

Научно-производственная фирма  
**ООО «ВИТАТЕРМ»**  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**«НИИсантехники»**

**РУКОВОДСТВО**  
по применению стальных панельных  
радиаторов фирмы «Stelrad»

Москва - 2002

### **Уважаемые коллеги!**

Научно-производственная фирма ООО «Витатерм» и ФГУП «НИИсантехники» предлагают Вашему вниманию руководство по применению стальных панельных радиаторов «Stelrad», изготовленных на крупнейшем в Европе голландском заводе Stelrad, входящем в состав концерна Caradon (Великобритания).

Руководство составлено применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных руководству ООО «Витатерм» на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления, и включают также дополнительные материалы, используемые для этой же цели, согласно СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование», а также тепловые характеристики панельных радиаторов при их присоединении к теплопроводам системы отопления по схемам «снизу-вверх» и «снизу-вниз», которые в зарубежных проспектах и каталогах не представляются.

Авторы руководства: 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 настоящего руководства авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87-1-23, директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (095) 482-38-79 и (095) 918-58-95.

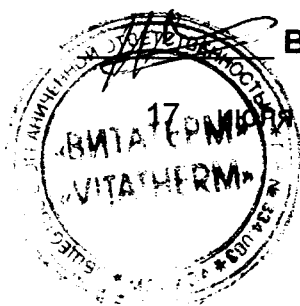
### **Основные характеристики радиаторов «Stelrad»**

| Наименование показателей                                                                                                                    | Ед. измерения              | Величина                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более                                                                                         | МПа<br>кгс/см <sup>2</sup> | 0,87<br>8,7                  |
| Испытательное давление теплоносителя, не менее                                                                                              | МПа<br>кгс/см <sup>2</sup> | 1,3<br>~ 13,0                |
| Максимальная температура теплоносителя                                                                                                      | °С                         | 110                          |
| Содержание кислорода в воде, не более                                                                                                       | мкг/дм <sup>3</sup>        | 20                           |
| Значения pH воды: оптимальное<br>допустимое                                                                                                 | -                          | 8,3 – 9,0<br>8,0 – 9,5       |
| Исполнения (модификации) радиаторов                                                                                                         | -                          | Accord<br>Compact<br>Novello |
| Монтажная высота прибора                                                                                                                    | мм                         | 250, 350,<br>450, 550        |
| Длина прибора                                                                                                                               | мм                         | От 400<br>до 3000            |
| Теплоплотность различных моделей                                                                                                            | Вт/м                       | 520 – 3655                   |
| Коэффициенты местного сопротивления «Compact» при подводках d <sub>y</sub> = 15 мм и расходе теплоносителя через прибор 0,1 кг/с (360 кг/ч) | -                          | 11 – 27                      |

Научно-производственная фирма  
**ООО «ВИТАТЕРМ»**  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**«НИИСантехники»**

**Утверждаю**

Директор ООО «Витатерм»

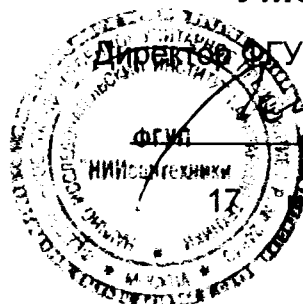


**В. И. Сасин**

2002 г.

**Утверждаю**

Директор ФГУП «НИИСантехники»



**Ю. Ю. Головач**

17 июля 2002 г.

**РУКОВОДСТВО**  
по применению стальных панельных  
радиаторов фирмы «Stelrad»

Москва – 2002

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                | Стр. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Основные технические характеристики стальных панельных радиаторов «Stelrad»                                 | 3    |
| 2. Схемы и элементы систем отопления                                                                           | 17   |
| 3. Гидравлический расчёт                                                                                       | 27   |
| 4. Тепловой расчёт                                                                                             | 31   |
| 5. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления                                           | 38   |
| 6. Указания по монтажу стальных панельных радиаторов «Stelrad» и основные требования к их эксплуатации         | 40   |
| 7. Список использованной литературы                                                                            | 47   |
| Приложения                                                                                                     | 48   |
| 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб                                                 | 49   |
| 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах                                                  | 52   |
| 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской | 53   |

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ «STELRAD»

1.1. Предлагаемое специалистам руководство разработано ООО «Витатерм» на основе проведенных в лаборатории отопительных приборов ФГУП «НИИСантехники» теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров радиаторов «Stelrad» из номенклатуры, предлагаемой российскому потребителю группой компаний «ТЕПЛОИМПОРТ» (Россия, 113184, Москва, Озерковская наб., 22/24, тел./факс: (095) 230-94-03 /24/56/57, эл. почта: [teploimport@glasnet.ru](mailto:teploimport@glasnet.ru)), эксклюзивным дилером изготовителя этих приборов голландского завода Stelrad (Kathagen 30, 6361 HG Nuth NL), входящего в состав концерна Caradon European Radiators (Великобритания).

1.2. Руководство составлено по традиционной для российской практики схеме [1], [2] с использованием проспектных материалов на радиаторы «Stelrad» и кратких рекомендаций по их применению, выпущенных ООО «Витатерм» и ФГУП «НИИСантехники» в 2000 году.

1.3. Стальные панельные радиаторы «Stelrad» характеризуются широчайшей номенклатурой, включающей традиционные исполнения «Accord» и «Compact», а также модификации со встроенным термостатом и донным (нижним) подключением «Novello». Эти приборы выпускаются согласно европейским требованиям к качеству и с учётом изложенного занимают одно из первых мест по объёму продаж в Европе среди радиаторов этого же типа. Они предназначены для применения в системах водяного отопления жилых, административных и общественных зданий, в том числе с низкопотенциальным теплоносителем [3], присоединяемых к системе теплоснабжения по независимой схеме, а также в системах отопления коттеджей.

1.4. Стальные радиаторы «Stelrad» (рис. 1.1) отвечают требованиям современного дизайна и представляют собой панельные отопительные приборы регистрового типа с горизонтальными коллекторами сверху и внизу каждой панели, соединёнными вертикальными каналами с шагом 33,3 мм по длине прибора. Радиаторы выпускаются, как указывалось, в широчайшей номенклатуре по высоте (300, 400, 500, 600, 700 и 900 мм), длине (от 400 до 1200 мм через 100 мм, от 1200 до 3000 мм через 200 мм) и типоряду из нескольких модификаций, характеризующихся различным количеством панелей и числом рядов П-образного вертикального оребрения по глубине и соответственно различной теплоплотностью.

Расстояние между осями боковых присоединительных патрубков (монтажная высота) меньше общей высоты, указанной выше, на 50 мм. Оребрение приваривается к панелям с тыла точечной сваркой непосредственно к стенкам вертикальных каналов для прохода теплоносителя и увеличивает теплосъём с панели в основном конвекцией.

1.5. Радиаторы «Accord» выпускаются пяти типов по глубине без боковых стенок и воздуховыпускных решёток, «Compact» и «Novello» - четырёх типов, оснащённых боковыми стенками и воздуховыпускной решёткой.

Упомянутые модификации радиаторов обозначаются согласно принятой в Европе практике (рис. 1.2):

тип 10 – однорядный по глубине без оребрения, без воздуховыпускной решётки и боковых стенок (1 – одна панель, 0 – отсутствие оребрения) – только «Accord»;

тип 11 – однорядный по глубине с одним рядом оребрения, приваренного к тыльной стороне панели (1 – одна панель, 1 – один ряд оребрения);

тип 21 – двухрядный по глубине с одним рядом конвективного оребрения, расположенного между панелями и приваренного с тыла к фронтальной панели (2 – две панели, 1 – один ряд оребрения между панелями);

тип 22 – двухрядный по глубине с двумя рядами конвективного оребрения, расположенного между панелями и приваренного к каждой панели (2 – две панели, 2 – два ряда оребрения между панелями);

тип 33 – трёхрядный по глубине с тремя рядами конвективного оребрения (3 – три панели, 3 – три ряда оребрения между панелями).

1.6. Особенности конструкции радиатора «Novello» со встроенным термостатом показаны на рис. 1.3. Эта модификация позволяет осуществлять как донное подсоединение через нижние патрубки условным диаметром G 1/2", так и боковое или диагональное (также с патрубками G 1/2"). При донном подключении теплоноситель через транзитный теплопровод подводится к корпусу встроенного термостатического вентиля, а затем попадает в верхний коллектор радиатора. В этом случае прибор работает при наиболее эффективной схеме движения теплоносителя в нём «сверху-вниз». «Невостребованные» патрубки закрываются глухими пробками.

1.7. Радиаторы «Stelrad» предназначены для автономных систем отопления или систем с независимой схемой подключения к системам теплоснабжения при температуре теплоносителя до 110°C и его избыточном рабочем давлении до **0,87 МПа (8,7 кгс/см<sup>2</sup>)** при испытательном не менее **1,3 МПа (13 кгс/см<sup>2</sup>)**. При эксплуатации системы отопления с этими радиаторами указанные значения избыточного давления не должны превышать как в течение отопительного сезона, так и при опрессовке.

1.8. После сварки радиатора и проверки его на плотность (герметичность) избыточным давлением 1,3 МПа (13 кгс/см<sup>2</sup>) идёт процесс окраски, в ходе которого каждый «чёрный» радиатор обезжиривается, фосфатируется, проходит стадию пассивирования, промывается и грунтуется методом электропогружного катафореза грунтовочным составом (по DIN 55900, часть 1) и затем сушится. В дальнейшем наружные поверхности радиатора окрашиваются высококачественными порошковыми эмалями (по DIN 55900, часть 2) электростатическим методом и подвергаются горячей сушке. Цвет белый (RAL 9010).

1.9. Все присоединительные патрубки у модификаций «Accord», «Compact» и «Novello» имеют размеры с внутренней резьбой G 1/2" и закрыты или предохранительными пробками из полимерных материалов, или глухой заглушкой и заглушкой с воздуховыпускным краном.

1.10. Все радиаторы после окраски упакованы вместе с кронштейнами и основными комплектующими деталями с использованием термоусадочной плёнки из ПВХ и картонных планок для защиты кромок радиаторов.

1.11. В табл. 1.1 приведены основные технические характеристики только тех типоразмеров стальных панельных радиаторов «Stelrad», которые испытаны в лаборатории отопительных приборов ФГУП «НИИСантехники» (высотой от 300 до 600 мм).

Отметим, что радиаторы модификации «Accord» типов 11, 21, 22 и 33 характеризуются увеличенным в среднем на 5 % номинальным тепловым потоком и сниженной массой (из-за отсутствия боковых стенок и воздуховыпускной решётки) по сравнению с аналогичными типоразмерами радиатора модификации «Compact». У радиаторов модификации «Novello» тепловые характеристики практически совпадают с тепловыми показателями радиатора «Compact», а масса ка-

ждого типоразмера в среднем на 0,4 кг выше за счёт дополнительных донных патрубков, транзитного теплопровода и встроенного термостата.

С учётом изложенного в табл. 1.1 дополнительные данные по типоразмерам 11, 21, 22 и 33 модификаций «Accord» и «Novello» не приводятся.

Впредь до уточнения тепловые характеристики радиаторов «Stelrad» всех модификаций высотой 700 и 900 мм можно определять по тепловым характеристиками радиаторов высотой 500 мм, умножая их на усреднённые поправочные коэффициенты – соответственно 1,32 и 1,63.

Значения номинального теплового потока  $Q_{\text{н}}$  определены в лаборатории отопительных приборов ФГУП «НИИСантехники» – головного института Госстроя РФ по разработке и испытанию отопительных приборов согласно методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [4] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в изотермической камере)  $\Theta=70^{\circ}\text{C}$ , расходе теплоносителя через радиатор  $M_{\text{пр}}=0,1$  кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении  $B=1013,3$  гПа (760 мм рт.ст.).

1.12. Гидравлические характеристики всех модификаций радиатора «Stelrad» определены при подводках условным диаметром 15 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИСантехники [5]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления  $\zeta_{\text{ну}}$  и характеристик сопротивления  $S_{\text{ну}}$  при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям ряда радиаторов и конвекторов, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические показатели отопительных приборов, определённых по упомянутой методике [5], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку их работы в отечественных системах отопления.

1.13. Представленные в табл. 1.1 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» [6]. Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам EN 442-2, в целом отвечающим германским DIN 4704, испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления зарадиаторного участка. Отечественные же нормы [4] 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 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 60-100 кг/ч. В то же время согласно отечественной методике [4] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч) и характерен для однетрубных систем отопления. При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,85-1 кВт и особенно малых типоразме-

ров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°C, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442-2) методикам. С учётом изложенного не подтверждается обычно принимаемая в зарубежных каталогах пропорциональность теплоотдачи радиаторов их длине. Особенности теплопередачи радиаторов при «нестандартных» схемах движения теплоносителя рассмотрены в четвертом разделе рекомендаций.

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

1.14. При заказе стальных панельных радиаторов «Stelrad» необходимо указать его название, модификацию («Accord», «Compact» или «Novello»), тип (10, 11, 21, 22 или 33), габаритную высоту в мм (от 300 до 600 мм) и габаритную длину в мм (от 400 до 3000 мм). Может быть указана и габаритная глубина (47, 77, 100 или 158 мм), хотя она определяется типом радиатора.

Пример условного обозначения радиатора «Stelrad» при заказе:

Радиатор «Compact» двухрядный по глубине с двойным оребрением (тип 22), общей высотой 500 мм и длиной 1000 мм: **«Stelrad Compact» 22-500-1000.**

1.15. Радиаторы комплектуются дополнительно настенными кронштейнами (линейками) различных модификаций, настенных скоб с дюбелями, распорками и винтами (1 комплект из 2 кронштейнов включён в стоимость радиатора). При необходимости напольной установки вместо кронштейнов следует заказывать стойки (стоячие консоли), различные для типов 10 и 11 и для типов 21, 22 и 33. Варианты установки радиаторов на кронштейнах и стойках показаны в разделе 6 настоящих рекомендаций.

Для радиаторов «Novello» может быть заказан присоединительный комплект для одноконтурной или двухконтурной системы отопления со всеми необходимыми деталями. Отметим, что радиатор «Novello» оборудован вентильной вставкой VHV-exakt R 1/2" без термостатической головки. Сама головка выбирается в дальнейшем по заданию заказчика. Для этих радиаторов рекомендованы головки Herz Mini (длиной 77 мм), Herz Porsche (90 мм) и др.

