

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

**УТВЕРЖДАЮ**



Директор ООО «Витатерм»

**В. И. Сасин**

«26» сентября 2009 г.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ**

по применению алюминиевого  
секционного радиатора повышенной  
прочности «RIFAR Alum 500»

Москва – 2009

**Уважаемые коллеги!**

**Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» представляет вашему вниманию рекомендации по применению алюминиевых секционных радиаторов повышенной прочности «RIFAR Alum 500», предлагаемых потребителям ЗАО «РИФАР».**

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

**Авторы рекомендаций: канд. техн. наук Сасин В.И., канд. техн. наук Бершидский Г.А., инженеры Прокопенко Т.Н. и Кушнир В.Д. Б.В. (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](mailto:vitatherm@yandex.ru)**

**Основные характеристики радиаторов «RIFAR Alum 500»**

Наименование показателей	Единица измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более:	МПа	2
Испытательное давление, не менее:	МПа	3
Максимальная температура теплоносителя	°С	135
Глубина радиатора	мм	90
Высота радиатора Н	мм	565
Номинальный тепловой поток секции	Вт	182
Значения рН: оптимальные допустимые	–	7 - 8 7 - 8,5
Длина блока радиатора заводского изготовления	шт. мм	4 - 14 323 - 1133
Коэффициенты местного сопротивления при стандартных схемах бокового подсоединения, расходе теплоносителя 60 кг/ч и подводках d <sub>y</sub> 15 мм (d <sub>y</sub> 20 мм)	–	1,8 (2,0)
Стандартный цвет покрытия – по грунту порошковая эмаль белого цвета		

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики алюминиевого секционного радиатора «RIFAR Alum 500»	4
2. Гидравлический расчёт	11
3. Тепловой расчёт	19
4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	23
5. Указания по монтажу алюминиевого секционного радиатора «RIFAR Alum 500» и основные требования к его эксплуатации	25
6. Список использованной литературы	30
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	31
<i>Приложение 2.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	33

## 1. Основные технические характеристики алюминиевого секционного радиатора «RIFAR Alum 500»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению алюминиевого секционного радиатора «RIFAR Alum 500» разработаны ООО «Витатерм» на основе проведенных в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» и в ООО «Витатерм» теплогидравлических и прочностных испытаний представительных образцов этих радиаторов с монтажной высотой 500 мм.

Образцы для испытаний представлены ЗАО «РИФАР»: адрес - Россия, 462630, г. Гай, Оренбургская обл., Технологический проезд, 18, тел. +7 35362 45-113, +7 35362 45-130, тел. 8 800 700-10-30, e-mail: [info@rifar.ru](mailto:info@rifar.ru).

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [1], [2], разработанной с участием ведущих специалистов проектных организаций г. Москвы (ЦНИИЭПжилища, Моспроект, МНИИТЭП и др.) и МИСИ (МГСУ), начиная с 1975 г.

1.3. ЗАО «РИФАР» выпускает отопительные секционные радиаторы, изготавливаемые методом литья под давлением из алюминиевого сплава.

Так, производятся цельноалюминиевые радиаторы «Alum 500» и «Alum 350» с боковым расположением присоединительных патрубков и их модификации «Alum 500 Ventil» и «Alum 350 Ventil» с донным подключением к системе отопления.

Кроме того, выпускаются биметаллические радиаторы «Base 500», «Base 350» и их модификации «Base 500 Ventil» и «Base 350 Ventil», а также биметаллический радиатор «Alp 500».

Данные рекомендации касаются только базовой модели алюминиевого радиатора «RIFAR Alum 500» с боковым расположением присоединительных патрубков (рис. 1.1).

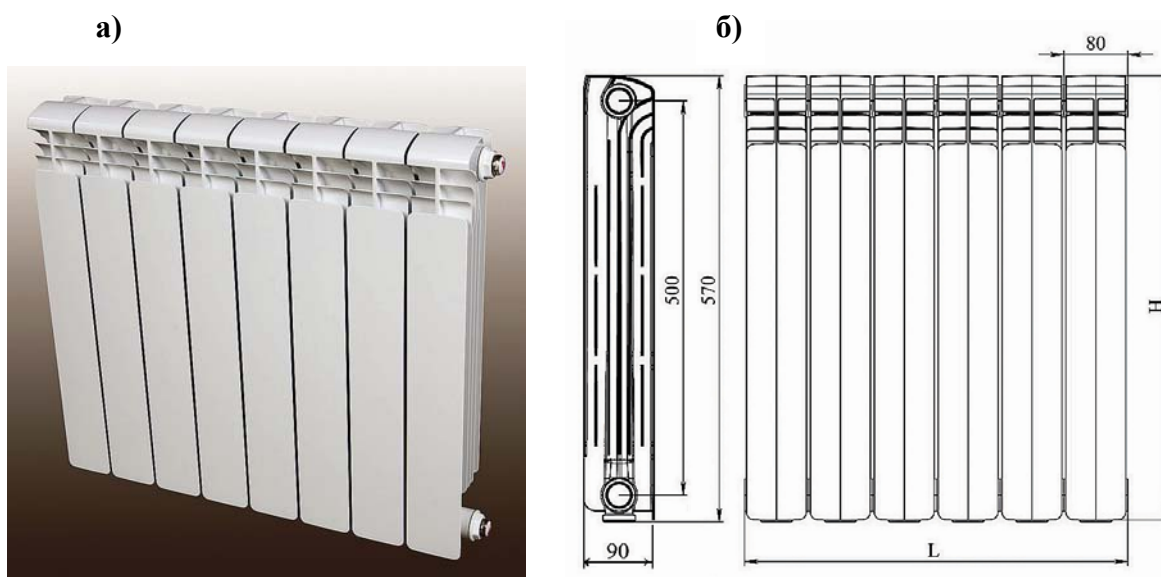


Рис. 1.1. Общий вид (а) и габаритные размеры (б) алюминиевого радиатора «RIFAR Alum 500»

Конструктивное решение этого прибора определяет современный дизайн радиатора и его гигиеничность при малой глубине.

1.4. Геометрия овального сечения вертикального канала и минимальная толщина стенки 2,8 мм обеспечивают повышенную прочность радиатора. Основное отличие радиатора «RIFAR Alum» от известных алюминиевых радиаторов заключается в том, что технологическое отверстие в нижней части колонки каждой секции закрывается с помощью специальной заглушки и уплотнительной прокладки (без применения сварки). Основные размеры этого радиатора с монтажной высотой 500 мм представлены на рис. 1.1б.

1.5. Радиаторы «RIFAR Alum 500» предназначены для работы в автономных системах отопления, в частности, в коттеджах и в системах отопления жилых, общественных и административных зданий с независимой схемой подключения при температуре теплоносителя до 135°C и его максимальном рабочем избыточном давлении 2 МПа при испытательном не менее 3 МПа.

В основном требования к теплоносителю соответствуют указанным в п. 4.8 «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [3], но значения рН (водородный показатель) рекомендуется выдерживать в пределах 7 – 8,5. Для работы на антифризе допускается использовать радиаторы только со специальными межсекционными прокладками.

1.6. Изготовление радиаторов из лёгких алюминиевых сплавов и малый объём теплоносителя внутри секций определяют их малую инерционность и, как следствие, энергоэкономичность. Невысокая материалоемкость радиатора «RIFAR Alum 500» (около 10 кг/кВт) обеспечивает удобство при их транспортировке и монтаже и снижение соответствующих затрат.

