\alpha_{пр}$**

| Фирма-изготовитель и тип регулирующей арматуры                                              | Значения $\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{з\y} \times d_{п}$ (мм) |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|
|                                                                                             | 15x15x15                                                                                                        | 20x15x15     | 20x15x20     |
| Фирма «Данфосс», тип <b>RTD-G 15</b> с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм          | 0,24 / 0,23                                                                                                     | 0,195 / 0,19 | 0,26 / 0,255 |
| Фирма «Данфосс», тип <b>RTD-G 20</b> с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм          | -                                                                                                               | -            | 0,27 / 0,26  |
| Фирма «HERZ Armaturen», тип « <b>HERZ-TS-E</b> » с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм    | 0,25 / 0,24                                                                                                     | 0,2 / 0,19   | 0,255 / 0,25 |
| Фирма «HERZ Armaturen», тип « <b>HERZ-TS-E</b> » с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм (*) | 0,37 / 0,35                                                                                                     | 0,245 / 0,24 | 0,375 / 0,37 |
| Фирма «Oventrop», тип <b>AZ</b> с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм                     | 0,21 / 0,2                                                                                                      | 0,175 / 0,17 | 0,22 / 0,21  |
| Фирма «Oventrop», тип <b>M</b> с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм                      | 0,23 / 0,22                                                                                                     | 0,19 / 0,18  | 0,245 / 0,24 |
| Фирма «Heimeier», специальный термостат с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм             | 0,22 / 0,21                                                                                                     | 0,185 / 0,8  | 0,24 / 0,23  |

Примечания. 1) Над чертой указаны значения  $\alpha_{пр}$  для алюминиевых радиаторов, под чертой – для биметаллических.

2) (\*) с термостатическим элементом **HERZ 7262**.

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 «M» (артикул

118 54 04). Заметим, что гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) терморегуляторов указанных моделей практически совпадают.

2.9. Коэффициенты затекания при установке терморегуляторов определены, как указывалось, при их настройке на режим 2К (2°C). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания необходимая 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%).

2.10. 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 [14], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.11. 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.

2.12. Отметим, что фирма «Данфосс» в настоящее время меняет линейку термостатов RTD на серию RA, а также ведёт работу по увеличению расчётного хода штока Хр до 0,7 мм в термостатах уменьшенного гидравлического сопротивления. В связи с этим гидравлические характеристики термостатов фирмы «Данфосс» и значения коэффициентов затекания в узлах однотрубных систем отопления с новой арматурой могут быть уточнены.

### 3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, представленных в специальной и справочно-информационной литературе [8], [10], [11], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

3.2. При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , принимаемым по табл. 3.1. Коэффициент  $\beta_1$  зависит от номенклатурного шага радиатора данного типа, а  $\beta_2$  - от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок наружного ограждения.

3.3. При подборе радиаторов, оснащённых автоматическими терморегуляторами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации (особенно при её запуске) и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителя, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [10], [11], следует увеличивать в 1,15 раза для жилых помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [4], [15], [16].