При необходимости можно заказать теплоотражательный экран, изготавливаемый из стального листа толщиной 0,8 мм с внутренним слоем изоляции (около 10 мм) высотой 300, 500 и 600 мм. Экран устанавливается между прибором и наружным ограждением с целью снижения непроизводительных теплопотерь через радиаторный участок (см. раздел 6).

Для удобства монтажа радиаторов «Stelrad» целесообразно заказать монтажный шаблон VZ 50.

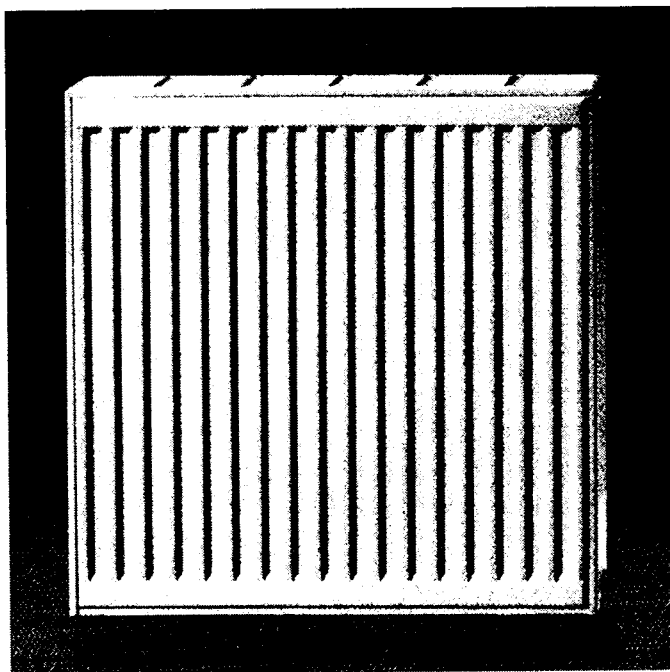
Подробную номенклатуру комплектующих деталей для радиаторов «Stelrad» можно получить у эксклюзивного дилера – торговой компании «ТЕПЛО-ИМПОРТ».

1.16. При продаже радиаторов «Stelrad» используется гибкая система скидок. Более подробную информацию о преysкурантах на эти приборы можно получить по телефонам, указанным в п. 1.1 настоящих рекомендаций.

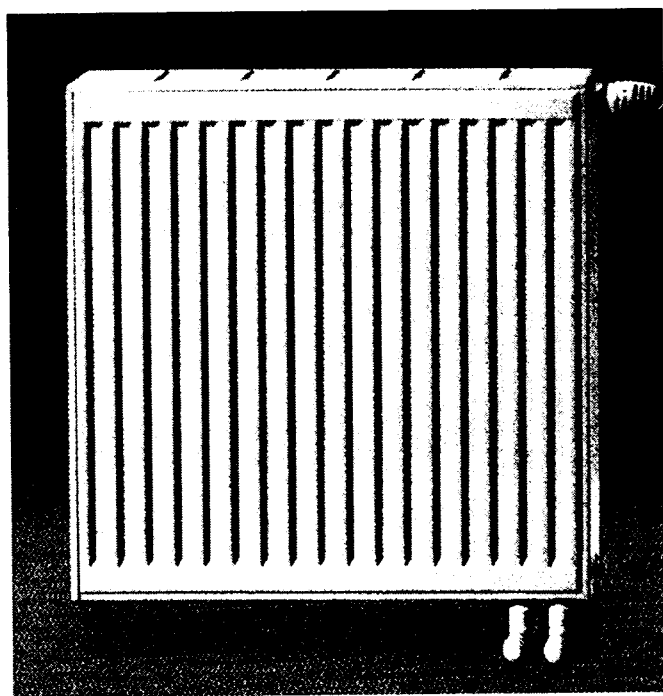
1.17. Гарантия качества радиаторов «Stelrad» - по ISO 9000. Конструктивное исполнение соответствует рекомендациям BAGUV. Радиаторы сертифицированы в России в системе ГОСТ Р.

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

1.19. ООО «Витатерм» не несёт ответственности за какие-либо ошибки в каталогах, брошюрах или других печатных материалах, в которых заимствованы материалы настоящего руководства без согласования с его разработчиками.



*«COMPACT» с боковым подключением*



*«NOVELLO» с нижним подключением  
и встроенным клапаном*

Рис. 1.1. Общий вид радиаторов «Stelrad»

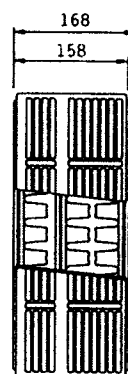
**ACCORD****Тип 10****COMPACT****Тип 11****Тип 21****Тип 22****Тип 33****NOVELLO****Тип 11****Тип 21****Тип 22****Тип 33**

Рис. 1.2. Модификации радиаторов «Stelrad»

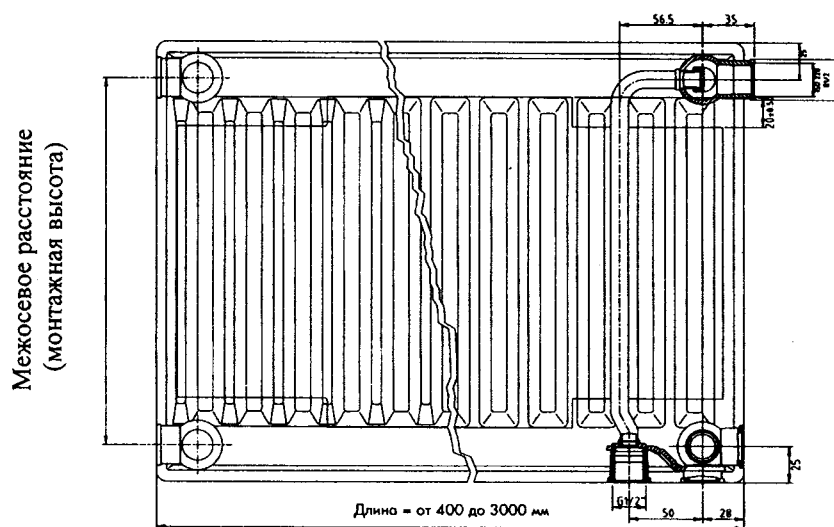


Рис. 1.3. Конструктивное исполнение радиатора «Stelrad Novello»

Таблица 1.1

### Номенклатура и технические характеристики стальных панельных радиаторов «Stelrad»

| Условное<br>обозначение<br>радиатора | Номи-<br>нальный<br>тепловой<br>поток<br>Q <sub>н<sub>у</sub></sub> , Вт | Габаритные<br>размеры, мм |       | Масса<br>окрашен-<br>ного ра-<br>диатора,<br>кг | Площадь<br>наружной<br>поверхно-<br>сти нагре-<br>ва F, м <sup>2</sup> | Объём<br>воды в<br>радиа-<br>торе ,<br>л |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                      |                                                                          | Высота                    | Длина |                                                 |                                                                        |                                          |
| «Accord»                             |                                                                          |                           |       |                                                 |                                                                        |                                          |
| 10-300-500                           | 261                                                                      | 300                       | 500   | 3,2                                             | 0,34                                                                   | 0,95                                     |
| 10-300-600                           | 313                                                                      |                           | 600   | 3,84                                            | 0,41                                                                   | 1,13                                     |
| 10-300-800                           | 417                                                                      |                           | 800   | 5,12                                            | 0,54                                                                   | 1,51                                     |
| 10-300-1000                          | 521                                                                      |                           | 1000  | 6,4                                             | 0,68                                                                   | 1,89                                     |
| 10-300-1200                          | 625                                                                      |                           | 1200  | 7,68                                            | 0,82                                                                   | 2,27                                     |
| 10-300-1400                          | 729                                                                      |                           | 1400  | 8,96                                            | 0,95                                                                   | 2,65                                     |
| 10-300-1600                          | 834                                                                      |                           | 1600  | 10,24                                           | 1,09                                                                   | 3,02                                     |
| 10-300-1800                          | 938                                                                      |                           | 1800  | 11,52                                           | 1,22                                                                   | 3,4                                      |
| 10-300-2000                          | 1042                                                                     |                           | 2000  | 12,8                                            | 1,36                                                                   | 3,78                                     |
| 10-400-500                           | 332                                                                      | 400                       | 500   | 4,2                                             | 0,46                                                                   | 1,18                                     |
| 10-400-600                           | 398                                                                      |                           | 600   | 5,04                                            | 0,55                                                                   | 1,41                                     |
| 10-400-800                           | 531                                                                      |                           | 800   | 6,72                                            | 0,73                                                                   | 1,88                                     |
| 10-400-1000                          | 664                                                                      |                           | 1000  | 8,4                                             | 0,91                                                                   | 2,35                                     |
| 10-400-1200                          | 797                                                                      |                           | 1200  | 10,08                                           | 1,09                                                                   | 2,82                                     |
| 10-400-1400                          | 930                                                                      |                           | 1400  | 11,76                                           | 1,27                                                                   | 3,29                                     |
| 10-400-1600                          | 1062                                                                     |                           | 1600  | 13,44                                           | 1,46                                                                   | 3,76                                     |
| 10-400-1800                          | 1195                                                                     |                           | 1800  | 15,12                                           | 1,64                                                                   | 4,23                                     |
| 10-400-2000                          | 1328                                                                     |                           | 2000  | 16,8                                            | 1,82                                                                   | 4,7                                      |
| 10-500-400                           | 323                                                                      | 500                       | 400   | 4,16                                            | 0,46                                                                   | 1,12                                     |
| 10-500-500                           | 404                                                                      |                           | 500   | 5,2                                             | 0,58                                                                   | 1,4                                      |
| 10-500-600                           | 484                                                                      |                           | 600   | 6,24                                            | 0,69                                                                   | 1,68                                     |
| 10-500-700                           | 565                                                                      |                           | 700   | 7,28                                            | 0,8                                                                    | 1,96                                     |
| 10-500-800                           | 646                                                                      |                           | 800   | 8,32                                            | 0,92                                                                   | 2,24                                     |
| 10-500-900                           | 726                                                                      |                           | 900   | 9,36                                            | 1,04                                                                   | 2,52                                     |
| 10-500-1000                          | 807                                                                      |                           | 1000  | 10,4                                            | 1,15                                                                   | 2,8                                      |
| 10-500-1200                          | 968                                                                      |                           | 1200  | 12,48                                           | 1,38                                                                   | 3,36                                     |
| 10-500-1400                          | 1130                                                                     |                           | 1400  | 14,56                                           | 1,61                                                                   | 3,92                                     |
| 10-500-1600                          | 1292                                                                     |                           | 1600  | 16,64                                           | 1,84                                                                   | 4,48                                     |
| 10-500-1800                          | 1452                                                                     |                           | 1800  | 18,72                                           | 2,07                                                                   | 5,04                                     |
| 10-500-2000                          | 1614                                                                     |                           | 2000  | 20,8                                            | 2,3                                                                    | 5,6                                      |
| 10-500-2200                          | 1775                                                                     |                           | 2200  | 22,88                                           | 2,53                                                                   | 6,16                                     |
| 10-500-2400                          | 1936                                                                     |                           | 2400  | 24,96                                           | 2,76                                                                   | 6,72                                     |

Продолжение табл. 1.1

| Условное<br>обозначение<br>радиатора | Номина-<br>льный<br>тепловой<br>поток<br>Q <sub>н<sub>у</sub></sub> , Вт | Габаритные<br>размеры, мм |       | Масса<br>окрашен-<br>ного ра-<br>диатора,<br>кг | Площадь<br>наружной<br>поверхно-<br>сти нагрე-<br>ва F, м <sup>2</sup> | Объём<br>воды в<br>радиа-<br>торе ,<br>л |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                      |                                                                          | Высота                    | Длина |                                                 |                                                                        |                                          |
| 10-600-400                           | 378                                                                      | 600                       | 400   | 4,96                                            | 0,55                                                                   | 1,3                                      |
| 10-600-500                           | 473                                                                      |                           | 500   | 6,2                                             | 0,68                                                                   | 1,62                                     |
| 10-600-600                           | 568                                                                      |                           | 600   | 7,44                                            | 0,82                                                                   | 1,95                                     |
| 10-600-700                           | 662                                                                      |                           | 700   | 8,68                                            | 0,96                                                                   | 2,28                                     |
| 10-600-800                           | 757                                                                      |                           | 800   | 9,92                                            | 1,1                                                                    | 2,6                                      |
| 10-600-900                           | 851                                                                      |                           | 900   | 11,16                                           | 1,23                                                                   | 2,92                                     |
| 10-600-1000                          | 946                                                                      |                           | 1000  | 12,4                                            | 1,37                                                                   | 3,25                                     |
| 10-600-1200                          | 1135                                                                     |                           | 1200  | 14,88                                           | 1,64                                                                   | 3,9                                      |
| 10-600-1400                          | 1324                                                                     |                           | 1400  | 17,36                                           | 1,92                                                                   | 4,55                                     |
| 10-600-1600                          | 1514                                                                     |                           | 1600  | 19,84                                           | 2,19                                                                   | 5,2                                      |
| 10-600-1800                          | 1703                                                                     |                           | 1800  | 22,32                                           | 2,47                                                                   | 5,85                                     |
| 10-600-2000                          | 1892                                                                     |                           | 2000  | 24,8                                            | 2,74                                                                   | 6,5                                      |
| 10-600-2200                          | 2081                                                                     |                           | 2200  | 27,28                                           | 3,01                                                                   | 7,15                                     |
| 10-600-2400                          | 2270                                                                     |                           | 2400  | 29,76                                           | 3,29                                                                   | 7,8                                      |
| «Compact»                            |                                                                          |                           |       |                                                 |                                                                        |                                          |
| 11-300-500                           | 396                                                                      | 300                       | 500   | 4,66                                            | 1,04                                                                   | 0,95                                     |
| 11-300-600                           | 475                                                                      |                           | 600   | 5,59                                            | 1,25                                                                   | 1,13                                     |
| 11-300-800                           | 633                                                                      |                           | 800   | 7,45                                            | 1,67                                                                   | 1,51                                     |
| 11-300-1000                          | 791                                                                      |                           | 1000  | 9,31                                            | 2,09                                                                   | 1,89                                     |
| 11-300-1200                          | 949                                                                      |                           | 1200  | 11,17                                           | 2,51                                                                   | 2,27                                     |
| 11-300-1400                          | 1107                                                                     |                           | 1400  | 13,03                                           | 2,93                                                                   | 2,65                                     |
| 11-300-1600                          | 1266                                                                     |                           | 1600  | 14,9                                            | 3,34                                                                   | 3,02                                     |
| 11-300-1800                          | 1424                                                                     |                           | 1800  | 16,76                                           | 3,76                                                                   | 3,4                                      |
| 11-300-2000                          | 1582                                                                     |                           | 2000  | 18,62                                           | 4,18                                                                   | 3,78                                     |
| 11-400-400                           | 419                                                                      | 400                       | 400   | 5,11                                            | 1,18                                                                   | 0,94                                     |
| 11-400-500                           | 524                                                                      |                           | 500   | 6,39                                            | 1,47                                                                   | 1,18                                     |
| 11-400-600                           | 629                                                                      |                           | 600   | 7,67                                            | 1,76                                                                   | 1,41                                     |
| 11-400-800                           | 838                                                                      |                           | 800   | 10,22                                           | 2,35                                                                   | 1,88                                     |
| 11-400-1000                          | 1048                                                                     |                           | 1000  | 12,78                                           | 2,94                                                                   | 2,35                                     |
| 11-400-1100                          | 1153                                                                     |                           | 1100  | 14,06                                           | 3,23                                                                   | 2,58                                     |
| 11-400-1200                          | 1258                                                                     |                           | 1200  | 15,34                                           | 3,53                                                                   | 2,82                                     |
| 11-400-1400                          | 1467                                                                     |                           | 1400  | 17,89                                           | 4,12                                                                   | 3,29                                     |
| 11-400-1600                          | 1677                                                                     |                           | 1600  | 20,45                                           | 4,7                                                                    | 3,76                                     |
| 11-400-1800                          | 1886                                                                     |                           | 1800  | 23,0                                            | 5,29                                                                   | 4,23                                     |
| 11-400-2000                          | 2096                                                                     |                           | 2000  | 25,56                                           | 5,88                                                                   | 4,7                                      |
| 11-500-400                           | 498                                                                      | 500                       | 400   | 6,5                                             | 1,52                                                                   | 1,12                                     |
| 11-500-500                           | 622                                                                      |                           | 500   | 8,12                                            | 1,9                                                                    | 1,4                                      |
| 11-500-600                           | 746                                                                      |                           | 600   | 9,74                                            | 2,28                                                                   | 1,68                                     |

