Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению стальных
секционных трубчатых радиаторов
«Zehnder Charleston Pro»

Москва – 2007

gost.e-ecolog.ru

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает Вашему вниманию рекомендации по применению травмобезопасных высокой антикоррозионной стойкости стальных трубчатых радиаторов элитного класса «Zehnder Charleston Pro», изготовляемых германской фирмой «Zehnder GmbH».

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления, и включают дополнительные материалы согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», тепловые характеристики трубчатых радиаторов при их присоединении к теплопроводам системы отопления по схемам «снизу-вверх» и «снизу-вниз», которые в зарубежных проспектах и каталогах не представляются, а также данные по коэффициентам затекания для случаев установки этих радиаторов в однотрубных системах отопления.

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

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87–1–23, директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу или по тел./факс. (495) 482–38–79, факс. (495) 482-38-67 и тел. (495) 918–58–95.

Основные характеристики радиаторов «Zehnder Charleston Pro»

Наименование показателей	Единица измерения	Величина
Рабочее избыточное давление теплоносителя, не более:	МПа	1,2
Испытательное давление, не менее:	МПа	1,8
Максимальная температура теплоносителя	°С	110
Глубина радиатора (2 типоразмера)	мм	62 и 100
Высота радиатора $H_{ном}$	мм	370 и 570
Длина блока радиатора заводского изготовления	мм	92 – 1840
Коэффициенты местного сопротивления при стандартных схемах бокового подсоединения, расходе теплоносителя 60 кг/ч и подводках d_y 15 мм (d_y 20 мм)	–	2,2 – 2,9 (4,0 – 4,6)
Стандартный цвет покрытия – по грунту порошковая эмаль белого цвета RAL 9016		

© ООО «Витатерм»
2007

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики стальных секционных радиаторов «Zehnder Charleston Pro»	4
2. Гидравлический расчёт	13
3. Тепловой расчёт	23
4. Пример расчёта	28
5. Указания по монтажу стальных секционных радиаторов фирмы «Zehnder Charleston Pro» и основные требования к их эксплуатации	30
6. Список использованной литературы	34
Приложение 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	35
Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	37
Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	38

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ «ZEHNDER CHARLESTON PRO»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению стальных трубчатых секционных радиаторов **«Zehnder Charleston Pro»**, изготавливаемых германской фирмой «Zehnder GmbH» (Zehnder GmbH, Almweg 34, D-77933 Lahr Postfach 2126 D-77911 Lahr, BDR, тел. +49 (7821) 58-63-92, факс +49 (7821) 58-64-06), разработаны ООО «Витатерм» (Россия, 111558, Москва, Зелёный просп., 87-1-23, тел./факс: (495) 482-38-79, факс. (495) 482-38-67, тел.: (495) 918-58-95) на основе проведённых ООО «Витатерм» в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» теплогидравлических и прочностных испытаний представительных образцов названных выше радиаторов по заказу представительства фирмы «Zehnder GmbH» в России – ООО «Цендер ГмбХ» (адрес: Россия, 115419, Москва, 2-ой Рощинский проезд, 8, п/я 116; тел. (495) 232-22-49, факс (495) 232-21-45; gost.e-ecolog.ru).

1.2. Рекомендации разработаны по традиционной для отечественной практики схеме [1] с использованием данных для подбора и проспектных материалов фирмы «Zehnder GmbH», а также рекомендаций по применению радиаторов «Zehnder Charleston» и «Zehnder Charleston Completto» [2].

1.3. Стальные трубчатые секционные **радиаторы «Zehnder Charleston Pro»** (рис.1.1) – **травмобезопасные и гигиеничные, высокой антикоррозионной стойкости отопительные приборы классической формы предназначены для отопления помещений зданий различного назначения, в том числе детских и медицинских.**

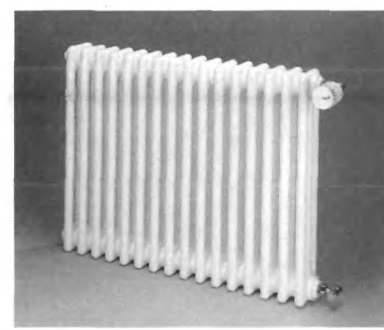


Рис. 1.1. Общий вид радиатора «Zehnder Charleston Pro»

Своей популярностью стальные трубчатые радиаторы обязаны высокому тепловому комфорту, обеспечиваемому этими приборами благодаря оптимальному соотношению лучистой и конвективной составляющих теплового потока.

Высокая антикоррозионная стойкость радиатора «Zehnder Charleston Pro» обеспечивается благодаря специальному слою, нанесённому на всю внутреннюю поверхность радиатора по технологии, запатентованной фирмой «Zehnder GmbH». Этот тонкослойный антикоррозионный барьер имеет два слоя покрытия. Производственный процесс нанесения этого барьера включает очистку и сушку внутренней поверхности, покрытие её слоем «Дакромет», обжиг, нанесение второго антикоррозионного слоя – герметизирующего состава и повторную сушку. Все процессы автоматизированы таким образом, чтобы все производственные параметры контролировались компьютером. Радиатор с таким внутренним покрытием имеет превосходную сопротивляемость коррозии. Схема защитного барьера показана на рис. 1.2.

«Дакромет» - это неорганическое покрытие, используемое во многих отраслях промышленности. Покрытие на водной основе состоит из цинковых и алюминиевых частиц в неорганическом связующем веществе. Покрытие обеспечивает 4 степени антикоррозийной защиты:

1) Защитный барьер: множество накладывающихся друг на друга частиц цинка и алюминия образуют отличный барьер между стальной основой и водой.

2) Гальваническое воздействие: подвергаясь процессу коррозии, цинк надёжно защищает сталь.

3) Травление внутренней поверхности: оксиды металлов на поверхности защитного слоя замедляют процесс коррозии цинка и стали и обеспечивают антикоррозийную защиту, в 3 раза большую, чем чистый цинк.

4) Самовосстановление: повреждённые зоны заполняются оксидами цинка и карбонатами и восстанавливают покрытие и защитный барьер.

Герметизирующий состав кладётся одним слоем на «Дакромет» и обеспечивает дополнительно:

- длительную антикоррозийную защиту;
- длительную биметаллическую защиту;
- длительную сопротивляемость к растворителям;
- уменьшение гидравлического сопротивления;
- повышение сопротивляемости к износу поверхности.

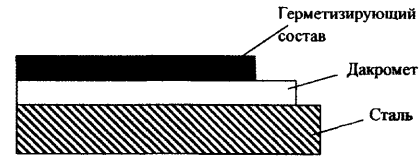


Рис. 1.2. Схема антикоррозионного слоя

Проведённые Пекинским Научно-технологическим университетом испытания («Salt Spray тест») по антикоррозийной стойкости радиаторов «Zehnder Charleston Pro», установленных в системах отопления, подключённых по зависимой схеме, показали, что в течение 2 088 часов не было отмечено следов коррозии на внутренней поверхности этих радиаторов. При тех же условиях нормальная неповреждённая сталь показывает жёлтую коррозию 1Cr17 уже через 63 часа после начала такого тестирования.

В течение трёхлетнего срока эксплуатации этих радиаторов в зависимых системах отопления Китая не было отмечено случаев их коррозии.

Отметим, что защитный слой не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, поскольку не выделяет загрязняющие вещества.

Таким образом, дополнительные мероприятия фирмы «Zehnder GmbH», направленные на повышение антикоррозионной стойкости радиаторов «Zehnder Charleston Pro», позволяют устанавливать эти приборы в любых системах отопления, в том числе присоединённых к системам теплоснабжения по зависимой схеме, и обеспечивают, по данным изготовителя, срок их службы не менее 25 лет.

Радиаторы «Zehnder Charleston Pro» обладают также преимуществами, характерными для радиаторов «Zehnder Charleston». Они имеют достаточно широкий номенклатурный ряд типоразмеров, у них гладкая и травмобезопасная поверхность и высококачественное лаковое покрытие. Эти приборы легко и просто очистить с помощью специальной щётки «Zehnder» из овечьей шерсти.

Помимо указанных выше преимуществ отметим также возможность использования широкого ряда предлагаемых для этих радиаторов аксессуаров. Для радиаторов, устанавливаемых на стойках у сплошного наружного остекления, изготовитель даёт заказчику возможность оснащения прибора отражающим экраном из безопасного прозрачного стекла со скруглёнными углами и толщиной 6 мм с термозащитным слоем. Экран крепится на специальных, поставляемых вместе с радиатором держателях, и размещается между прибором и наружным остеклением, тем самым снижая бесполезные теплопотери, не ухудшая внешний вид радиатора со стороны остекления.

1.4. Основным элементом радиаторов «Zehnder Charleston Pro» является стальная секция, состоящая из 2-х штампосварных головок, одинаковых у верха и низа прибора со стороны его фронта и тыла, соединённых методом электроконтактной сварки с круглыми трубами различной длины в количестве 2 и 3 штуки по глубине секции. Головки изготавливаются из низколегированной стали толщиной 1,5 мм. Трубы имеют наружный диаметр 25 мм и толщину 1,25 мм.

Наружные швы в местах сварки головок и труб отшлифованы и практически незаметны. Отдельные секции длиной 46 мм соединяются в блоки сваркой по всему периметру отверстий головок. Количество секций в блоке определяет длину радиатора в сборе. В крайние отверстия сварных блоков радиаторов вварены втулки с трубной резьбой G 1" у двухтрубной по глубине модели и G 1¼" у трёхтрубной, в которые в зависимости от необходимости ввинчиваются глухие и проходные пробки G ⅜", ½" или ¾".

1.5. Номенклатура радиаторов «Zehnder Charleston Pro» (рис. 1.3 и табл. 1.1) характеризуется количеством труб по глубине секций и номинальной высотой радиатора, которая в ряде случаев отличается от общей строительной (эффективной) высоты радиатора ВН.

