


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

**Утверждаю**

Генеральный директор  
НТФ ООО «Витатерм», к.т.н.,  
член Президиума НП «АВОК»



 **В. И. Сасин**

11 мая 2012 г.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ**

по применению литых под давлением  
алюминиевых секционных радиаторов  
т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA»  
новой серии S5,  
серий Super и Super Aleternum,  
изготавливаемых итальянской  
компанией «FONDITAL S.p.A.»

Москва – 2012

**Уважаемые коллеги!**

**Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию рекомендации по применению в различных системах отопления литых под давлением алюминиевых секционных радиаторов торговой марки (далее в тексте - т.м.) «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серии S5, серий Super и Super Aleternum с внутренним антикоррозийным покрытием известной итальянской компании «FONDITAL S.p.A.».**

**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 отечественных систем отопления. Рекомендации включают дополнительные материалы согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», а также тепловые характеристики секционных радиаторов при их присоединении к теплопроводам систем отопления по схемам «снизу-вверх» и «снизу-вниз», которые в зарубежных проспектах и каталогах не представляются, а также данные по использованию радиаторов в однотрубных системах отопления.**

**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, генеральному 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) .**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                       | Стр. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Основные технические характеристики<br>алюминиевых секционных радиаторов<br>т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA»<br>серии S5, серий Super и Super Aleternum<br>и условия их применения | 4    |
| 2. Гидравлический расчёт                                                                                                                                                              | 16   |
| 3. Тепловой расчёт                                                                                                                                                                    | 24   |
| 4. Пример расчёта                                                                                                                                                                     | 30   |
| 5. Указания по монтажу алюминиевых секционных<br>радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA»<br>и основные требования к их эксплуатации                                               | 32   |
| 6. Список использованной литературы                                                                                                                                                   | 37   |
|                                                                                                                                                                                       |      |
| <i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных<br>водогазопроводных труб                                                                                                   | 38   |
| <i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери<br>давления в медных трубах                                                                                                    | 40   |
| <i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных<br>вертикальных гладких металлических труб,<br>окрашенных масляной краской                                                | 41   |

## 1. Основные технические характеристики алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серии S5, серий Super и Super Aleternum и условия их применения

1.1. Специалистам предлагаются разработанные НТФ ООО «Витатерм» рекомендации по применению литых под давлением алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» следующих модификаций:

- новой серии **S5 – Calidor S5** (рис. 1.1) и **Extra Therm S5** (рис. 1.2) без внутреннего антикоррозионного покрытия;

- серии **Super – Calidor Super** (рис. 1.3) и **Extra Therm Super** (рис. 1.4) без внутреннего антикоррозионного покрытия;

- серии **Super Aleternum – Calidor Super Aleternum** (рис. 1.3) и **Extra Therm Super Aleternum** (рис. 1.4) с внутренним антикоррозионным покрытием **Aleternum**.

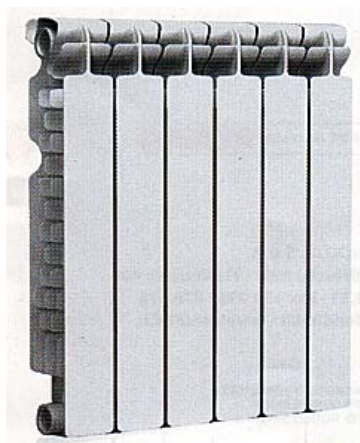


Рис. 1.1. Общий вид радиатора Calidor S5

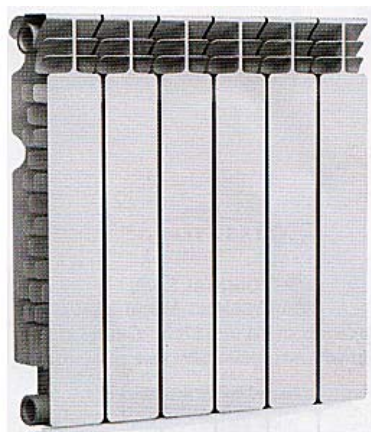


Рис. 1.2. Общий вид радиатора Extra Therm S5

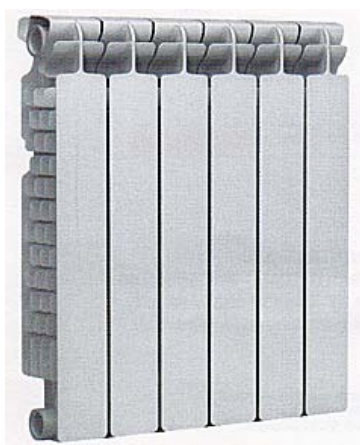


Рис. 1.3. Общий вид радиатора Calidor Super (Calidor Super Aleternum)

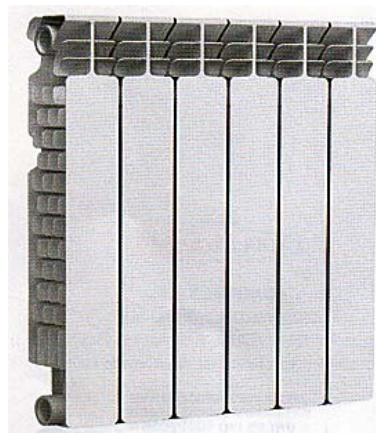


Рис. 1.4. Общий вид радиатора Extra Therm Super (Extra Therm Super Aleternum)

Радиаторы Calidor S5, Calidor Super и Calidor Super Aleternum выпускаются с брендом т.м. «FONDITAL», радиаторы Extra Therm S5, Extra Therm Super и Extra Therm Super Aleternum – с брендом т.м. «NOVA FLORIDA».

Все перечисленные модели радиаторов отвечают высоким требованиям современного дизайна.

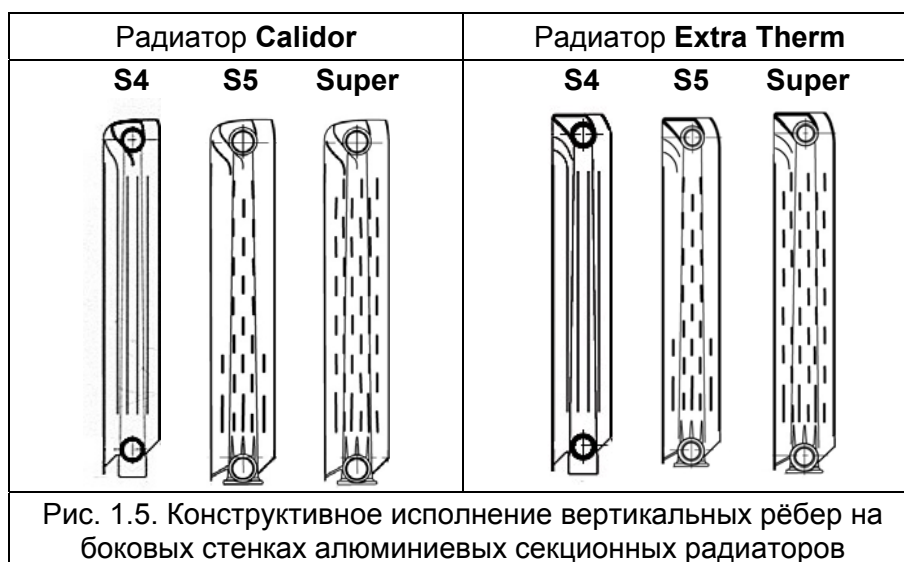
1.2. Все радиаторы для испытаний поставлены известной итальянской компанией «FONDITAL S.p.A» (25079 VOBARNO (Brescia), Italy – Via Cerreto, 40, tel. +39 0365 878.31, fax +39 0365 878.576; e-mail: [fondital@fondital.it](mailto:fondital@fondital.it)).

1.3. Настоящие рекомендации составлены НТФ ООО «Витатерм» по традиционной для российской практики схеме [1] на основе проведённых в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» и в ООО «Витатерм» исследований характерных образцов указанных приборов.

В настоящих рекомендациях приведены данные по новым сериям разработок компании «FONDITAL S.p.A», которые представляют собой новый этап совершенства алюминиевых секционных отопительных радиаторов, с целью расширения ранее освоенной номенклатуры приборов [2].

На испытания были представлены образцы радиаторов серии S5 монтажной высотой 500 мм, а радиаторы других серий – монтажной высотой 350 и 500 мм.

1.4. Конструкции отопительных радиаторов **Calidor S5**, **Extra Therm S5**, **Calidor Super** и **Extra Therm Super** разработаны изготовителем с позиции интенсификации наружного теплообмена с целью уменьшения массы изделия. Эта задача решается заменой сплошных внутренних вертикальных рёбер секций, как у радиаторов серии S4 [2], на прерывистые, расположенные в шахматном порядке у радиаторов серий S5 и Super (рис. 1.5). В этом случае заметно снижается средняя толщина пограничного слоя на внутренних рёбрах и, как следствие, заметно увеличивается средний коэффициент наружной теплоотдачи, перекрывая некоторую потерю наружной площади нагрева и приводя к снижению фактического и удельного расхода алюминиевого сплава.



В радиаторах серии S5 предусмотрены дополнительные новшества по отношению к аналогам радиаторов серий S4 [2], заключающиеся в разном количестве рядов внутренних прерывистых рёбер по глубине прибора в зависимости от его высоты: у нижнего коллектора их пять, а выше (после 1/3 высоты) их количество уменьшается до трёх. При этом нагретый снизу воздух увеличивает свой объём, но практически не встречает заметного



аэродинамического сопротивления вследствие увеличения сечения для его прохода к верхнему коллектору. Такое конструктивное решение, как и шахматная компоновка прерывистых рёбер, способствует повышению наружного коэффициента теплоотдачи.

В тех же случаях, когда главной задачей ставится необходимость повышения теплосъёма секции до максимума (радиаторы Calidor Super и Extra Therm Super), количество прерывистых рёбер по высоте секции не уменьшается.

Для повышения эффективности конвективного теплообмена на тыльных рёбрах секций указанных выше моделей радиаторов предусмотрены отверстия (рис. 1.6), позволяющие обеспечивать дополнительный подвод воздуха с комнатной температурой в межрёберное пространство секций и тем самым увеличивать фактический температурный напор между воздухом и наружной поверхностью нагрева.

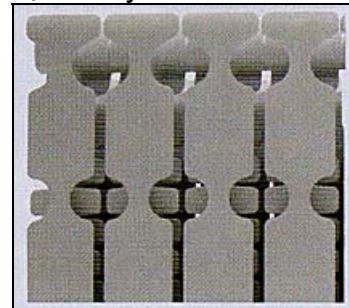


Рис. 1.6. Отверстия на тыльных рёбрах радиатора

Как отмечалось в наших предыдущих рекомендациях [2], компания «FONDITAL S.p.A» освоила производство модификаций своих моделей со специальным антикоррозионным покрытием Aleternum, нанесённым на всю внутреннюю поверхность радиатора, омываемую теплоносителем.