Продолжение табл. 1.1

| Условное обозначение радиатора | Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нп}}$ , Вт | Габаритные размеры, мм |       | Масса окрашенного радиатора, кг | Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup> | Объем воды в радиаторе, л |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                |                                                 | Высота                 | Длина |                                 |                                                           |                           |
| 11-500-700                     | 871                                             | 500                    | 700   | 11,37                           | 2,66                                                      | 1,96                      |
| 11-500-800                     | 995                                             |                        | 800   | 12,99                           | 3,04                                                      | 2,24                      |
| 11-500-900                     | 1120                                            |                        | 900   | 14,62                           | 3,42                                                      | 2,52                      |
| 11-500-1000                    | 1244                                            |                        | 1000  | 16,24                           | 3,8                                                       | 2,8                       |
| 11-500-1100                    | 1368                                            |                        | 1100  | 17,86                           | 4,18                                                      | 3,08                      |
| 11-500-1200                    | 1493                                            |                        | 1200  | 19,49                           | 4,56                                                      | 3,36                      |
| 11-500-1400                    | 1742                                            |                        | 1400  | 22,74                           | 5,32                                                      | 3,92                      |
| 11-500-1600                    | 1990                                            |                        | 1600  | 25,98                           | 6,08                                                      | 4,48                      |
| 11-500-1800                    | 2239                                            |                        | 1800  | 29,23                           | 6,84                                                      | 5,04                      |
| 11-500-2000                    | 2488                                            |                        | 2000  | 32,48                           | 7,6                                                       | 5,6                       |
| 11-500-2200                    | 2737                                            |                        | 2200  | 35,73                           | 8,36                                                      | 6,16                      |
| 11-500-2400                    | 2986                                            |                        | 2400  | 38,98                           | 9,12                                                      | 6,72                      |
| 11-500-2600                    | 3234                                            |                        | 2600  | 42,22                           | 9,88                                                      | 7,28                      |
| 11-600-400                     | 595                                             | 600                    | 400   | 7,88                            | 1,86                                                      | 1,3                       |
| 11-600-500                     | 744                                             |                        | 500   | 9,85                            | 2,33                                                      | 1,62                      |
| 11-600-600                     | 893                                             |                        | 600   | 11,82                           | 2,8                                                       | 1,95                      |
| 11-600-700                     | 1042                                            |                        | 700   | 13,79                           | 3,26                                                      | 2,28                      |
| 11-600-800                     | 1190                                            |                        | 800   | 15,76                           | 3,73                                                      | 2,6                       |
| 11-600-900                     | 1339                                            |                        | 900   | 17,73                           | 4,19                                                      | 2,92                      |
| 11-600-1000                    | 1488                                            |                        | 1000  | 19,7                            | 4,66                                                      | 3,25                      |
| 11-600-1100                    | 1637                                            |                        | 1100  | 21,67                           | 5,13                                                      | 3,58                      |
| 11-600-1200                    | 1786                                            |                        | 1200  | 23,64                           | 5,59                                                      | 3,9                       |
| 11-600-1400                    | 2083                                            |                        | 1400  | 27,58                           | 6,52                                                      | 4,55                      |
| 11-600-1600                    | 2381                                            |                        | 1600  | 31,52                           | 7,46                                                      | 5,2                       |
| 11-600-1800                    | 2678                                            |                        | 1800  | 35,46                           | 8,39                                                      | 5,85                      |
| 11-600-2000                    | 2976                                            |                        | 2000  | 39,4                            | 9,32                                                      | 6,5                       |
| 11-600-2200                    | 3274                                            |                        | 2200  | 43,34                           | 10,25                                                     | 7,15                      |
| 11-600-2400                    | 3571                                            |                        | 2400  | 47,28                           | 11,18                                                     | 7,8                       |
| 21-400-500                     | 750                                             | 400                    | 500   | 9,73                            | 1,69                                                      | 2,33                      |
| 21-400-600                     | 900                                             |                        | 600   | 11,68                           | 2,03                                                      | 2,8                       |
| 21-400-700                     | 1050                                            |                        | 700   | 13,62                           | 2,37                                                      | 3,26                      |
| 21-400-800                     | 1200                                            |                        | 800   | 15,57                           | 2,7                                                       | 3,73                      |
| 21-400-900                     | 1350                                            |                        | 900   | 17,51                           | 3,04                                                      | 4,19                      |
| 21-400-1000                    | 1500                                            |                        | 1000  | 19,46                           | 3,38                                                      | 4,66                      |
| 21-400-1100                    | 1650                                            |                        | 1100  | 21,41                           | 3,72                                                      | 5,13                      |
| 21-400-1200                    | 1800                                            |                        | 1200  | 23,35                           | 4,06                                                      | 5,59                      |
| 21-400-1400                    | 2100                                            |                        | 1400  | 27,24                           | 4,73                                                      | 6,52                      |
| 21-400-1600                    | 2400                                            |                        | 1600  | 31,14                           | 5,41                                                      | 7,46                      |
| 21-400-1800                    | 2700                                            |                        | 1800  | 35,03                           | 6,08                                                      | 8,39                      |

Продолжение табл. 1.1

| Условное обозначение радиатора | Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{т}}$ , Вт | Габаритные размеры, мм |       | Масса окрашенного радиатора, кг | Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup> | Объем воды в радиаторе, л |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                |                                                 | Высота                 | Длина |                                 |                                                           |                           |
| 21-400-2000                    | 3000                                            | 400                    | 2000  | 38,92                           | 6,76                                                      | 9,32                      |
| 21-400-2200                    | 3300                                            |                        | 2200  | 42,81                           | 7,44                                                      | 10,25                     |
| 21-400-2400                    | 3600                                            |                        | 2400  | 46,7                            | 8,11                                                      | 11,18                     |
| 21-400-2600                    | 3900                                            |                        | 2600  | 50,6                            | 8,79                                                      | 12,12                     |
| 21-400-2800                    | 4200                                            |                        | 2800  | 54,49                           | 9,46                                                      | 13,05                     |
| 21-500-400                     | 714                                             | 500                    | 400   | 9,85                            | 1,72                                                      | 2,25                      |
| 21-500-500                     | 893                                             |                        | 500   | 12,32                           | 2,16                                                      | 2,82                      |
| 21-500-600                     | 1071                                            |                        | 600   | 14,78                           | 2,59                                                      | 3,38                      |
| 21-500-700                     | 1250                                            |                        | 700   | 17,24                           | 3,02                                                      | 3,94                      |
| 21-500-800                     | 1428                                            |                        | 800   | 19,7                            | 3,45                                                      | 4,5                       |
| 21-500-900                     | 1606                                            |                        | 900   | 22,17                           | 3,88                                                      | 5,07                      |
| 21-500-1000                    | 1785                                            |                        | 1000  | 24,63                           | 4,31                                                      | 5,63                      |
| 21-500-1100                    | 1964                                            |                        | 1100  | 27,09                           | 4,74                                                      | 6,19                      |
| 21-500-1200                    | 2142                                            |                        | 1200  | 29,56                           | 5,7                                                       | 6,76                      |
| 21-500-1400                    | 2499                                            |                        | 1400  | 34,48                           | 6,03                                                      | 7,88                      |
| 21-500-1600                    | 2856                                            |                        | 1600  | 39,41                           | 6,9                                                       | 9,01                      |
| 21-500-1800                    | 3213                                            |                        | 1800  | 44,33                           | 7,76                                                      | 10,13                     |
| 21-500-2000                    | 3570                                            |                        | 2000  | 49,26                           | 8,62                                                      | 11,26                     |
| 21-600-400                     | 818                                             | 600                    | 400   | 11,92                           | 2,1                                                       | 2,64                      |
| 21-600-500                     | 1023                                            |                        | 500   | 14,9                            | 2,62                                                      | 3,3                       |
| 21-600-600                     | 1227                                            |                        | 600   | 17,88                           | 3,14                                                      | 3,96                      |
| 21-600-700                     | 1432                                            |                        | 700   | 20,86                           | 3,67                                                      | 4,62                      |
| 21-600-800                     | 1636                                            |                        | 800   | 23,84                           | 4,19                                                      | 5,28                      |
| 21-600-900                     | 1840                                            |                        | 900   | 26,82                           | 4,72                                                      | 5,94                      |
| 21-600-1000                    | 2045                                            |                        | 1000  | 29,8                            | 5,24                                                      | 6,6                       |
| 21-600-1100                    | 2250                                            |                        | 1100  | 32,78                           | 5,76                                                      | 7,26                      |
| 21-600-1200                    | 2454                                            |                        | 1200  | 35,76                           | 6,29                                                      | 7,92                      |
| 21-600-1400                    | 2863                                            |                        | 1400  | 41,72                           | 7,34                                                      | 9,24                      |
| 21-600-1600                    | 3272                                            |                        | 1600  | 47,68                           | 8,38                                                      | 10,56                     |
| 21-600-1800                    | 3681                                            |                        | 1800  | 53,64                           | 9,43                                                      | 11,88                     |
| 21-600-2000                    | 4090                                            |                        | 2000  | 59,6                            | 10,48                                                     | 13,2                      |
| 21-600-2200                    | 4499                                            |                        | 2200  | 65,56                           | 11,53                                                     | 14,52                     |
| 21-600-2400                    | 4908                                            |                        | 2400  | 71,52                           | 12,58                                                     | 15,84                     |
| 22-300-500                     | 728                                             | 300                    | 500   | 8,4                             | 1,76                                                      | 1,85                      |
| 22-300-600                     | 873                                             |                        | 600   | 10,08                           | 2,11                                                      | 2,22                      |
| 22-300-800                     | 1164                                            |                        | 800   | 13,44                           | 2,81                                                      | 2,96                      |
| 22-300-1000                    | 1455                                            |                        | 1000  | 16,8                            | 3,51                                                      | 3,7                       |
| 22-300-1200                    | 1746                                            |                        | 1200  | 20,16                           | 4,21                                                      | 4,44                      |
| 22-300-1400                    | 2037                                            |                        | 1400  | 23,52                           | 4,91                                                      | 5,18                      |