Общая длина **L** стальных трубчатых радиаторов «Zehnder Charleston Pro» равна сумме произведения количества секций $\mathbf{n_c}$ на длину секции (L_c=46 мм) и длины 2 пробок (2x14=28 мм), т.е. **L**= BL+28= [(n_c x 46) + 28] ±1%.

На рис. 1.3 и в таблице 1.1 представлены основные технические характеристики и габаритные размеры моделей радиаторов «Zehnder Charleston Pro», имеющихся на складе в Москве в 2006 году.

1.6. Тепловые характеристики радиаторов «Zehnder Charleston Pro» приведены НТФ ООО «Витатерм» по результатам испытаний их представительных образцов, полученным в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» при российских нормативных условиях [3]: разности среднеарифметической температуры теплоносителя в приборе и температуры воздуха в испытательной камере (температурном напоре) Θ=70°С при движении теплоносителя через прибор по схеме «сверху-вниз» и его расходе $M_{пр}$=0,1 кг/с (360 кг/ч) при отнесении значений теплового потока к барометрическому давлению 1 013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

По мере увеличения поставок в Россию радиаторов «Zehnder Charleston Pro» высокой антикоррозионной стойкости их номенклатура будет расширяться.

1.7. Радиаторы «Zehnder Charleston Pro» высокой антикоррозионной стойкости предназначены для работы в системах отопления со следующими параметрами теплоносителя:

- максимальная температура **110°С**;
- максимальное рабочее избыточное давление **1,2 МПа (12 кгс/см^2)** при испытательном избыточном давлении не менее **1,8 МПа (18 кгс/см^2)**;
- допускаемые изготовителем значения **pH** теплоносителя: **5 – 12**.

1.8. Стальные радиаторы фирмы «Zehnder GmbH» поставляются заказчику в виде цельносварных блоков из отдельных секций, поэтому мы будем их называть секционными (блочно-секционными). Максимальное количество сварных секций в приборе 40 шт., т.е. максимальная длина блока 1 840 мм (без пробок).

Сборка блоков осуществляется с помощью ниппелей. Необходимое количество ниппелей (для радиаторов с двумя трубами в секции - 1", для радиаторов с тремя трубами в секции - 1¼") поставляется бесплатно вместе с блоками радиаторов. В качестве уплотнителей допускается использование только фирменных прокладок, поставляемых вместе с радиаторными блоками.

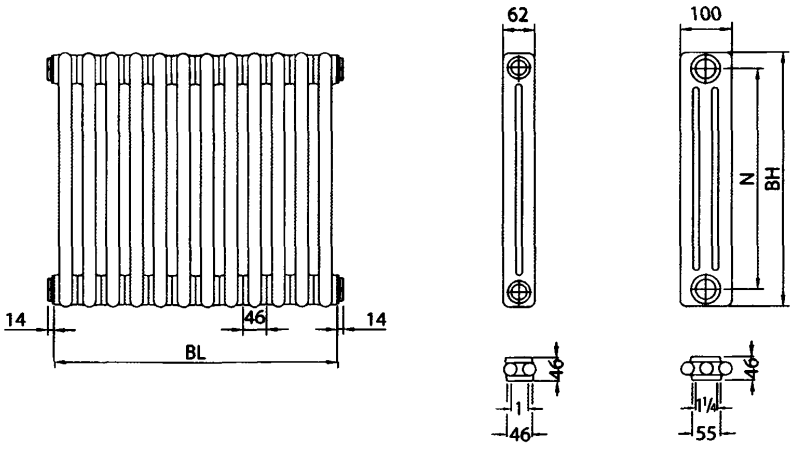


Рис. 1.3. Габаритные размеры радиаторов
«Zehnder Charleston Pro», поставляемых в Россию

Таблица 1.1. Номенклатура и технические характеристики секций радиаторов «Zehnder Charleston Pro»

Наименование показателей	Модель радиатора			
	2036	**2056**	**3037**	**3057**
Эскиз секции радиатора				
Количество колонок в секции, шт.	2	2	3	3
Номинальный тепловой поток секции $q_{ну}$, Вт	43	66	58	87
Теплоплотность, Вт/м	935	1435	1261	1891
Номинальный коэффициент теплопередачи $K_{ну}$, Вт/(м^2·°С)	10,78	10,48	10,36	9,56
Площадь наружной поверхности нагрева секции **f**, м^2	0,057	0,09	0,08	0,13
Объём воды в секции **V**, л	0,42	0,62	0,6	0,9
Масса секции (справочная), кг	0,62	0,96	0,96	1,36
Размеры секции (рис. 1.3), мм: - номинальная высота **H** $_{ном}$ - общая строительная (эффективная) высота **BH** - монтажная высота (межосевое расстояние) **N** - глубина	 360 358 300 62	 560 558 500 62	 370 366 300 100	 570 566 500 100

1.9. Все стальные трубчатые радиаторы имеют высококачественное наружное грунтовочное покрытие. Это обеспечивает эффективную защиту теплоотдающей поверхности от наружной коррозии. После катафорезной термолакировки осуществляется покраска порошковыми эмалями 700 цветов палитры RAL и NCS S в электростатическом поле. По отдельному заказу возможны любые цветовые оттенки. При отсутствии специального заказа радиаторы поставляются окрашенными порошковыми эмалями белого цвета RAL 9016.

1.10. Отопительные приборы поставляются завёрнутыми в термоусадочную плёнку и упакованными в картон U-образного профиля. Упаковка сохраняется на период хранения, транспортировки и монтажа вплоть до окончания отделочных работ. Более подробно об упаковке см. в разделе 5.

При отсутствии специального заказа радиаторы при поставке имеют стандартные комплектацию и расположение присоединительных патрубков:

- радиатор грунтованный и покрытый порошковой эмалью цвета RAL 9016 (белый);
- пробка глухая – 1 шт.;
- пробка проходная (под воздухоотводчик) – 1 шт.;
- пробки проходные с внутренней резьбой ¾" – 2 шт.;
- упаковка – в термоусадочную плёнку и картон U-образного профиля;
- вид подсоединения к системе отопления – боковой по схемам табл. 1.2 (внутренняя резьба 4 x ¾"). Стандартно на склад поставляются радиаторы с подключением по схемам № 120 и 340.

Все входящие в стандартную комплектацию пробки установлены на радиатор перед его заводским испытанием на прочность.

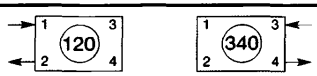
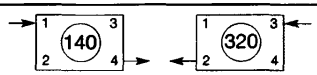
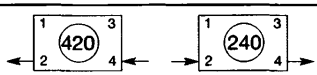
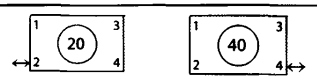
В стандартный комплект поставки крепления не входят. При заказе следует указать необходимый вид крепления в соответствии с табл. 1.3 и 1.4.

По дополнительному заказу (по спецификации) потребитель может получить:

- воздухоотводчик;
- набор кронштейнов или стоек для крепления радиатора (табл. 1.3 и 1.4);
- цвет окраски на выбор из 700 цветов палитры RAL и NCS S;
- спрей для подкрашивания радиаторов.

1.11. На схемах в табл. 1.2 показаны возможные варианты подключения радиаторов «Zehnder Charleston Pro» к системам отопления.

Таблица 1.2. Варианты подключения радиаторов «Zehnder Charleston Pro» к подводящим теплопроводам систем отопления

Виды подсоединения	Схемы
Одностороннее (стандартное)	
Разностороннее по схеме «сверху-вниз» (по заказу)	
Разностороннее по схеме «снизу-вниз» (по заказу)	
Боковое горизонтальное под вентиль типа «Рапира» (по заказу)	

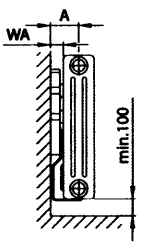
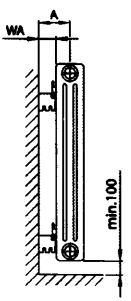
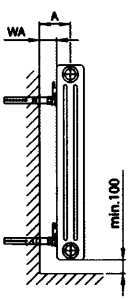
Номер схемы подключения радиатора определяется расположением его присоединительных патрубков. На схеме дано трёхзначное (или двузначное) число, первые две (или первая) цифры означают номера присоединительных патрубков, а третья цифра (или вторая) – вид подсоединения (0 – боковое одностороннее и разностороннее). Специальный термостат типа «Рапира» позволяет подключать радиатор по одноузловой схеме 20 или 40.

1.12. В табл. 1.3 и 1.4 представлены основные виды настенных и напольных креплений, используемых при установке радиаторов фирмы «Zehnder GmbH», в том числе и радиаторов «Zehnder Charleston Pro». Желаемые наборы креплений можно заказать, указав название крепления (например, набор CVD), при этом необходимое количество креплений (в зависимости от количества секций в приборе) будет приложено к радиатору. Тип крепления определяет расстояние от радиатора до стены (см. табл. 1.4). Держатель ВН входит в комплект с креплениями CVD и ВКЕ. Если масса радиатора превышает 100 кг, рекомендуется использовать наборы креплений ТКА, а применение креплений CVD и ВКЕ ограничено.