Конструкция этих радиаторов отвечает требованиям стандарта АВОК 4.22-2006 на «Радиаторы и конвекторы отопительные» [4] и ГОСТ 31311-2005 на «Приборы отопительные» [5].

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

1.8. Радиаторы «RIFAR Alum 500» поставляются в сборе по спецификации заказчика с количеством секций в приборе от 4 до 14.

Радиатор в сборе (без пробок) герметично упаковывается в термоусадочную плёнку, затем на крайние секции надеваются картонные лотки, после этого снова радиатор упаковывается в термоусадочную плёнку.

1.9. Радиаторы крепятся на стене с помощью верхних и нижних кронштейнов: при количестве секций до 10 - 2 верхних и 1 нижний кронштейн; при количестве секций 11-14 - 3 верхних и 2 нижних кронштейна; при большем количестве секций на каждую группу до 5 секций добавляется 1 верхний кронштейн.

1.10. В стандартный комплект поставки радиаторов «RIFAR Alum 500» входят: радиатор в сборе - 1 шт.; паспорт - 1 шт.; упаковка - 1 шт.

По дополнительному заказу поставляются следующие комплектующие детали:

- пробка глухая G1 левая или правая;
- пробка проходная с G1 на G  $\frac{3}{4}$  левая или правая;
- пробка проходная с G1 на G  $\frac{1}{2}$  левая или правая;
- кран для выпуска воздуха (воздухоотводчик);
- кронштейны с дюбелями и шурупами;
- прокладки межсекционные для воды;

- прокладки межсекционные для антифриза;
- комплект монтажный универсальный G ½;
- удлинитель для подвода теплоносителя в радиатор G ½;
- клапан пружинный.

В универсальный монтажный комплект входят проходные пробки G ½ - 4 шт., заглушка G ½ - 1 шт. и кран для выпуска воздуха G ½ - 1 шт.

Удлинитель для подвода теплоносителя (удлинитель протока) ЗАО «РИФАР» рекомендует устанавливать в подающем коллекторе при одностороннем боковом подключении радиаторов с количеством секций более 12. Длина удлинителя - 1/3 от общей длины радиатора.

Пружинный клапан применяется при подводе теплоносителя по схеме «снизу-вниз». Клапан вставляется внутрь радиатора со стороны входа теплоносителя и перекрывает сквозной проход воды через ниппель во вторую секцию прибора, обеспечивая движение воды по первой секции снизу-вверх к её верхней головке и распределение её по всей длине верхнего коллектора радиатора. При этом практически по всему радиатору вода движется по схеме «сверху-вниз», что позволяет принять тепловые показатели прибора при движении воды по схеме «снизу-вниз» равными тепловым показателям при движении воды по схеме «сверху-вниз».

1.11. Технические характеристики секции радиаторов «RIFAR Alum 500» представлены в табл. 1.1, а в табл. 1.2 приведены основные показатели этого радиатора в сборе при поставке на отечественный рынок.

Номинальный тепловой поток радиатора  $Q_{ну}$ , равный произведению номинального потока секции  $q_{ну}$  (см. табл. 1.1) на количество секций  $N$ , отличается от фактического  $Q$  при том же количестве секций, т.к. значения  $q_{ну}$  определены для представительных типоразмеров радиаторов, а коэффициент теплопередачи радиатора зависит от количества секций из-за несколько разной эффективности теплоотдачи средних и крайних секций, а также от распределения теплоносителя по длине прибора. Методика учёта этих факторов с помощью поправочного коэффициента  $\beta_3$  приведена в 3 разделе настоящих рекомендаций.

**Таблица 1.1. Технические характеристики секции алюминиевого радиатора «RIFAR Alum 500»**

Наименование показателей и их размерность	Значения показателей
Габаритные размеры (рис. 1.1 б), мм: - монтажная высота $H_m$ - высота $H$ - глубина - длина	500 565 90 80
Номинальный тепловой поток при нормальных условиях ( $\Theta=70^\circ\text{C}$ ) $q_{ну}$ , Вт	182
Теплоплотность (по длине секции), Вт/м	2275
Площадь наружной поверхности нагрева $f_c$ , м <sup>2</sup>	0,435
Коэффициент теплопередачи при нормальных условиях $K_{ну}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	5,98
Масса, справочная, кг, не более	1,45

Объём воды, л	0,27
---------------	------

**Таблица 1.2. Основные показатели алюминиевого радиатора «RIFAR Alum 500» в сборе**

Краткое обозначение типоразмера	Количество секций N, шт.	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ , Вт	Общая длина L, мм	Масса в сборе (без кронштейнов), кг, справочная
Alum 500-4-728	4	728	323	6,7
Alum 500-5-910	5	910	404	8,4
Alum 500-6-1092	6	1092	485	10
Alum 500-7-1274	7	1274	566	11,6
Alum 500-8-1456	8	1456	647	13,3
Alum 500-9-1638	9	1638	728	15
Alum 500-10-1820	10	1820	809	16,6
Alum 500-11-2002	11	2002	890	17,2
Alum 500-12-2184	12	2184	971	19,9
Alum 500-13-2366	13	2366	1052	21,6
Alum 500-14-2548	14	2548	1133	23,2

1.12. 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  $M_{пр}=0,1$  кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

1.13. Условные обозначения алюминиевых радиаторов включают их полное или сокращённое обозначение, монтажную высоту в мм, количество секций в приборе и номинальный тепловой поток в Вт.

Пример полного условного обозначения радиатора «RIFAR Alum 500» с монтажной высотой 500 мм, из 5 секций, с номинальным тепловым потоком 910 Вт: **Радиатор «RIFAR Alum 500-5-910».**

Краткое обозначение этого радиатора: **Alum 500-5-910.**

1.14. Для повышения эксплуатационной надёжности алюминиевые радиаторы «RIFAR Alum 500» рекомендуется использовать в **независимых схемах подсоединения 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.1.2). Рекомендуется применять клапан безопасности, совмещенный с воздухоотводчиком.