Продолжение табл. 1.1

| Условное обозначение радиатора | Номинальный тепловой поток $Q_{н\tau}$ , Вт | Габаритные размеры, мм |       | Масса окрашенного радиатора, кг | Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup> | Объем воды в радиаторе, л |
|--------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                |                                             | Высота                 | Длина |                                 |                                                           |                           |
| 22-300-1600                    | 2328                                        | 300                    | 1600  | 26,88                           | 5,62                                                      | 5,92                      |
| 22-300-1800                    | 2619                                        |                        | 1800  | 30,24                           | 6,32                                                      | 6,66                      |
| 22-300-2000                    | 2910                                        |                        | 2000  | 33,6                            | 7,02                                                      | 7,4                       |
| 22-300-2200                    | 3201                                        |                        | 2200  | 36,96                           | 7,72                                                      | 8,14                      |
| 22-300-2400                    | 3492                                        |                        | 2400  | 40,32                           | 8,42                                                      | 8,88                      |
| 22-300-2600                    | 3783                                        |                        | 2600  | 43,68                           | 9,13                                                      | 9,62                      |
| 22-300-2800                    | 4074                                        |                        | 2800  | 47,04                           | 9,83                                                      | 10,36                     |
| 22-300-3000                    | 4365                                        |                        | 3000  | 50,4                            | 10,53                                                     | 11,1                      |
| 22-400-400                     | 740                                         | 400                    | 400   | 9,14                            | 1,97                                                      | 1,86                      |
| 22-400-500                     | 925                                         |                        | 500   | 11,43                           | 2,46                                                      | 2,33                      |
| 22-400-600                     | 1110                                        |                        | 600   | 13,72                           | 2,95                                                      | 2,8                       |
| 22-400-700                     | 1295                                        |                        | 700   | 16,0                            | 3,44                                                      | 3,26                      |
| 22-400-800                     | 1480                                        |                        | 800   | 18,29                           | 3,94                                                      | 3,73                      |
| 22-400-900                     | 1665                                        |                        | 900   | 20,57                           | 4,43                                                      | 4,19                      |
| 22-400-1000                    | 1850                                        |                        | 1000  | 22,86                           | 4,92                                                      | 4,66                      |
| 22-400-1100                    | 2035                                        |                        | 1100  | 25,15                           | 5,41                                                      | 5,13                      |
| 22-400-1200                    | 2220                                        |                        | 1200  | 27,43                           | 5,9                                                       | 5,59                      |
| 22-400-1400                    | 2590                                        |                        | 1400  | 32,0                            | 6,89                                                      | 6,52                      |
| 22-400-1600                    | 2960                                        |                        | 1600  | 36,58                           | 7,87                                                      | 7,46                      |
| 22-400-1800                    | 3330                                        |                        | 1800  | 41,15                           | 8,86                                                      | 8,39                      |
| 22-400-2000                    | 3700                                        |                        | 2000  | 45,72                           | 9,84                                                      | 9,32                      |
| 22-400-2200                    | 4070                                        |                        | 2200  | 50,29                           | 10,82                                                     | 10,25                     |
| 22-400-2400                    | 4440                                        |                        | 2400  | 54,86                           | 11,81                                                     | 11,18                     |
| 22-400-2600                    | 4810                                        |                        | 2600  | 59,44                           | 12,79                                                     | 12,12                     |
| 22-400-2800                    | 5180                                        |                        | 2800  | 64,01                           | 13,78                                                     | 13,05                     |
| 22-400-3000                    | 5550                                        |                        | 3000  | 68,58                           | 14,76                                                     | 13,98                     |
| 22-500-400                     | 889                                         | 500                    | 400   | 11,57                           | 2,53                                                      | 2,25                      |
| 22-500-500                     | 1112                                        |                        | 500   | 14,47                           | 3,16                                                      | 2,82                      |
| 22-500-600                     | 1334                                        |                        | 600   | 17,36                           | 3,8                                                       | 3,38                      |
| 22-500-700                     | 1556                                        |                        | 700   | 20,25                           | 4,43                                                      | 3,94                      |
| 22-500-800                     | 1778                                        |                        | 800   | 23,14                           | 5,06                                                      | 4,5                       |
| 22-500-900                     | 2001                                        |                        | 900   | 26,04                           | 5,7                                                       | 5,07                      |
| 22-500-1000                    | 2223                                        |                        | 1000  | 28,93                           | 6,33                                                      | 5,63                      |
| 22-500-1100                    | 2445                                        |                        | 1100  | 31,82                           | 6,96                                                      | 6,19                      |
| 22-500-1200                    | 2668                                        |                        | 1200  | 34,72                           | 7,6                                                       | 6,76                      |
| 22-500-1400                    | 3112                                        |                        | 1400  | 40,5                            | 8,86                                                      | 7,88                      |
| 22-500-1600                    | 3557                                        |                        | 1600  | 46,29                           | 10,13                                                     | 9,01                      |
| 22-500-1800                    | 4001                                        |                        | 1800  | 52,07                           | 11,39                                                     | 10,13                     |
| 22-500-2000                    | 4446                                        |                        | 2000  | 57,86                           | 12,66                                                     | 11,26                     |

Продолжение табл. 1.1

| Условное обозначение радиатора | Номинальный тепловой поток $Q_{\text{нр}}, \text{Вт}$ | Габаритные размеры, мм |       | Масса окрашенного радиатора, кг | Площадь наружной поверхности нагрева $F, \text{м}^2$ | Объем воды в радиаторе, л |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                |                                                       | Высота                 | Длина |                                 |                                                      |                           |
| 22-500-2200                    | 4891                                                  | 500                    | 2200  | 63,65                           | 13,93                                                | 12,39                     |
| 22-500-2400                    | 5335                                                  |                        | 2400  | 69,43                           | 15,19                                                | 13,51                     |
| 22-500-2600                    | 5780                                                  |                        | 2600  | 75,22                           | 16,46                                                | 14,64                     |
| 22-500-2800                    | 6224                                                  |                        | 2800  | 81,0                            | 17,72                                                | 15,76                     |
| 22-500-3000                    | 6669                                                  |                        | 3000  | 86,79                           | 18,99                                                | 16,89                     |
| 22-600-400                     | 1030                                                  | 600                    | 400   | 14,0                            | 3,1                                                  | 2,64                      |
| 22-600-500                     | 1287                                                  |                        | 500   | 17,5                            | 3,87                                                 | 3,3                       |
| 22-600-600                     | 1544                                                  |                        | 600   | 21,0                            | 4,64                                                 | 3,96                      |
| 22-600-700                     | 1802                                                  |                        | 700   | 24,5                            | 5,42                                                 | 4,62                      |
| 22-600-800                     | 2059                                                  |                        | 800   | 28,0                            | 6,19                                                 | 5,28                      |
| 22-600-900                     | 2317                                                  |                        | 900   | 31,5                            | 6,97                                                 | 5,94                      |
| 22-600-1000                    | 2574                                                  |                        | 1000  | 35,0                            | 7,74                                                 | 6,6                       |
| 22-600-1100                    | 2831                                                  |                        | 1100  | 38,5                            | 8,51                                                 | 7,26                      |
| 22-600-1200                    | 3089                                                  |                        | 1200  | 42,0                            | 9,29                                                 | 7,92                      |
| 22-600-1400                    | 3604                                                  |                        | 1400  | 49,0                            | 10,84                                                | 9,24                      |
| 22-600-1600                    | 4118                                                  |                        | 1600  | 56,0                            | 12,38                                                | 10,56                     |
| 22-600-1800                    | 4633                                                  |                        | 1800  | 63,0                            | 13,93                                                | 11,88                     |
| 22-600-2000                    | 5148                                                  |                        | 2000  | 70,0                            | 15,48                                                | 13,2                      |
| 22-600-2200                    | 5663                                                  |                        | 2200  | 77,0                            | 17,03                                                | 14,52                     |
| 22-600-2400                    | 6178                                                  |                        | 2400  | 84,0                            | 18,58                                                | 15,84                     |
| 22-600-2600                    | 6692                                                  |                        | 2600  | 91,0                            | 20,12                                                | 17,16                     |
| 22-600-2800                    | 7207                                                  |                        | 2800  | 98,0                            | 21,67                                                | 18,48                     |
| 22-600-3000                    | 7722                                                  |                        | 3000  | 105,0                           | 23,22                                                | 19,8                      |
| 33-300-500                     | 984                                                   | 300                    | 500   | 12,6                            | 2,63                                                 | 2,7                       |
| 33-300-600                     | 1180                                                  |                        | 600   | 15,12                           | 3,16                                                 | 3,24                      |
| 33-300-800                     | 1574                                                  |                        | 800   | 20,16                           | 4,21                                                 | 4,32                      |
| 33-300-1000                    | 1967                                                  |                        | 1000  | 25,2                            | 5,26                                                 | 5,4                       |
| 33-300-1200                    | 2360                                                  |                        | 1200  | 30,24                           | 6,31                                                 | 6,48                      |
| 33-300-1400                    | 2754                                                  |                        | 1400  | 35,28                           | 7,36                                                 | 7,56                      |
| 33-300-1600                    | 3147                                                  |                        | 1600  | 40,32                           | 8,42                                                 | 8,64                      |
| 33-300-1800                    | 3541                                                  |                        | 1800  | 45,36                           | 9,47                                                 | 9,72                      |
| 33-300-2000                    | 3934                                                  |                        | 2000  | 50,4                            | 10,52                                                | 10,8                      |
| 33-300-2200                    | 4327                                                  |                        | 2200  | 55,44                           | 11,57                                                | 11,88                     |
| 33-300-2400                    | 4721                                                  |                        | 2400  | 60,48                           | 12,62                                                | 12,96                     |
| 33-300-2600                    | 5114                                                  |                        | 2600  | 65,52                           | 13,68                                                | 14,04                     |
| 33-300-2800                    | 5508                                                  |                        | 2800  | 70,56                           | 14,73                                                | 15,12                     |
| 33-300-3000                    | 5901                                                  |                        | 3000  | 75,6                            | 15,78                                                | 16,2                      |
| 33-400-500                     | 1280                                                  | 400                    | 500   | 17,15                           | 3,68                                                 | 3,43                      |
| 33-400-600                     | 1536                                                  |                        | 600   | 20,58                           | 4,42                                                 | 4,12                      |

Продолжение табл. 1.1

| Условное обозначение радиатора | Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$ , Вт | Габаритные размеры, мм |       | Масса окрашенного радиатора, кг | Площадь наружной поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup> | Объем воды в радиаторе, л |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                |                                                 | Высота                 | Длина |                                 |                                                           |                           |
| 33-400-800                     | 2048                                            | 400                    | 800   | 27,44                           | 5,9                                                       | 5,48                      |
| 33-400-900                     | 2304                                            |                        | 900   | 30,87                           | 6,63                                                      | 6,17                      |
| 33-400-1000                    | 2560                                            |                        | 1000  | 34,3                            | 7,37                                                      | 6,86                      |
| 33-400-1100                    | 2816                                            |                        | 1100  | 37,73                           | 8,11                                                      | 7,55                      |
| 33-400-1200                    | 3072                                            |                        | 1200  | 41,16                           | 8,84                                                      | 8,23                      |
| 33-400-1400                    | 3584                                            |                        | 1400  | 48,02                           | 10,32                                                     | 9,6                       |
| 33-400-1600                    | 4096                                            |                        | 1600  | 54,88                           | 11,79                                                     | 10,98                     |
| 33-400-1800                    | 4608                                            |                        | 1800  | 61,74                           | 13,27                                                     | 12,35                     |
| 33-400-2000                    | 5120                                            |                        | 2000  | 68,6                            | 14,74                                                     | 13,72                     |
| 33-400-2200                    | 5632                                            |                        | 2200  | 75,46                           | 16,21                                                     | 15,09                     |
| 33-500-400                     | 1259                                            | 500                    | 400   | 17,36                           | 3,8                                                       | 3,33                      |
| 33-500-500                     | 1574                                            |                        | 500   | 21,7                            | 4,74                                                      | 4,16                      |
| 33-500-600                     | 1889                                            |                        | 600   | 26,04                           | 5,69                                                      | 5,0                       |
| 33-500-700                     | 2204                                            |                        | 700   | 30,38                           | 6,64                                                      | 5,83                      |
| 33-500-800                     | 2518                                            |                        | 800   | 34,72                           | 7,59                                                      | 6,66                      |
| 33-500-900                     | 2833                                            |                        | 900   | 39,06                           | 8,54                                                      | 7,5                       |
| 33-500-1000                    | 3148                                            |                        | 1000  | 43,4                            | 9,49                                                      | 8,33                      |
| 33-500-1100                    | 3463                                            |                        | 1100  | 47,74                           | 10,44                                                     | 9,16                      |
| 33-500-1200                    | 3778                                            |                        | 1200  | 52,08                           | 11,39                                                     | 10,0                      |
| 33-500-1400                    | 4407                                            |                        | 1400  | 60,76                           | 13,29                                                     | 11,66                     |
| 33-500-1600                    | 5037                                            |                        | 1600  | 69,44                           | 15,18                                                     | 13,33                     |
| 33-500-1800                    | 5666                                            |                        | 1800  | 78,12                           | 17,08                                                     | 15,0                      |
| 33-500-2000                    | 6296                                            |                        | 2000  | 86,8                            | 18,98                                                     | 16,66                     |
| 33-500-2200                    | 6926                                            |                        | 2200  | 95,48                           | 20,88                                                     | 18,33                     |
| 33-500-2400                    | 7555                                            |                        | 2400  | 104,16                          | 22,78                                                     | 20,0                      |
| 33-600-400                     | 1462                                            | 600                    | 400   | 21,0                            | 4,64                                                      | 3,92                      |
| 33-600-500                     | 1828                                            |                        | 500   | 26,25                           | 5,8                                                       | 4,9                       |
| 33-600-600                     | 2193                                            |                        | 600   | 31,5                            | 6,97                                                      | 5,88                      |
| 33-600-700                     | 2558                                            |                        | 700   | 36,75                           | 8,13                                                      | 6,86                      |
| 33-600-800                     | 2924                                            |                        | 800   | 42,0                            | 9,29                                                      | 7,84                      |
| 33-600-900                     | 3290                                            |                        | 900   | 47,25                           | 10,45                                                     | 8,82                      |
| 33-600-1000                    | 3655                                            |                        | 1000  | 52,5                            | 11,61                                                     | 9,8                       |
| 33-600-1100                    | 4020                                            |                        | 1100  | 57,75                           | 12,77                                                     | 10,78                     |
| 33-600-1200                    | 4386                                            |                        | 1200  | 63,0                            | 13,93                                                     | 11,76                     |
| 33-600-1400                    | 5117                                            |                        | 1400  | 73,5                            | 16,25                                                     | 13,72                     |
| 33-600-1600                    | 5848                                            |                        | 1600  | 84,0                            | 18,58                                                     | 15,68                     |
| 33-600-1800                    | 6579                                            |                        | 1800  | 94,5                            | 20,9                                                      | 17,64                     |
| 33-600-2000                    | 7310                                            |                        | 2000  | 105,0                           | 23,22                                                     | 19,6                      |

Примечание: монтажная высота радиатора меньше габаритной на 50 мм.

## 2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Стальные панельные радиаторы «Stelrad» предназначены для однотрубных и двухтрубных систем водяного отопления зданий различного назначения.

Радиаторы «Accord» тип 10 (без оребрения) рекомендуются для использования в помещениях с низкими тепловыми потерями, а также в помещениях, к которым предъявляются повышенные санитарно-гигиенические требования (например, в поликлиниках, больницах и т.п.).

2.2. Радиаторы применяются в системах отопления с насосным (элеваторным) побуждением. По своим гидравлическим характеристикам радиаторы типов 22 и 33 могут также использоваться в гравитационных системах отопления.

Радиаторы «Accord» и «Compact» рекомендуются для систем отопления с боковым или диагональным расположением подводящих теплопроводов, модификация «Novello» используется, как правило, при донной подводке в системах с лучевой или плинтусной разводкой теплопроводов.

Радиаторы типов 21, 22 и 33, отличающиеся большой поверхностью наружной теплоотдачи, могут быть рекомендованы для низкопотенциальных систем отопления.

2.3. Для повышения эксплуатационной надёжности стальные радиаторы «Stelrad» рекомендуется использовать только в системах отопления с независимой схемой подсоединения, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами. Качество теплоносителя (воды) должно отвечать требованиям РД 34.20.501-95 [7].

2.4. Согласно СНиП [8], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Поэтому в настоящем разделе рассматриваются схемы систем отопления, как с автоматическими, так и с ручными регуляторами теплового потока. Отметим, что МГСН 2.01-99 [9] и аналогичные нормативы, введенные в ряде других регионов России, более жестко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

2.5. На рис. 2.1 представлены наиболее распространенные в отечественной практике схемы систем отопления.