Таблица 1.3. Виды крепления радиаторов «Zehnder Charleston Pro»

Вид крепления		Конструкция стены
SSK	настенное, с неподвижной фиксацией	бетонная, кирпичная, деревянная
CVD	настенное	бетонная, кирпичная, деревянная
ВКЕ	настенное	гипсокартонная с теплоизоляцией
STF	напольное приварное	-
HFK	напольное, регулируемое по высоте	-
ВН	держатель радиатора при настенной установке (у верхнего или нижнего края)	-

Таблица 1.4. Схемы крепления радиаторов «Zehnder Charleston Pro»

Тип крепления	SSK		CVD 1		ВКЕ	
Эскиз						
Расположение креплений	Вверху: – Внизу: SSK		Вверху: ВН + CVD 1 Внизу: ВН + CVD 1		Вверху: ВН + ВКЕ Внизу: ВН + ВКЕ	
Кол-во труб по глубине секции	WA, мм	A, мм	WA, мм	A, мм	WA, мм	A, мм
2	20	51	43	74	35-65	66-96
3	20	70	43	93	35-65	85-115

1.13. Условные обозначения радиаторов «Zehnder Charleston Pro» при заказе должны соответствовать указанному ниже примеру:

Радиатор «Charleston Pro» 3057-10-120- ¾ "-Ral 9016-CVD, где:

3 – количество труб по глубине секции;

057 – трёхзначное число, характеризующее номинальную высоту радиатора в см (057 см);

10 – количество секций в приборе;

120 – номер подсоединения по табл. 1.2;

¾ " – внутренняя резьба;

Ral 9016 – стандартная окраска порошковой эмалью в белый цвет;

CVD – тип крепления по табл. 1.3 и 1.4.

1.14. Стальные радиаторы «Zehnder Charleston Pro» могут применяться в двухтрубных и однотрубных системах отопления зданий различного назначения.

Радиаторы могут быть использованы как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления.

Для повышения эксплуатационной надёжности современные системы отопления рекомендуется оснащать закрытыми расширительными сосудами и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления без ухудшения качества теплоносителя. Помимо использования в системе отопления традиционных воздухосборников каждый стальной радиатор необходимо оснащать **воздухогазоотводчиком.**

Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [4] с учётом требований, приведённых в 5 разделе настоящих рекомендаций.

1.15. На рис. 1.4 представлены некоторые традиционные схемы систем отопления, в которых используются секционные радиаторы, причём при двухтрубной системе отопления (рис. 1.4 а) показаны два варианта размещения на подводках запорно-регулирующей арматуры: проходного термостата и циркуляционного тормоза в первом случае и только одного термостата во втором.

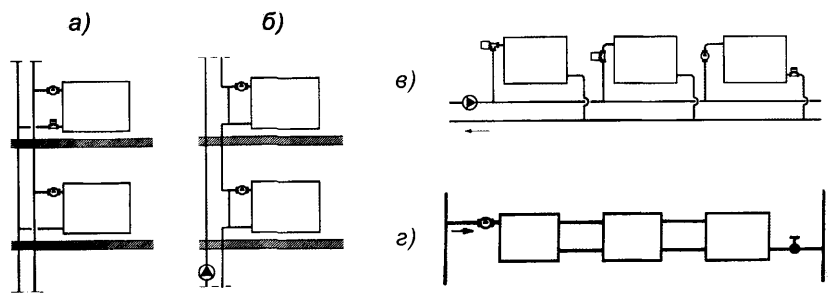


Рис. 1.4. Варианты присоединения секционных радиаторов «Zehnder Charleston Pro» к теплопроводам систем отопления: а, б - вертикальные двухтрубная и однотрубная: в, г - горизонтальные

1.16. Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене или на стойках у стены (окна). Длина радиатора по возможности должна составлять не менее 75% длины светового проёма, причём размещать радиатор рекомендуется по его середине. Если эти рекомендации не выполняются, то микроклимат помещения и отопительный эффект радиаторов ухудшаются, поэтому при

подборе радиаторов целесообразно начинать выбор с типоразмеров наименьших глубины и высоты.

1.17. Конструкция радиаторов «Zehnder Charleston Pro» позволяет, как указывалось, осуществлять подключение к теплопроводам систем отопления по схемам, приведенным на рисунках в табл. 1.2, наиболее используемым в российском строительстве. Эти схемы рекомендуется использовать в насосных системах отопления при длине радиатора до 1,6 м, т.е. при количестве секций не более 34. При большей длине прибора применяется диагональное подсоединение теплопроводов по схемам 140 и 320 или 420 и 240. Отметим, что в гравитационных системах одностороннее присоединение рекомендуется применять при количестве секций не более 24 шт.

1.19. При соединении длинных приборов на сцепках (с диаметром 1" или 1¼") рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов.

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

Согласно СНиП [5] отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что МГСН 2.01-99 [6] более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов.

По данным ООО «Витатерм», при полном закрытии регулирующей арматуры, установленной на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 и 20 мм составляет 25-45 %. Это объясняется тем, что по верхней части нижней подводки горячий теплоноситель попадает в прибор, а по нижней части той же подводки заметно охлаждённый возвращается в стояк или разводящий теплопровод. Поэтому ООО «Витатерм» рекомендует монтировать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору или устанавливать дополнительно циркуляционный тормоз (рис. 1.4 *а*).

В современной практике обвязки отопительных приборов часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках. Обычно для этой цели используются запорные клапаны, поскольку термостат не является запорной арматурой. Поэтому запорная арматура может быть установлена как на нижней, так и на верхней подводке (перед термостатом по ходу теплоносителя). **Установка любой запорно-регулирующей арматуры на замыкающих участках** в однотрубных системах отопления ***категорически не допускается***. Для отключения радиатора без слива воды из него достаточно перекрыть только нижнюю подводку.

При установке группы радиаторов на горизонтальной проточной ветви (рис. 1.4 *г*) рекомендуется использовать один термостат при условии, что суммарная тепловая нагрузка на ветвь не должна превышать 5 кВт.

Подробные сведения о термостатах приведены в разделе 2.

1.21. В случае размещения термостатов в нишах для отопительных приборов или перекрытия их декоративными экранами или занавесками необходимо предусмотреть установку термостатической головки с выносным датчиком.

1.22. В последнее время в отечественной практике находят всё более широкое применение квартирные системы отопления со скрытой напольной или плинтусной разводкой теплопроводов и донным их присоединением к радиаторам с помощью специальной гарнитуры. В этом случае удобно использовать также клапаны одноузлового подключения («Рапира»). На рис. 1.6 показана схема поквартирной системы отопления с плинтусной (периметральной) двухтрубной разводкой теплопроводов.

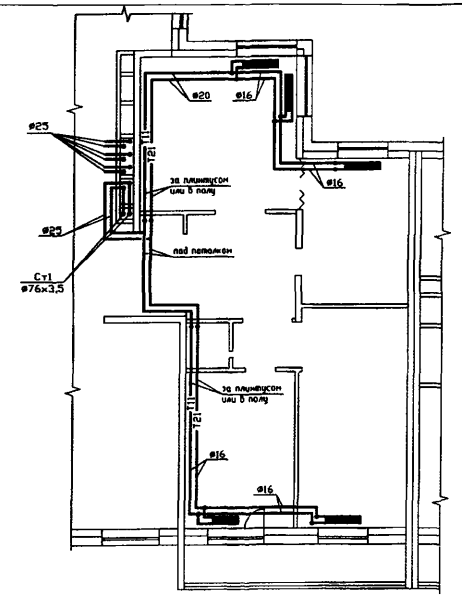


Рис. 1.6. Двухтрубная система отопления с периметральной разводкой теплопроводов по квартире

Для уменьшения бесполезных теплопотерь стояки размещаются вдоль внутренних стен здания, например, на лестничных клетках или в специальных технических нишах.

Стояки присоединяются к поквартирным распределительным коллекторам. Для разводки теплоносителя обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы. Применяются также теплопроводы из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб. Разводящие теплопроводы, как правило, теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах, в оболочках из гофрированных полимерных труб и заливают цементом высоких марок с пластификатором с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм по специальной технологии. При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов).

1.23. Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены необходимой запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей расчётные расходы теплоносителя по стоякам и спуск воды из них при необходимости. Для этих целей могут быть использованы запорные и балансировочные вентили.

1.24. Справки о ценах радиаторов «Zehnder Charleston Pro» можно получить в представительстве фирмы «Zehnder GmbH» (реквизиты в п. 1.1).

1.25. Радиаторы «Zehnder Charleston Pro» сертифицированы в России в системе ГОСТ Р.

1.26. Фирма «Zehnder GmbH» постоянно работает над совершенствованием своих отопительных приборов и оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию изделий и технологический регламент их изготовления в любое время без предварительного уведомления, если только они не меняют основных характеристик продукции.

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

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в нормативной и справочно-информационной литературе [5] и [7], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

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

$$\Delta P = S \cdot M^2 \qquad (2.1)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R \cdot L + Z, \qquad (2.2)$$

где ΔР - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

S=A ζ′ - характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)^2;

А - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)^2 (принимается по приложению 1);

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

λ - коэффициент трения;

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

$\lambda / d_{вн}$ - приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м (см. приложение 1);

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

Σζ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

М - массный расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па .

2.2. Гидравлические характеристики радиаторов получены по методике НИИсантехники [8], позволяющей определять приведённые коэффициенты сопротивления $\zeta_{ну}$ и характеристики сопротивления $S_{ну}$ при нормальных условиях (при $M_{пр}$=0,1 кг/с через прибор) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных гладких (новых) труб на подводках к испытываемым приборам достигают значений, соответствующих эквивалентной шероховатости, равной 0,2 мм и принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

2.3. В табл. 2.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов «Zehnder Charleston Pro» при нормативном расходе горячей воды через прибор ($M_{пр}$=0,1 кг/с), характерном для однотрубных систем отопления, при условии прохода всего теплоносителя из стояка через прибор, а также при $M_{пр}$=0,017 кг/с, характерном для двухтрубных систем, которые усреднены для радиаторов с количеством секций от 4 и более. Представленные данные можно принимать как при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз», так и при схеме «снизу-вверх», а также при схеме «снизу-вниз» при количестве секций в радиаторе от 6 до 40.