Эксклюзивное (на основе смолы) антикоррозионное покрытие Aleternum осуществляется по запатентованному технологическому регламенту «FONDITAL». Такое покрытие обеспечивает высокую надёжность и долговечность радиаторов в период их эксплуатации даже в тех случаях, когда свойства теплоносителя заметно отличаются от нормативных [3].

Отметим, что с учётом идентичности конструкций радиаторов без внутреннего антикоррозионного покрытия (Calidor Super и Extra Therm Super) и аналогов, имеющих внутреннее антикоррозийное покрытие Aleternum (Calidor Super Aleternum и Extra Therm Super Aleternum), эти модели имеют одни и те же геометрические размеры и общий вид и характеризуются одними и теми же теплогидравлическими и прочностными показателями.

1.5. Литые под давлением алюминиевые секционные радиаторы т.м. «FONDITAL» и т.м. «NOVA FLORIDA» серий S5, Super и Super Aleternum предназначены для работы в системах отопления зданий различного назначения при максимальном рабочем избыточном давлении теплоносителя **1,6 МПа** при испытательном не менее **2,4 МПа** (давление разрушения не менее **4,8 МПа**, фактически около **6 МПа**); максимальная температура теплоносителя - **120°C**; значения водородного показателя теплоносителя **pH** для радиаторов серии S5 и Super рекомендуется выдерживать в пределах **7 – 8,5**, а для радиаторов серии Super Aleternum за счёт использования антикоррозийного покрытия Aleternum допустимые значения **pH** расширены до **5 – 10**.

Приведённые выше показатели радиаторов обеспечены сочетанием высокой прочности вертикальных каналов секций за счёт оптимизации профиля каналов и толщины их стенки, использованием полимерно-графитовых прокладок, многоступенчатой системы окраски радиаторов в сборе.

1.6. Радиаторы т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» изготавливаются методом литья под давлением из алюминиевого сплава, производимого в фирме «Raffmetal», входящей в состав компаний «FONDITAL Group». Изготовители сплава постоянно работают над обеспечением высокого качества литья радиаторов.

1.7. Радиаторы т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» характеризуются

следующими преимуществами:

а) удобной для потребителей номенклатурой, включающей у каждой модели по два типа прибора с монтажной высотой 350 и 500 мм с различным количеством секций (от 3 до 14 шт.) в приборе;

б) высоким уровнем травмобезопасности и многовариантным дизайном, обеспечивающим органичное восприятие радиатора в целом, не нарушаемое чрезвычайно удачной геометрией рёбер у верхних головок секций в зоне выпуска воздуха, уменьшающей к тому же опасность образования пылевых следов над радиатором (рис. 1.7);

в) традиционными достоинствами алюминиевых секционных радиаторов - лёгкостью, что важно при транспортировке, хранении и монтаже, возможностью простой сборки прибора с различным количеством секций, низкой инерционностью при запуске системы отопления и регулировании теплового потока радиаторов;

г) высоким качеством окраски радиаторов, достигаемым предварительной тщательной подготовкой наружных поверхностей и их двойным покрытием сначала методом анафореза, а затем порошковыми эпоксидными эмалями белого цвета (RAL 9010) в электростатическом поле;

д) высокой антикоррозийной надёжностью радиаторов серии Super Aleternum за счёт защиты их всей внутренней поверхности патентованным покрытием Aleternum, сочетаемым с использованием полимерно-графитовых прокладок;

е) новым конструктивным решением инновационной заглушки, расположенной в нижней части коллектора секции (рис. 1.8), изготовляемой из листовой стали, покрытой слоем алюминия и подвергающейся антикоррозийной обработке Aleternum. Заглушка запрессовывается (а не приваривается) своей выпуклостью внутрь секции, что исключает проблемы с заусенцами в нижней части радиатора и обеспечивает высокую прочность секции (до 60 бар). Расположение заглушки заподлицо с дном нижнего коллектора секции сводит к минимуму её загрязнение. Герметичность заглушки обеспечивается прокладками O-ring.

1.8. Диаметр трубной резьбы в головках секций и соответственно ниппелей и глухих алюминиевых пробок – 1".

1.9. Радиаторы (без пробок) 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 свыше 14 шт. необходимо на месте монтажа или в заготовительных мастерских произвести перегруппировку приборов, используя для этого фирменные ниппели и прокладки.

Поставка радиаторов осуществляется по спецификации на поддонах, защищённых от механических повреждений картонными уголками на всю высоту

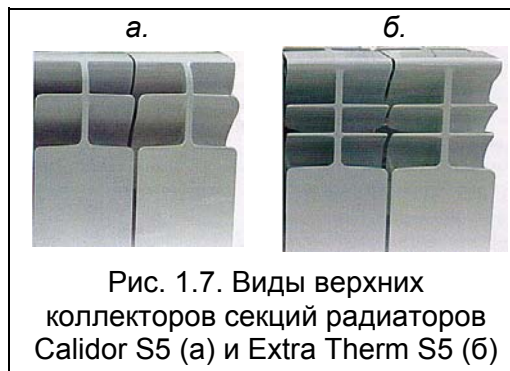


Рис. 1.7. Виды верхних коллекторов секций радиаторов Calidor S5 (а) и Extra Therm S5 (б)

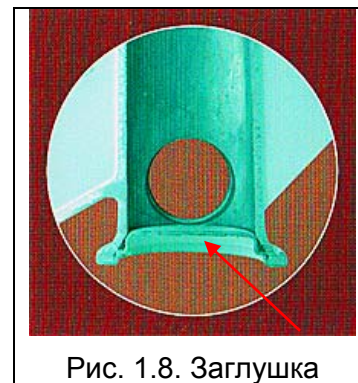


Рис. 1.8. Заглушка

штабеля и затем полиэтиленовой плёнкой от влаги.

1.10. Для оснащения радиаторов, устанавливаемых в системах отопления, компания «FONDITAL S.p.A.» предлагает комплектующие детали и изделия (см. табл. 1.1), которые не входят в стандартную поставку и приобретаются заказчиком при необходимости по дополнительному заказу.

**Таблица 1.1. Комплектующие детали для радиаторов  
т.м. «FONDITAL» и т.м. «NOVA FLORIDA»**

| Эскиз                                                                               | Марка и наименование                                | Эскиз                                                                                | Марка и наименование                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|    | <b>A 1/1</b><br>Воздушный клапан автоматический     |    | <b>A 18</b><br>Кронштейн угловой                     |
|    | <b>A9</b><br>Воздушный клапан ручной                |    | <b>A 20</b><br>Кронштейн с дюбелем                   |
|    | <b>A 4/1</b><br>Глухая пробка с наружной резьбой 1" |    | <b>A 24</b><br>Напольное крепление                   |
|  | <b>A 6/1</b><br>Переходник с 1" на 1/2" или на 3/4" |   | <b>A 13</b><br>Спрей для подкраски радиаторов        |
|  | <b>A 10/1</b><br>Прокладка уплотнительная           |  | <b>A 40/1</b><br>Комплект для установки радиатора *) |

**Примечание:** \*) A 40/1 включает в себя: 2 переходника с 1" на 1/2" или на 3/4", глухую пробку с наружной резьбой 1", автоматический воздушный клапан, 3 уплотнительных прокладки и 2 угловых кронштейна для крепления радиатора.

1.11. Все радиаторы имеют левое или правое исполнение в зависимости от того, с левой или с правой стороны к радиатору присоединены подводящие теплопроводы (рис. 1.9). С учётом этого проходные и глухие пробки заказываются с левой или правой резьбой.

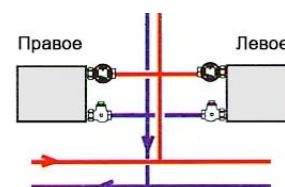


Рис. 1.9

1.12. 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.

1.13. На радиаторы т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» заводом-изготовителем предоставляется гарантия сроком на 10 лет для моделей типа S5 и



Super и 20 лет для модели с внутренним покрытием Aleternum с даты начала эксплуатации при условии соблюдения всех правил по установке и использованию в соответствии с действующими нормативными требованиями и указанными в настоящих рекомендациях.

1.14. Цены на радиаторы и комплектующие детали договорные с учётом гибкой системы скидок.

1.15. Основные технические характеристики и размеры, отнесённые к одной секции радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA», представлены на рис. 1.10 – 1.13 и в табл. 1.2 и 1.3.

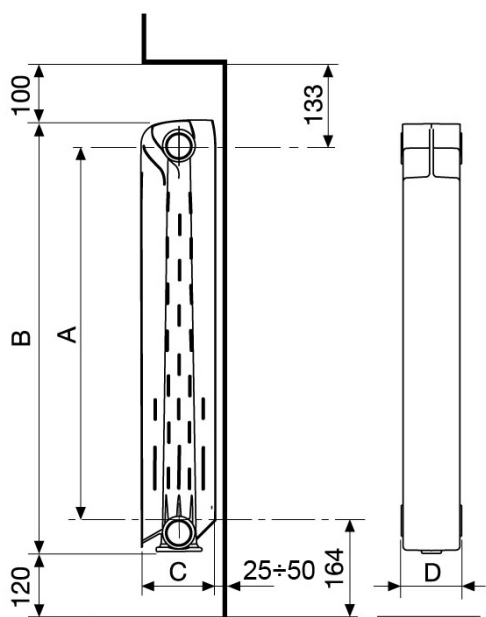


Рис. 1.10. Секция радиатора Calidor S5

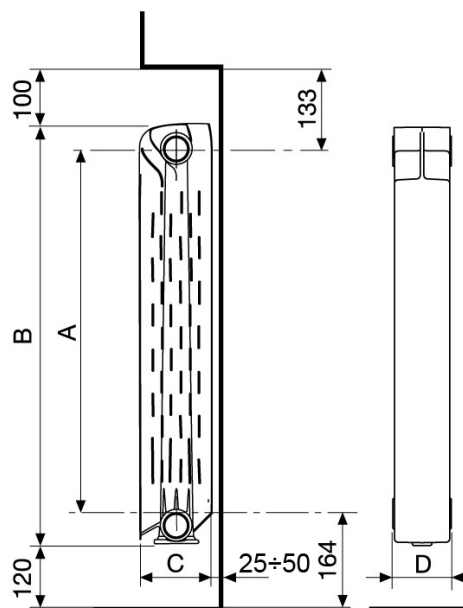


Рис. 1.11 Секция радиатора Calidor Super и Calidor Super Aleternum

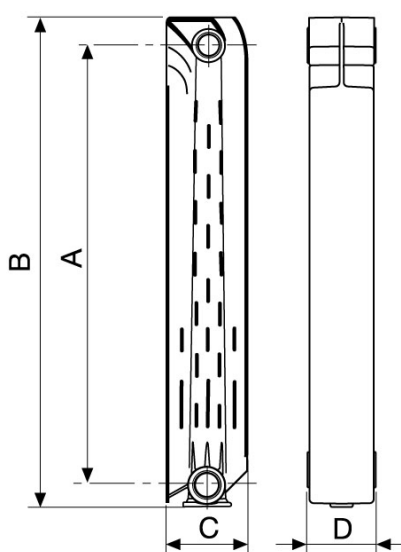


Рис. 1.12. Секция радиатора Extra Therm S5

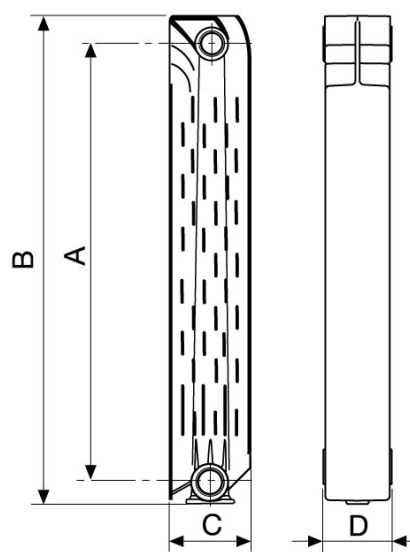


Рис. 1.13 Секция радиатора Extra Therm Super и Extra Therm Super Aleternum

**Таблица 1.2. Номинальный тепловой поток и размеры секций алюминиевых радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA»**