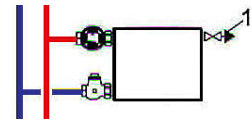


Рис. 1.2. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе

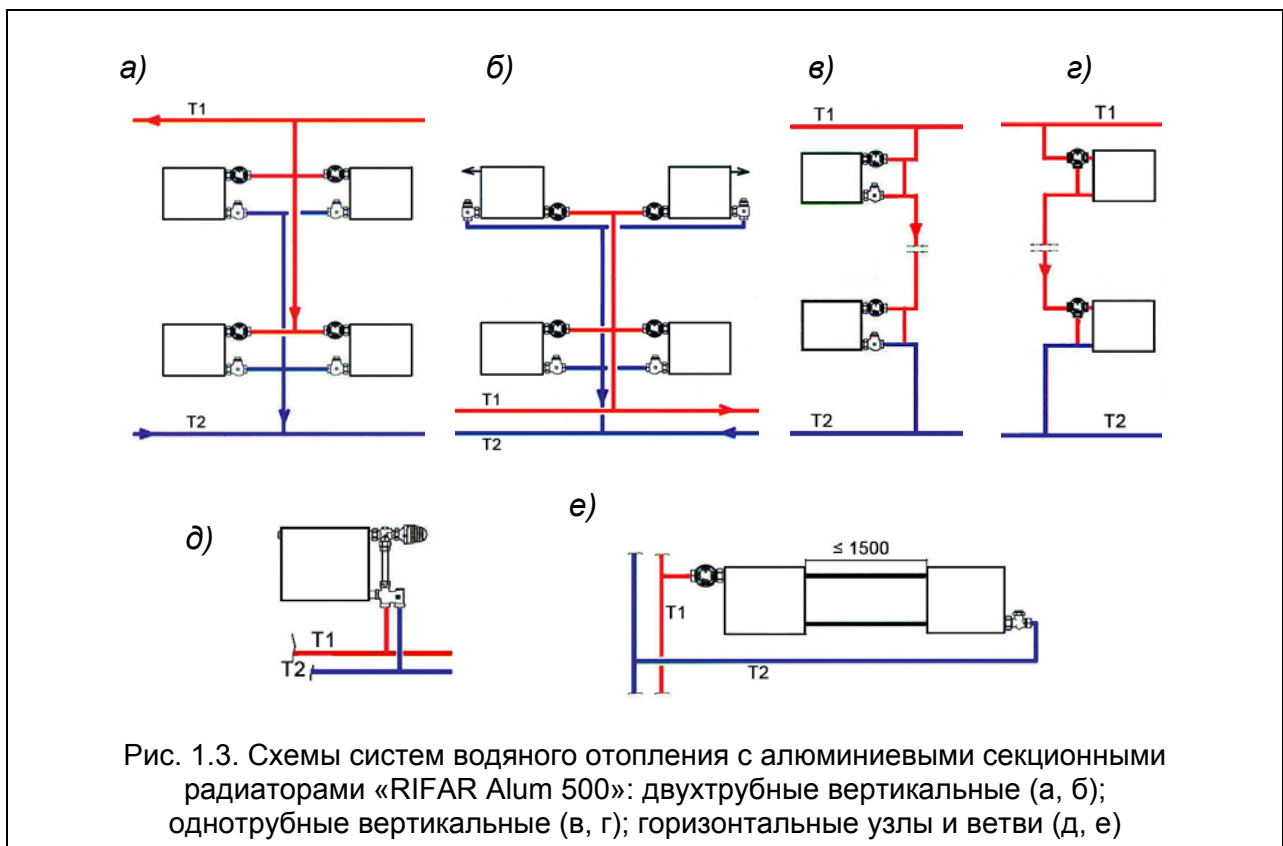
1.15. Алюминиевые секционные радиаторы «RIFAR Alum 500» предназначены для применения в системах отопления как с искусственной, так и с естественной циркуляцией.

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

Радиаторы устанавливаются в один ряд по высоте и глубине.

1.17. При использовании радиаторов из алюминиевых сплавов очень важно соблюдать правила их эксплуатации, выдерживая требования к теплоносителю согласно [3] с корректировкой этих требований по значениям pH. Значения pH следует выдерживать в пределах 7 – 8, но в этом случае не рекомендуется применение стальных теплопроводов. При использовании стальных труб допускается увеличивать значения pH до 8,5 при жёстком контроле содержания кислорода в теплоносителе в пределах 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. В системах отопления с алюминиевыми радиаторами целесообразно применять металлополимерные трубы.

1.18. На рис. 1.3 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления, в которых используются секционные радиаторы.





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

Согласно СНиП [7] 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 [8] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

Показанная на рис. 1.4 схема обвязки отопительного прибора характерна для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [9], [10].

По данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры, установленной на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора «RIFAR Alum 500» 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. 1.3 а-в). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

У радиаторов «RIFAR Alum 500» на нижних подводках монтируются, в частности, запорные клапаны типа RLV, которые применяются чаще всего в двухтрубных насосных системах. Этот клапан позволяет отключать отопительный прибор для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы. Клапан RLV может быть укомплектован спускным краном.

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 «RIFAR Alum 500» более 24, а в гравитационных системах - более 12, рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения (рис. 1.5).

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.3 е) рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром 1" (не менее  $\frac{3}{4}$ ").

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.

Радиатор «RIFAR Alum 500» с боковыми патрубками может использоваться в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением (рис. 1.4 д). В этом случае например, могут быть использованы гарнитуры бокового подсоединения.

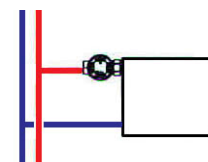


Рис. 1.4

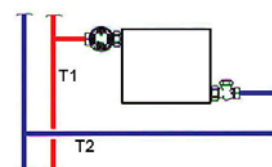
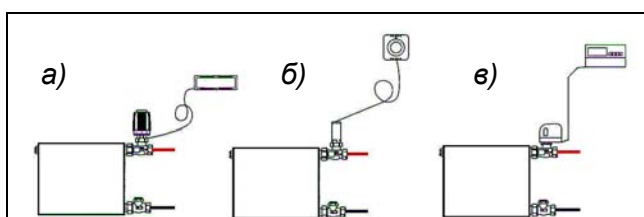


Рис.1.5



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.1.6).

На схеме 1.6а показана головка термостата с выносным датчиком и капиллярной трубкой, на схеме 1.6б – головка термостата с выносной регулировкой и на схеме 1.6в – электронная термостатическая головка (термопривод).

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

1.20. 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. 1.7 а) или расхода (рис. 1.7 б).

Обращаем внимание, что различные виды арматуры устанавливаются на подводках, стояках и магистралях только с учётом направления движения теплоносителя по стрелке (см. рис. 1.7б).

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

1.22. На рис. 1.8 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной разводкой теплопроводов. В отечественной практике используется также и лучевая разводка теплопроводов от общего для квартиры распределительного коллектора.

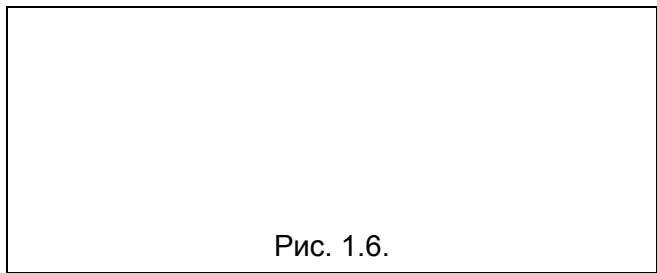


Рис. 1.6.

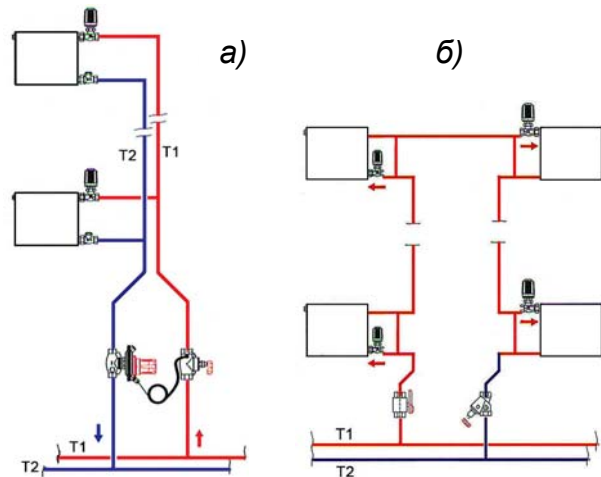


Рис. 1.7. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однетрубном (б) стояках: (положение термостатических элементов на схемах показано условно)

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные 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).