Показанные на рис. 2.1 схемы обвязки отопительных приборов характерны для отечественной справочной и учебной литературы по отоплению [10], [11]. Согласно данным ООО «Витатерм» при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм составляет 25-35 %, поскольку по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлажденный возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует монтировать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору или устанавливать дополнительно циркуляционные тормоза. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

В современной практике обвязки отопительных приборов при их боковом и диагональном подсоединении наиболее часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках. Обычно для этой цели используются шаровые или запорно-сливные краны с учетом того факта, что термостат не является запорной арматурой. Отметим, что имеются конструкции

шаровых кранов, позволяющие использовать их не только как запорную, но и как ручную регулируемую арматуру (при исключении резких поворотов рукояток этих кранов во избежание гидравлических ударов). Особо подчеркнём, что установка любой запорно-регулирующей арматуры на замыкающих участках в однотрубных системах отопления категорически не допускается.

2.6. Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене или на стойках у стены (окна). Длина радиатора по возможности должна составлять не менее 75% длины светового проёма, поэтому для лучшего распределения теплоты в помещении выбор радиаторов желательно начинать с типоразмеров малой глубины (с типа 10 или 11). При длине приборов более 1400 мм рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения теплопроводов.

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

Радиаторы «Stelrad Novello» поставляются со встроенным термостатом (см. рис. 1.3). В этом случае они используются обычно с гарнитурой для донного подсоединения «мультифлекс», которая позволяет подключать приборы как к двухтрубной системе, так и в однотрубной (с теплопроводами вдоль плинтусов).

Для ручного регулирования используют краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные и др. по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки типа RBM, а также краны фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Giacomini» и др.

2.8. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать термостаты «ГЕРЦ-TS-90-V» (рис. 2.2), RTD-N (рис. 2.3, а), фирмы «Giacomini» и др.

Для широко используемых в России однотрубных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления «ГЕРЦ-TS-E» (рис. 2.4), RTD-G (рис. 2.3, б) и М (рис. 2.5).

Наклонные линии (1, 2, 3...) на диаграммах рис. 2.2 и 2.3 (а) показывают диапазоны предварительной монтажной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию её повышать. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше.

На рис. 2.4 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане.

Представленные на рис. 2.3(б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления RTD-G при установке на подводках с условным диаметром 15, 20 и 25 мм в режиме настройки на 2К (2°C). Очевидно, для радиаторов «Stelrad» целесообразно использовать термостаты с условным диаметром 15 мм.

В однотрубных системах можно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка, например, трёхходовой вентиль «CALIS-TS» фирмы «ГЕРЦ» (см. рис. 2.6), а также

трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ», «Giasomini» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

Пунктирными линиями на рис. 2.3 (а) показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень шума не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 1,5-2 м вод. ст.

Подробные сведения об этих и других термостатах можно получить в группе компаний «ТЕПЛОИМПОРТ», в ООО «Витатерм» (номера телефонов указаны на стр. 2 настоящего руководства) и в представительствах соответствующих фирм.

2.9. За рубежом и в последнее время в отечественной практике находит всё более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и донное их присоединение к радиаторам через специальные коллекторы (рис. 2.7). Во всех случаях в верхней противоположной присоединительным патрубкам пробке радиатора необходимо предусматривать установку воздухоотводчика. При этих схемах термостаты могут монтироваться с расположением оси термостатической головки вдоль наружной стены, а не перпендикулярно ей. Для одноузловых присоединений можно рекомендовать четырёхходовые клапаны «ГЕРЦ-VTA» или «ГЕРЦ-VUA», а для обеспечения подвода воды к прибору по схеме «сверху-вниз» при напольной и плинтусной разводке теплопроводов удобно использовать присоединительные наборы «ГЕРЦ-2000» или аналогичные комплекты других фирм.

Применяются также, особенно в коттеджах, системы отопления с лучевой напольной разводкой теплопроводов, традиционным боковым подключением отопительных приборов по схеме «сверху-вниз» и с использованием термостатов углового исполнения (рис. 2.7). Для уменьшения бесполезных тепловых потерь стояки размещают вдоль внутренних стен здания, например, на лестничной клетке. Отопительные приборы, устанавливаемые у наружных стен, подключают к распределительной гребёнке с помощью теплопроводов, которые прокладывают в полу квартиры. Обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы или изготовленные из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб «Фузитерм-Штаби» со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных и стабилизированных труб, поставляемых группой компаний «ТЕПЛОИМПОРТ» (телефоны см. п.1.1) и др. 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. При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов).

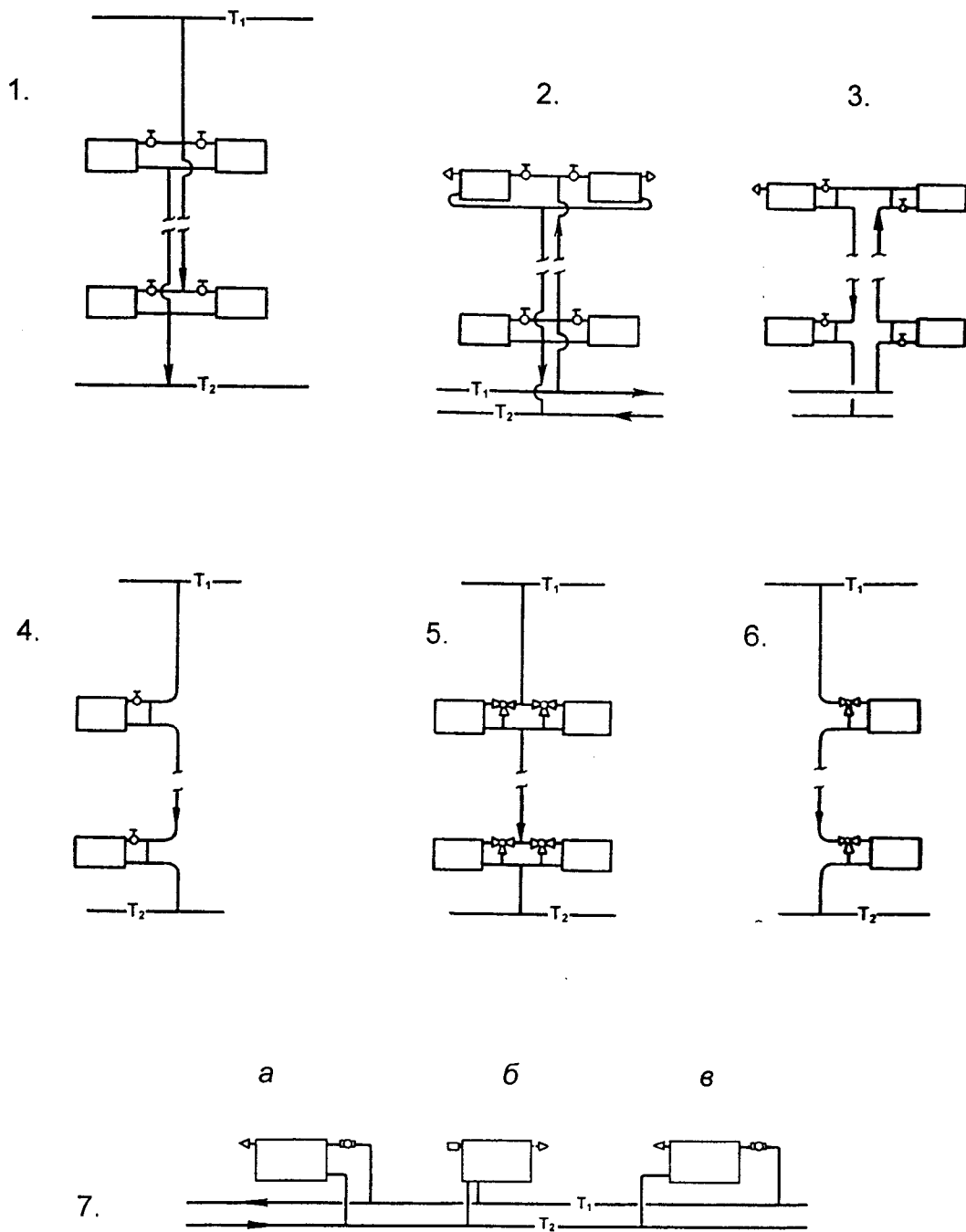
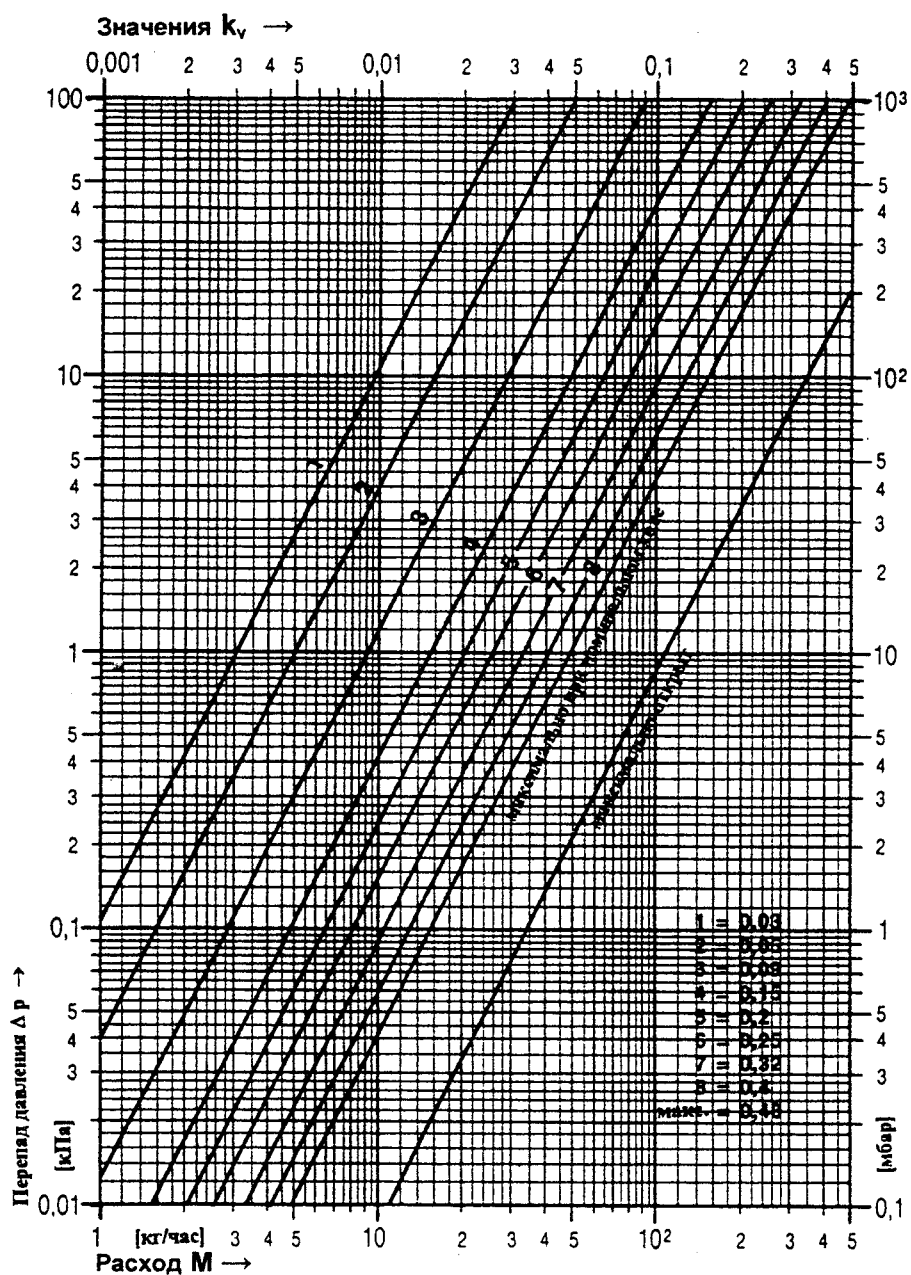


Рис. 2.1. Схемы систем водяного отопления:  
 1, 2 – двухтрубные, 3 - 6 – одноконтурные, 7 – двухтрубная горизонтальная  
 с установкой термостатов: а – боковое подключение, б – нижнее (донное)  
 подключение, в – диагональное подключение



Характеристики даны для номинального хода шпинделя клапана (2K)

Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостата «ГЕРЦ-TS-90-V» с предварительной настройкой на режим 2K (2°C) и при полном открытии вентиля

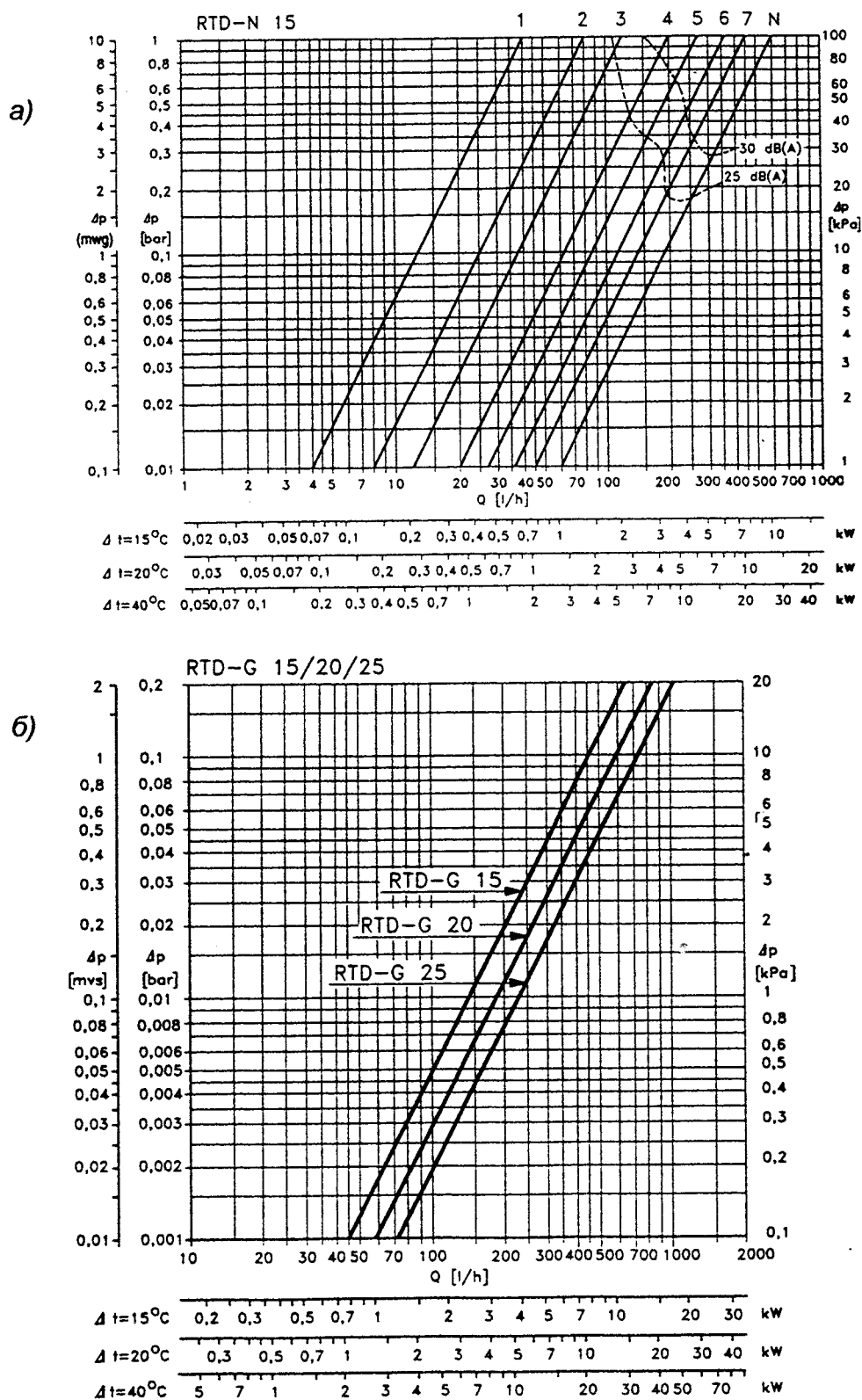


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»