Таблица 2.1. Усреднённые гидравлические характеристики стальных секционных радиаторов «Zehnder Charleston Pro»

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя		Коэффициент местного сопротивления ζ при условном диаметре подводок d_y и количестве труб n по глубине секции				Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с)^2, при условном диаметре подводок d_y и количестве труб n по глубине секции			
	кг/ч	кг/с	d_y=15 мм		d_y=20 мм		d_y=15 мм		d_y=20 мм	
			n=2	n=3	n=2	n=3	n=2	n=3	n=2	n=3
«сверху-вниз» и «снизу-вверх»	360	0,1	1,7	1,5	2,2	1,9	2,33	2,06	0,91	0,78
	60	0,017	2,9	2,2	4,6	4,0	3,97	3,01	1,9	1,65
«снизу-вниз»	360	0,1	1,8	1,6	2,6	2,2	2,47	2,19	1,07	0,91
	60	0,017	3,0	2,8	3,8	3,6	4,11	3,84	1,57	1,48

Определение гидравлических характеристик радиаторов в пределах расходов воды через прибор от 0,01 до 0,15 кг/с (от 36 до 540 кг/ч) возможно по зависимостям в логарифмических координатах, построенным по реперным точкам (при $M_{пр}$=0,017 кг/с и 0,1 кг/с). С допустимой для практических расчётов погрешностью в большинстве случаев проектирования систем отопления возможна и линейная интерполяция в диапазоне, ограниченном реперными точками.

2.4. Для ручного регулирования теплового потока радиаторов используют краны по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп», «Хаймайер» и «Хоневелл» (Германия), RBM (Италия), «Комап» (Франция) и др.

В табл. 2.2 приведены усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления полностью открытых клапанов для ручной регулировки RBM (Италия), определённые в ООО «Витатерм» при температуре воды 60-80°С. При температуре воды 20-30°С гидравлические характеристики возрастают в среднем на 5%.

Таблица 2.2. Усреднённые значения коэффициентов местного сопротивления итальянских клапанов RBM для ручного регулирования

Условный диаметр, мм	Коэффициенты местного сопротивления ζ вентилей	
	прямых	угловых
15	28	16
20	11,5	5

2.5. Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (термостаты) «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" (совпадающие для обоих размеров гидравлические характеристики представлены на рис. 2.1), RTD-N фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.2, а), **AV6** (рис. 2.3 а) фирмы «Овентроп», термостаты фирм «Комап», «Хаймайер», «Хоневелл» и др.

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.1, 2.2 (а) и 2.3 (а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°С). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°С), 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°С), а иногда допускается настройка на 3К (3°С). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.1 линия «максимального подъёма» штока термостата при режиме настройки на 2К показывает существенно большее значение перепада давления при том же расходе воды, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

2.6. Для широко используемых в России однотрубных систем отопления можно рекомендовать термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G (рис. 2.2, б), марки **М** (рис. 2.3 б) и AZ фирмы «Овентроп», «ГЕРЦ-TS-E» (рис. 2.4), типа **Н** фирмы «Хоневелл» и типа «Super» фирмы «Хаймайер».

Представленные на рис. 2.2 (б) наклонные линии определяют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках с условным диаметром 15, 20 и 25 мм в режиме настройки на 2К (2°С).

На рис. 2.3 (б) представлены гидравлические характеристики термостатов **М** для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К и установке на подводках условным диаметром 15 и 20 мм (эти характеристики для обоих диаметров при настройке на эти режимы практически совпадают), а также при полном открытии клапана (отдельно при условных диаметрах подводок 15 и 20 мм).

На рис. 2.4 наклонные линии определяют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подводках диаметром до 25 мм практически совпадают.

На рис. 2.1 и 2.4 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов от расхода воды, с линией ΔP=1 бар=100 кПа указаны значения расходных коэффициентов K_v [$(м^3/ч)\cdot бар^{-1/2}$]. Для однотрубных систем отопления рекомендуется применять термостаты с $K_v \geq 1{,}2$ $(м^3/ч)\cdot бар^{-1/2}$ [9].

На рис. 2.2 (а) и 2.3 (а) показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень шума не превышается, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 0,015-0,03 МПа (1,5-3 м вод. ст.) Отметим, что для обеспечения нормальной работы термостата перепад давления на нём должен быть не менее 0,003-0,005 МПа (0,3-0,5 м вод.ст.).

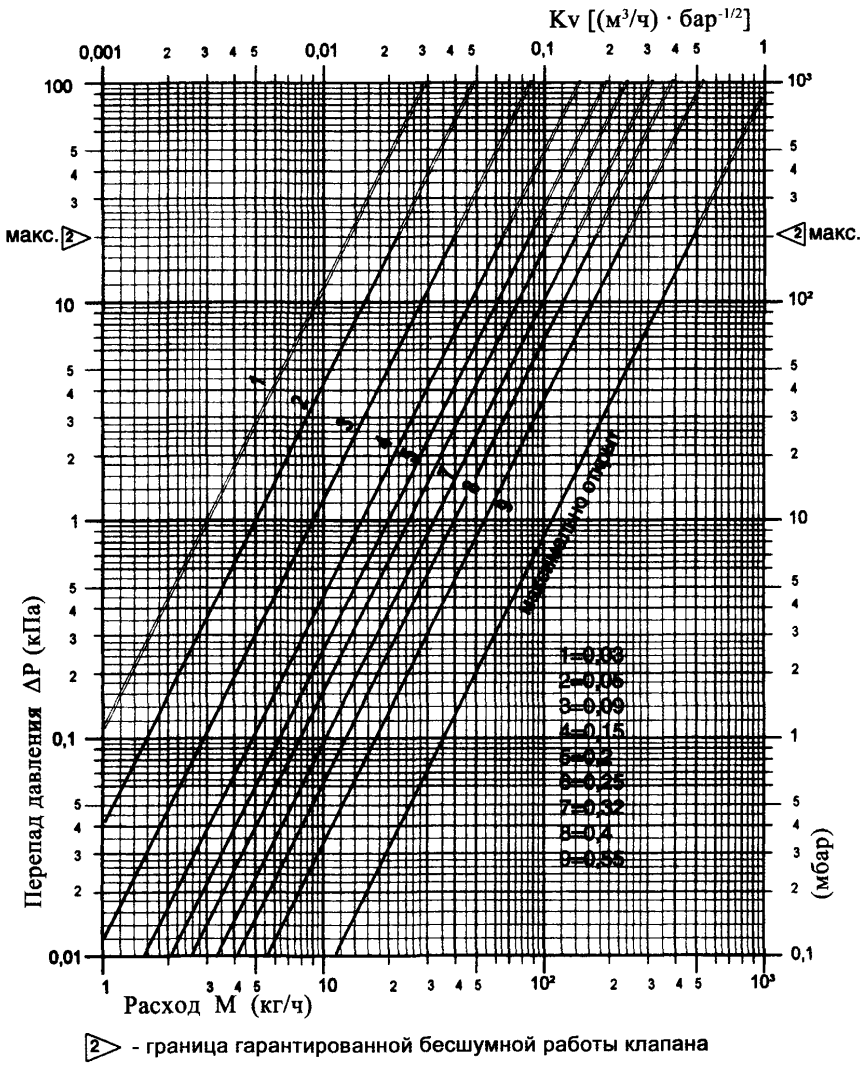
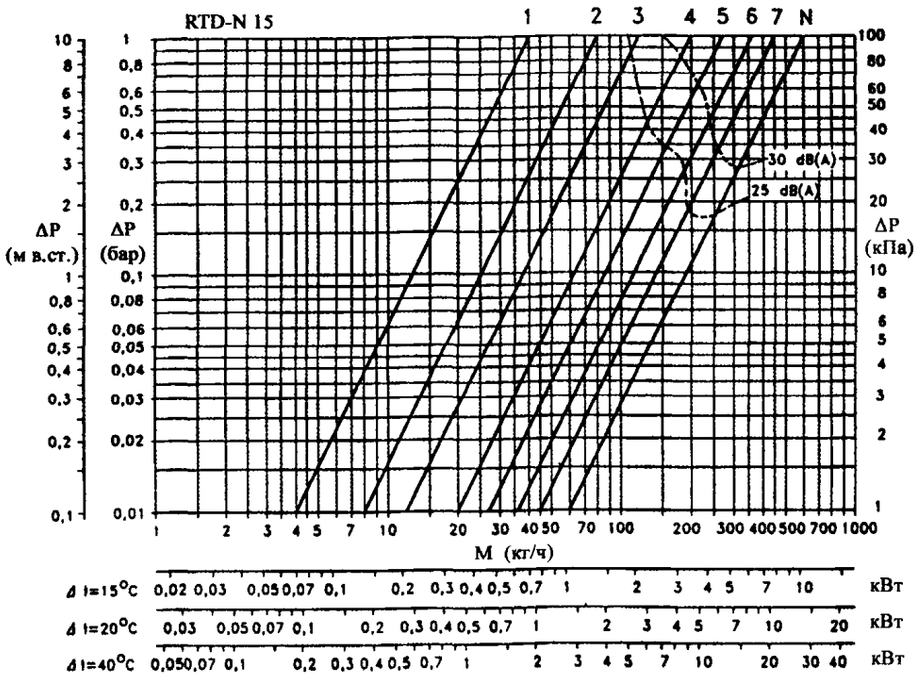


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с настройкой на режим 2К (2°С) и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)

а.



б.