| Модель радиатора                           | Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ , Вт | Размеры секции, мм        |                       |                  |                |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|----------------|
|                                            |                                          | Монтажная высота <b>A</b> | Общая высота <b>B</b> | Глубина <b>C</b> | Длина <b>D</b> |
| <b>Calidor S5 500/100</b>                  | 180                                      | 500                       | 557                   | 97               | 80             |
| <b>Calidor Super 350/100</b>               | 145                                      | 350                       | 407                   | 97               | 80             |
| <b>Calidor Super Aleternum 350/100</b>     |                                          |                           |                       |                  |                |
| <b>Calidor Super 500/100</b>               | 194                                      | 500                       | 557                   | 97               | 80             |
| <b>Calidor Super Aleternum 500/100</b>     |                                          |                           |                       |                  |                |
| <b>Extra Therm S5 500/100</b>              | 182                                      | 500                       | 557                   | 97               | 80             |
| <b>Extra Therm Super 350/100</b>           | 147                                      | 350                       | 407                   | 97               | 80             |
| <b>Extra Therm Super Aleternum 350/100</b> |                                          |                           |                       |                  |                |
| <b>Extra Therm Super 500/100</b>           | 195                                      | 500                       | 557                   | 97               | 80             |
| <b>Extra Therm Super Aleternum 500/100</b> |                                          |                           |                       |                  |                |

**Таблица 1.3. Технические характеристики секций алюминиевых радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA»**

| Модель радиатора                           | Площадь наружной поверхности нагрева $f$ , м <sup>2</sup> | Номинальный коэффициент теплопередачи $K_{ну}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | Объём воды в секции, л | Масса (с ниппелем), кг |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Calidor S5 500/100</b>                  | 0,354                                                     | 7,26                                                                     | 0,31                   | 1,36                   |
| <b>Calidor Super 350/100</b>               | 0,284                                                     | 7,29                                                                     | 0,24                   | 1,16                   |
| <b>Calidor Super Aleternum 350/100</b>     |                                                           |                                                                          |                        |                        |
| <b>Calidor Super 500/100</b>               | 0,4                                                       | 6,93                                                                     | 0,3                    | 1,44                   |
| <b>Calidor Super Aleternum 500/100</b>     |                                                           |                                                                          |                        |                        |
| <b>Extra Therm S5 500/100</b>              | 0,356                                                     | 7,26                                                                     | 0,31                   | 1,39                   |
| <b>Extra Therm Super 350/100</b>           | 0,286                                                     | 7,34                                                                     | 0,24                   | 1,16                   |
| <b>Extra Therm Super Aleternum 350/100</b> |                                                           |                                                                          |                        |                        |
| <b>Extra Therm Super 500/100</b>           | 0,403                                                     | 6,91                                                                     | 0,31                   | 1,5                    |
| <b>Extra Therm Super Aleternum 500/100</b> |                                                           |                                                                          |                        |                        |

1.16. Значения номинального теплового потока  $q_{нy}$  секций радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» определены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [4], [5] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в радиаторе и температуры воздуха в испытательной камере)  $\Theta=70^{\circ}\text{C}$ , расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора  $M_{пр}=0,1$  кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.). Отметим, что значения номинального теплового потока и, соответственно, номенклатурного шага испытанных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» отвечают основным требованиям ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные» [6] и стандарта АВОК 4.2.2-2006 «Радиаторы и конвекторы отопительные» [7].

1.17. Полученные согласно [5] тепловые показатели обычно несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» [8]. Различие вызвано рядом причин, из которых отметим основные. Согласно европейским нормам EN 442 испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления зарадиаторного участка. Отечественные же нормы [5] запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления зарадиаторного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Зарубежные приборы испытываются обычно при перепаде температур теплоносителя  $75-65^{\circ}\text{C}$  (ранее при перепаде  $90-70^{\circ}\text{C}$ ), характерном для двухтрубных систем отопления. При этом расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1000-1500 Вт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [5] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч) и характерен для однострунных систем отопления при условии прохода всей воды через прибор. При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 800-1200 Вт [5] и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет  $1-2^{\circ}\text{C}$ , что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от  $65$  до  $75^{\circ}\text{C}$  в 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 других факторов определяет в ряде случаев различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442) методикам. С учётом изложенного не подтверждается обычно принимаемая в зарубежных каталогах пропорциональность теплоотдачи радиаторов их длине. Особенности теплопередачи радиаторов при «нестандартных» схемах движения теплоносителя и влияние количества секций в приборе на его теплоотдачу рассмотрены в третьем разделе рекомендаций.

Специфика испытаний секционных радиаторов в России и за рубежом

заключается в том, что согласно [5] испытываются приборы с номинальным тепловым потоком 800-1200 Вт, т.е. применительно к радиаторам т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» с монтажной высотой 500 мм из 5 секций, а согласно зарубежной практике испытываются 10-секционные радиаторы независимо от общей тепловой мощности прибора. Понятно, что в 5-секционных радиаторах доля боковых, наиболее эффективно работающих секций, выше, чем в 10-секционных, соответственно выше и номинальный тепловой поток, приходящийся на одну секцию. Таким образом, некоторое завышение теплового потока при испытаниях по EN 442 из-за специфики европейской камеры компенсируется его снижением из-за выбора представительного типоразмера из 10 секций.

С учётом изложенного, при наших испытаниях данные по номинальному тепловому потоку оказались близки к данным изготовителя, полученным согласно EN 442 (разница в пределах 0,5-1%). Поэтому мы сочли возможным принять в качестве номинальных показатели, полученные по EN 442, с округлением их до 1 Вт.

Фактическое же завышение теплоотдачи при испытании отопительных радиаторов по EN 442 нами учтено при определении зависимости теплоотдачи радиатора от количества в нём секций в третьем разделе настоящих рекомендаций путём введения поправочного коэффициента  $\beta_3$  (при 10-секционных радиаторах с монтажной высотой 500 мм  $\beta_3 = 0,97$ ).

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

1.19. При заказе радиатора указывается его название, монтажная высота в мм (350 или 500 мм), условная глубина 100 мм и количество секций в приборе.

Пример условного обозначения алюминиевого секционного радиатора «Calidor S5» с монтажной высотой 500 мм из 8 секций: **Calidor S5 500/100/8**.

1.20. Радиаторы т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» сертифицированы в России.

1.21. Компания «FONDITAL S.p.A» постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию радиаторов и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

1.22. 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.

1.23. Алюминиевые секционные радиаторы т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серий S5, Super и Super Aleternum предназначены для применения в системах отопления как с искусственной, так и с естественной циркуляцией в зданиях различного назначения.

1.24. 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. Все радиаторы должны располагаться так, чтобы были обеспечены их осмотр, очистка и ремонт.

В системе отопления помимо использования традиционных воздухоотводчиков алюминиевые радиаторы необходимо оснащать **воздухогазоотводчиками** (рис.1.14).

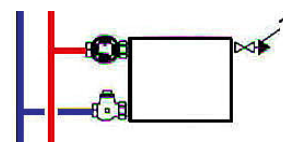


Рис. 1.14. Установка воздухоотводчика (1) на радиаторе

Радиаторы устанавливаются в один ряд по высоте и глубине.

1.25. На рис. 1.15 представлены наиболее распространённые в отечественной практике схемы систем отопления, в которых используются секционные радиаторы.

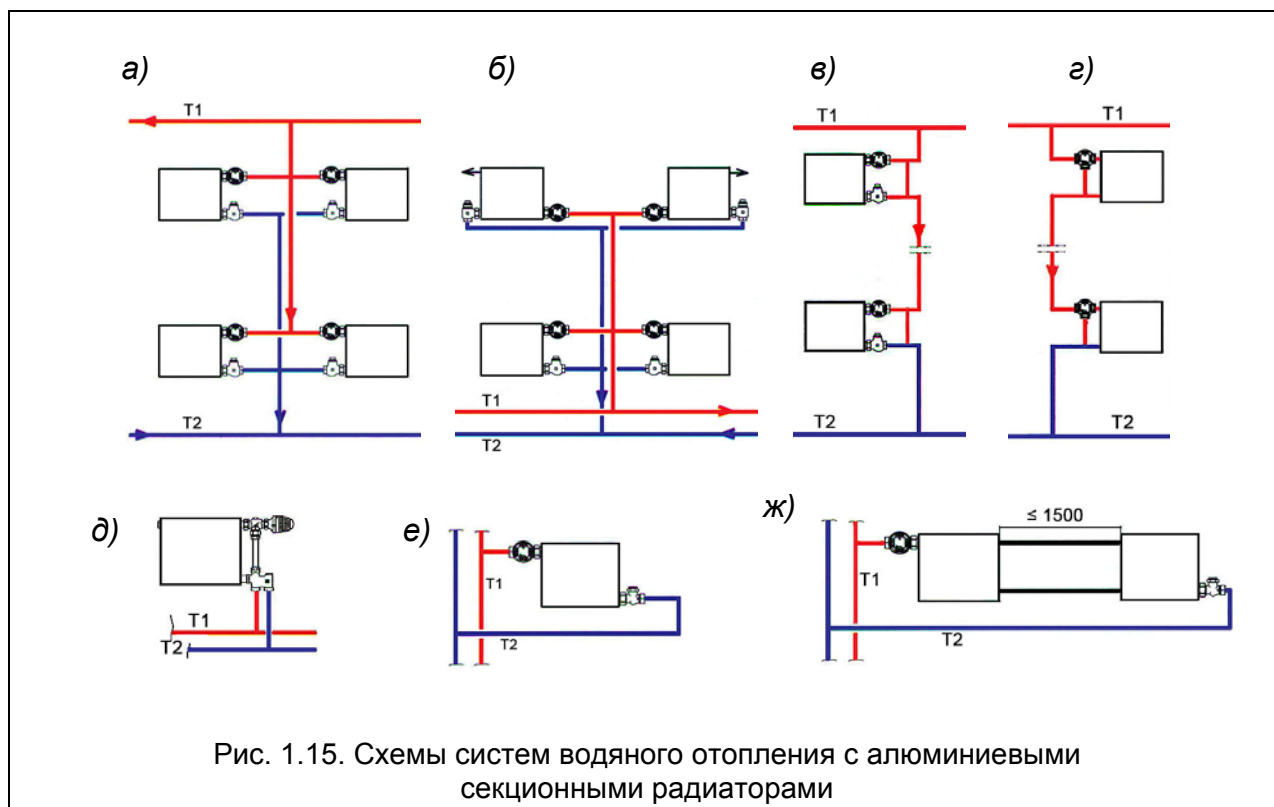


Рис. 1.15. Схемы систем водяного отопления с алюминиевыми секционными радиаторами

Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее – рис. 1.15 а-д) и с противоположных сторон приборов (разностороннее – рис. 1.15 е, ж). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укрупнять радиаторы. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при количестве секций в радиаторах т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» более 24, а в гравитационных системах - более 12 рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения (рис. 1.15 е).