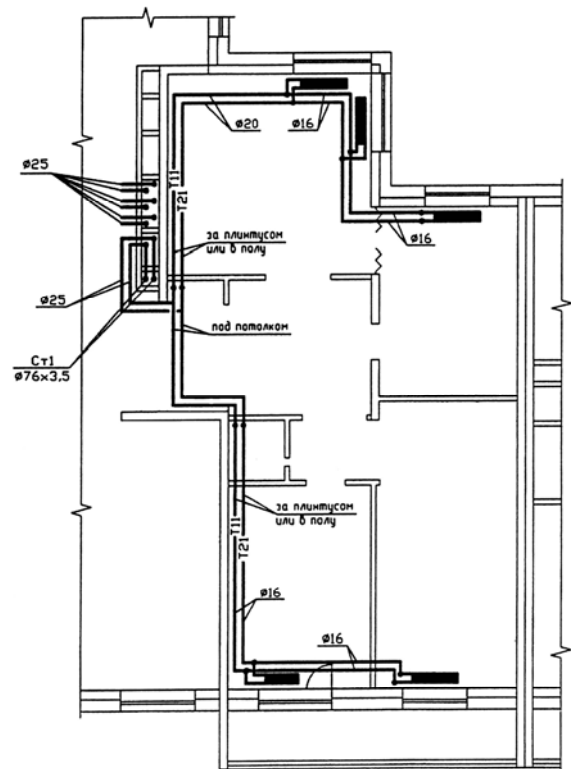


Рис. 1.8. Система отопления с плинтусной разводкой теплопроводов по квартире

1.23. Цена на радиаторы договорная с гибкой системой скидок. Справки о ценах можно получить в ЗАО «РИФАР» (реквизиты указаны в п. 1.1).

1.24. ЗАО «РИФАР» постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов 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.

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

## 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в нормативной и справочно-информационной литературе [9] и [10], 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);

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

$\lambda$  - коэффициент трения;

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

$\lambda/d_{вн}$  - 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;

$M$  - масснй 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 [11]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления  $\zeta_{ну}$  и характеристик сопротивления  $S_{ну}$  при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков 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 [11], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

2.3. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «RIFAR Alum 500» при нормативном расходе горячей воды через прибор  $M_{пр} = 0,1$  кг/с (360 кг/ч), характерном для однотрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также дополнительно при расходе 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однотрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости 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» и «снизу-вверх» практически равны при монтажной высоте 500 мм и не зависят от длины радиатора при количестве секций от 4 до 20.

**Таблица 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики алюминиевых радиаторов «RIFAR Alum 500»**

Расход теплоносителя через прибор $M_{пр}$ , кг/ч (кг/с)	Диаметр условного прохода подводок $d_v$ , мм	Коэффициент местного сопротивления $\zeta$	Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> ,
360 (0,1)	15	1,3	1,79
	20	1,7	0,701
60 (0,017)	15	1,8	2,466
	20	2	0,824

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 термостаты «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», термостаты модели 3809 или 809 фирмы «Comar», термостаты фирм «Heimeier», «Honeywell» и др.

Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам «RIFAR Alum 500» специальные термостаты 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 клапана регулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.1 линия «максимального подъёма» штока термостата при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

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

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

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

Представленные на рис. 2.2 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках в режиме настройки на 2К

(2°C). Заметим, что, как правило, термостаты условным диаметром 25 мм на подводках к секционным радиаторам применяются редко.

В однотрубных системах отопления с радиаторами «RIFAR Alum 500» целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «HERZ Armaturen», «Oventrop» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами, определяющие 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 термостатов в однотрубных системах отопления обеспечивает более высокие значения коэффициента затекания, чем при использовании термостатов пониженного сопротивления, монтируемых на подводках к приборам.

На рис. 2.1 и 2.5 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов 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 термостаты с  $K_v \geq 1,2$  [12].

При определении  $K_v$  в первом приближении принимали, что 1м<sup>3</sup> воды характеризуется массой в 1 тонну. В общем случае более корректно вместо «объёмного» расходного коэффициента  $K_v$  принимать обозначение «массного» 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 термостатов 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 термостате не превышает 0,015-0,03 МПа (1,5-3 м вод. ст.) Отметим, что для обеспечения нормальной работы термостата перепад давления на нём должен быть не менее 0,003-0,005 МПа (0,3-0,5 м вод. ст.) [12].

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

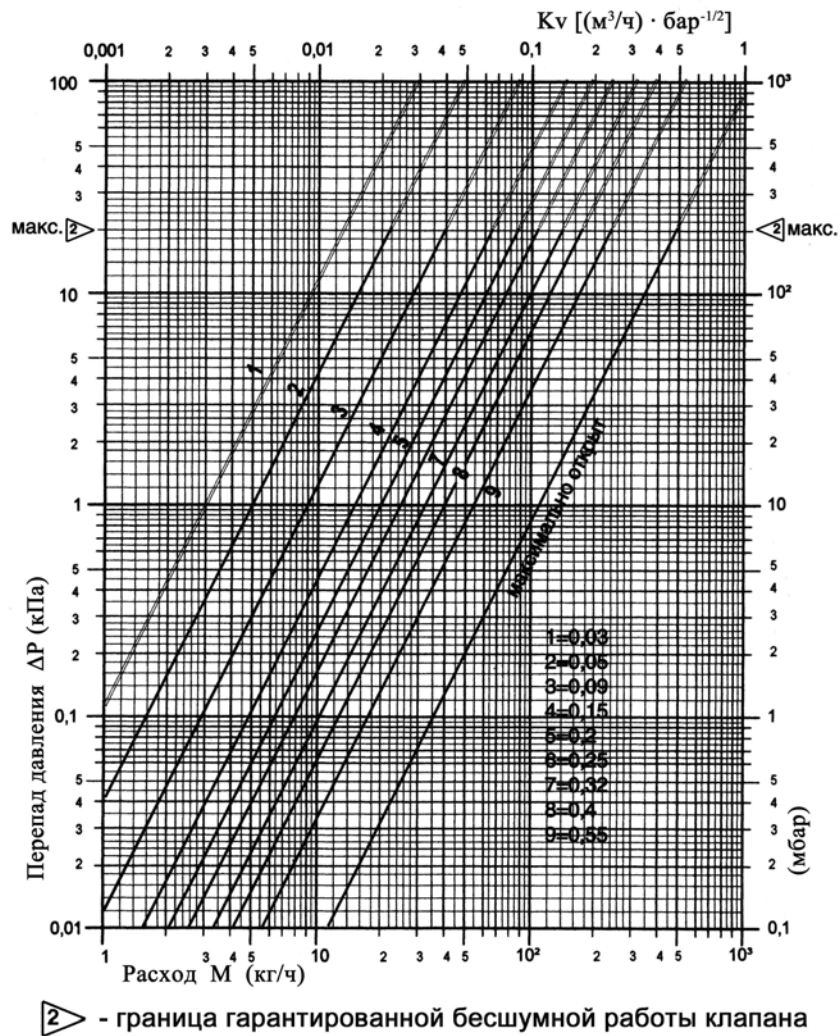
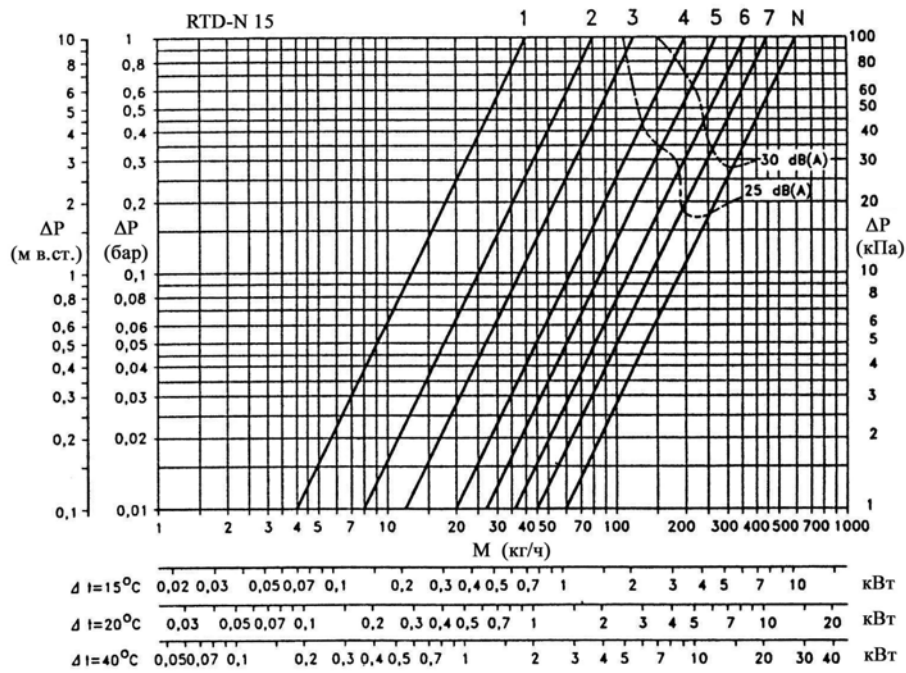