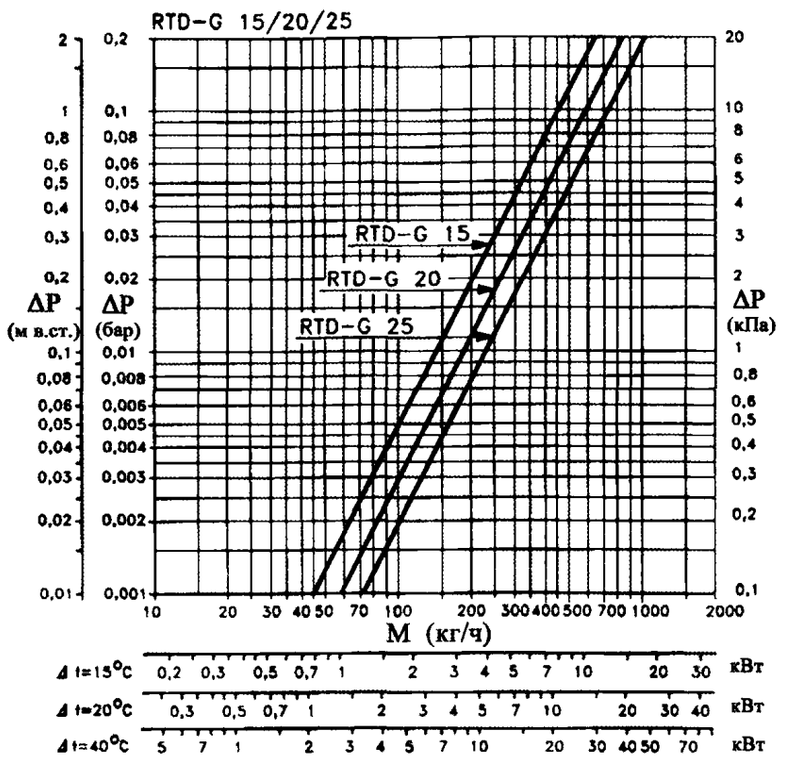
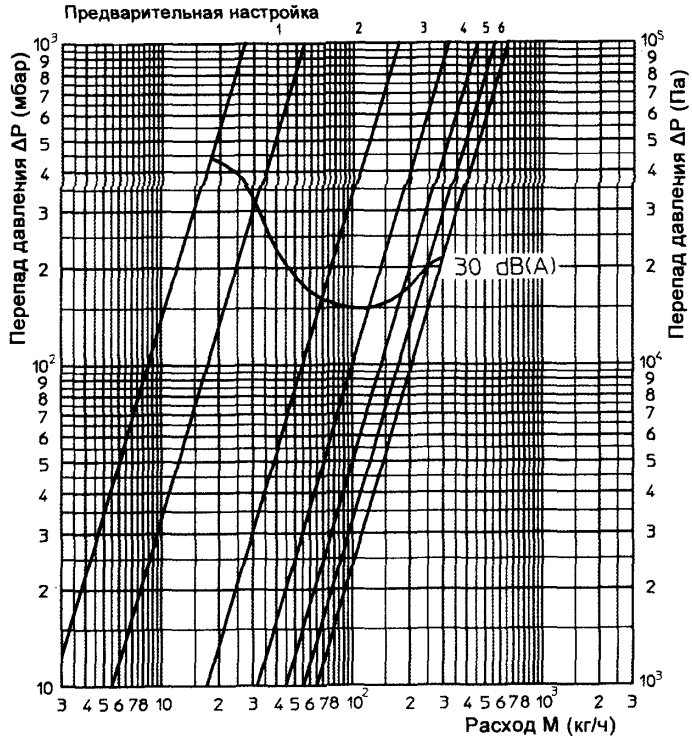


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»:
а – RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм;
б – RTD-G для гравитационных и насосных однотрубных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при настройке на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

а.



б.

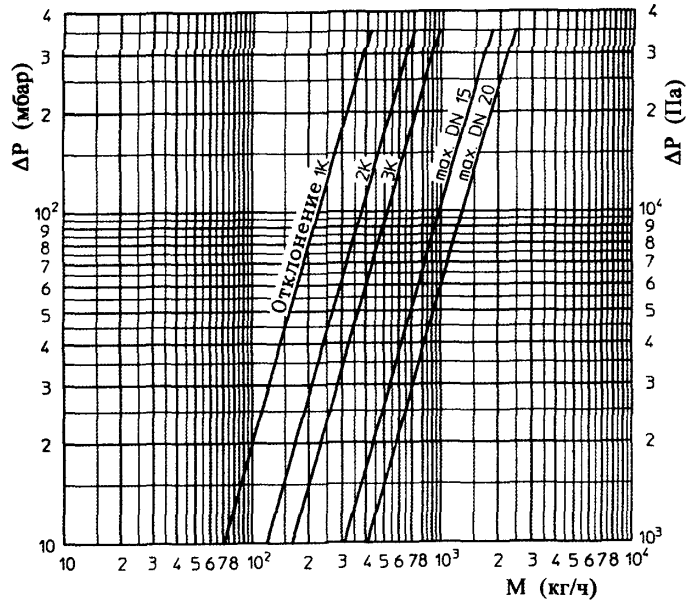
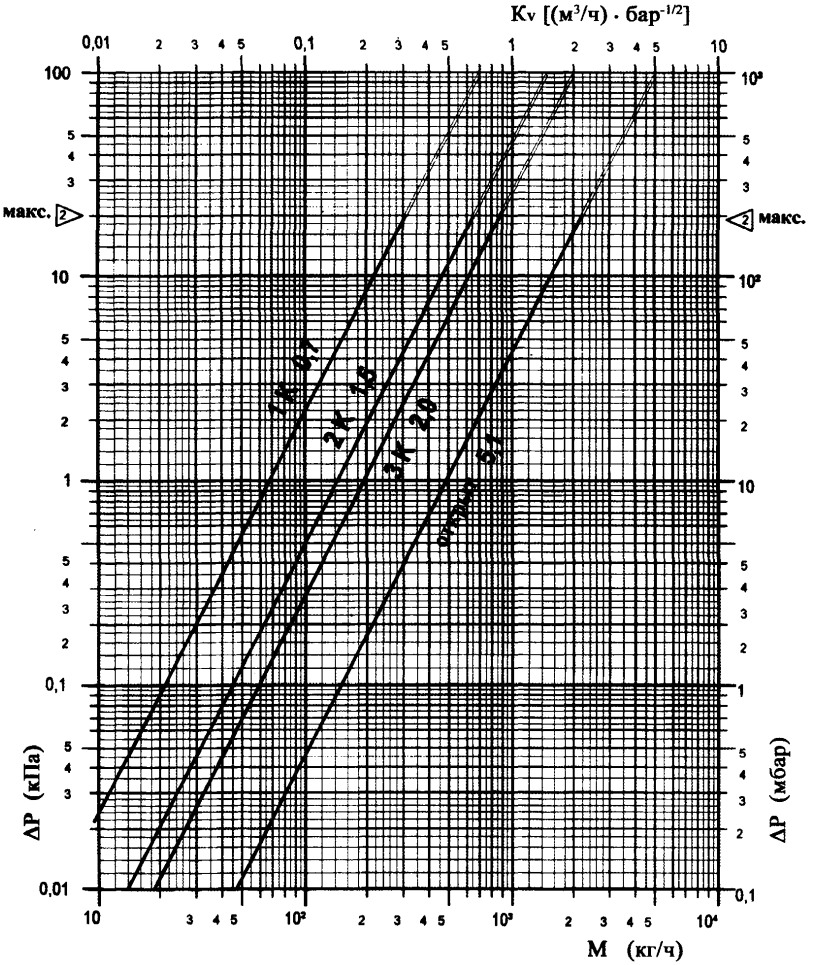


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов фирмы «Овентроп»:
а – **AV6** для двухтрубных систем отопления;
б – **M** для однотрубных систем отопления



Примечание к диаграмме. ***Стрелками указаны предельные значения перепада давления (0,2 бар), при котором уровень звукового давления не превышает 25 дБ (А).***

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

В однотрубных системах целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ», «Овентроп» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами, определяющие перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

Донное подключение радиаторов можно осуществить, как указывалось, с помощью специальной гарнитуры, поставляемой изготовителями термостатов как для традиционного бокового подключения, так и одноузлового через нижнюю боковую пробку с помощью клапана «Рапира».

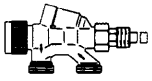
2.7. Фирма «Zehnder GmbH» при оснащении радиаторов «Zehnder Charleston Pro» запорно-регулирующей арматурой обычно ориентируется на номенклатуру терморегуляторов фирмы «Овентроп». В таблице 2.4 указаны наиболее распространённые типы угловых и проходных клапанов этой фирмы, применяемых в отечественной практике. В таблице 2.5 представлен специальный клапан «Рапира», используемый для одноузлового бокового подсоединения радиаторов «Zehnder Charleston Pro» по схемам 20 и 40 (см. табл. 1.2).

Таблица 2.4. Угловые и проходные клапаны фирмы «Овентроп», устанавливаемые в насосных системах отопления

Тип системы	Тип клапана	Назначение	Исполнение	Диаметр
Двухтрубная	**AV6**	Для термостата с предварительной настройкой	Угловой	$Д_у$10-$Д_у$32 $Д_у$15(НР3/4)
			Проходной	
	ADV6	Для термостата с предварительной настройкой и аварийным снижением расхода	Угловой	$Д_у$10-$Д_у$20
			Проходной	
	HRV	С ручным приводом и предварительной настройкой	Угловой	$Д_у$10, $Д_у$15
			Проходной	
Однотрубная и двухтрубная	**A**	Для термостата	Угловой	$Д_у$10-$Д_у$20 $Д_у$15(НР3/4)
			Проходной	
	HA	С ручным приводом	Угловой	$Д_у$10-$Д_у$25
			Проходной	
Однотрубная	**AZ**	Для термостата	Угловой	$Д_у$10- $Д_у$32
			Проходной	
	M	Для термостата	Проходной	$Д_у$15, $Д_у$20

Примечание: НР3/4 – наружная резьба ¾"

Таблица 2.5. Клапан типа «Рапира» фирмы «Овентроп» (для радиаторов длиной не более 1,2 м)

Эскиз	Наименование и краткая характеристика
	Для однотрубных систем отопления с функцией отключения. Макс. температура 120°С, макс. раб. изб. давление 1 МПа. Для горизонтального нижнего присоединения к отопительному прибору G ½ (наружная резьба), для присоединения к подводкам G ¾ (наружная резьба).