При соединении приборов на сцепках (рис. 1.15 ж) рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для сцепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром 1".

1.26. 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 [9] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами (автоматическими терморегуляторами), т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной



регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [10] и региональные аналоги более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

Показанная на рис. 1.16 схема обвязки отопительного прибора характерна для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [9], [11].

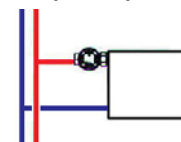


Рис. 1.16

По данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регуливающей арматуры, установленной на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 и 20 мм составляет 25-45 %. Это объясняется тем, что по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует на нижней подводке к радиатору устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз или специальную запорно-регулирующую арматуру (рис. 1.15 а-в, е, ж). При их установке остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

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.

Для использования секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» в горизонтальных системах отопления с нижним подсоединением (рис. 1.15 д) рекомендуется применять специальные гарнитуры.

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

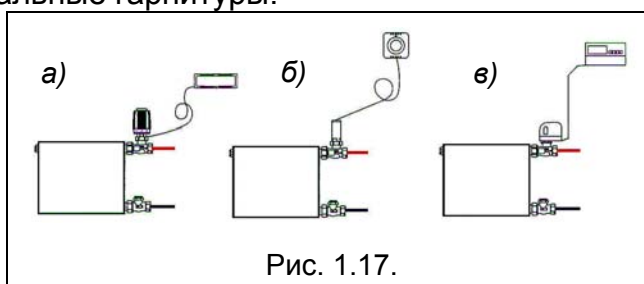


Рис. 1.17.

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).

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

1.27. 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, только с учётом направления движения теплоносителя по стрелке (см. рис. 1.18б).

1.28. 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 и/или вакуумные деаэраторы.

1.29. На рис. 1.19, 1.20 и 1.21 показаны наиболее перспективные схемы систем отопления – поквартирные, подключаемые через коллекторы к магистральным теплопроводам. Такие системы позволяют наиболее объективно определять расход тепловой энергии с помощью теплосчётчиков и регулировать теплоотдачу отдельных приборов.

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках. Они подводят теплоноситель к поквартирным распределительным коллекторам.

На рис. 1.19 показана схема двухтрубной периметральной разводки поквартирных магистралей, а на рис. 1.20 – лучевой. Предпочтение отдаётся периметральной, обеспечивающей наиболее оптимальным образом поступление теплоты в помещения вдоль всех их наружных ограждений. При лучевой системе часть теплоты используется не эффективно из-за прокладки теплопроводов через середину помещения, а не у наружных ограждений. К тому же эта система менее устойчива при эксплуатации и более трудозатратна при ремонте.

На рис. 1.21. показана однотрубная плинтусная система отопления, подключаемая к отопительным приборам с помощью специальной гарнитуры, включающей H-образные присоединительные узлы.

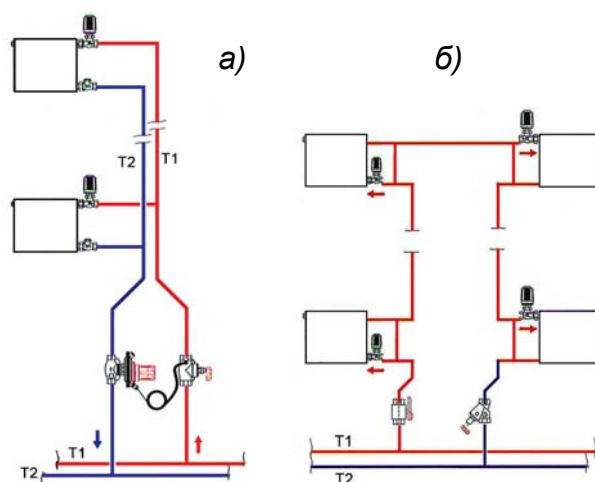


Рис. 1.18. Схемы установки арматуры на двухтрубном (а) и однотрубном (б) стояках: (положение термостатических элементов на схемах показано условно)

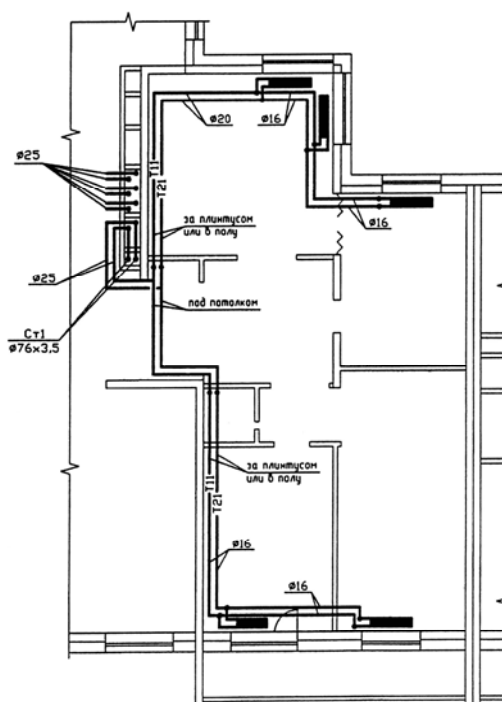


Рис. 1.19. Двухтрубная плинтусная поквартирная разводка магистралей

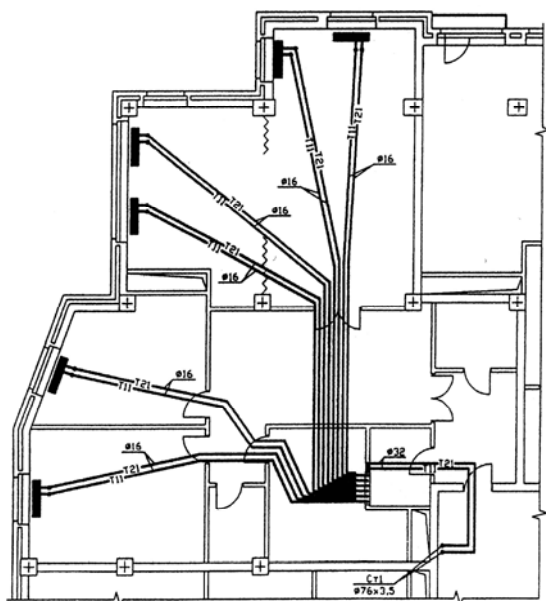


Рис. 1.20. Двухтрубная лучевая поквартирная разводка магистралей

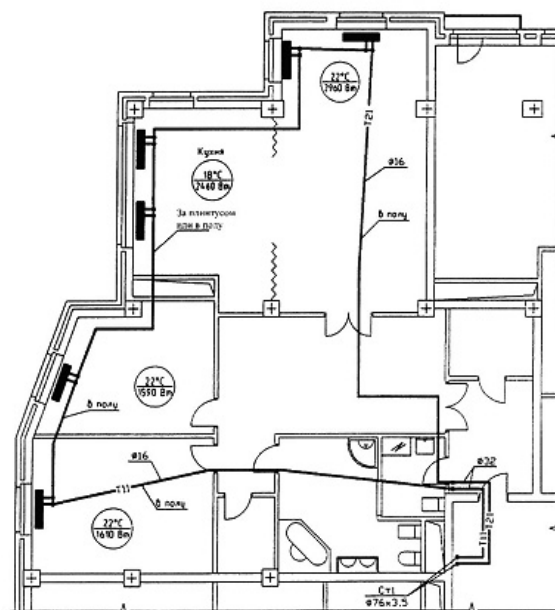


Рис. 1.21. Однотрубная плintусная поквартирная разводка магистралей

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 плintусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плintусы заводского изготовления (обычно из полимерных материалов).

## 2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в нормативной и справочно-информационной литературе [11] и [12], 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 - 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 [13]. 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 [13], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку работы приборов в отечественных системах отопления.

Поскольку зависимость гидравлических характеристик отопительных приборов и элементов систем отопления от расхода теплоносителя не является квадратичной, в настоящих рекомендациях эти показатели приведены при двух характерных расходах теплоносителя через прибор: при 0,1 кг/с (360 кг/ч) и при 0,02 кг/с (72 кг/ч). Промежуточные значения могут быть получены путём интерполяции с допустимой для практических расчётов погрешностью.

2.3. При гидравлических испытаниях радиаторов т.м. «FONDITAL» и т.м. «NOVA FLORIDA» всех представленных в настоящих рекомендациях моделей было установлено, что их гидравлические характеристики практически совпадают и мало зависят от монтажной высоты прибора, его длины при количестве секций 5 и более и схемы движения теплоносителя.

В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов серий серий S5, Super и Super Aleternum при боковом подключении патрубков с условным диаметром 15 и 20 мм.

**Таблица 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серий S5, Super и Super Aleternum с монтажными высотами 350 и 500 мм**

| Количество секций в радиаторе, шт. | Условный диаметр подводки $d_y$ , мм | Коэффициент местного сопротивления $\zeta$ при $M_{пр}$ |                     | Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$ , 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) |
| 3                                  | 15                                   | 3,4                                                     | 1,8                 | 4,66                                                                                   | 2,47                |
|                                    | 20                                   | 4,1                                                     | 3,3                 | 1,69                                                                                   | 1,36                |
| 4                                  | 15                                   | 3,1                                                     | 1,6                 | 4,25                                                                                   | 2,19                |
|                                    | 20                                   | 3,7                                                     | 2,0                 | 1,52                                                                                   | 0,82                |
| 5 и более                          | 15                                   | 2,5                                                     | 1,4                 | 3,425                                                                                  | 1,92                |
|                                    | 20                                   | 3,3                                                     | 1,8                 | 1,36                                                                                   | 0,74                |

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", 1/2" и 3/4" (практически совпадающие для всех размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.1), RA-N 15 и RA-N 20/25 фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.2), **A** и **RF** фирмы «Oventrop», терморегуляторы фирм «Heimeier», «Honeywell» и др.

