

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению алюминиевых секционных
радиаторов RADENA

Разработано
Начальник лаборатории испытаний
АНО «Сертификационный центр «Регион-Эксперт»
рег. № РОССТУ.0001.11МЛ11



УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

Предлагаем Вашему вниманию рекомендации по применению в системах отопления литых алюминиевых секционных радиаторов RADENA, разработанных в Италии (завод Galetti S. p.A.) в соответствии с европейскими стандартами качества и с учётом опыта успешной эксплуатации в России алюминиевых радиаторов.

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям, согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», содержат тепловые характеристики секционных радиаторов при их присоединении к теплопроводам системы отопления по схемам «сверху-вниз» «снизу-вверх» и «снизу-вниз».

Проведенные испытания показали высокую прочность и отличные эксплуатационные характеристики радиаторов RADENA.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	4
2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ RADENA	4
3. МОНТАЖ РАДИАТОРА	8
4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ	13
5. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ	15
6. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ	18
УСЛОВИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА	18
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕПЛООВОГО РАСЧЁТА	18
7. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ РАДИАТОРОВ RADENA И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ	19
8. ПРИЛОЖЕНИЯ	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	26
9. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	27
10. ГАРАНТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	28
11. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ДЛЯ РАДИАТОРОВ RADENA	28

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Алюминиевые радиаторы получили широкое распространение в мире более 30 лет назад и зарекомендовали себя как надежные приборы отопления с великолепным дизайном. На европейский рынок изначально поставлялись радиаторы с рабочим давлением 0.6 МПа, что связано с большим объемом малоэтажного строительства в Европе. При адаптации алюминиевых радиаторов к российским условиям были разработаны радиаторы с теми же дизайнерскими решениями, но на рабочее давление 1,6 МПа. Это позволило применять алюминиевые радиаторы, как для малоэтажной застройки, так и для высотного строительства. В настоящее время радиа-

торы постоянно совершенствуются, улучшаются их потребительские свойства. Вашему вниманию предлагается новейшая разработка завода Galetti S. p.A. радиатор RADENA (рис. 1).

Радиаторы могут использоваться для отопления офисных и жилых помещений, производственных помещений различного назначения.

При составлении данных рекомендаций использовались данные завода производителя Galetti S. p.A. и нормативная документация, действующая на территории России.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ RADENA

Алюминиевые секционные радиаторы RADENA - отопительные приборы современного дизайна с монтажной высотой 350, 500 мм с шагом 80 мм.

Секции радиатора изготавливаются из специального алюминиевого сплава методом литья под давлением 10 МПа при температуре 1200°C. Прочностные характеристики сплава указаны в таблице 2 и рис. 2.

Технология производства и литейная форма позволяют иметь один сварочный шов по дну секции, при выполнении которого используется автоматическая контактная сварка в среде инертного газа (TIG — сварка). Сварочный шов имеет равнопрочные с корпусом секции характеристики. Секция имеет шестирядное вертикальное оребрение, определяющее геометрию каналов и способствующее высокому теплообмену радиатора в конвективном потоке нагреваемого воздуха. Конвективная составляющая теплообмена радиатора преобладает над лучистой, обеспечивает тепловую завесу от проникновения холодного воздуха, движущегося от окна, и тем самым создает комфортные условия по всему объему отапливаемого помещения (рис. 2.1).

Соединение секций осуществляется через стальные ниппели с использованием паранитовых прокладок. Радиаторы RADENA после предварительной

Рисунок 1. Вид радиаторов RADENA



физико-химической обработки подвергаются двойной окраске: первый слой наносится анафорезом, обеспечивая антикоррозионную защиту как наружной, так и внутренней поверхности прибора; второй слой образуется порошковой эпоксидной краской, наносимой на наружные поверхности в электростатическом поле. Базовый цвет радиатора – белый. По заказу возможна поставка радиаторов, окрашенных в другой цвет. Наружное покрытие выполнено согласно европейским требованиям по экологии и безопасно для потребителей, не выделяет

вредных веществ при работе отопительного прибора. Рекомендованная изготовителем максимальная температура теплоносителя 110°C. При использовании антифриза максимальная температура 90°C.