Таблица 3.1. Значения коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$

| Тип радиатора | $\beta_1$ | $\beta_2$        |              | Тип радиатора   | $\beta_1$ | $\beta_2$        |              |
|---------------|-----------|------------------|--------------|-----------------|-----------|------------------|--------------|
|               |           | У наружной стены | У остекления |                 |           | У наружной стены | У остекления |
| MIX R 350     | 1,029     | 1,02             | 1,07         | KLASS 500       | 1,043     | 1,022            | 1,075        |
| MIX R 500     | 1,05      |                  |              | KLASS 600       | 1,059     |                  |              |
| MIX 600       | 1,071     |                  |              | KLASS 700       | 1,074     |                  |              |
| MIX 700       | 1,095     |                  |              | KLASS 800       | 1,089     |                  |              |
| MIX 800       | 1,118     |                  |              | ISEO 350        | 1,025     | 1,022            | 1,075        |
| VIP R 350     | 1,029     | ISEO 500         | 1,04         |                 |           |                  |              |
| VIP R 500     | 1,05      | ISEO 600         | 1,058        |                 |           |                  |              |
| VIP 600       | 1,07      | ISEO 700         | 1,074        |                 |           |                  |              |
| VIP 700       | 1,089     | 1,02             | 1,07         | ISEO 800        | 1,09      | 1,023            | 1,08         |
| VIP 800       | 1,117     |                  |              | STYLE 350       | 1,02      |                  |              |
| GL R 350/80   | 1,031     |                  |              | STYLE 500       | 1,036     |                  |              |
| GL R 500/80   | 1,053     |                  |              | SOLO 350        | 1,016     |                  |              |
| GL 600/80     | 1,072     |                  |              | SOLO 500        | 1,033     |                  |              |
| GL 700/80     | 1,096     | 1,015            | 1,06         | STYLE EXTRA 350 | 1,017     | 1,024            | 1,085        |
| GL 800/80     | 1,12      |                  |              | STYLE EXTRA 500 | 1,033     |                  |              |
| GL 200/80/D   | 1,033     |                  |              | STYLE PLUS 350  | 1,025     | 1,021            | 1,07         |
| GL 350/80/D   | 1,086     |                  |              | STYLE PLUS 500  | 1,045     |                  |              |
| VOX R 350     | 1,03      |                  |              | 1,02            | 1,07      | SFERA 350        | 1,016        |
| VOX R 500     | 1,048     | SFERA 500        | 1,033        |                 |           |                  |              |
| VOX 600       | 1,068     | KLASS 350        | 1,022        |                 |           | 1,022            | 1,075        |
| VOX 700       | 1,082     |                  |              |                 |           |                  |              |
| VOX 800       | 1,112     |                  |              |                 |           |                  |              |

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

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot \tilde{n} \cdot (\dot{I}_{i0}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta = Q_{i0} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta = \hat{E}_{i0} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta, \quad (3.1)$$

где

$Q_{ny}$  - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию  $q_{ny}$  (см. табл. 1.2 и 1.4), на количество секций в приборе  $N$ , Вт;

$\Theta$  - 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  $t_b$ , °С;

$\Delta t_{np}$  - 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 нормированном температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 3.2, 3.3);

$n$  и  $m$  - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по табл. 3.2, 3.3);

$M_{np}$  - 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. 3.4);

$\beta_3$  - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 3.5);

$\rho$  - 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. 3.6); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз»  $\rho=1$ ;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 3.7);

$\varphi_2 = (\dot{I}_{i\delta}/0,1)^m$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 3.8);

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

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

где  $F$  - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, равная произведению площади поверхности нагрева одной секции  $f_c$  (принимается по табл. 1.3 и 1.5) на количество секций в приборе  $N$ ,  $\text{м}^2$ .

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

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \tilde{n} \cdot (\dot{I}_{i\delta}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta = \hat{E}_{i\delta} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta \quad (3.4)$$

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициента  $c$  зависят не только от исследованных диапазонов изменения  $\Theta$  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 секционном радиаторе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было уста-



новлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по одной-двум секциям, ближайшим к подводющим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводными теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент  $p$ , приведённый в табл. 3.6.

3.7. 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 3.2. Усреднённые значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициентов  $c$  и  $p$  алюминиевых радиаторов**

| Тип радиатора                    | Схема движения теплоносителя | $n$  | $m$  | $c$  | $p$           |
|----------------------------------|------------------------------|------|------|------|---------------|
| <b>MIX R 350</b>                 | Сверху-вниз                  | 0,32 | 0,03 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,33 | 0,1  | 0,96 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,01 | 0,93 | 1             |
| <b>MIX R 500<br/>MIX 600</b>     | Сверху-вниз                  | 0,33 | 0,03 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,33 | 0,1  | 0,98 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,01 | 0,93 | 1             |
| <b>MIX 700<br/>MIX 800</b>       | Сверху-вниз                  | 0,34 | 0,03 | 1    | 1             |
| <b>VIP R 350</b>                 | Сверху-вниз                  | 0,32 | 0,04 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,33 | 0,1  | 0,96 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,01 | 0,93 | 1             |
| <b>VIP R 500<br/>VIP 600</b>     | Сверху-вниз                  | 0,33 | 0,04 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,33 | 0,1  | 0,98 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,01 | 0,94 | 1             |
| <b>VIP 700<br/>VIP 800</b>       | Сверху-вниз                  | 0,34 | 0,04 | 1    | 1             |
| <b>GL R 350/80</b>               | Сверху-вниз                  | 0,32 | 0,02 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,33 | 0,06 | 0,98 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,03 | 0,93 | 1             |
| <b>GL R 500/80<br/>GL 600/80</b> | Сверху-вниз                  | 0,33 | 0,04 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,33 | 0,1  | 0,98 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,03 | 0,93 | 1             |
| <b>GL 700/80<br/>GL 800/80</b>   | Сверху-вниз                  | 0,33 | 0,04 | 1    | 1             |
| <b>GL 200/80/D</b>               | Сверху-вниз                  | 0,3  | 0    | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,3  | 0,1  | 0,82 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,03 | 0,93 | 1             |
| <b>GL 350/80/D</b>               | Сверху-вниз                  | 0,32 | 0    | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,32 | 0,05 | 0,82 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,03 | 0,93 | 1             |
| <b>VOX R 350</b>                 | Сверху-вниз                  | 0,3  | 0,02 | 1    | 1             |
|                                  | Снизу-вверх                  | 0,32 | 0,1  | 0,92 | См. табл. 3.6 |
|                                  | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,01 | 0,93 | 1             |