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°C) и при снятой термостатической головке (при полном открытии клапана)

а.



б.

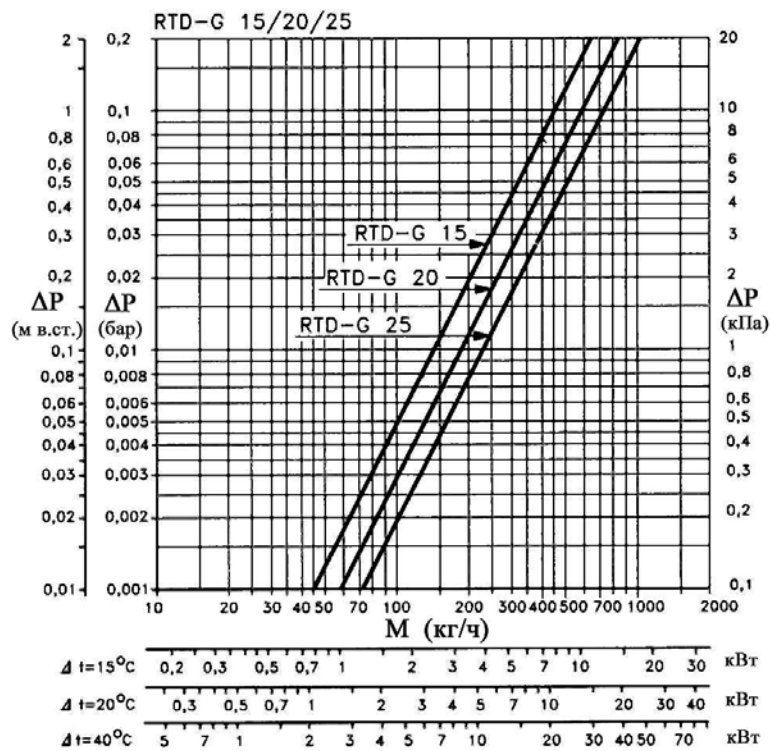


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов фирмы «Данфосс»:  
 а – **RTD-N 15** при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками  $d_y$  15 мм;  
 б – **RTD-G** для гравитационных и насосных однотрубных систем отопления с подводками  $d_y$  15,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



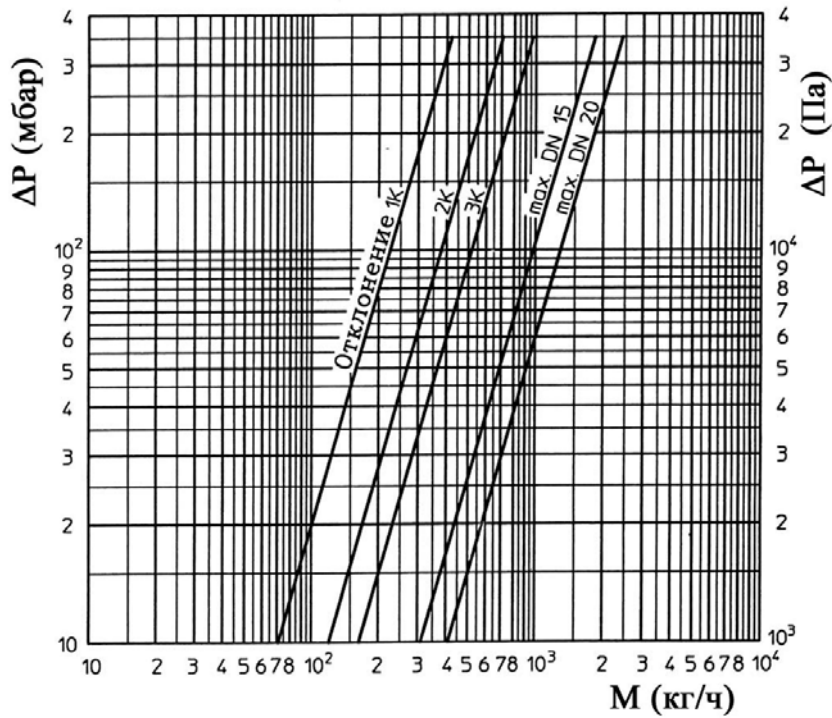


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Oventrop» при различных режимах настройки