2.8. При оснащении радиаторов термостатами целесообразно учитывать рекомендации по их использованию в системах водяного отопления [9].

2.9. Поскольку при полном закрытии термостата, установленного на верхней боковой подводке, остаточная теплоотдача радиатора при условном диаметре подводок 15 и 20 мм составляет 25-40% от расчётной, для её уменьшения рекомендуется применять простейшие термостаты без монтажной регулировки с установкой их на верхней подводке в комбинации с циркуляционным тормозом или со специальным клапаном для предварительной настройки и отключения на нижней подводке, например, клапаном «Combi» фирмы «Овентроп». Более подробные сведения о номенклатуре запорно-регулирующей арматуры фирмы «Овентроп» можно получить в представительстве фирмы.

2.10. При поставке радиаторов фирмы «Zehnder GmbH» в комплекте с терморегулирующими клапанами (по специальному заказу) термостатическая головка с жидкостным датчиком поставляется также по заказу. Выбор определяет заказчик с учётом дизайна и стоимости головки. При отсутствии специального заказа изготовитель поставляет термостатический элемент «Uni LH» фирмы «Овентроп».

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

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

где $\alpha_{пр}$ - коэффициент затекания воды в прибор;
$M_{ст}$ - массный расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления при одностороннем подключении радиаторного узла, кг/с.

2.12. Значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ для радиаторов «Zehnder Charleston» при различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зу}$) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке на подводках термостатов уменьшенного гидравлического сопротивления с подъёмом штока клапана над его седлом $X_р$, мм, при настройке терморегулятора на режим 2К представлены в табл. 2.6.

Значения коэффициентов затекания при установке термостатов определены, как указывалось, при их настройке на режим 2К (2°С), т.е. на положение частично открытого клапана, из которого термостат полностью перекрывает движение воды при превышении заданной температуры воздуха в помещении на 2°С (на 2К). Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания по-

требная площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте, исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерном для отечественной практики инженерных расчётов в случае применения обычных кранов и клапанов [9].

Таблица 2.6. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем водяного отопления с радиаторами «Zehnder Charleston Pro»

Тип регулирующей арматуры и фирма-изготовитель	Значения $\alpha_{пр}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{ст}$ x $d_{зу}$ x $d_{п}$ (мм)		
	15x15x15	20x15x15	20x15x20
Фирма **«Овентроп»**: тип **M** с жидкостным датчиком при Хр=0,44 мм	0,225	0,185	0,24
Фирма **«Овентроп»**: тип **AZ** с жидкостным датчиком при Хр=0,44 мм	0,21	0,175	0,22
Фирма **«Данфосс»**: тип **RTD-G** с газоконденсатным датчиком при Хр=0,57 мм	0,235	0,195	0,27
Фирма **«ГЕРЦ Арматурен»**: тип **«ГЕРЦ-TS-E»** с жидкостным датчиком при Хр=0,44 мм	0,245	0,2	0,25
Фирма **«ГЕРЦ Арматурен»**: тип **«ГЕРЦ-TS-E»** с жидкостным датчиком при Хр=0,7 мм	0,36	0,29	0,37

2.13. При проведении гидравлических расчётов значения удельных скоростных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для стальных теплопроводов систем отопления принимаются по приложению 1, для медных – по приложению 2.

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб приведены в ТР 125-02 [10], для металлополимерных труб аналогичные данные имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах, поставляющих металлополимерные теплопроводы.

2.14. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [7].

2.15. Производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом, необходимо увеличивать на 10-12%, а их напор на 50-60%.

3. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной литературе [5], [7], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

3.2. При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам. Первый из них β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от количества труб в секции радиатора по табл. 3.1, а второй - β_2 – от доли увеличения теплопотерь через зарадиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 3.1.

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

При введении поправочных коэффициентов β_1 и β_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 их нагрузкам.

Таблица 3.1. Значения коэффициентов β_1 и β_2

Количество труб в секции, шт.	β_1	β_2 при установке	
		у наружной стены	у наружного остекления
2	1,005	1,02	1,07
3	1,01	1,015	1,05

3.3. Тепловой поток Q, Вт, радиаторов «Zehnder Charleston Pro» при условиях, отличных от нормальных (нормированных), определяется по формуле

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

$$= K_{ну} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \ , \qquad (3.1)$$

где $Q_{ну}$ - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию $q_{ну}$, Вт, (см. табл. 1.1), на количество секций в приборе n, Вт;

Θ - фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

$$\Theta = \frac{t_н + t_к}{2} - t_п = t_н - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_п . \qquad (3.2.)$$

Здесь

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

$t_п$ - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении $t_в$, °С;

$\Delta t_{пр}$ - перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора, °С;

70 - нормированный температурный напор, °С;

с - 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. 3.2);

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

$M_{пр}$ - 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 с учётом уменьшения доли лучистой составляющей по отношению к конвективной в общей теплопередаче радиатора с увеличением количества труб по глубине секции (принимается по табл. 3.3);

β_3 – безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 3.4);

р – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи радиатора от числа колонок в нём при движении теплоносителя «снизу-вверх», (принимается по табл. 3.5);

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$ – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 3.6, 3.7 и 3.8);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{пр}/0{,}1)^m$ – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя через прибор от нормального (принимается по табл. 3.9);

$K_{ну}$ – коэффициент теплопередачи прибора при нормальных условиях, определяемый по формуле или по табл. 3.10

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

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

3.4. Коэффициент теплопередачи прибора К, Вт/(м^2·°С) при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{ну} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{пр}/0{,}1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = K_{ну} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \ . \qquad (3.4)$$

3.5. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов «Zehnder Charleston Pro» с номинальной высотой 370 и 570 мм значения показателей степени ***n*** и ***m*** и коэффициента ***c*** зависят не только от исследованных диапазонов изменения Θ и $M_{пр}$, но также от высоты и длины прибора. Для

упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены.

Значения φ_1 в табл. 3.7 для случаев движения теплоносителя по схеме «снизу-вверх» в радиаторах всех моделей определены при усреднённых значениях (1+n) =1,3, а при движении теплоносителя по схеме «снизу-вниз» значения φ_1 принимаются по табл. 3.8.

Значения φ_2 в табл. 3.9 для случаев движения теплоносителя по схеме «снизу-вверх» для всех моделей определены при усреднённых значениях c=0,92 и m =0,04. Для всех моделей при движении теплоносителя по схеме «снизу-вниз» в среднем можно принимать φ_2 =0,98. Очевидно, что при стандартной схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» φ_2 =1.

3.6. В случаях применения термостатов с вентилем «Рапира» тепловые показатели радиаторов необходимо впредь до уточнения снижать на 8%.

3.7. Значения коэффициента теплопередачи $K_{ну}$ испытанных образцов радиаторов при нормальных (нормативных) условиях представлены в табл. 1.1.

3.8. При оснащении системы отопления термостатами теплопотери, определённые согласно [7], увеличиваются в 1,15 раза [11]. В случае использования в качестве теплоносителя антифриза «DIXIS 30» теплоотдающую поверхность следует увеличить на 10%, при использовании антифриза «DIXIS TOP» – на 15%.

Таблица 3.2. Значения показателей степени *(1+n)* и *m* и коэффициента *c*

Модель радиатора	Значения показателей при схеме движения теплоносителя								
	сверху-вниз			*снизу-вверх*			*снизу-вниз*		
	1+n	**m**	**c**	**1+n**	**m**	**c**	**1+n**	**m**	**c**
2036	1,25	0	1	1,27	0,04	0,92	1,27	0	0,99
3037	1,27	0	1	1,3	0,04	0,93	1,27	0	0,99
2056	1,27	0	1	1,27	0,04	0,92	1,27	0	0,99
3057	1,27	0	1	1,3	0,04	0,92	1,27	0	0,99

Таблица 3.3. Усреднённый поправочный коэффициент *b*

Атмосферное давление		Значения ***b*** для радиаторов с количеством труб по глубине секции	
гПа	мм рт. ст	2	3
700	933	0,968	0,967
710	947	0,974	0,973
720	960	0,978	0,977
730	973	0,984	0,983
740	987	0,989	0,989
750	1000	0,995	0,994
760	1013,3	1	1
770	1025	1,005	1,005
780	1040	1,011	1,011

Таблица 3.4. Усреднённые значения коэффициента β_3, учитывающего влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток

Количество секций в радиаторе, шт.	2 – 4	5 – 8	9 – 16	17 – 24	25 – 34	35 – 60
β_3	1,04	1,02	1	0,98	0,96	0,95

Примечание: данные таблицы относятся к радиаторам с обвязкой по любой схеме при количестве секций до 34 включительно. При большем количестве секций рекомендуется использовать диагональную схему обвязки радиатора, а при одностороннем подсоединении вводить дополнительно к указанному в табл. 3.4 понижающий коэффициент **(в среднем 0,96)** на значение теплового потока.