| Тип радиатора                        | Схема движения теплоносителя | <i>n</i> | <i>m</i> | <i>c</i> | <i>p</i>      |
|--------------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>VOX R 500</b><br><b>VOX 600</b>   | Сверху-вниз                  | 0,3      | 0,02     | 1        | 1             |
|                                      | Снизу-вверх                  | 0,32     | 0,1      | 0,93     | См. табл. 3.6 |
|                                      | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,93     | 1             |
| <b>VOX 700</b><br><b>VOX 800</b>     | Сверху-вниз                  | 0,32     | 0,03     | 1        | 1             |
| <b>KLASS 350</b>                     | Сверху-вниз                  | 0,32     | 0        | 1        | 1             |
|                                      | Снизу-вверх                  | 0,32     | 0,06     | 0,88     | См. табл. 3.6 |
|                                      | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0        | 0,93     | 1             |
| <b>KLASS 500</b><br><b>KLASS 600</b> | Сверху-вниз                  | 0,32     | 0,02     | 1        | 1             |
|                                      | Снизу-вверх                  | 0,32     | 0,06     | 0,9      | См. табл. 3.6 |
|                                      | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0        | 0,935    | 1             |
| <b>KLASS 700</b><br><b>KLASS 800</b> | Сверху-вниз                  | 0,33     | 0,04     | 1        | 1             |
| <b>ISEO 350</b>                      | Сверху-вниз                  | 0,3      | 0,04     | 1        | 1             |
|                                      | Снизу-вверх                  | 0,33     | 0,09     | 0,94     | См. табл. 3.6 |
|                                      | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,93     | 1             |
| <b>ISEO 500</b><br><b>ISEO 600</b>   | Сверху-вниз                  | 0,3      | 0,02     | 1        | 1             |
|                                      | Снизу-вверх                  | 0,34     | 0,06     | 0,94     | См. табл. 3.6 |
|                                      | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,93     | 1             |
| <b>ISEO 700</b><br><b>ISEO 800</b>   | Сверху-вниз                  | 0,33     | 0,04     | 1        | 1             |

**Таблица 3.3. Усреднённые значения показателей степени *n* и *m* и коэффициентов *c* и *p* биметаллических радиаторов**

| Тип радиатора                                    | Схема движения теплоносителя | <i>n</i> | <i>m</i> | <i>c</i> | <i>p</i>      |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>STYLE 350</b><br><b>STYLE 500</b>             | Сверху-вниз                  | 0,3      | 0,04     | 1        | 1             |
|                                                  | Снизу-вверх                  | 0,32     | 0,09     | 0,96     | См. табл. 3.6 |
|                                                  | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,85     | 1             |
| <b>SOLO 350</b><br><b>SOLO 500</b>               | Сверху-вниз                  | 0,3      | 0,04     | 1        | 1             |
|                                                  | Снизу-вверх                  | 0,31     | 0,1      | 0,93     | См. табл. 3.6 |
|                                                  | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,9      | 1             |
| <b>STYLE EXTRA 350</b><br><b>STYLE EXTRA 500</b> | Сверху-вниз                  | 0,33     | 0,04     | 1        | 1             |
|                                                  | Снизу-вверх                  | 0,31     | 0,1      | 0,97     | См. табл. 3.6 |
|                                                  | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,85     | 1             |
| <b>STYLE PLUS 350</b><br><b>STYLE PLUS 500</b>   | Сверху-вниз                  | 0,31     | 0,04     | 1        | 1             |
|                                                  | Снизу-вверх                  | 0,33     | 0,1      | 0,97     | См. табл. 3.6 |
|                                                  | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,9      | 1             |
| <b>SFERA 350</b><br><b>SFERA 500</b>             | Сверху-вниз                  | 0,3      | 0,04     | 1        | 1             |
|                                                  | Снизу-вверх                  | 0,31     | 0,1      | 0,93     | См. табл. 3.6 |
|                                                  | Снизу-вниз                   | 0,3      | 0,01     | 0,9      | 1             |