Для однотрубных систем отопления можно рекомендовать для установки на подводках к радиаторам специальные терморегуляторы уменьшенного гидравлического сопротивления RA-G фирмы «Данфосс» (рис. 2.3), марки **AZ** фирмы «Oventrop», фирмы «Heimeier» (рис. 2.4), «HERZ-TS-E» (рис. 2.5) и типа **H** фирмы «Honeywell».

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



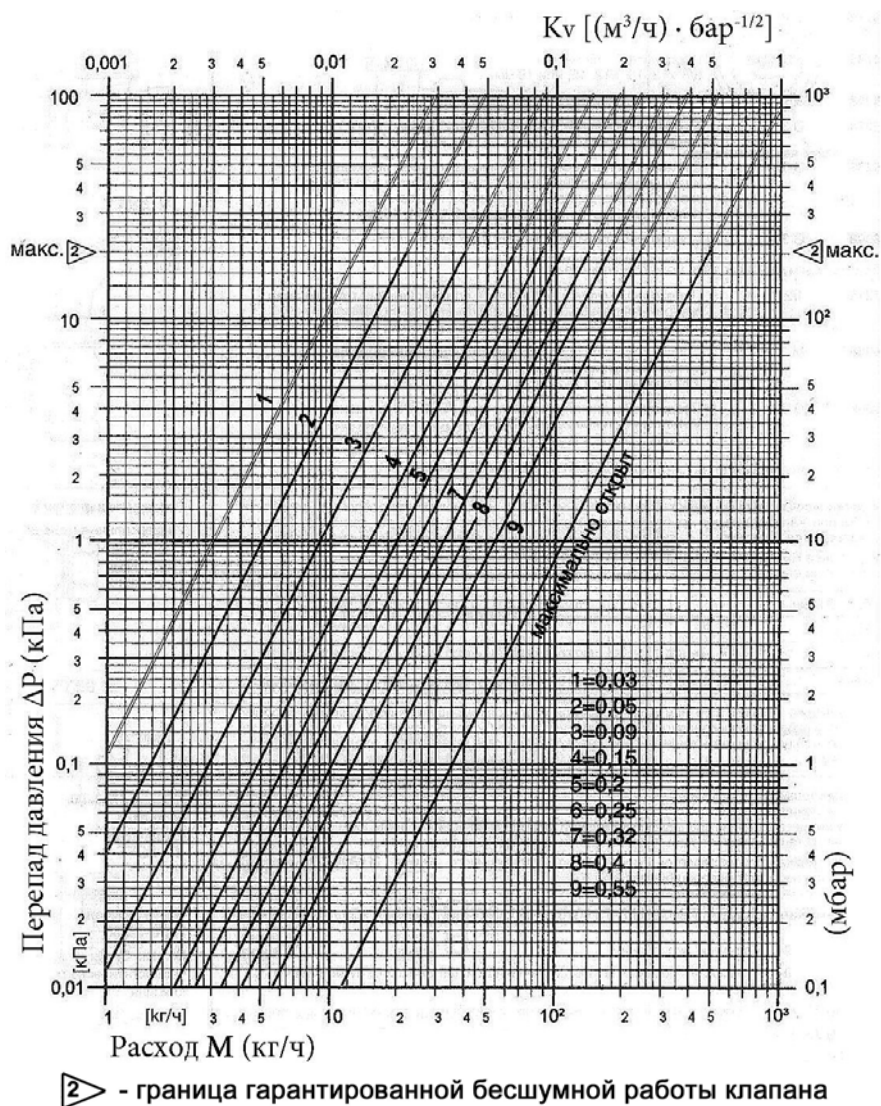
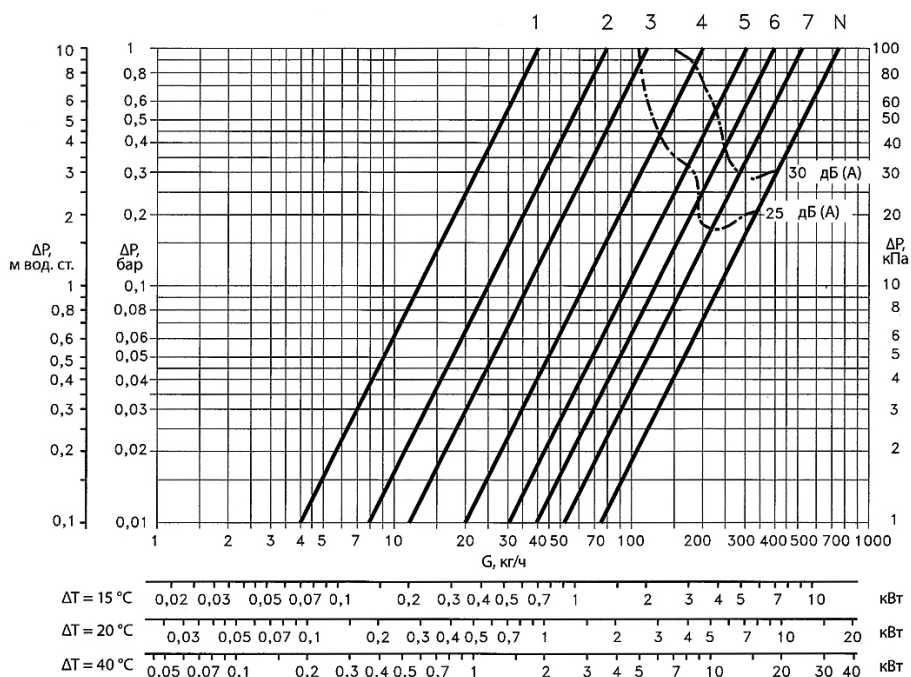


Рис. 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8", 1/2" и 3/4" с настройкой на режим 2K (2°C) и при полном открытии клапана

а.



б.

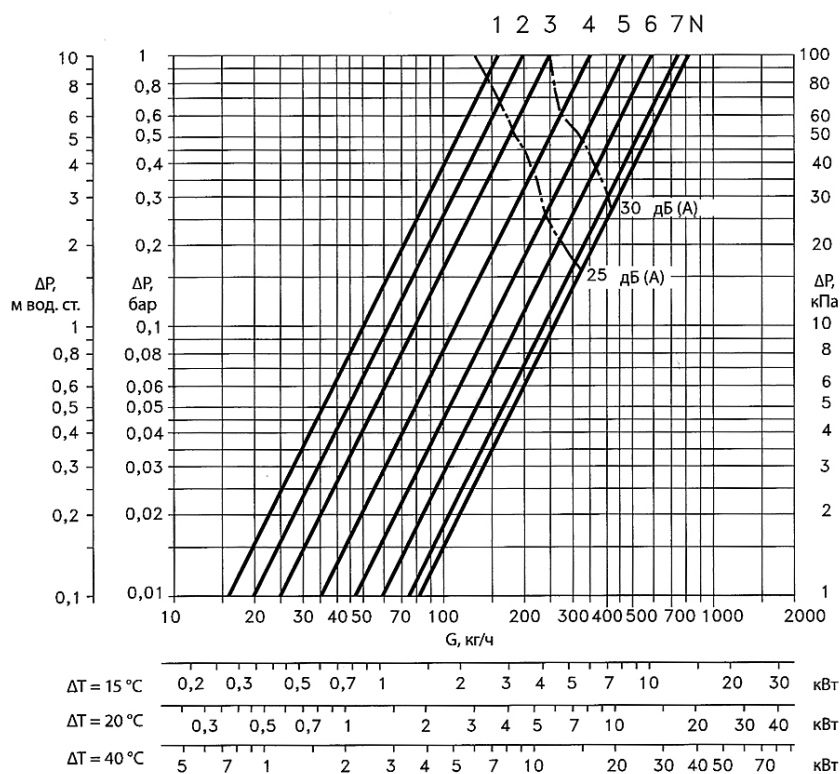


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики терморегуляторов фирмы «Данфосс» RA-N 15 (а) и RA-N 20/25 (б), предназначенных для двухтрубных систем отопления (при различных уровнях монтажной настройки клапана)

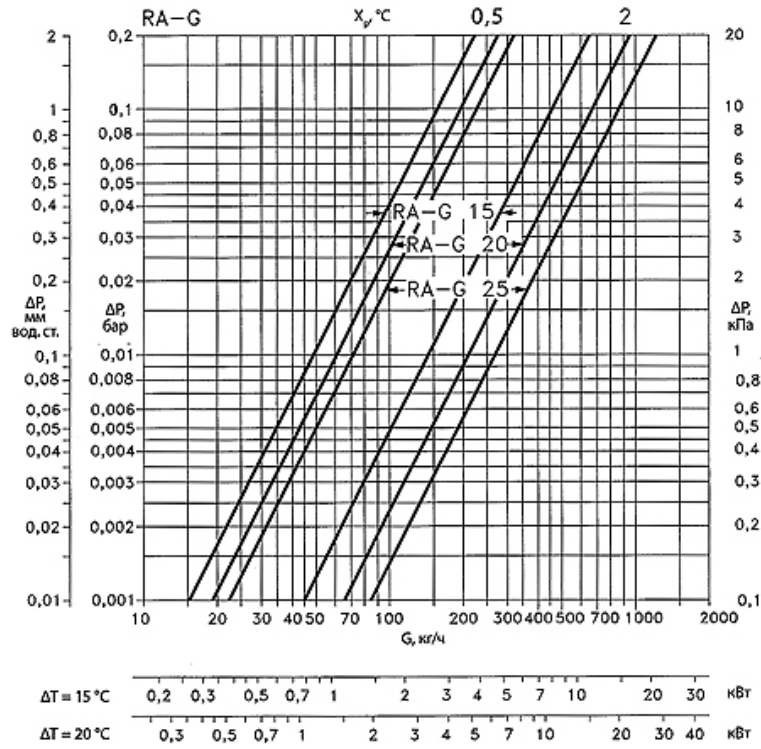


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики терморегуляторов пониженного сопротивления фирмы «Данфосс» RA-G при настройке на режимы 0,5К (слева) и 2К (справа)