- а) RTD-N при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками  $d_y$  15 мм;
- б) RTD-G для гравитационных и насосных одноструйных систем отопления с подводками  $d_y$  15, 20 и 25 мм

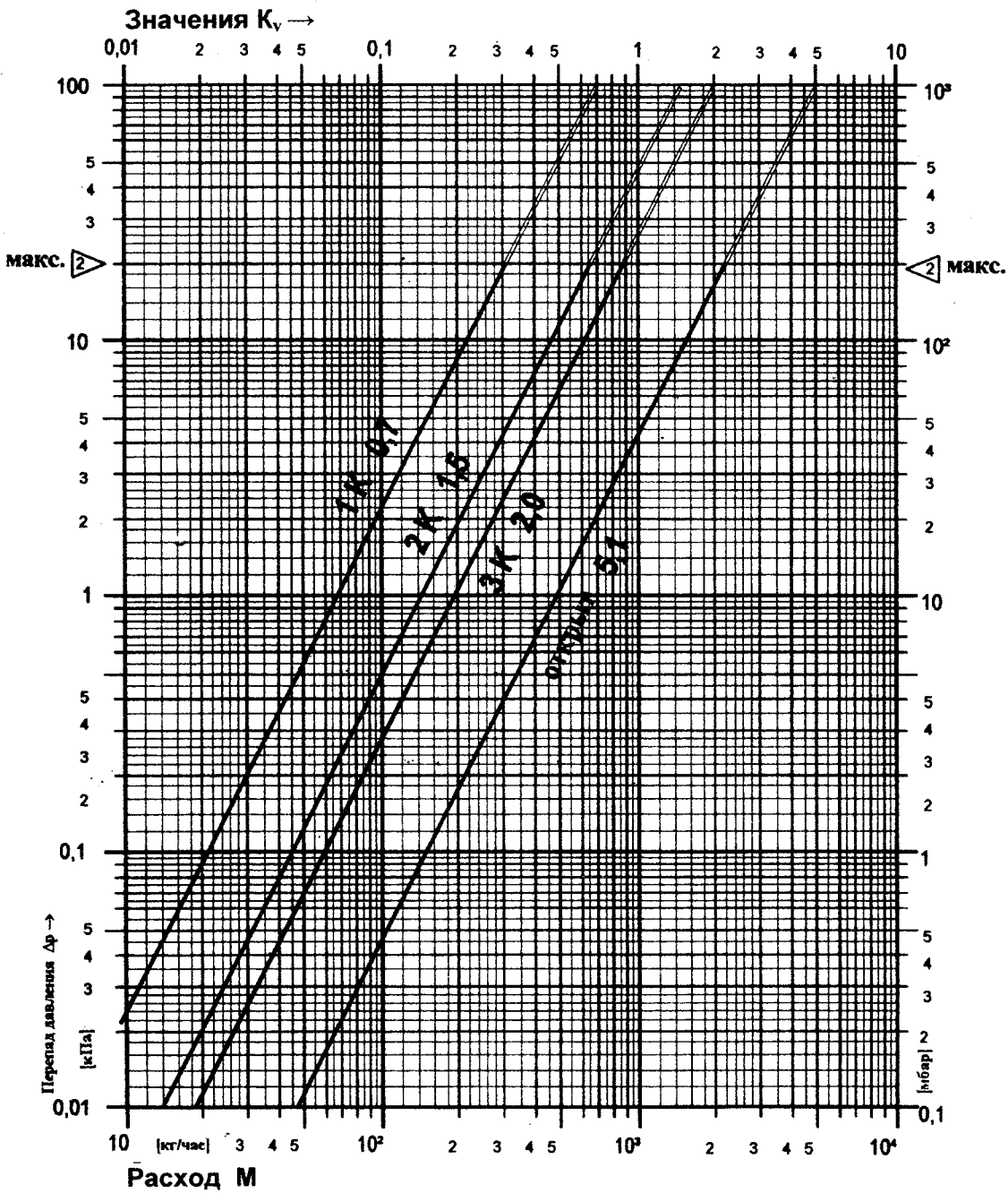


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки

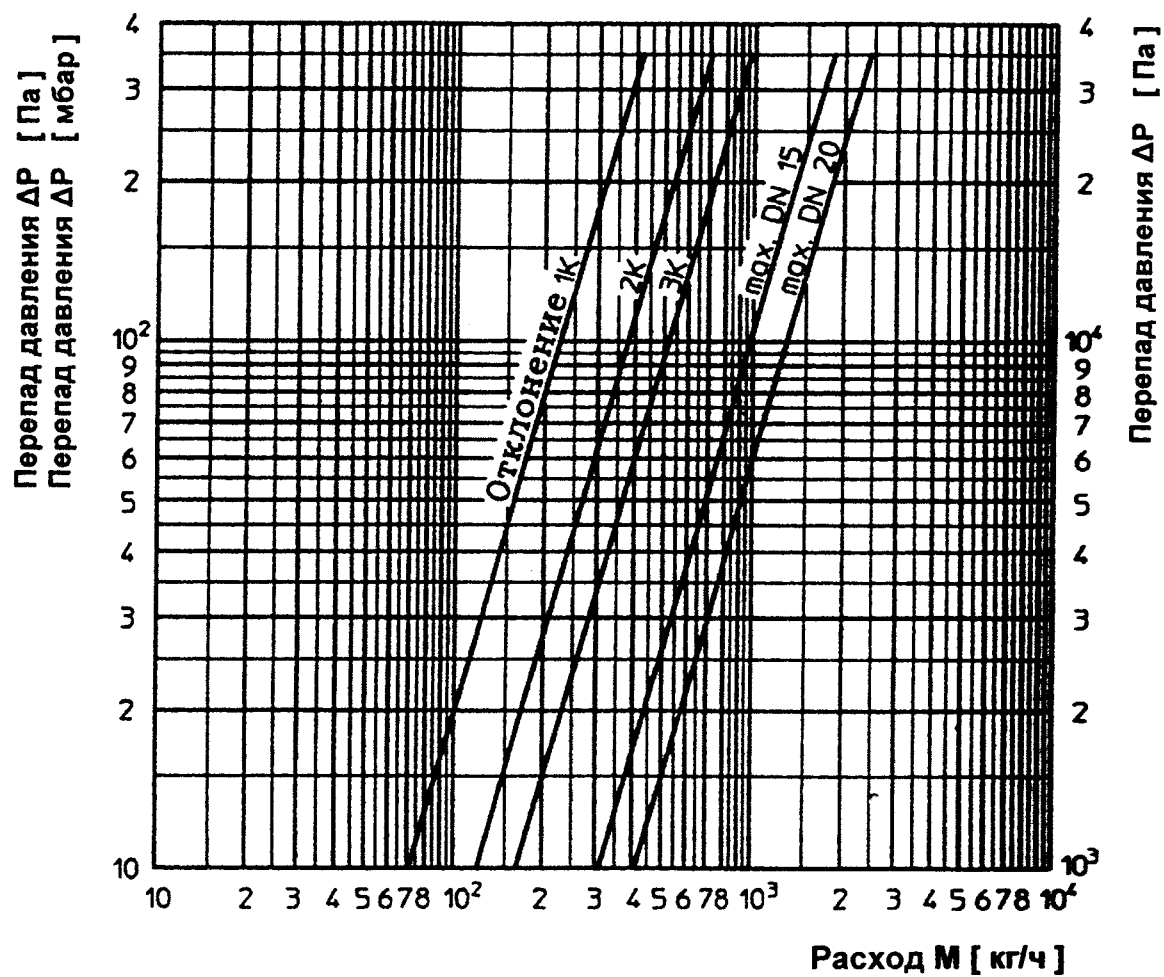
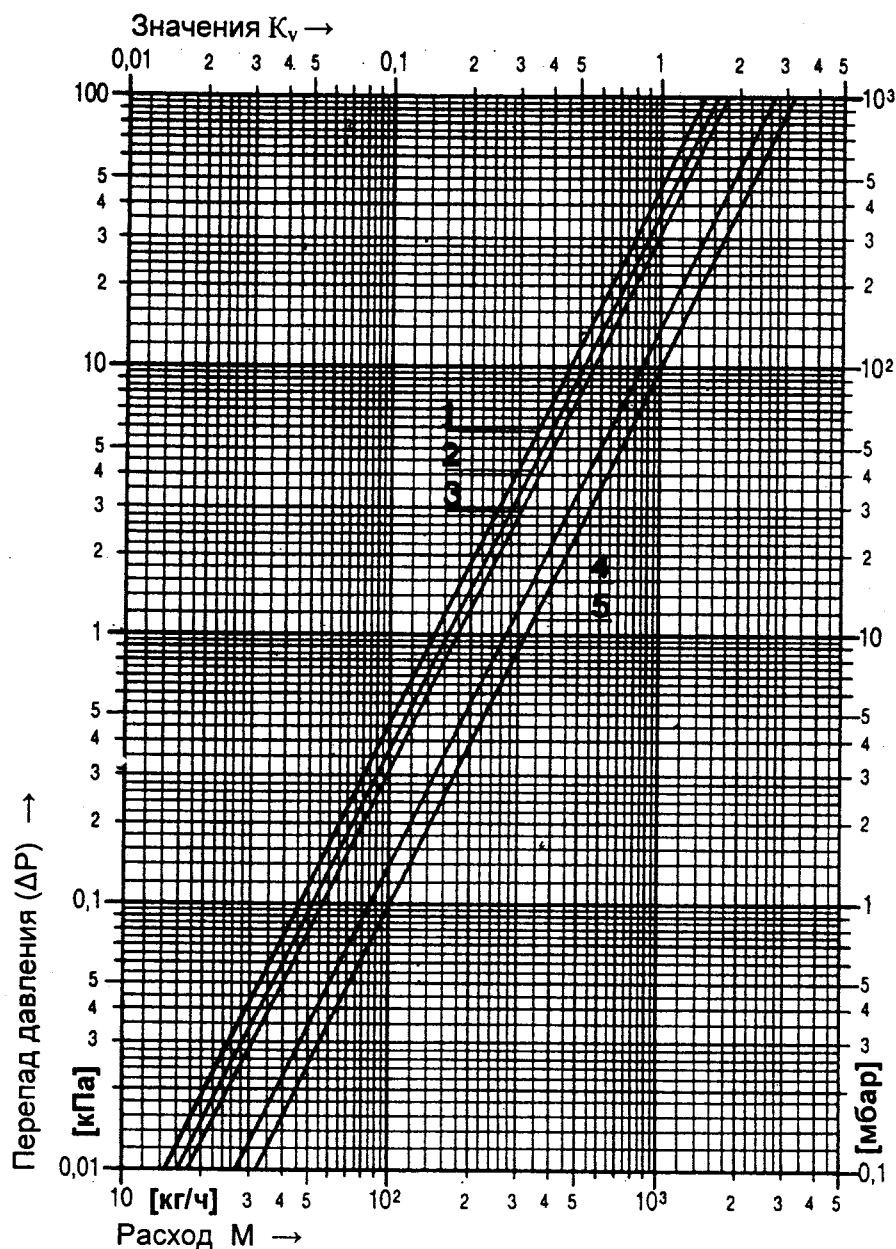


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Овентроп»



| Прямая | Клапан CALIS-TS |       | Коэффициенты<br>затекания $\alpha_{пр}$ | Рабочее состояние                  |
|--------|-----------------|-------|-----------------------------------------|------------------------------------|
|        | № заказа        | $d_v$ |                                         |                                    |
| 1      | 1 7761 01       | 15    | 0                                       | Клапан к отопит.<br>прибору закрыт |
| 2      | 1 7761 02       | 20    |                                         |                                    |
| 3      | 1 7761 01       | 15    | 0,5                                     | Термостатический<br>режим хр=2К    |
|        | 1 7761 02       | 20    |                                         |                                    |
|        | 1 7761 01       | 15    | 0,6                                     | Термостатический<br>режим хр=3К    |
|        | 1 7761 02       | 20    |                                         |                                    |
| 4      | 1 7761 01       | 15    | 0,8                                     | Клапан открыт                      |
| 5      | 1 7761 02       | 20    |                                         |                                    |

Рис. 2.6. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ» с клапаном CALIS-TS и соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана