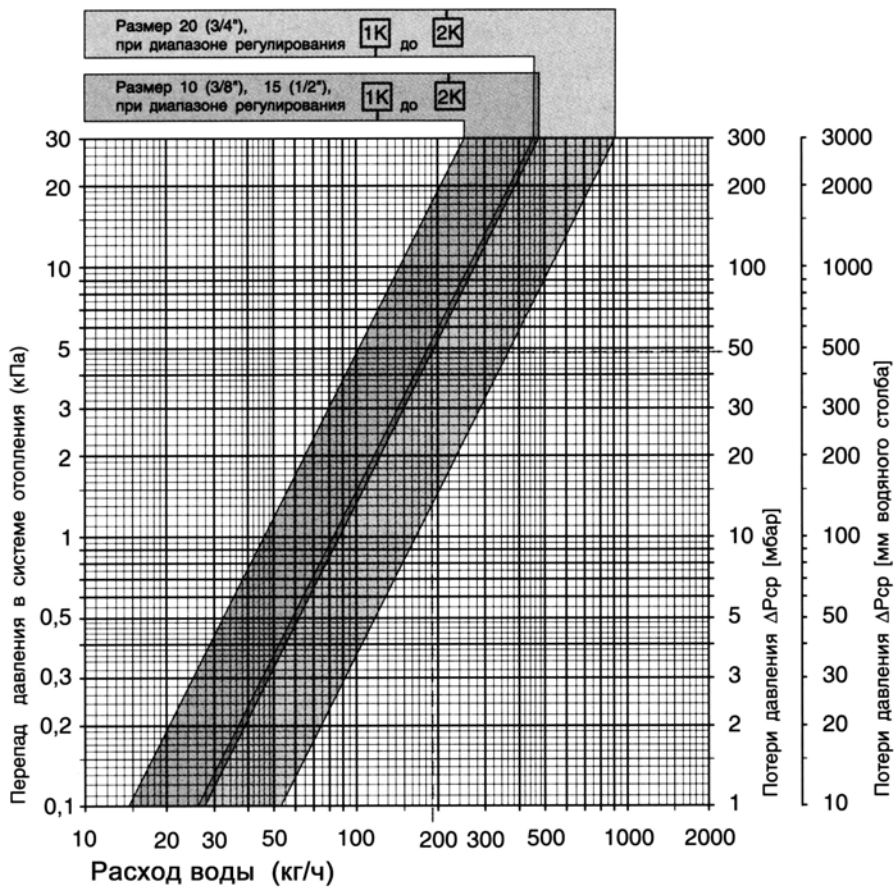


Рис. 2.4. Характеристики термостатов уменьшенного гидравлического сопротивления фирмы «Heimeier»

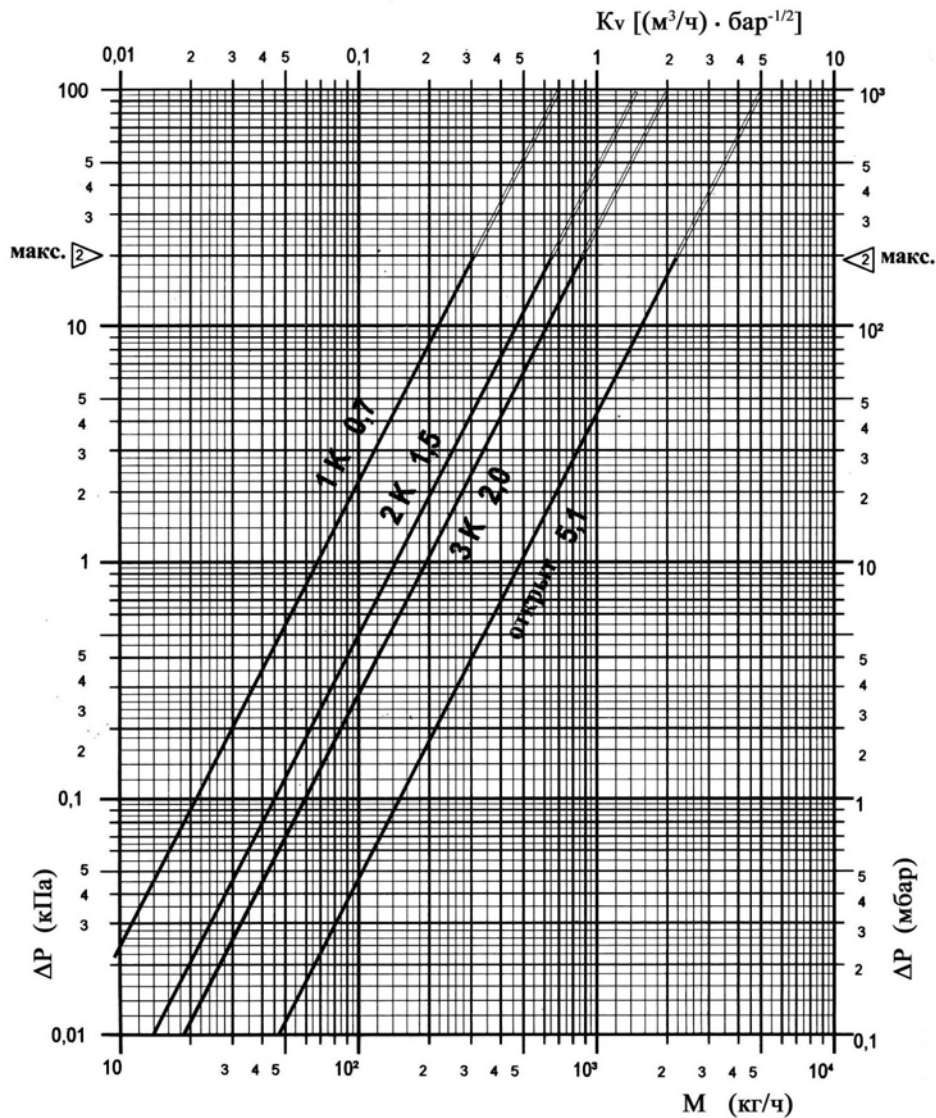


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

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

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

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

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

2.7. Значения коэффициентов затекания для радиаторов «RIFAR Alum 500» при различных сочетаниях диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих

участков ( $d_{3y}$ ) и подводящих теплопроводов ( $d_n$ ) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке термостатов на подводке представлены в табл. 2.2.

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

Для установки на подводках к радиаторам используются термостаты RTD-G 15 (кодированный № 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 термостат с новой моделью головки HERZ 7262 (с  $X_p=0,7$  мм) или «М» (артикул 118 54 04). Заметим, что гидравлические характеристики угловых и прямых (проходных) термостатов указанных моделей практически совпадают.

2.8. Коэффициенты затекания при установке термостатов 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.

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

Фирма-изготовитель и тип регулирующей арматуры	Значения $\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{3y} \times d_n$ (мм)		
	15x15x15	20x15x15	20x15x20
Фирма «Данфосс», тип <b>RTD-G 15</b> с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	0,24	0,195	0,265
Фирма «Данфосс», тип <b>RTD-G 20</b> с газоконденсатным датчиком при $X_p=0,57$ мм	-	-	0,28
Фирма «HERZ Armaturen», тип « <b>HERZ-TS-E</b> » с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,25	0,2	0,252
Фирма «HERZ Armaturen», тип « <b>HERZ-TS-E</b> » с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм (*)	0,37	0,245	0,375
Фирма «Oventrop», тип <b>AZ</b> с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,21	0,175	0,22
Фирма «Oventrop», тип <b>M</b> с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,23	0,19	0,245
Фирма «Heimeier», специальный термостат с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм	0,22	0,185	0,24

(\*) с термоголовкой **HERZ 7262**

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

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [13], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

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

### 3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, представленных в специальной и справочно-информационной литературе [7], [9], [10], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

3.2. При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам. Первый из них  $\beta_1$  зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается равным 1,04, а второй -  $\beta_2$  определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения: при установке у наружной стены  $\beta_2=1,018$ , у наружного остекления  $\beta_2=1,065$ .

3.3. При подборе радиаторов, оснащённых автоматическими терморегуляторами, для минимизации риска разбалансировки системы отопления в период эксплуатации и во избежание нарушения Закона о защите прав потребителя, а также согласно европейским стандартам теплопотери, определённые по российским методикам [9], [10], следует увеличивать в 1,15 раза для помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [4], [14].