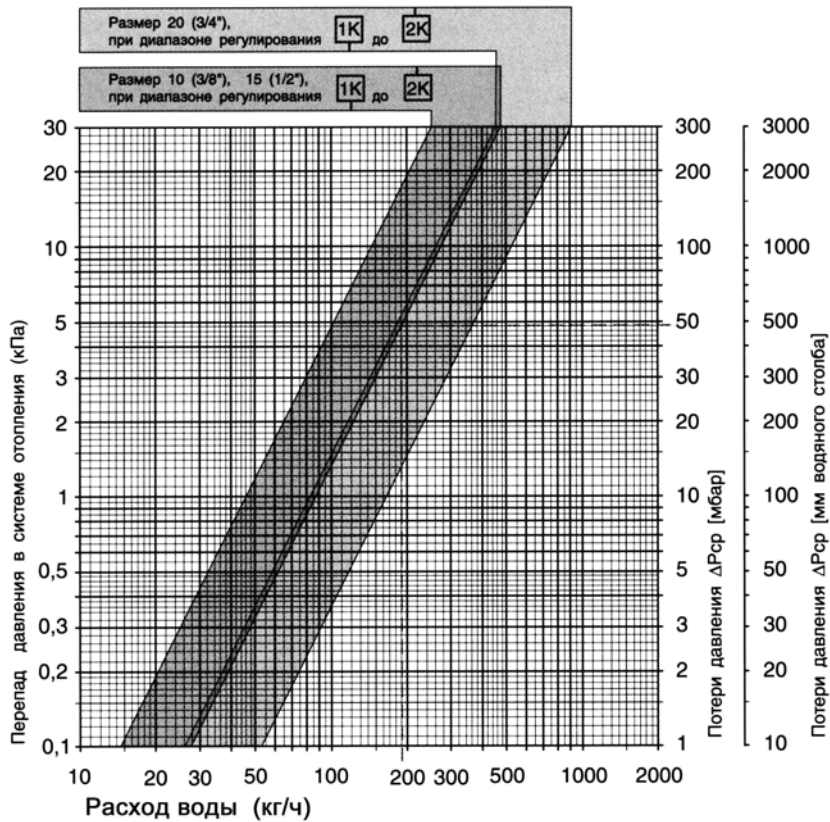


Рис. 2.4. Характеристики терморегуляторов уменьшенного гидравлического сопротивления фирмы «Heimeier»

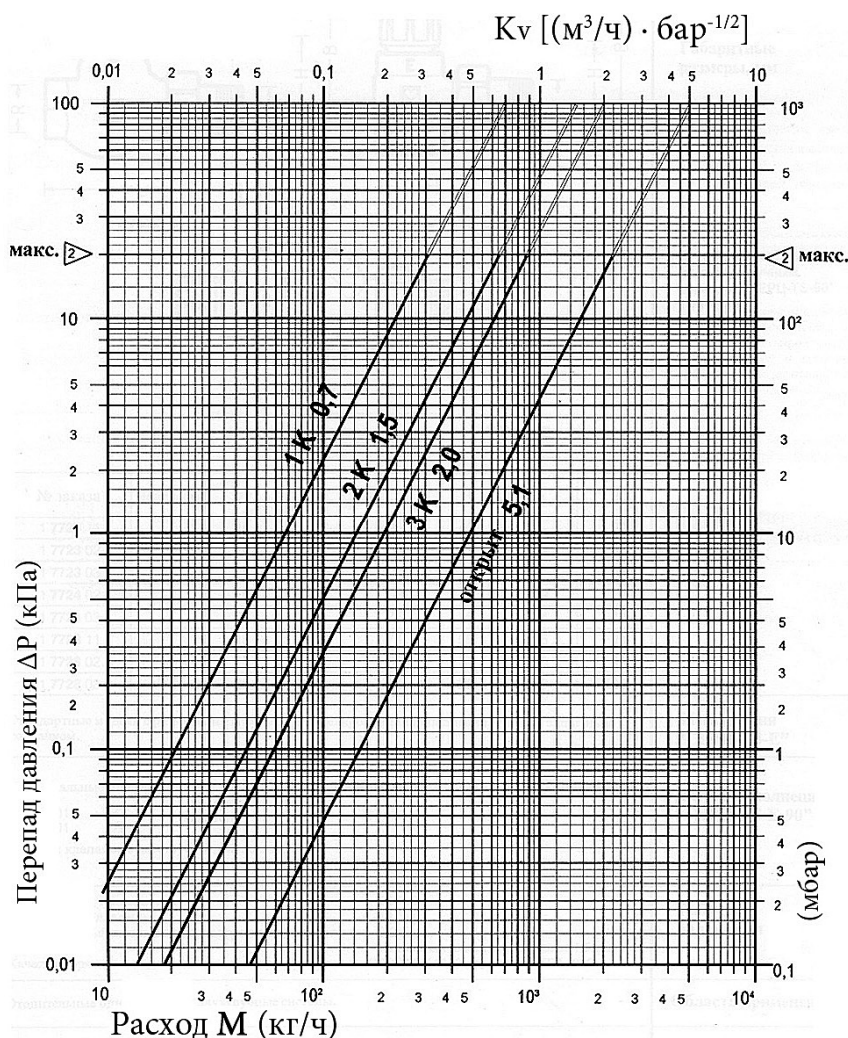


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики терморегуляторов «HERZ-TS-E» при различных режимах настройки

На рис. 2.3 и 2.5 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики терморегуляторов для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 0,5K, 1K, 2K или 3K, а также при полностью открытом клапане.

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

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

В однотрубных системах отопления с представленными в настоящих рекомендациях секционными радиаторами т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» целесообразно применять также трёхходовые терморегуляторы, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые терморегуляторы фирм «HERZ Armaturen», «Oventrop» и др., у которых оси термостатических элементов перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми терморегуляторами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от

настройки на коэффициент затекания, расхода и температуры теплоносителя в стояке, а также от гидравлических характеристик отопительных приборов.

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

На рис. 2.1 и 2.5 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления терморегуляторов от расхода воды, с линией  $\Delta P=1$  бар указаны значения расходных коэффициентов  $K_v$  [ $(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}$ ]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять терморегуляторы с  $K_v \geq 1,2$  [14].

При определении  $K_v$  в первом приближении принимали, что  $1\text{ м}^3$  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  $[(\text{т}/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$ .

На рис. 2.1, 2.2 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.) [14].

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

На основе графиков рис. 2.1, 2.2 и 2.5 с целью неперевышения 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  $25^\circ\text{C}$ ) и при соответствующих расходах теплоносителя. Как правило, эта рекомендация выполняется, если мощность одного прибора или их группы не превышает 5-8 кВт. Чтобы исключить перепады давления свыше 0,025 МПа (2,5 м вод. ст.), можно применять терморегуляторы пониженного сопротивления с настройкой на режим 2К или 3К или устанавливать ручные регуляторы с учётом их полного открытия в расчётный период.

2.6. 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 или на стояке требуется обязательная установка фильтра. 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 регуливающей арматуры, а именно, сочетание простейшего терморегулятора без преднастройки на подающей подводке и запорно-регулирующего клапана на обратной. Следует заметить, что в этом случае реально возможно обеспечить пропорциональную регулировку температурного



режима в отапливаемом помещении за счёт соответствующего поворота маховика термостатического элемента. Отметим, что терморегуляторы с преднастройкой на 1 и 2 позиции из-за определяющего гидравлического сопротивления устройства преднастройки работают фактически в двухпозиционном режиме («открыто» - «закрыто») с превышением заданной температуры на 1-2°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 т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серий S5, Super и Super Aleternum при различных сочетаниях диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих участков ( $d_{зв}$ ) 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°С) и расходах теплоносителя в стояке 240-540 кг/ч.

**Таблица 2.2. Усреднённые значения коэффициентов затекания  $\alpha_{пр}$  узлов однотрубных систем водяного отопления с радиаторами т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA»**

| Фирма-изготовитель и тип регулирующей арматуры                                     | Значения $\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст} \times d_{зв} \times d_{п}$ (мм) |          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                    | 15x15x15                                                                                                       | 20x15x15 | 20x15x20 |
| Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,44$ мм    | 0,25                                                                                                           | 0,2      | 0,252    |
| Фирма «HERZ Armaturen», тип «HERZ-TS-E» с жидкостным датчиком при $X_p=0,7$ мм (*) | 0,37                                                                                                           | 0,245    | 0,375    |
| Фирма «Oventrop», тип <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 термоголовой **HERZ 7262**

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

поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения ручных кранов и клапанов (обычно на 15-23%).

2.10. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются, как указывалось, по приложению 1, медных (только при использовании радиаторов с внутренним антикоррозийным покрытием Aleternum) - по приложению 2.

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [15], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм» [16], 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.

### 3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам, представленных в специальной и справочно-информационной литературе [7], [9], [11] 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 в зависимости от модели радиатора по табл. 3.1, а второй -  $\beta_2$  – от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 3.1.

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

| Монтажная высота радиатора, мм | $\beta_1$ | $\beta_2$        |                        |
|--------------------------------|-----------|------------------|------------------------|
|                                |           | У наружной стены | У наружного остекления |
| 350                            | 1,028     | 1,015            | 1,06                   |
| 500                            | 1,048     |                  |                        |

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 [11], [12], следует увеличивать в 1,15

раза для помещений, в которых устанавливаются радиаторы с автоматическими терморегуляторами [7], [17], [18].

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

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot \tilde{n} \cdot (\dot{I}_{i0}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta \cdot \beta_4 = Q_{i0} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta \cdot \beta_4 = \\ = \hat{E}_{i0} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta \cdot \beta_4, \quad (3.1)$$

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), на количество секций в приборе  $N$ , Вт;

$\Theta$  - фактический среднеарифметический 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  $t_g$ , °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);

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

$M_{np}$  - 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. 3.3);

$\beta_3$  - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 3.4);

$\rho$  - 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. 3.5); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз»  $\rho=1$ ;

$\beta_4$  - усреднённый безразмерный коэффициент, характеризующий зависимость тепловых показателей радиатора от способа его установки в помещении (принимается по табл. 3.6 согласно схемам на рис. 3.1); при установке радиаторов на стене без ниши и подоконника  $\beta_4=1$ ;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$  - 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 массового 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) 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

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \tilde{n} \cdot (\dot{I}_{i\delta}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta \cdot \beta_4 = \hat{E}_{i\delta} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot \delta \cdot \beta_4 \quad (3.4)$$

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 для всех моделей радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серий S5, Super и Super Aleternum с монтажными высотами 350 и 500 мм. При движении воды в секционном радиаторе по схеме «снизу-вверх» в ходе исследования было установлено, 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. 3.5.

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.

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

3.9. Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у внутренних перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких

металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 3.