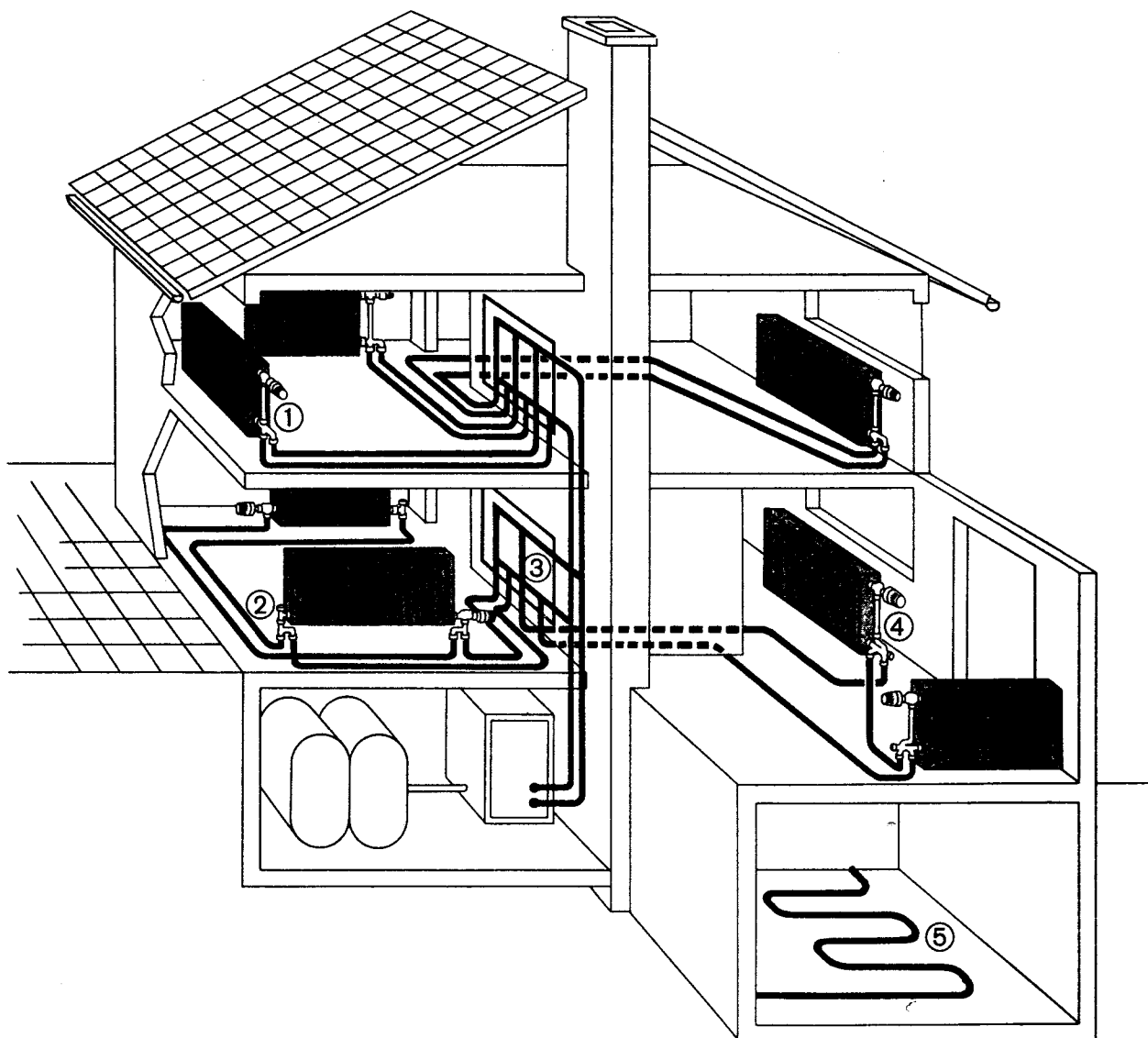


Рис. 2.7. Схема системы отопления коттеджа с напольной (плитусной) разводкой теплопроводов и донным подключением панельных радиаторов «Stelrad» с помощью специальной гарнитуры

### 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

3.1. Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении системы отопления к тепловой сети через элеватор следует принимать согласно указаниям, приведённым в СНиП 2.04.05-91\* [8].

При гидравлическом расчёте теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик сопротивления»

$$\Delta P = S \cdot M^2 \quad (3.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R \cdot L + Z, \quad (3.2)$$

где

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

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

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

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

$\lambda$  - коэффициент трения;

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

$\lambda / d_{\text{вн}}$  - приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м, принимаемый согласно приложению 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.

3.2. В табл. 3.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «Stelrad» при нормативном расходе горячей воды через прибор  $M_{\text{пр}} = 0,1$  кг/с (360 кг/ч), характерном для однетрубных систем отопления при проходе всей воды через прибор, а также при расходе 0,017 кг/с (60 кг/ч), характерном для двухтрубных систем отопления и однетрубных с замыкающим участком и термостатом на подводке. При необходимости с допустимой для практических расчётов погрешностью данные таблицы 3.1 могут быть интерполированы для других расходов теплоносителя. Гидравлические характеристики практически не зависят от высоты и длины радиатора.

3.3. Значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1. Гидравлические характеристики медных теплопроводов приведены в приложении 2.

Аналогичные данные для комбинированных полипропиленовых труб типа «Фузиотерм Штаби» приведены в ТР 125-02 [12]. Для металлополимерных труб различного типа необходимые расчётные данные можно получить в ООО «Вита-терм» и в группе компаний «ТЕПЛОИМПОРТ».

Таблица 3.1

**Усреднённые гидравлические характеристики стальных панельных радиаторов «Stelrad» при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 мм**

| Модели радиаторов | Коэффициент местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ при расходе теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$ |          | Характеристика сопротивления $S_{\text{ну}} \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , при расходе теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$ |          |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                   | 60 кг/ч                                                                                                       | 360 кг/ч | 60 кг/ч                                                                                                                                      | 360 кг/ч |
| Accord, Compact   |                                                                                                               |          |                                                                                                                                              |          |
| 10, 11            | 36                                                                                                            | 27       | 49,3                                                                                                                                         | 37       |
| 21                | 16,5                                                                                                          | 14       | 22,6                                                                                                                                         | 19,2     |
| 22                | 14                                                                                                            | 11,5     | 19,2                                                                                                                                         | 15,8     |
| 33                | 13                                                                                                            | 11       | 17,8                                                                                                                                         | 15,1     |
| Novello           |                                                                                                               |          |                                                                                                                                              |          |
| Все модели        | Полное открытие клапана                                                                                       |          |                                                                                                                                              |          |
|                   | 395                                                                                                           | 290      | 541,15                                                                                                                                       | 397,3    |
| Все модели        | Режим 2К (0,44 мм)                                                                                            |          |                                                                                                                                              |          |
|                   | 800                                                                                                           | 1050     | 1096                                                                                                                                         | 1438,5   |

3.4. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [10].

3.5. Гидравлические характеристики полностью открытых вентилей для ручного регулирования RBM (Италия), определённые в лаборатории отопительных приборов НИИСантехники при температуре воды 60-80°C, приведены в табл. 3.2. При температуре воды 20-30°C гидравлические характеристики возрастают в среднем на 5%.

Таблица 3.2

**Гидравлические характеристики вентилей RBM (Италия) для ручного регулирования (полностью открытых)**

| Условный диаметр, мм | Коэффициент местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ | Характеристика сопротивления $S_{\text{ну}} \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> | Потери давления при расходе воды 0,1 кг/с (360 кг/ч) $\Delta P$ , Па |
|----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 15                   | 28,0                                                   | 38,4                                                                                | 3840                                                                 |
| 20                   | 11,5                                                   | 4,76                                                                                | 476                                                                  |

3.6. Гидравлические характеристики отопительного прибора и подводящих теплопроводов с регулирующей арматурой в однотрубных системах отопления с

замыкающими участками определяют коэффициент затекания  $\alpha_{np}$ , характеризующей долю теплоносителя проходящего через прибор от общего его расхода в подводке к радиаторному узлу. Таким образом, в однотрубных системах отопления расход воды через прибор  $M_{np}$ , кг/с, определяется зависимостью

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{cm}, \quad (3.3)$$

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

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

3.7. В табл. 3.3 приведены усреднённые значения коэффициентов затекания  $\alpha_{np}$  для радиаторов «Stelrad Accord» и «Stelrad Compact» при боковом одностороннем присоединении теплопроводов и различных сочетаниях диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих участков ( $d_{зв}$ ) и подводов ( $d_n$ ) в однотрубных системах отопления при настройке термостатов на режим 2К (2°C) и расходе теплоносителя в стояке 240-540 кг/ч.

Данные для определения коэффициента затекания в случае использования термостатов «ГЕРЦ Арматурен» с трёхходовыми клапанами CALIS-TS марки 1 7761 01 для подводов условным диаметром 15 мм и марки 1 7761 02 для подводов условным диаметром 20 мм приведены на рис. 2.6. Поскольку при использовании термостатов CALIS-TS необходимо в ряде случаев применять выносные датчики температур, удобно устанавливать термостаты CALIS-TS-E-3-D со шпинделем, перпендикулярным плоскости стены, и с автономной термостатической головкой.

Таблица 3.3

**Усреднённые значения коэффициентов затекания  $\alpha_{np}$   
узлов однотрубных систем водяного отопления со  
стальными панельными радиаторами «Stelrad»**

| Вид регулирующей<br>арматуры                    | Тип<br>радиатора | Значения $\alpha_{np}$ при сочетании<br>диаметров труб радиаторного<br>узла $d_{ст} \times d_{зв} \times d_n$ (мм) |          |
|-------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                 |                  | 15x15x15                                                                                                           | 20x15x15 |
| Термостат «ГЕРЦ-TS-E»<br>фирмы «ГЕРЦ Арматурен» | 10, 11           | 0,204                                                                                                              | 0,172    |
|                                                 | 21,22,33         | 0,22                                                                                                               | 0,184    |
| Термостат RTD-G фирмы<br>«Данфосс»              | 10, 11           | 0,2                                                                                                                | 0,158    |
|                                                 | 21,22,33         | 0,214                                                                                                              | 0,178    |
| Термостат М фирмы<br>«Овентроп»                 | 10, 11           | 0,195                                                                                                              | 0,15     |
|                                                 | 21,22,33         | 0,203                                                                                                              | 0,16     |

3.8. Коэффициенты затекания при установке термостатов определены, как указывалось, при их настройке на 2К (2°C). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания необходимая площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения ручных кранов и вентилей.

3.9. При оснащении радиаторов «Stelrad Novello» гарнитурой «мультифлекс» следует дополнительно учитывать её гидравлические характеристики и определять коэффициенты затекания по соответствующим номограммам в зависимости от настройки этой гарнитуры, в частности, от регулировки байпаса в случае подключения радиатора к однотрубной насосной системе отопления.

3.10. Согласно данным ООО «Витатерм» и ООО «Гелис Инт» производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом «DIXIS-30», необходимо увеличивать на 10% , а их напор на 50% в связи с существенным отличием теплофизических свойств антифриза от аналогичных свойств воды.

## 4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

4.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [8], [9], [10], [11], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

4.2. Согласно табл. 1 приложения 12 СНиП 2.04.05-91\* [8] 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 типа радиатора по табл. 4.1, а второй -  $\beta_2$  определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Значения поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$ 

| Тип радиатора | Высота радиатора, мм | Средний номенклатурный шаг, кВт | $\beta_1$ | $\beta_2$                      |                                      |
|---------------|----------------------|---------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------------|
|               |                      |                                 |           | При установке у наружной стены | При установке у наружного остекления |
| 10            | 300                  | 0,094                           | 1,01      | 1,04                           | 1,1                                  |
|               | 400                  | 0,12                            | 1,02      |                                |                                      |
|               | 500                  | 0,101                           | 1,01      |                                |                                      |
|               | 600                  | 0,118                           | 1,02      |                                |                                      |
| 11            | 300                  | 0,142                           | 1,027     | 1,03                           | 1,08                                 |
|               | 400                  | 0,153                           | 1,031     |                                |                                      |
|               | 500                  | 0,138                           | 1,026     |                                |                                      |
|               | 600                  | 0,165                           | 1,035     |                                |                                      |
| 21            | 400                  | 0,169                           | 1,037     | 1,02                           | 1,06                                 |
|               | 500                  | 0,198                           | 1,052     |                                |                                      |
|               | 600                  | 0,227                           | 1,071     |                                |                                      |
| 22            | 300                  | 0,262                           | 1,098     | 1,015                          | 1,04                                 |
|               | 400                  | 0,206                           | 1,077     |                                |                                      |
|               | 500                  | 0,247                           | 1,086     |                                |                                      |
|               | 600                  | 0,286                           | 1,118     |                                |                                      |
| 33            | 300                  | 0,354                           | 1,18      | 1,01                           | 1,02                                 |
|               | 400                  | 0,329                           | 1,16      |                                |                                      |
|               | 500                  | 0,35                            | 1,18      |                                |                                      |
|               | 600                  | 0,406                           | 1,23      |                                |                                      |

При нахождении значений  $\beta_1$  учитывали средний номенклатурный шаг типовых размеров радиаторов, наиболее распространённых в системах отопления жилых зданий. По нашим данным это приборы с длиной до 1400 мм включительно. Доля

панельных радиаторов с длиной более 1400 мм сравнительно невелика, поэтому при нахождении  $\beta_1$  номенклатурный шаг длинных радиаторов не учитывался.

При напольной установке радиаторов «Stelrad» у остекления для повышения уровня защиты от радиационных теплопотерь возможна установка у приборов защитных экранов без внутренней теплоизоляции. В этом случае вводится поправочный коэффициент  $\beta_2'$ , определяемый по формуле

$$\beta_2' = 1 + \frac{\beta_2 - 1}{3} \quad (4.1)$$

При использовании фирменных теплоизолированных защитных экранов (см. раздел 6) можно принимать  $\beta_2 = 1$ .

Увеличение теплопотерь через радиаторные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно, номинального (нормативного) теплового потока при подборе радиатора, поскольку тепловой поток от прибора возрастает практически на столько же, на сколько возрастают теплопотери.

При введении поправочных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам или ветвям к радиаторам, полагая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально увеличению их нагрузок.

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

$$\begin{aligned} Q &= Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = Q_{ny} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p = \\ &= K_{ny} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p \end{aligned} \quad (4.2)$$

где

$Q_{ny}$  - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1 с учётом замечаний п. 1.11), Вт;

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

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_n = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_n, \quad (4.3)$$

здесь

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

$t_n$  - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении  $t_{в}$ , °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 нормированных температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 4.2);

$n$  и  $m$  - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по табл. 4.2);

Таблица 4.2

**Усреднённые значения показателей степени  $n$  и  $m$   
и коэффициента  $c$  при различных схемах движения  
теплоносителя в радиаторах**

| Схема движения теплоносителя | Расход теплоносителя $M_{np}$ |        | Модель радиатора | $n$  | $c$  | $m$  | $p$           |
|------------------------------|-------------------------------|--------|------------------|------|------|------|---------------|
|                              | кг/с                          | кг/ч   |                  |      |      |      |               |
| Сверху-вниз                  | 0,015 – 0,15                  | 54–540 | 10, 11           | 0,3  | 1    | 0    | 1             |
|                              |                               |        | 21, 22, 33       | 0,33 | 1    | 0    | 1             |
| Снизу-вверх                  | 0,015–0,15                    | 54–540 | 10               | 0,33 | 0,75 | 0,08 | См. табл. 4.4 |
|                              |                               |        | 11               | 0,33 | 0,85 | 0,1  |               |
|                              |                               |        | 21, 22, 33       | 0,35 | 0,8  | 0,08 |               |
| Снизу-вниз                   | 0,015–0,1                     | 54–360 | 10, 11           | 0,3  | 0,96 | 0    | 1             |
|                              |                               |        | 21, 22, 33       | 0,31 | 0,96 | 0    | 1             |

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

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

$b$  - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 4.3);

$p$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 4.4); при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз»  $p=1$ ;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по таб. 4.5);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{np}/0,1)^m$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 4.6);

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

$$K_{ny} = \frac{Q_{ny}}{F \cdot 70}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}, \quad (4.4)$$

$F$  – площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м<sup>2</sup> (принимается по табл. 1.1).