Таблица 3.5. Усреднённые значения поправочного коэффициента *p* при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

Количество секций в радиаторе, шт.	2 - 4	5 - 8	9 и более
p	1,04	1,015	1

Таблица 3.6. Значения поправочного коэффициента φ_1 при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз»

Θ, °С	φ_1 для моделей радиаторов	
	2036	3037, 2056, 3057
44	0,56	0,555
46	0,592	0,587
48	0,624	0,619
50	0,657	0,652
52	0,69	0,686
54	0,723	0,719
56	0,757	0,753
58	0,791	0,788
60	0,825	0,822
62	0,859	0,857
64	0,894	0,892
66	0,929	0,928
68	0,964	0,964
70	1	1
72	1,036	1,036
74	1,072	1,073
76	1,108	1,11

Θ, °С	φ_1 для моделей радиаторов	
	2036	3037, 2056, 3057
78	1,145	1,147
80	1,182	1,185
82	1,219	1,223
84	1,256	1,261
86	1,293	1,299
88	1,331	1,337
90	1,369	1,376
92	1,407	1,415
94	1,446	1,454
96	1,484	1,494
98	1,523	1,533
100	1,562	1,573
102	1,601	1,613
104	1,64	1,653
106	1,68	1,694
108	1,72	1,735
110	1,759	1,775

Таблица 3.7. Значения поправочного коэффициента φ_1 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

Θ, °С	φ_1 для моделей радиаторов	
	2036, 2056	3037, 3057
44	0,555	0,547
46	0,587	0,579
48	0,619	0,612
50	0,652	0,646
52	0,686	0,679
54	0,719	0,714
56	0,753	0,748
58	0,788	0,783
60	0,822	0,818
62	0,857	0,854
64	0,892	0,89
66	0,928	0,926
68	0,964	0,963
70	1	1
72	1,036	1,037
74	1,073	1,075
76	1,11	1,113

Θ, °С	φ_1 для моделей радиаторов	
	2036, 2056	3037, 3057
78	1,147	1,151
80	1,185	1,19
82	1,223	1,228
84	1,261	1,267
86	1,299	1,307
88	1,337	1,346
90	1,376	1,386
92	1,415	1,427
94	1,454	1,467
96	1,494	1,508
98	1,533	1,549
100	1,573	1,59
102	1,613	1,631
104	1,653	1,673
106	1,694	1,715
108	1,735	1,757
110	1,775	1,8

Таблица 3.8. Значения поправочного коэффициента φ_1 при движении теплоносителя по схеме «снизу-вниз»

Θ, °С	φ_1
44	0,555
46	0,587
48	0,619
50	0,652
52	0,686
54	0,719
56	0,753
58	0,788
60	0,822
62	0,857
64	0,892
66	0,928

Θ, °С	φ_1
68	0,964
70	1
72	1,036
74	1,073
76	1,11
78	1,147
80	1,185
82	1,223
84	1,261
86	1,299
88	1,337
90	1,376

Θ, °С	φ_1
92	1,415
94	1,454
96	1,494
98	1,533
100	1,573
102	1,613
104	1,653
106	1,694
108	1,735
110	1,775

Таблица 3.9. Усреднённые значения поправочного коэффициента φ_2 при движении теплоносителя «снизу-вверх»

$M_{пр}$		φ_2
кг/с	кг/ч	
0,01	36	0,839
0,02	72	0,863
0,03	108	0,877
0,04	144	0,887
0,05	180	0,895
0,06	216	0,901

$M_{пр}$		φ_2
кг/с	кг/ч	
0,07	252	0,907
0,08	288	0,912
0,09	324	0,916
0,1	360	0,92
0,125	450	0,928
0,15	540	0,935

Примечание: при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» φ_2=1, при схеме «снизу-вниз» φ_2 = 0,99

4. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления со стальным секционным трубчатым радиатором «Zehnder Charleston Pro». Радиатор установлен на наружной стене под оконным проёмом без ниши (длиной 1 200 мм) на 17 этаже 17-этажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и оснащён термостатом «М» фирмы «Овентроп» на подводке к прибору. Движение теплоносителя в приборе по схеме «сверху-вниз».

Теплопотери помещения составляют 1 400 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк $t_н$ условно принимается равной 95°С (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст}$=25°С, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_в$=20°С, атмосферное давление воздуха 1 013,3 гПа, т. е. b=1. Расход воды в стояке $M_{ст}$ =0,154 кг/с (554 кг/ч).

Условный диаметр стояка d_y=20 мм и диаметры труб подводок и замыкающего участка d_y=15 мм определены в результате предварительного гидравлического расчёта. Общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,8 м:

$L_{тр\,в}$ =2,3 м (d_y=20 мм), $L_{тр\,в}$ =0,4 м (d_y=15 мм), $L_{тр.\,г}$ =0,5 м (d_y=20 мм), $L_{тр.\,г}$ =0,6 м (d_y= 15 мм).

Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр\,п}\ , \qquad (4.1)$$

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

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

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

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

где $$Q_{тр} = q_{тр.в} \cdot L_{тр.в} + q_{тр.г} \cdot L_{тр.г}\ , \qquad (4.2)$$

$q_{тр.в}$ 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.

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр.п}$ при движении теплоносителя «сверху-вниз» определён при температурном напоре $\Theta_{ср.тр} = t_н - t_в = 95 - 20 = 75°C$ (без учёта охлаждения воды в радиаторе), где $t_н$ - температура теплоносителя на входе в этажестояк, °С.

$$Q_{тр.п} = 0{,}9\ [78{,}5 \cdot 2{,}3 + 62{,}8 \cdot 0{,}4 + 1{,}28(78{,}5 \cdot 0{,}5 + 62{,}8 \cdot 0{,}6)] = 274\ Вт.$$

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} = 1400 - 274 = 1126\ Вт.$$

Предварительный расчёт ведём применительно к радиатору с наименьшей глубиной из предложенной номенклатуры (табл. 1.1). Исходя из этого положения, начинаем расчёт с радиатора с монтажной высотой N = 500 мм (модель 2056). По *табл. 2.6 принимаем значение коэффициента затекания* $\alpha_{пр}$ *равным 0,185. Расход* воды через прибор равен $M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} = 0{,}185 \cdot 0{,}154 = 0{,}0285$ кг/с.

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

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{C \cdot M_{пр}} = \frac{1126}{4186{,}8 \cdot 0{,}0285} = 9{,}4°C\ , \qquad (4.3)$$

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

Температурный напор Θ с допустимым приближением (без учёта охлаждения воды в стояке однотрубной системы отопления) определяется по формуле (3.2).

$$\Theta = t_н - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_в = 95 - 4{,}7 - 20 = 70{,}3^{o}C.$$

Определяем предварительно, принимая впредь до уточнения β_3=1, требуемый тепловой поток радиатора при нормальных условиях $Q_{ну}^{тр}$ по формуле

$$Q_{ну}^{тр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3} = \frac{1126}{1{,}005 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \approx 1120 Вт\ , \qquad (4.4)$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 3.6 и 3.9.

Исходя из полученного значения $Q_{ну}^{тр}$, определяем количество секций в радиаторе n_c по формуле

$$n_c = \frac{Q_{ну}^{тр}}{q_{ну}} = \frac{1120}{66} = 17\ шт. \qquad (4.5)$$

В дальнейшем, принимая по табл. 3.4 β_3=0,98, уточняем по формуле (4.4) значение $Q_{ну}^{тр}$ ($Q_{ну}^{тр}$ = 1143 Вт) и необходимое количество секций в радиаторе $n_{уст.}^{пред.}$ по формуле

$$n_{уст.}^{пред} = 1143:66 = 17{,}3 \text{ шт.} \qquad (4.6)$$

Принимаем к установке 17 секций ($Q_{ну}$=1122 Вт).

Напомним, что с учётом рекомендаций [5] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадями поверхности нагрева отопительного прибора допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

В общем случае невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ну} - Q_{ну}^{тр}) : Q_{ну}^{тр}] \cdot 100\% = [(1122–1143):1143] \cdot 100 = -1{,}8\%. \qquad (4.7)$$

При этом длина прибора **L** составляет 810 мм, что составляет 68% подоконного пространства. Учитывая отрицательную невязку, принимаем окончательно к установке 18 секций ($Q_{ну}$=66·18=1 188 Вт), при этом согласно формуле (4.7) невязка составит +3,9%, а прибор перекроет 71% подоконного пространства, что близко к требованиям комфортного размещения радиатора под окном (не менее 75% длины подоконного пространства).

Таким образом, к установке принимаем радиатор **«Zehnder Charleston Pro» модели 2056** с количеством секций 18 шт.

5. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ ФИРМЫ «ZEHNDER GmbH» И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Монтаж стальных секционных радиаторов **«Zehnder Charleston Pro»** производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [12], настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [13].

5.2. Радиаторы поставляются согласно спецификации окрашенными, упакованными в полиэтиленовую плёнку и с двух сторон в картон U-образного профиля, в комплекте с глухой и проходными пробками.

В набор вместе с радиатором включена этикетка с полной информацией об этом радиаторе. Каждый радиатор имеет штрих-код с эксклюзивным номером.

На упаковку радиатора наносится ярлык-наклейка. Эта дополнительная наклейка даёт основную информацию об этом радиаторе: тип / модель / цвет / соединение / размер каждого соединения.

Для поставки оптовому заказчику упакованные радиаторы укладываются на палету, высота которой зависит от высоты контейнера. На палете крепится упаковочный список, который даёт информацию о том, что на ней находится. Палета упакована в картон и эластичную плёнку для защиты от осадков и повреждений. После упаковки палета затягивается пластиковой упаковочной лентой.

5.3. Монтаж радиаторов производится в индивидуальной упаковке (полиэтиленовой плёнке), которая снимается после окончания отделочных работ.

5.4. Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

Минимальное количество кронштейнов в зависимости от модели радиатора и количества секций в нём принимается из расчёта два комплекта кронштейнов на радиатор до 20 секций включительно плюс один комплект кронштейнов на дополнительные секции до 20 включительно. Например, для радиаторов из 28 или 40 секций требуются три комплекта кронштейнов, для радиатора из 50 секций – четыре комплекта.

Варианты крепления радиаторов «Zehnder Charleston Pro» представлены в табл. 1.3 и 1.4.

В комплект крепления входит деталь из пластмассы (прокладка на кронштейн), которая позволяет предохранять секции радиатора от повреждения в момент установки радиатора и в период его эксплуатации при изменении температуры и давления теплоносителя в системе отопления. Тем не менее разметка установки комплектов крепления должна предусматривать их размещение строго между секциями, исключая их установку в упор с трубами секции.