**Таблица 3.2. Значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициентов  $c$  и  $p$  для радиаторов серий S5, Super и Super Aleternum**

| Монтажная высота радиатора | Схема движения теплоносителя | $n$  | $m$  | $c$  | $p$           |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|---------------|
| 350                        | Сверху-вниз                  | 0,3  | 0    | 1    | 1             |
|                            | Снизу-вверх                  | 0,4  | 0,15 | 0,85 | См. табл. 3.4 |
|                            | Снизу-вниз                   | 0,3  | 0,02 | 0,94 | 1             |
| 500                        | Сверху-вниз                  | 0,33 | 0    | 1    | 1             |
|                            | Снизу-вверх                  | 0,4  | 0,15 | 0,87 | См. табл. 3.4 |
|                            | Снизу-вниз                   | 0,33 | 0,02 | 0,94 | 1             |

Примечание: значения усреднены для температурных напоров в пределах 45 – 95°C и расходов теплоносителя в пределах 0,015 – 0,15 кг/с (54 – 540 кг/ч)

**Таблица 3.3. 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 3.4. Усреднённые значения коэффициента  $\beta_3$ , учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток**

| Монтажная высота радиатора | Значения $\beta_3$ при количестве секций в радиаторе |      |       |      |       |            |
|----------------------------|------------------------------------------------------|------|-------|------|-------|------------|
|                            | 3                                                    | 4    | 5-6   | 7-9  | 10-11 | 12 и более |
| 350                        | 1,02                                                 | 1,01 | 1,005 | 1    | 0,99  | 0,98       |
| 500                        | 1,025                                                | 1,05 | 1     | 0,99 | 0,98  | 0,97       |

**Таблица 3.5. Усреднённые значения поправочного коэффициента  $\rho$  при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» для радиаторов с монтажной высотой 350 и 500 мм**

| Количество секций в радиаторе, шт. | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9    | 10 и более |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------------|
| $\rho$                             | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,015 | 1,01 | 1          |

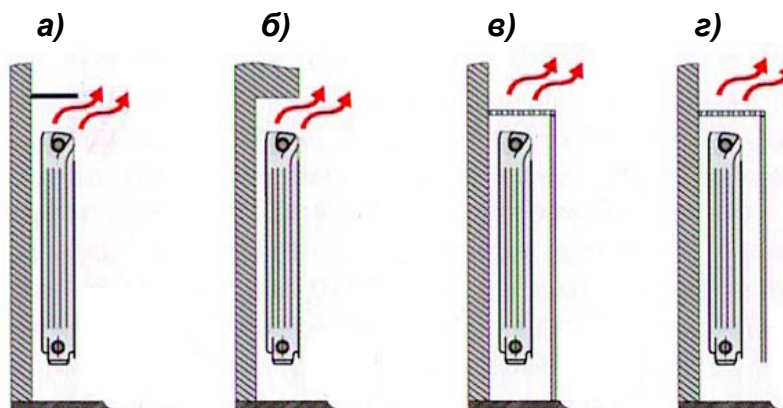


Рис. 3.1. Типовые схемы установки радиаторов

**Табл. 3.6. Усреднённые значения поправочного коэффициента  $\beta_4$**

| Схема на рис. 3.1 | Установка радиатора                                                                                                                                                                  | $\beta_4$ |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| а                 | На стене без ниши под нависающим подоконником (глубина подоконника не более 75% от глубины прибора в установке при зазоре между низом подоконника и верхом радиатора не менее 80 мм) | 0,97      |
| б                 | На стене в глубокой нише                                                                                                                                                             | 0,92      |
| в                 | На стене без ниши, закрыт декоративным экраном до пола с верхней воздуховыпускной решёткой                                                                                           | 0,8       |
| г                 | Закрыт декоративным экраном, не достоящим до пола на расстояние 0,8 глубины радиатора в установке, и с воздуховыпускной решёткой                                                     | 0,9       |

**Таблица 3.7. Значения поправочного коэффициента  $\varphi_1$  в зависимости от показателя степени « $n$ » (см. табл. 3.2)**

| $\Theta$ ,<br>°C | Значения $\varphi_1$ при |            |           | $\Theta$ ,<br>°C | Значения $\varphi_1$ при |            |           |
|------------------|--------------------------|------------|-----------|------------------|--------------------------|------------|-----------|
|                  | $n = 0,3$                | $n = 0,33$ | $n = 0,4$ |                  | $n = 0,3$                | $n = 0,33$ | $n = 0,4$ |
| 44               | 0,547                    | 0,539      | 0,522     | 68               | 0,963                    | 0,962      | 0,96      |
| 46               | 0,579                    | 0,572      | 0,556     | 70               | 1                        | 1          | 1         |
| 48               | 0,612                    | 0,605      | 0,59      | 72               | 1,037                    | 1,038      | 1,04      |
| 50               | 0,646                    | 0,639      | 0,624     | 74               | 1,075                    | 1,077      | 1,081     |

|    |       |       |       |    |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|
| 52 | 0,679 | 0,673 | 0,66  | 76 | 1,113 | 1,116 | 1,122 |
| 54 | 0,714 | 0,708 | 0,695 | 78 | 1,151 | 1,155 | 1,164 |
| 56 | 0,748 | 0,743 | 0,732 | 80 | 1,19  | 1,194 | 1,206 |
| 58 | 0,783 | 0,779 | 0,769 | 82 | 1,228 | 1,234 | 1,248 |
| 60 | 0,818 | 0,815 | 0,806 | 84 | 1,267 | 1,274 | 1,291 |
| 62 | 0,854 | 0,851 | 0,844 | 86 | 1,307 | 1,315 | 1,334 |
| 64 | 0,89  | 0,888 | 0,882 | 88 | 1,346 | 1,356 | 1,378 |
| 66 | 0,926 | 0,925 | 0,921 | 90 | 1,386 | 1,397 | 1,422 |

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

| $M_{пр}$ |      | Значения $\phi_2$ при |          | $M_{пр}$ |      | Значения $\phi_2$ при |          |
|----------|------|-----------------------|----------|----------|------|-----------------------|----------|
| кг/с     | кг/ч | $m=0,15$              | $m=0,02$ | кг/с     | кг/ч | $m=0,15$              | $m=0,02$ |
| 0,015    | 54   | 0,752                 | 0,963    | 0,06     | 216  | 0,926                 | 0,99     |
| 0,02     | 72   | 0,786                 | 0,968    | 0,07     | 252  | 0,948                 | 0,993    |
| 0,025    | 90   | 0,812                 | 0,973    | 0,08     | 288  | 0,967                 | 0,996    |
| 0,03     | 108  | 0,835                 | 0,976    | 0,09     | 324  | 0,984                 | 0,998    |
| 0,035    | 126  | 0,854                 | 0,979    | 0,1      | 360  | 1                     | 1        |
| 0,04     | 144  | 0,872                 | 0,982    | 0,125    | 450  | 1,034                 | 1,004    |
| 0,05     | 180  | 0,901                 | 0,986    | 0,15     | 540  | 1,063                 | 1,008    |

3.10. Следует отметить, что режим теплоотдачи отопительного прибора при подключении его по схеме «снизу-вверх» крайне неустойчив и зависит от количества секций в приборе. Поэтому при проектировании систем отопления рекомендуется радиаторы, подключённые по схеме «снизу-вверх», ограничивать по количеству секций (желательно не более 6-8 шт. в приборе). Реализация этого предложения в однотрубной системе отопления достигается размещением стояков с движением теплоносителя «снизу-вверх» через помещения с наименьшими тепловыми нагрузками, например в кухнях.



## 4. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления

### Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однетрубной системы водяного отопления с алюминиевым секционным радиатором «**Calidor Super Aleternum 350/100**» с монтажной высотой 350 мм. Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома (схема установки «а», рис.3.1), присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и терморегулятором фирмы «HERZ Armaturen» типа HERZ TS-E с головкой HERZ 7262 на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «снизу-вверх».

Теплопотери помещения с учётом коэффициента запаса 1,15 (см. п.3.3 настоящих рекомендаций) составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк  $t_n$  условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку  $\Delta t_{ст} = 35^\circ\text{C}$ , температура воздуха в отапливаемом помещении  $t_g = 20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е.  $b=1$ . Средний расход воды в стояке  $M_{ст} = 480$  кг/ч (0,133 кг/с).

Условные диаметры ( $d_y$ ) труб определены в результате предварительного гидравлического расчёта:  $d_y$  стояка и подводов равны 20 мм,  $d_y$  замыкающего участка равен 15 мм. Общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,5 м:

$L_{тр.в} = 2,35$  м ( $d_y = 20$  мм),  $L_{тр.г} = 0,35$  м ( $d_y = 15$  мм),  $L_{тр.г} = 0,8$  м ( $d_y = 20$  мм).

### Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{i\delta}^{\delta\tilde{a}\tilde{n}} = Q_{i\tilde{\delta}} - Q_{\delta\delta.i} \quad (4.1)$$

где  $Q_{nom}$  - теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;  
 $Q_{мп.п}$  - полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.  
 В нашем примере, согласно п. 3.9, принимаем  $Q_{мп.п} = 0,9Q_{мп.н}$ ,

$$Q_{\delta\delta} = q_{\delta\delta.i} \cdot L_{\delta\delta.i} + q_{\delta\delta.\tilde{a}} \cdot L_{\delta\delta.\tilde{a}} \quad (4.2)$$

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

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

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

$$Q_{мп.п} = 0,9 (92,8 \cdot 2,35 + 74,1 \cdot 0,35 + 92,8 \cdot 0,8 \cdot 1,28) = 305 \text{ Вт.}$$

$$Q_{np}^{расч} = Q_{nom} - Q_{мп.п} = 1200 - 305 = 895 \text{ Вт.}$$

По табл. 2.2 принимаем значение коэффициента затекания 0,375.

Расход воды через прибор равен  $M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm} = 0,375 \cdot 0,133 = 0,05$  кг/с.

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

$$\Delta t_{i\delta} = \frac{Q_{i\delta}^{\delta\hat{a}\hat{n}\hat{c}}}{C \cdot M_{i\delta}} = \frac{895}{4186,8 \cdot 0,05} = 4,28^\circ \tilde{N} , \quad (4.3)$$

где  $C$  – удельная теплоёмкость воды, равная 4186,8 Дж/(кг·°C).

Температурный напор  $\Theta$  определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_i - \frac{\Delta t_{i\delta}}{2} - t_a = 105 - 2,14 - 20 = 82,9^i \tilde{N}.$$

Определяем предварительно требуемый тепловой поток радиатора при нормальных условиях  $Q_{i\delta}^{\delta\delta}$  по формуле

$$Q_{i\delta}^{\delta\delta} = \frac{Q_{i\delta}^{\delta\hat{a}\hat{n}\hat{c}}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tilde{n} \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \cdot \beta_4} = \frac{895}{1,267 \cdot 0,901 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,015 \cdot 0,97} = 937 \hat{A}\delta , \quad (4.4)$$

где  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $\beta_3$ ,  $p$  и  $\beta_4$  – безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.2 - 3.8, с учётом предварительной оценки количества секций в радиаторе 8 шт.

Исходя из полученного значения  $Q_{i\delta}^{\delta\delta}$ , определяем количество секций в радиаторе  $N$  по формуле

$$N = \frac{Q_{i\delta}^{\delta\delta}}{q_{i\delta}} = \frac{937}{145} = 6,5\delta\delta . \quad (4.5)$$

и с учётом уточнённого значения  $\beta_3=1$  и  $p=1,02$  (при  $N=7$  шт.) получим:

$Q_{ny}^{mp} = 937:1,02=919$  Вт, тогда уточнённое предварительное количество секций, необходимое для установки, составит  $N_{уст.}^{пред.} = 919:145=6,34$  шт.