**Таблица 3.4. Усреднённый поправочный коэффициент  $b$**

|                       |            |       |       |       |       |       |       |       |        |       |
|-----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 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><math>b</math></b> |            | 0,957 | 0,963 | 0,968 | 0,975 | 0,981 | 0,987 | 0,993 | 1      | 1,012 |

**Таблица 3.5. Усреднённые значения коэффициента  $\beta_3$ , учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток**

| Типы радиаторов                 | Монтажная высота, мм | Значения $\beta_3$ при количестве секций в радиаторе |       |       |        |         |            |
|---------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|-------|-------|--------|---------|------------|
|                                 |                      | 3                                                    | 4     | 5 – 6 | 7 – 10 | 11 – 13 | 14 и более |
| MIX, VIP, GL, VOX               | 200, 350             | 1,02                                                 | 1,01  | 1,005 | 1      | 0,99    | 0,98       |
|                                 | 500, 600             | 1,03                                                 | 1,015 | 1     | 0,995  | 0,99    | 0,98       |
|                                 | 700, 800             | 1,025                                                | 1     | 0,99  | 0,98   | 0,97    | 0,96       |
| KLASS, ISEO                     | 200, 350             | 1,015                                                | 1,01  | 1,005 | 1      | 0,995   | 0,99       |
|                                 | 500, 600             | 1,025                                                | 1,01  | 1     | 0,995  | 0,99    | 0,985      |
|                                 | 700, 800             | 1,02                                                 | 1     | 0,99  | 0,985  | 0,98    | 0,97       |
| GL/D                            | 200                  | 1,035                                                | 1,02  | 1     | 0,99   | 0,98    | 0,97       |
|                                 | 350                  | 1,03                                                 | 1     | 0,99  | 0,98   | 0,97    | 0,96       |
| STYLE, STYLE EXTRA, SOLO, SFERA | 350                  | 1,02                                                 | 1,012 | 1,01  | 1      | 0,99    | 0,98       |
|                                 | 500                  | 1,03                                                 | 1,015 | 1     | 0,985  | 0,98    | 0,97       |
| STYLE PLUS                      | 350                  | 1,025                                                | 1,015 | 1,01  | 1      | 0,985   | 0,97       |
|                                 | 500                  | 1,035                                                | 1,02  | 1     | 0,98   | 0,97    | 0,96       |

**Таблица 3.6. Усреднённые значения поправочного коэффициента  $p$  при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»**

| Типы радиаторов                             | Монтажная высота, мм | Значения $p$ при количестве секций в радиаторе |       |       |      |           |
|---------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|-------|-------|------|-----------|
|                                             |                      | 2                                              | 3     | 4     | 5    | 6 и более |
| MIX, VIP, GL, GL/D, VOX, KLASS, ISEO        | 200, 350             | 1,017                                          | 1,012 | 1,005 | 1    | 1         |
|                                             | 500, 600             | 1,035                                          | 1,025 | 1,02  | 1,01 | 1         |
| STYLE, STYLE EXTRA, STYLE PLUS, SOLO, SFERA | 350                  | -                                              | 1,02  | 1,015 | 1,01 | 1         |
|                                             | 500                  | -                                              | 1,03  | 1,025 | 1,01 | 1         |