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

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

где

$Q_{ny}$  - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию  $q_{ny}$  (см. табл. 1.1), на количество секций в приборе  $N$ , Вт (при количестве секций в приборе от 4 до 14 шт. значения  $Q_{ny}$  приведены в табл. 1.2);

$\Theta$  - 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 равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении  $t_a$ , °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. 3.1);

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

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

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

$b$  - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 3.2);

$\beta_3$  – безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 3.3);

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

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

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

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

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

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

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

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

3.6. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «RIFAR Alum 500» 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 приборе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по одной-двум секциям, ближайшим к подводным боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. В результате такого распределения потоков теплоносителя у коротких приборов снижение теплоотдачи менее заметно, чем у длинных. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводными теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент  $p$ , приведённый в табл. 3.4.

В связи с изложенным, подключение радиаторов по схеме «снизу-вверх» при количестве секций, большем 10, не рекомендуется.

В случае, когда радиаторы с количеством секций больше 20 в насосных системах отопления и больше 12 в гравитационных имеют одностороннее подключение по схеме «сверху-вниз», необходимо дополнительно учитывать снижение эффективности теплообмена в среднем на 10% при общем количестве секций в приборе в пределах соответственно 21 – 30 и 13 – 20.

3.7. Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у внутренних перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 2.

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

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

Схема движения теплоносителя	$1+n$	$m$	$c$	$p$
Сверху-вниз	1,3	0,02	1	1
Снизу-вверх	1,33	0,1	0,9	См. табл. 3.4
Снизу-вниз	1,3	0,015	0,94	1

**Таблица 3.2. 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 3.3. Усреднённые значения коэффициента  $\beta_3$ , учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток**

Значения $\beta_3$ при количестве секций в радиаторе						
3	4	5	6	7-8	9-12	13 и более
1,04	1,02	1	0,99	0,98	0,97	0,96

**Таблица 3.4. Усреднённые значения поправочного коэффициента  $\rho$  при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»**

Значения $\rho$ при количестве секций в радиаторе						
3	4	5	6	7	8	9, 10
1,1	1,06	1,03	1	0,95	0,9	0,85

**Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента  $\Phi_1$  при различных схемах движения теплоносителя**

$\Theta$ , °C	$\Phi_1$ для схем движения теплоносителя	
	Сверху-вниз и снизу-вниз	Снизу-вверх
44	0,547	0,539
46	0,579	0,572
48	0,612	0,605
50	0,646	0,639
52	0,679	0,673
54	0,714	0,708
56	0,748	0,743
58	0,783	0,779
60	0,818	0,815
62	0,854	0,851
64	0,89	0,888
66	0,926	0,925

$\Theta$ , °C	$\Phi_1$ для схем движения теплоносителя	
	Сверху-вниз и снизу-вниз	Снизу-вверх
68	0,963	0,962
70	1	1
72	1,037	1,038
74	1,075	1,077
76	1,113	1,116
78	1,151	1,155
80	1,19	1,194
82	1,228	1,234
84	1,267	1,274
86	1,307	1,315
88	1,346	1,356
90	1,386	1,397

**Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента  $\Phi_2$  в зависимости от расхода теплоносителя  $M_{\text{пр}}$  через радиатор при различных схемах движения теплоносителя**

$M_{\text{пр}}$		$\Phi_2$ для схем движения теплоносителя		
кг/с	кг/ч	Сверху-вниз	Снизу-вверх	Снизу-вниз
0,01	36	0,955	0,715	0,908
0,015	54	0,963	0,744	0,914
0,02	72	0,968	0,766	0,918
0,025	90	0,973	0,783	0,921
0,03	108	0,976	0,798	0,923
0,04	144	0,982	0,821	0,927
0,05	180	0,986	0,84	0,93
0,06	216	0,99	0,855	0,933
0,07	252	0,993	0,868	0,935
0,08	288	0,996	0,88	0,937
0,09	324	0,998	0,891	0,939
0,1	360	1	0,9	0,94

0,125	450	1,004	0,92	0,943
0,15	540	1,008	0,937	0,946

#### 4. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления

##### Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления с радиаторами «RIFAR Alum 500». Радиатор установлен под окном (длиной 1200 мм) на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом фирмы «Данфосс» типа RTD-G 15 на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх».

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.3 настоящих рекомендаций) составляют 1600 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк  $t_n$  условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку  $\Delta t_{ст}=35^\circ\text{C}$ , температура воздуха в отапливаемом помещении  $t_b=20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е.  $b=1$ . Средний расход воды в стояке  $M_{ст}=480$  кг/ч (0,133 кг/с).

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

##### Последовательность теплового расчёта

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

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

где  $Q_{ном}$  - теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;  
 $Q_{мп.п}$  - полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.  
 В нашем примере, согласно п.3.7, принимаем  $Q_{мп.п} = 0,9Q_{мп.}$ ,

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

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

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

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

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{ном} - Q_{мп.п} = 1600 - 248 = 1352 \text{ Вт.}$$

По табл. 2.3 принимаем значение коэффициента затекания 0,24.

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

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



$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{1352}{4186,8 \cdot 0,032} = 10,1^{\circ}C , \quad (4.3)$$

где  $C$  – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг·°C).  
Температурный напор  $\Theta$  определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 5,05 - 20 = 79,95^{\circ}C.$$

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

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p} = \frac{1352}{1,193 \cdot 0,803 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,95} = 1516 Bm , \quad (4.4)$$

где  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $b$ ,  $\beta_3$  и  $p$  – безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.5, 3.6, 3.2, 3.3 и 3.4 с учётом предварительной оценки количества секций в радиаторе (6 или более).

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

$$N = \frac{Q_{ny}^{mp}}{q_{ny}} = \frac{1516}{182} = 8,33 шт. \quad (4.5)$$

и с учётом уточнённого значения  $\beta_3=0,97$  и  $p=0,85$  (при  $N=9$  или 10 шт.) получим:

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{1516 \cdot 0,98 \cdot 0,95}{0,97 \cdot 0,85} = 1712 Bm ,$$

тогда уточнённое предварительное количество секций, необходимое для установки, составит  $N_{уст.}^{пред.} = 1712:182=9,4$  шт.

Напомним, что с учётом рекомендаций [7] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадью поверхности нагрева отопительного прибора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера. К установке следует принять  $N_{уст.}=10$  шт.,  $Q_{ny}=1820$  Вт, т.е. радиатор «RIFAR Alum 500-10-1820».

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = [(1820 - 1712) : 1712] \cdot 100 = 6,3\% \quad (4.6) .$$

## **5. Указания по монтажу алюминиевых секционных радиаторов «RIFAR Alum 500» и основные требования к их эксплуатации**

5.1. Монтаж алюминиевых секционных радиаторов «RIFAR Alum 500» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [15] и настоящих рекомендаций.

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

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

После перегруппировки радиатор необходимо испытать на прочность и герметичность избыточным давлением не менее 3 МПа.

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

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

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

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

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

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 100 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;

- установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые следы над прибором;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.11. В тех случаях, когда запорная арматура устанавливается на обеих подводках к алюминиевому радиатору, **во избежание аварийной ситуации не допускается полное перекрытие заполненного водой радиатора без обязательного в этом случае открытия воздухоотводчика.** Допускается при установке алюминиевых радиаторов монтировать запорную арматуру только на нижней подводке, так как при закрытии этой арматуры радиатор остаётся заполненным водой при сливе её из стояка. Это очень важно для таких отопительных приборов, поскольку практически исключается их завоздушивание даже при закрытом воздухоотводчике, хотя и в этом случае надо предусматривать защиту системы отопления от гидравлических ударов.