Напомним, что с учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей 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.

С учётом изложенного к установке следует принять  $N_{уст}=7$  шт.,  $Q_{ny}=1015$  Вт, т.е. **радиатор Calidor Super Aleternum 350/100/7**.

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = [(1015 - 919) : 919] \cdot 100 = 10,4\% \quad (4.6)$$

Поскольку запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в последующий отопительный прибор.

## **5. Указания по монтажу алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» и основные требования к их эксплуатации**

5.1. Монтаж алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [19] и настоящих рекомендаций.

5.2. Радиаторы, как указывалось, поставляются окрашенными в сборе, без пробок, упакованными в плёнку и картонную коробку. 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 2,4 МПа.

5.3. Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен или на чистом полу с использованием фирменных кронштейнов и 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 и отделочных работ 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 (см. также рис. 3.1 и табл. 3.6).

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 радиатору, **во избежание аварийной ситуации не допускается полное перекрытие заполненного водой радиатора без обязательного в этом случае открытия воздухоотводчика.** Допускается при установке радиаторов монтировать запорную арматуру только на нижней подводке, так как при закрытии этой арматуры радиатор остаётся заполненным водой при сливе её из стояка. Это очень важно даже для таких прочных отопительных приборов, как радиаторы т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серий S5, Super и Super Aleternum, 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 термоэлемента до упора в направлении максимальной позиции, затем надеть термоэлемент на клапан так, чтобы выступы основания термоэлемента вошли в шлицы клапана, зафиксировать термоэлемент гайкой при помощи динамометрического ключа с моментом затяжки 6 - 10 Н·м.

При монтаже корпуса термостата на головке алюминиевого радиатора непосредственно на объекте усилие на динамометрическом ключе не должно превышать 35 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 поверить температуру воздуха в помещении с помощью комнатного термометра. Если температура воздуха будет отличаться от значения, заданного на термостатическом элементе, скорректировать положение настроечной рукоятки.

Указанные величины температуры в °С являются только ориентировочными, так как фактическая температура в помещении часто отличается от температуры воздуха вокруг термоэлемента и зависит от условий его размещения. Отметим, что минимальная температура воздуха в отапливаемых жилых помещениях при настройке термоэлемента согласно российским нормам принимается равной 15 °С.

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 мкг/дм<sup>3</sup> [3], [19], значения pH для радиаторов серии S5 и Super находились в пределах 7–8,5, а для радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» с внутренним антикоррозийным покрытием Aleternum в пределах 5–10.

Указанные пределы pH получены на основе оценки показателей внутреннего антикоррозийного покрытия Aleternum, выполненной консорциумом, в который входили частные и государственные организации, включая несколько самых престижных итальянских университетов.

По данным изготовителя было проведено более 100 испытаний, в ходе которых сравнивались показатели радиаторов одной и той же модели с внутренним покрытием и без него. Измерения проводились при разных значениях pH, жёсткости, содержания хлоридов и температуры воды. Также были проведены долгосрочные испытания в реально работающих системах отопления с коррозионным грязным теплоносителем. Результаты указанных испытаний, согласно данным изготовителя, показали высочайшую эффективность покрытия Aleternum во всех тестовых условиях. Годовые испытания радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» с внутренним антикоррозийным покрытием

Aleternum, проведённые в ООО «Витатерм» в 2011 – 2012 г.г., показали, что «завоздушивание» этих приборов не отмечено.

Отметим, что при использовании в системах отопления в качестве теплопроводов стальных труб рекомендуемые пределы значений рН равны 8,3 – 9 (допустимые 8 – 9,5) [3], при использовании медных труб рекомендуемые пределы рН равны 7,5 – 8,5 (допустимые 6 – 9) [21].

5.17. 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>.

5.18. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии и абразивного износа антикоррозийного покрытия 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>.

5.19. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любых радиаторах т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» 1,6 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.

5.20. Каждый радиатор, как указывалось, целесообразно оснащать воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

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

5.21. 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.

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

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

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

5.24. 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.

5.25. Использование незамерзающего теплоносителя (антифриза) в системах отопления с радиаторами т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA», собранными только с применением специальных прокладок, требует предварительного согласования с изготовителем или поставщиком термостатов. Антифриз должен быть пригоден для систем отопления, в которых используются теплопроводы и конструктивные элементы, изготовленные из различных металлов, в т.ч. из алюминия и его сплавов, а также свойства антифриза должны строго отвечать требованиям соответствующих технических условий.

Отметим, что в случае применения термостатов необходимо согласие изготовителей на их эксплуатацию в системах отопления, заполненных антифризом. Не допускается применение масляной краски при герметизации резьбовых соединений шелковистым льном. Рекомендуется для этой цели использовать гермесил или анаэробные герметики.

Заполнение системы отопления антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после её монтажа.

5.26. 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 требуются.

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

5.28. В системах отопления, оснащённых алюминиевыми радиаторами с внутренним антикоррозийным покрытием Aleternum, при использовании теплопроводов из меди следует учитывать требования стандарта АВОК 6.3.1.-2007 [21].



## 6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север»/ В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
2. Рекомендации по применению литых под давлением алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» серий S4 и S4 Aleternum, изготовляемых итальянской компанией «FONDITAL S.p.A.» / В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, В.Д.Кушнир. – М.: ООО «Витатерм», 2011.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
4. Сасин В.И., Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов. Действующая методика испытаний отопительных приборов – требуется ли корректировка?// АВОК, 2007, № 4, с. 46.
5. ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний. – М. «Стандартинформ», 2010.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.
7. Стандарт АВОК. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. СТО НП «АВОК» 4.2.2-2006. – М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2006.
8. Сасин В.И. Некоторые проблемы применения отопительных приборов в России. «АКВА-ТЕРМ», 2001, №3, с. 36-38.
9. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
10. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению. М., 1999.
11. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойтовой.- М.: Стройиздат, 1990.
12. Сканиви А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.
13. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИСантехники, 1996.
14. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68.
15. 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.
16. Сасин В.И. «Применение полимерных труб в системах отопления». Сантехника, № 3, 2011 г., с. 32-37.
17. EN 12831-2006. Отопительные установки в зданиях. Методы расчёта проектной тепловой нагрузки. Варшава, 2007.
18. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.
19. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 2005.
20. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.
21. Стандарт АВОК. Трубопроводы из медных труб для систем внутреннего водоснабжения и отопления. СТО НП «АВОК» 6.3.1.-2007.

## 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 $d_{вн}$ |                                     |       |                                |         |                                                                       | $\frac{кг/ч}{м/с}$                              | $\frac{кг/с}{м/с}$ |
|                         |              |                     | 10                                  | 17    | 12,6                           | 425     | 0,118                                                                 | 26,50                                           | 3,43               |
| 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 коэффициенты местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб  $\zeta$  при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°C можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность  $\varphi_4$ , по формулам

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.3})$$

где  $S_T$ ,  $\zeta'_4$  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  $\varphi_4$  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  $\varphi_4$  определяются по приближённой формуле

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

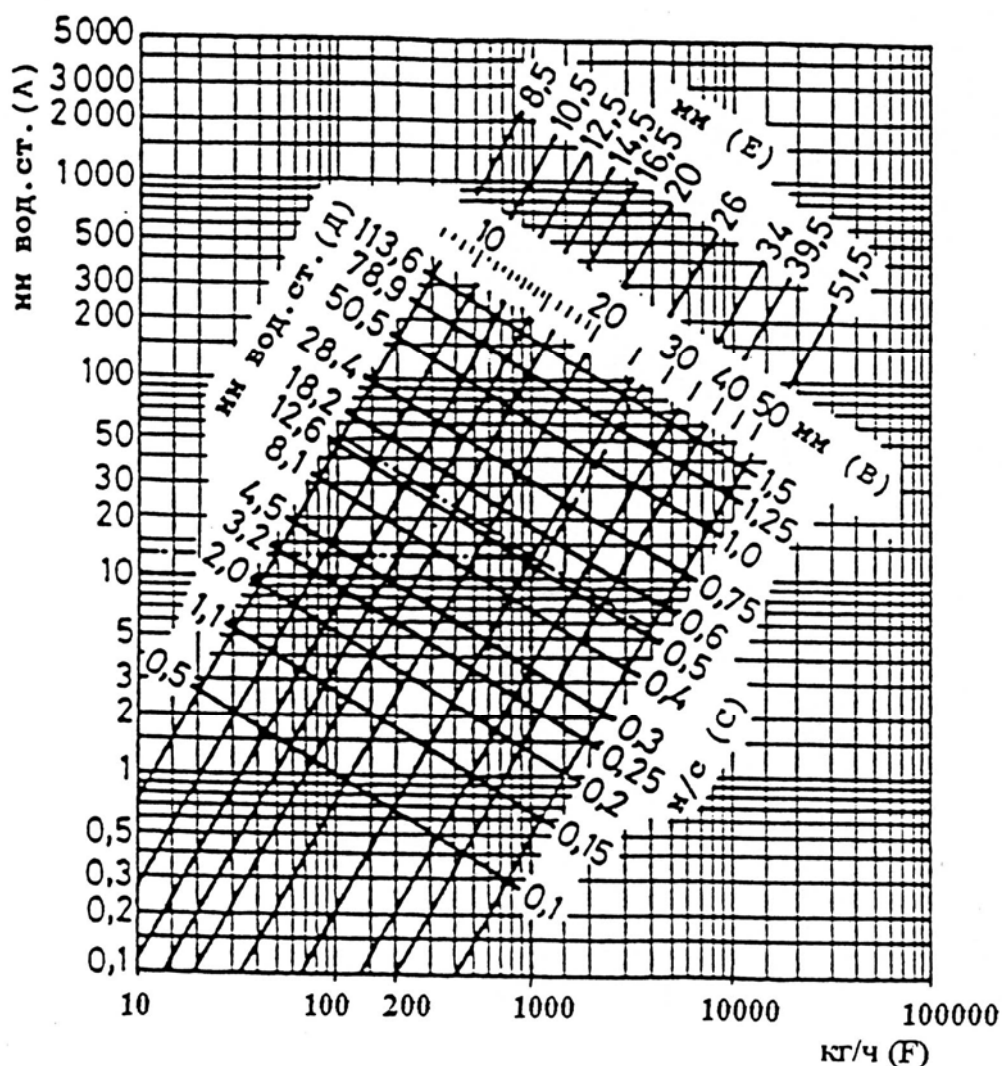
где  $\varphi_{4(50)}$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

$\varphi_4$  - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

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   |

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



**A** – потери давления на трение в медных трубах 1 м при температуре теплоносителя 40°C, мм вод. ст.;

**B** – внутренние диаметры медных труб, мм;

**C** – скорость воды в трубах, м/с;

**D** – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления  $\zeta=1$  и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;

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

**F** – расход воды через трубу, кг/ч.

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

## Приложение 3

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

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

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

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

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

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

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

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

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