5.5. Радиаторы следует устанавливать на расстоянии не менее 25 мм от поверхности стены [11], [12]. Допускается в помещениях, к которым не предъявляются жёсткие требования по гигиеничности, использовать фирменные кронштейны типа SSK (табл. 1.3), обеспечивающие зазор между радиатором и стеной, равный 20 мм.

5.6. Монтаж настенных радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- удалить упаковку только в необходимых для монтажа местах;
- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);
- установить радиатор на кронштейнах так, чтобы середина условно горизонтальных частей головок радиатора точно легла на крюки кронштейнов во избежание изгиба радиатора при температурном удлинении;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней или верхней подводке краном, вентилем или термостатом;
- установить клапан (клапаны) для выпуска воздуха в верхней пробке (в верхних пробках);
- после окончания отделочных работ снять упаковочную плёнку.

Для исключения искривления радиатора при его транспортировке и монтаже непосредственно на строительном объекте целесообразно переносить радиатор при вертикальном расположении его секций.

5.7. При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора:

- слишком низкого его размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 75% глубины прибора в установке, снижается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;
- установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые зализы (следы) над прибором;
- слишком высокой установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150% глубины прибора в установке, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;

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

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

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

5.8. Длинные трубчатые радиаторы с количеством секций, превышающим 40 шт., собираются из отдельных блоков заводского изготовления на ниппелях. Коллекторы отдельных блоков и ниппеля имеют правую и левую резьбу 1" у двухтрубных по глубине радиаторов и 1¼" у трёхтрубных. С внутренней стороны ниппеля имеются выступы для упора ниппельного ключа. Для достижения герметичности ниппельного соединения необходимо очистить места соединения от грязи и использовать только фирменные ниппеля, прокладки и ключи для сборки. Допустимый момент затяжки при использовании фирменных уплотнителей должен соответствовать данным табл. 5.1. До подключения к системе отопления блоки, собранные на ниппелях, должны быть опрессованы.

Таблица 5.1

Диаметр резьбы втулки секции радиатора	Значения допустимого момента затяжки, Н·м	
	Заглушка и линзовое уплотнение	Ниппель с уплотнителем
1"	30-35	45-55
1 ¼"	50-70	70-80

5.9. Концевые секции трубчатых радиаторов оснащаются только фирменными заглушками и/или переходникми. В зависимости от необходимости переходники и заглушки заказывают с левой или правой резьбой. Внутренняя резьба переходников (проходных пробок) только правая. При их установке необходмо очистить от грязи места соединения и использовать только одну прокладку, не допуская её деформации. Перед закручиванием заглушки или переходника рекомендуется смазать прокладку силиконом или жидким герметиком. Заглушки и переходники скручиваются фирменным ключом не менее, чем на 4 нитки. Применение газовых ключей и аналогичных инструментов недопустимо.

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

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

5.12. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы.

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

5.14. Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к радиатору из системы отопления, особенно в летний период. Возможно отключение радиаторов только на период опрессовки системы отопления.

5.15. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры, как указывалось, должны соответствовать требованиям, приведённым в «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» [4].

Рекомендуется не превышать содержание кислорода в воде систем отопления сверх 0,02 мг/кг [14]. Допустимые значения водородного показателя pH, по данным изготовителя, должны находиться в пределах 5 - 12.

5.16. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе максимального рабочего давления. Давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего [4]. Заметим, что СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке, однако практика и анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение должно находиться в пределах 25%.

5.17. Каждый радиатор независимо от схемы обвязки теплопроводами рекомендуется оснащать воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

5.18. При выборе воздухоотводчиков предпочтение следует отдавать автоматическим воздухоотводчикам, но только при наличии грязевиков и фильтров. Установка этих воздухоотводчиков должна быть произведена таким образом, чтобы ход поплавка в них осуществлялся только в вертикальной плоскости. Если это правило выполнить не удаётся, следует применять ручные воздухоотводчики.

Очень высокая эффективность удаления воздуха и шлама из теплоносителя системы отопления, подключённой по независимой схеме, достигается при использовании универсального сепаратора Spirovent Air & Dirt (на базе использования трубок Spiro с проволочным медным оребрением) и его модификаций.

5.19. Защитный колпачок снимается с корпуса термостата после окончания отделочных работ и обязательно перед заполнением системы отопления теплоносителем и её опрессовкой. Это необходимо для обеспечения надёжного удаления воздуха из радиаторов и всей системы отопления и предотвращения опасности «размораживания» отопительного прибора.

5.20. Термостатическая головка терморегулирующего клапана монтируется после окончания отделочных работ и опрессовки системы отопления.

5.20. Не рекомендуется опорожнять систему отопления со стальными радиаторами более, чем на 15 дней в году.

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

6.25. В системах, заполняемых антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений льном или пенькой. Рекомендуется для этой цели использовать эпоксидные эмали, а также эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров.

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

Среди используемых в России марок антифриза заслуживают внимания «DIXIS 30» (на основе этиленгликоля) и «DIXIS TOP» (на основе пропиленгликоля).

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север»/ В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИсантехники, 1990.

2. Рекомендации по применению стальных секционных трубчатых радиаторов «Zehnder Charleston» и «Zehnder Charleston Completto»/ В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, В.Д.Кушнир.- М.: НТФ ООО «Витатерм», 2005.

3. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИсантехники, 1984.

4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

5. СНиП 41-01-2003. «Отопление, вентиляция и кондиционирование». М., 2004.

6. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. М., 1999.

7. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.

8. Кушнир В.Д., Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным//Сб.тр. НИИсантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35 – 46.

9. Сасин В. И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК. 2004. № 5, с. 64-68.

10. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.

11. СТО НП «АВОК» 4.2.2-2006. Радиаторы и конвекторы отопительные. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2006.

12. СНиП 3.05.01–85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.

13. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.

14. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/Гл. ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

Приложение 1

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

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, M/w		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффиц. гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода d_y	Наружный d	Внутренний $d_{вн}$	$\frac{кг/ч}{м/с}$	$\frac{кг/с}{м/с}$	$A\cdot10^4$, $\frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$A\cdot10^{-4}$, $\frac{Па}{(кг/с)^2}$		$S\cdot10^4$, $\frac{Па}{(кг/ч)^2}$	$S\cdot10^{-4}$, $\frac{Па}{(кг/с)^2}$
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,6	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	1,72	0,223
32	42,5	35,9	3500	0,97	0,39	0,0508	1	0,39	0,051
40	48	41	4650	1,29	0,23	0,0298	0,8	0,18	0,024
50	60	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания:

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

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб S, ζ' и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб ζ при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°С можно с допустимой для практических расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам

$$S = S_т \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.1)$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.2)$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4 , \qquad (П\ 1.3)$$

где $S_т$, ζ'_4 и ζ_4 - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см. , в частности, табл. П 1.1 настоящего приложения).

Значения φ_4 определяются по таблице П 1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы d_y , мм , и расхода горячей воды М со средней температурой от 80 до 90°С .

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°С значения φ_4 определяются по приближённой формуле

$$\varphi_{4(50)} = 1{,}5\ \varphi_4 - 0{,}5 , \qquad (П1.4)$$

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

φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°С, принимаемый по табл. П 1.2 .

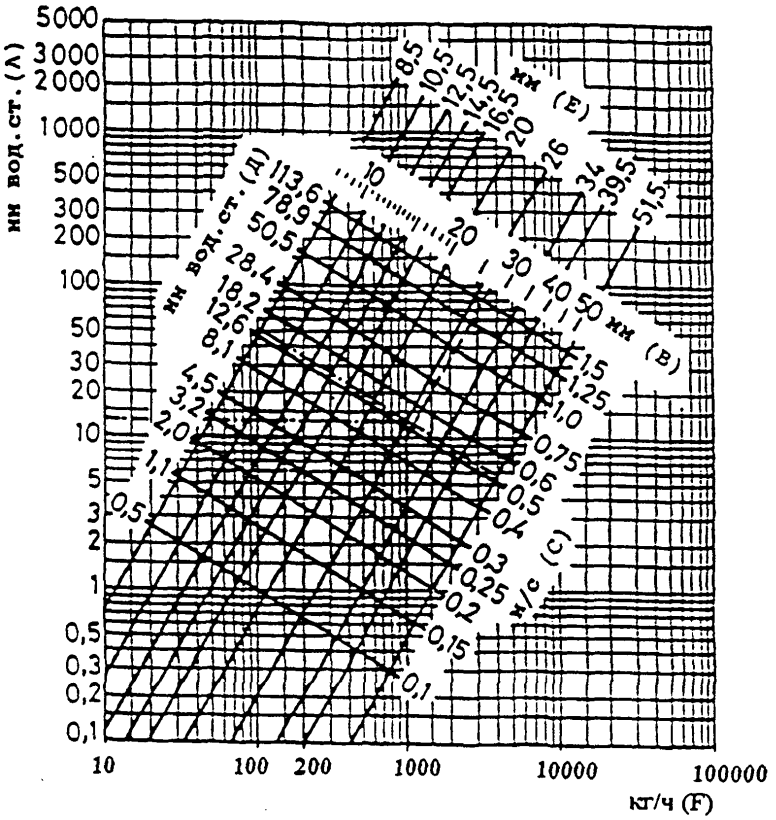
Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

φ_4	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y, мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,0625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

Приложение 2

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



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

В – внутренние диаметры медных труб, мм;

С – скорость воды в трубах, м/с;

Д – потеря давления на местные сопротивления при коэффициенте сопротивления ζ=1 и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;

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

F- расход воды через трубу, кг/ч.

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

Приложение 3

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

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

Примечания.

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

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также многорядных горизонтальных труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб S и их наружного диаметра $d_н$ большем или равном 2,

принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток многорядных по высоте подводок и магистралей, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при $S/d_н \leq 2$ рекомендуется увеличивать в среднем в 1,2.

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

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

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

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

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

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

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

gost.e-ecolog.ru