5.12. При оснащении термостатов термостатическими элементами для снижения их стоимости можно использовать головки с датчиками, заполненными твёрдым наполнителем (воском).

5.13. При монтаже термостатического элемента следует предварительно повернуть настроечную рукоятку термозлемента до упора в направлении максимальной позиции, затем надеть термозэлемент на клапан так, чтобы выступы основания термозлемента вошли в шлицы клапана, зафиксировать термозэлемент гайкой при помощи динамометрического ключа с моментом затяжки 6 - 10 Н·м.

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

Указанные величины температуры в °С являются только ориентировочными, так как фактическая температура в помещении часто отличается от температуры воздуха вокруг термозлемента и зависит от условий его размещения (см. п. 1.19).

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

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

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

5.16. Рекомендуется, чтобы содержание кислорода в воде систем отопления не превышало 20 мг/дм<sup>3</sup> [3], [16], а значения рН не превышало 8,5.

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

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

5.18. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе «RIFAR Alum 500» 2 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 [3]).

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке, однако практика и анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение должно находиться в пределах 25%. При этом следует иметь в виду, что давление при опрессовке не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы. Например, при применении термостатов, рассчитанных на максимальное рабочее избыточное давление 1 МПа, допустимое давление опрессовки системы не должно превышать 1,25-1,5 МПа независимо от максимального рабочего избыточного давления, на которое рассчитан радиатор.

5.19. Каждый алюминиевый радиатор, как указывалось, необходимо оснащать воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

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

5.20. Предпочтение следует отдавать автоматическим воздухоотводчикам, но только при наличии грязевиков и фильтров. При этом устанавливать такие воздухоотводчики следует так, чтобы движение поплавка, расположенного в головке радиатора, происходило только в вертикальной плоскости. Если это правило выполнить не удаётся, нужно применять ручные воздухоотводчики. Отметим, что применять шаровые краны у литых алюминиевых приборов надо с крайней осторожностью во избежание гидравлических ударов при открытии и закрытии этих кранов.

5.21. При обслуживании воздухоотводчиков в системах отопления с отопительными приборами из алюминиевых сплавов категорически запрещается освещать воздухоотводчик спичками, фонарями с открытым огнём и курить во время выпуска из него воздуха (газа), особенно в первые 2-3 года эксплуатации системы отопления.

5.22. Как указывалось, радиаторы из алюминиевых сплавов рекомендуется применять в автономных, независимых системах отопления коттеджей или отдельных квартир.

После запуска системы отопления с этими радиаторами необходимо в первые две недели постоянно следить за работой этой системы, вовремя удалять воздух из самих приборов, если воздухоудаление из системы отопления не обеспечивает прогрева радиаторов по всей их высоте и длине.

В случае слишком частой необходимости спуска воздуха из радиатора, что является признаком неправильной работы системы отопления, рекомендуется вызывать специалиста.

5.23. Для уменьшения опасности коррозии в месте присоединения стальных теплопроводов к алюминиевому радиатору следует, как указывалось, применять стальные кадмированные, хромированные или никелированные проходные пробки, при установке которых следует избегать среза резьбы в головках радиаторов во избежание трудноустраняемой в этом случае течи.

В качестве переходников можно также использовать латунную и бронзовую запорно-регулирующую арматуру.

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

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

5.26. Использование незамерзающего теплоносителя (антифриза) в системах отопления с радиаторами «RIFAR Alum 500», собранными только с применением специальных прокладок, требует предварительного согласования с изготовителем или поставщиком термостатов.

В случае согласия изготовителей термостатов на их эксплуатацию в системах отопления, заполненных антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений шелковистым льном. Рекомендуется для этой цели использовать гермесил или анаэробные герметики.

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

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

- снять термостатическую головку;
- специальным металлическим или упрочнённым пластмассовым колпачком закрыть полностью термостат;
- снять отопительный прибор;
- со стороны снятого прибора на термостат установить заглушку.

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

5.28. В системах водяного отопления с радиаторами из алюминия или его сплавов не допускается непосредственное соединение головок секций со стальными теплопроводами, особенно оцинкованными, в частности, использование сцепок из стальных труб, а также применение теплопроводов и теплообменников из меди.

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

## 6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа «Универсал» и чугунных радиаторов/ В.И.Сасин, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, Л.А.Богацкая, Г.А.Бершидский.- М.: НИИсантехники, 1990.
2. Рекомендации по применению алюминиевого секционного радиатора повышенной прочности «Santekhprom-RAS» / В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, В. Д. Кушнир. - М.: ООО «Витатерм», 2008.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Стандарт АВОК. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. СТО НП «АВОК» 4.2.2-2006. – М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2006.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
6. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИсантехники, 1984.
7. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
8. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению. М., 1999.
9. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойрова.- М.: Стройиздат, 1990.
10. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
11. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИсантехники, 1996.
12. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
13. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
14. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
15. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
16. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

## Приложение 1

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

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, М/ч		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$ , 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода $d_y$	Наружный $d$	Внутренний $d_{вн}$							
			$\frac{кг/ч}{м/с}$	$\frac{кг/с}{м/с}$	$\frac{А \cdot 10^4, Па}{(кг/ч)^2}$	$\frac{А \cdot 10^{-4}, Па}{(кг/с)^2}$		$\frac{S \cdot 10^4, Па}{(кг/ч)^2}$	$\frac{S \cdot 10^{-4}, Па}{(кг/с)^2}$
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,6	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

## Примечания:

1)  $1 Па = 0,102 кгс/м^2$ ;  $1 Па/(кг/с)^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (кгс/м^2)/(кг/ч)^2$ ;  $1 кгс/м^2 = 9,80665 Па$ ;  $1 (кгс/м^2)/(кг/ч)^2 = 1,271 \cdot 10^8 Па/(кг/с)^2$ .

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб  $S$ ,  $\zeta'$  и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб  $\zeta$  при скоростях теплоносителя, соответствующих указанной зоне, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность  $\phi_4$ , по формулам

$$S = S_T \cdot \phi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \phi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \phi_4, \quad (\text{П 1.3})$$

где  $S_T$ ,  $\zeta'_4$  и  $\zeta_4$  - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл. П 1.1 настоящего приложения).

Значения  $\phi_4$  определяются по таблице П 1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы  $d_y$ , мм, и расхода горячей воды  $M$  со средней температурой от 80 до 90°C.

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°C значения  $\phi_4$  определяются по приближённой формуле

$$\phi_{4(50)} = 1,5 \phi_4 - 0,5, \quad (\text{П 1.4})$$

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

$\phi_4$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.



Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_4$ 

$\varphi_4$	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб $d_y$ , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,02625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5

1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

## Приложение 2

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

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

### Примечания.

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

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

горизонтальных труб в многорядных пучках труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб  $S$  и их наружного диаметра  $d_n$  большем или равном 2, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток, приходящийся на одну горизонтальную трубу, в многорядных по высоте подводках и магистралях, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при  $S/d_n \leq 2$  рекомендуется увеличить в среднем в 1,2 по отношению к значениям, приведённым в настоящем приложении.

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

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

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

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

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

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

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