**Таблица 3.7. Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  в зависимости от показателя степени «n» (табл. 3.2 и 3.3)**

| $\Theta$ ,<br>°C | Значения $\phi_1$ при |          |          |          |          |
|------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|                  | n = 0,3               | n = 0,31 | n = 0,32 | n = 0,33 | n = 0,34 |
| 44               | 0,547                 | 0,544    | 0,542    | 0,539    | 0,537    |
| 46               | 0,579                 | 0,577    | 0,575    | 0,572    | 0,57     |
| 48               | 0,612                 | 0,61     | 0,608    | 0,605    | 0,603    |
| 50               | 0,646                 | 0,644    | 0,641    | 0,639    | 0,637    |
| 52               | 0,679                 | 0,677    | 0,675    | 0,673    | 0,671    |
| 54               | 0,714                 | 0,712    | 0,71     | 0,708    | 0,706    |
| 56               | 0,748                 | 0,747    | 0,745    | 0,743    | 0,742    |
| 58               | 0,783                 | 0,782    | 0,78     | 0,779    | 0,777    |
| 60               | 0,818                 | 0,817    | 0,816    | 0,815    | 0,813    |
| 62               | 0,854                 | 0,853    | 0,852    | 0,851    | 0,85     |
| 64               | 0,89                  | 0,889    | 0,889    | 0,888    | 0,887    |
| 66               | 0,926                 | 0,926    | 0,925    | 0,925    | 0,924    |
| 68               | 0,963                 | 0,963    | 0,962    | 0,962    | 0,962    |
| 70               | 1                     | 1        | 1        | 1        | 1        |
| 72               | 1,037                 | 1,038    | 1,038    | 1,038    | 1,038    |
| 74               | 1,075                 | 1,076    | 1,076    | 1,077    | 1,077    |
| 76               | 1,113                 | 1,114    | 1,115    | 1,116    | 1,117    |
| 78               | 1,151                 | 1,152    | 1,154    | 1,155    | 1,156    |
| 80               | 1,19                  | 1,191    | 1,193    | 1,194    | 1,196    |
| 82               | 1,228                 | 1,23     | 1,232    | 1,234    | 1,236    |
| 84               | 1,267                 | 1,27     | 1,272    | 1,274    | 1,277    |
| 86               | 1,307                 | 1,31     | 1,312    | 1,315    | 1,318    |
| 88               | 1,346                 | 1,35     | 1,353    | 1,356    | 1,359    |
| 90               | 1,386                 | 1,39     | 1,393    | 1,397    | 1,4      |

**Таблица 3.8. Значения поправочного коэффициента  $\phi_2$  в зависимости от показателя степени «m» (табл. 3.2 и 3.3)**

| $M_{пр}$ |      | Значения $\phi_2$ при |        |        |        |        |        |        |       |
|----------|------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| кг/с     | кг/ч | m=0,01                | m=0,02 | m=0,03 | m=0,04 | m=0,05 | m=0,06 | m=0,09 | m=0,1 |
| 0,015    | 54   | 0,981                 | 0,963  | 0,945  | 0,927  | 0,91   | 0,892  | 0,843  | 0,827 |
| 0,02     | 72   | 0,984                 | 0,968  | 0,953  | 0,938  | 0,923  | 0,908  | 0,865  | 0,851 |
| 0,025    | 90   | 0,986                 | 0,973  | 0,959  | 0,946  | 0,933  | 0,92   | 0,883  | 0,871 |
| 0,03     | 108  | 0,988                 | 0,976  | 0,965  | 0,953  | 0,942  | 0,93   | 0,897  | 0,887 |
| 0,035    | 126  | 0,99                  | 0,979  | 0,969  | 0,959  | 0,949  | 0,939  | 0,91   | 0,9   |
| 0,04     | 144  | 0,991                 | 0,982  | 0,973  | 0,964  | 0,955  | 0,946  | 0,921  | 0,912 |
| 0,05     | 180  | 0,993                 | 0,986  | 0,979  | 0,973  | 0,966  | 0,959  | 0,94   | 0,933 |
| 0,06     | 216  | 0,995                 | 0,99   | 0,985  | 0,98   | 0,975  | 0,97   | 0,955  | 0,95  |
| 0,07     | 252  | 0,996                 | 0,993  | 0,989  | 0,986  | 0,982  | 0,979  | 0,968  | 0,965 |
| 0,08     | 288  | 0,998                 | 0,996  | 0,993  | 0,991  | 0,989  | 0,987  | 0,98   | 0,978 |
| 0,09     | 324  | 0,999                 | 0,998  | 0,997  | 0,996  | 0,995  | 0,994  | 0,991  | 0,99  |
| 0,1      | 360  | 1                     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1     |
| 0,125    | 450  | 1,002                 | 1,004  | 1,007  | 1,009  | 1,011  | 1,013  | 1,02   | 1,023 |
| 0,15     | 540  | 1,004                 | 1,008  | 1,012  | 1,016  | 1,02   | 0,025  | 1,037  | 1,041 |