4.4. Коэффициент теплопередачи радиатора  $K$ , Вт/(м<sup>2</sup> · °С), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot p = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot p. \quad (4.5)$$

4.5. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «Stelrad» значения показателей степени  $n$  и  $m$  и коэффициента  $c$  зависят не только от исследованных диапазонов изменения  $\Theta$  и  $M_{np}$ , но также от высоты, глубины и даже длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены для указанных в табл. 4.2 пределов значений  $M_{np}$ . При движении воды в приборе по схеме «снизу—вверх» в ходе исследования было установлено, что теплоноситель движется по этой схеме лишь по двум-четырёх вертикальным каналам (в зависимости от числа рядов панелей по глубине прибора), ближайшим к подводящим боковым теплопроводам, а по остальным по схеме «сверху-вниз», причём с заметно меньшим расходом теплоносителя и, как следствие, с меньшей средней температурой воды. Такое распределение потоков теплоносителя приводит к большей эффективности в радиаторах с меньшей длиной. Для учёта этого обстоятельства при определении теплоотдачи радиаторов с боковыми подводящими теплопроводами, теплоноситель в которых движется по схеме «снизу-вверх», следует учитывать поправочный коэффициент  $p$ , приведённый в табл. 4.4.

4.6. Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен, и достигает 100% при расположении стояков у вертикальных перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных и горизонтальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 3.

4.7. При использовании антифриза «DIXIS-30» необходимая площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в среднем в 1,1 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде.

4.8. В разделе 5 дана примерная схема теплогидравлического расчёта этажного стояка системы отопления с радиатором «Stelrad».

Таблица 4.3

Значения поправочного коэффициента  $b$ 

| Модели радиаторов | $b$ при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.) |              |              |              |              |               |                 |               |
|-------------------|------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|---------------|
|                   | 933<br>(700)                                   | 947<br>(710) | 960<br>(720) | 973<br>(730) | 987<br>(740) | 1000<br>(750) | 1013,3<br>(760) | 1040<br>(780) |
| 10                | 0,973                                          | 0,977        | 0,982        | 0,986        | 0,99         | 0,995         | 1               | 1,009         |
| 11                | 0,968                                          | 0,973        | 0,978        | 0,984        | 0,989        | 0,995         | 1               | 1,01          |
| 21, 22            | 0,963                                          | 0,969        | 0,975        | 0,981        | 0,987        | 0,994         | 1               | 1,012         |
| 33                | 0,961                                          | 0,967        | 0,973        | 0,98         | 0,986        | 0,993         | 1               | 1,013         |

Таблица 4.4

Значения поправочного коэффициента  $p$ 

| Модель радиатора | Значения $p$ при длине радиатора $L$ (мм) |       |      |       |       |       |              |
|------------------|-------------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|--------------|
|                  | 400                                       | 600   | 800  | 1000  | 1200  | 1400  | 1600 и более |
| 10, 11           | 1,08                                      | 1,064 | 1,05 | 1,04  | 1,03  | 1,02  | 1            |
| 21, 22, 33       | 1,05                                      | 1,04  | 1,03 | 1,023 | 1,017 | 1,012 | 1            |

Таблица 4.5

Значения поправочного коэффициента  $\varphi_1$  при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз»

| $\Theta$ ,<br>°C | $\varphi_1$ для моделей радиаторов |            |
|------------------|------------------------------------|------------|
|                  | 10, 11                             | 21, 22, 33 |
| 44               | 0,547                              | 0,539      |
| 46               | 0,579                              | 0,572      |
| 48               | 0,612                              | 0,605      |
| 50               | 0,646                              | 0,639      |
| 52               | 0,679                              | 0,673      |
| 54               | 0,714                              | 0,708      |
| 56               | 0,748                              | 0,743      |
| 58               | 0,783                              | 0,779      |
| 60               | 0,818                              | 0,815      |
| 62               | 0,854                              | 0,851      |

| $\Theta$ ,<br>°C | $\varphi_1$ для моделей радиаторов |            |
|------------------|------------------------------------|------------|
|                  | 10, 11                             | 21, 22, 33 |
| 64               | 0,89                               | 0,888      |
| 66               | 0,926                              | 0,925      |
| 68               | 0,963                              | 0,962      |
| 70               | 1,0                                | 1          |
| 72               | 1,037                              | 1,038      |
| 74               | 1,075                              | 1,077      |
| 76               | 1,113                              | 1,116      |
| 78               | 1,151                              | 1,155      |
| 80               | 1,19                               | 1,194      |
| 82               | 1,228                              | 1,234      |

| $\Theta$ ,<br>°C | $\varphi_1$ для моделей радиаторов |            |
|------------------|------------------------------------|------------|
|                  | 10, 11                             | 21, 22, 33 |
| 84               | 1,267                              | 1,274      |
| 86               | 1,307                              | 1,315      |
| 88               | 1,346                              | 1,356      |
| 90               | 1,386                              | 1,397      |
| 92               | 1,427                              | 1,438      |
| 94               | 1,467                              | 1,48       |
| 96               | 1,508                              | 1,522      |
| 98               | 1,549                              | 1,564      |
| 100              | 1,59                               | 1,607      |
| 102              | 1,631                              | 1,65       |

Таблица 4.6

**Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  при движении  
теплоносителя по схеме «снизу-вверх»**

| $\Theta$ ,<br>°C | $\phi_1$ для моделей<br>радиаторов |               | $\Theta$ ,<br>°C | $\phi_1$ для моделей<br>радиаторов |               | $\Theta$ ,<br>°C | $\phi_1$ для моделей<br>радиаторов |               |
|------------------|------------------------------------|---------------|------------------|------------------------------------|---------------|------------------|------------------------------------|---------------|
|                  | 10, 11                             | 21, 22,<br>33 |                  | 10, 11                             | 21, 22,<br>33 |                  | 10, 11                             | 21, 22,<br>33 |
| 44               | 0,539                              | 0,534         | 64               | 0,888                              | 0,886         | 84               | 1,274                              | 1,279         |
| 46               | 0,572                              | 0,567         | 66               | 0,925                              | 0,924         | 86               | 1,315                              | 1,32          |
| 48               | 0,605                              | 0,601         | 68               | 0,962                              | 0,962         | 88               | 1,356                              | 1,362         |
| 50               | 0,639                              | 0,635         | 70               | 1                                  | 1             | 90               | 1,397                              | 1,404         |
| 52               | 0,673                              | 0,669         | 72               | 1,038                              | 1,039         | 92               | 1,438                              | 1,446         |
| 54               | 0,708                              | 0,704         | 74               | 1,077                              | 1,078         | 94               | 1,48                               | 1,489         |
| 56               | 0,743                              | 0,74          | 76               | 1,116                              | 1,117         | 96               | 1,522                              | 1,532         |
| 58               | 0,779                              | 0,776         | 78               | 1,155                              | 1,157         | 98               | 1,564                              | 1,575         |
| 60               | 0,815                              | 0,812         | 80               | 1,194                              | 1,198         | 100              | 1,607                              | 1,619         |
| 62               | 0,851                              | 0,849         | 82               | 1,234                              | 1,238         | 102              | 1,65                               | 1,662         |

Таблица 4.7

**Значения поправочного коэффициента  $\phi_1$  при движении  
теплоносителя по схеме «снизу-вниз»**

| $\Theta$ ,<br>°C | $\phi_1$ для моделей<br>радиаторов |               | $\Theta$ ,<br>°C | $\phi_1$ для моделей<br>радиаторов |               | $\Theta$ ,<br>°C | $\phi_1$ для моделей<br>радиаторов |               |
|------------------|------------------------------------|---------------|------------------|------------------------------------|---------------|------------------|------------------------------------|---------------|
|                  | 10, 11                             | 21, 22,<br>33 |                  | 10, 11                             | 21, 22,<br>33 |                  | 10, 11                             | 21, 22,<br>33 |
| 44               | 0,547                              | 0,544         | 64               | 0,89                               | 0,889         | 84               | 1,267                              | 1,27          |
| 46               | 0,579                              | 0,577         | 66               | 0,926                              | 0,926         | 86               | 1,307                              | 1,31          |
| 48               | 0,612                              | 0,61          | 68               | 0,963                              | 0,963         | 88               | 1,346                              | 1,35          |
| 50               | 0,646                              | 0,644         | 70               | 1                                  | 1             | 90               | 1,386                              | 1,39          |
| 52               | 0,679                              | 0,677         | 72               | 1,037                              | 1,038         | 92               | 1,427                              | 1,43          |
| 54               | 0,714                              | 0,712         | 74               | 1,075                              | 1,076         | 94               | 1,467                              | 1,471         |
| 56               | 0,748                              | 0,747         | 76               | 1,113                              | 1,114         | 96               | 1,508                              | 1,513         |
| 58               | 0,783                              | 0,782         | 78               | 1,151                              | 1,152         | 98               | 1,549                              | 1,554         |
| 60               | 0,818                              | 0,817         | 80               | 1,19                               | 1,191         | 100              | 1,59                               | 1,596         |
| 62               | 0,854                              | 0,853         | 82               | 1,228                              | 1,23          | 102              | 1,631                              | 1,638         |

Таблица 4.8

**Значения поправочного коэффициента  $\phi_2$  при  
движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»**

| $M_{пр}$ |      | $\phi_2$ для моделей радиаторов |       |            |
|----------|------|---------------------------------|-------|------------|
| кг/с     | кг/ч | 10                              | 11    | 21, 22, 33 |
| 0,01     | 36   | 0,624                           | 0,675 | 0,665      |
| 0,02     | 72   | 0,659                           | 0,724 | 0,703      |
| 0,03     | 108  | 0,681                           | 0,754 | 0,727      |
| 0,04     | 144  | 0,697                           | 0,776 | 0,743      |
| 0,05     | 180  | 0,71                            | 0,793 | 0,757      |
| 0,06     | 216  | 0,72                            | 0,808 | 0,768      |
| 0,07     | 252  | 0,729                           | 0,82  | 0,777      |
| 0,08     | 288  | 0,737                           | 0,831 | 0,786      |
| -0,09    | 324  | 0,744                           | 0,841 | 0,793      |
| 0,1      | 360  | 0,75                            | 0,85  | 0,8        |
| 0,125    | 450  | 0,764                           | 0,869 | 0,814      |
| 0,15     | 540  | 0,775                           | 0,885 | 0,826      |

Примечание. Значение  $\phi_2$  при движении теплоносителя  
«сверху-вниз» равно 1, «снизу-вниз» - 0,96

## 5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

### Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной одноконтурной системы водяного отопления со стальными панельными радиаторами «Stelrad». Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на первом этаже 18-этажного жилого дома, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом «Герц-TS-E» на подводке к прибору. Схема движения теплоносителя «снизу-вверх».

Теплопотери помещения составляют 900 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк  $t_n$  условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку  $\Delta t_{ст}=35^\circ\text{C}$ , температура воздуха в отапливаемом помещении  $t_b=20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, т. е.  $b=1$ . Средний расход воды в стояке  $M_{ст}=354$  кг/ч (0,098 кг/с). Диаметры труб определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально расположенных труб в помещении составляет 3,5 м ( $L_{тр. в}=2,7$  м,  $L_{тр. г}=0,8$  м).

### Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{np}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр. н}, \quad (5.1)$$

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

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

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

$$\text{где} \quad Q_{тр} = q_{тр. в} \cdot L_{тр. в} + q_{тр. г} \cdot L_{тр. г}, \quad (5.2)$$

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

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

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

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

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно (из табл. 1.1) с учётом требования к дизайну жилого помещения выбирается модель радиатора «Compact» 11-300-1000 и принимается соответствующее значение коэффициента затекания  $\alpha_{np} = 0,204$  (по данным табл. 3.3).

Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{ст} = 0,204 \cdot 0,098 = 0,02 \text{ кг/с.}$$

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор

и выходом из него  $\Delta t_{np}$  определяется по формуле

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{652}{4186,8 \cdot 0,02} = 7,8^\circ C, \quad (5.3)$$

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

$$Q_{np}^{расч} = Q_{nom} - Q_{mp.n} = 900 - 248 = 652 \text{ Вт.}$$

Температурный напор  $\Theta$  определяется по формуле (4.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_a = 105 - 3,9 - 20 = 81,1^\circ C.$$

Определяем предварительно требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях  $Q_{np}^{ну.пред.}$  по формуле

$$Q_{np}^{ну.пред.} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{652}{1,216 \cdot 0,724 \cdot 1,04 \cdot 1} = 712 \text{ Вт}, \quad (5.4)$$

где  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  и  $p$  – безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 4.6, 4.8 и 4.4.

$p$  – безразмерный коэффициент, принимаемый по табл. 4.4 (исходя из предварительно выбранного типоразмера радиатора). В нашем случае принимаем  $p=1,04$ .

Исходя из полученного значения  $Q_{np}^{ну.пред.}$  и желаемой длины прибора (900-1200 мм), согласно табл. 1.1 принимаем предварительно к установке модель «Comract» и соответствующий типоразмер 11-300-1000 с  $Q_{ny} = 791 \text{ Вт}$ .

С учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева радиатора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 50 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

Если запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в следующий конвектор.

Невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{np} - Q_{np}^{ну.пред.}) : Q_{np}^{ну.пред.}] \cdot 100 = 11 \% . \quad (5.5)$$

Поскольку невязка равна 11%, по известным методикам [10], [11] необходимо откорректировать температуру теплоносителя на входе в следующий этажестояк.

Так как коэффициент затекания при установке термостата практически не зависит от длины прибора и значение  $p$  выбрано правильно, к установке окончательно принимаем радиатор «Stelrad Compact» 11-300-1000.