Дополнительная защита от коррозии, в том числе внутренней, обеспечивается специальной обработкой используемого для литья алюминиевого сплава, в результате которой содержание цинка в нём понижается до минимума. Это позволяет применять радиаторы RADENA в водяных системах отопления со значением pH 6,5-9 (вместо 7-8 по евростандарту), что отвечает требованиям РД 36.20.501-95 [5] к качеству теплоносителя в отечественных системах отопления. Утолщённые стенки вертикального канала по теплоносителю и горизонтальных коллекторов секции, оптимальное соотношение диаметров

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 2. Характеристики радиаторного сплава.

№	Наименование характеристики	Единицы измерения	Значение характеристики	Примечание
	Химический состав:			
1	Алюминий	%	85-88	
2	Кремний	%	9-10	
3	Марганец	%	0,2-0,5	
4	Железо	%	0,5-0,8	
5	Медь	%	1,5-2,5	
6	Цинк	%	0,5-1	

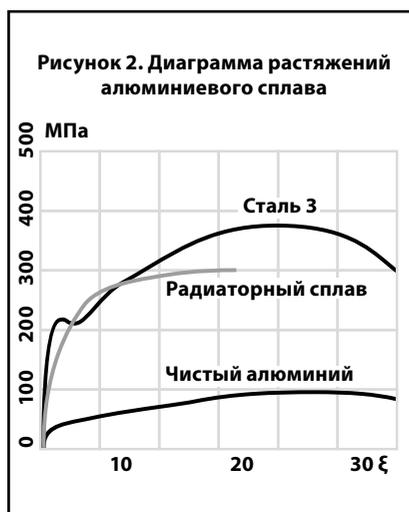
№	Механические характеристики:	Единицы измерения	Значение характеристики	Примечание
7	Предел прочности при растяжении	МПа	230	У чистого алюминия - 65 МПа (см. рис. 2)
8	Условный предел пластичности	МПа	180	У чистого алюминия - 71 МПа (см. рис. 2)
9	Относительное удлинение при разрыве	%	7	
10	Твердость по Бринелю	НВ	75	

овального сечения вертикального канала, обеспечивают высокие прочностные качества радиатора RADENA.

Конструктивные особенности позволяют использовать радиаторы RADENA при рабочем давлении теплоносителя до **1,6 МПа (16 кгс/м²)** с учётом двойной заводской опрессовки радиатора (в сборе до и после окраски) избыточным давлением не менее **2,4 МПа (24 кгс/м²)**.

Плавный профиль оребрения радиатора и закруглённое оформление верхней части секции обеспечивают травмобезопасность прибора, улучшают комфортные условия в отапливаемом помещении и, отводя нагретый воздух в сторону помещения, уменьшают опасность пылевых «заливов» на стене, у которой установлен радиатор.

Высокая теплопроводность алюминиевого сплава и небольшой объём теплоносителя в секции характеризуют малую инерционность радиатора RADENA, что весьма важно при регулировании теплового потока в отапливаемом помещении, особенно при оснащении системы отопления термостатами. Заметным преимуществом алюминиевых радиаторов является их низкая масса, существенно удешевляющая и упрощающая транспортировку и монтаж отопительных приборов.



Каждый радиатор RADENA тщательно упакован, что обеспечивает надежную защиту прибора от повреждений при транспортировке.

Радиатор RADENA герметично упаковывается в воздушно-пузырьковую пленку и внешнюю коробку из плотного картона, усиленного по торцам и углам.

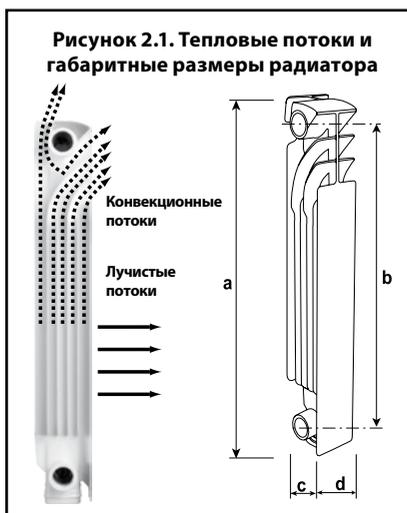
Основные технические характеристики и размеры секции радиатора RADENA представлены в табл. 2.1 и на рис. 2.1.

Приведённые в табл. 2.1 тепловые характеристики радиаторов RADENA определены согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов (теплоноситель – вода) [6] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в радиаторе и температуры воздуха в испытательной камере) $\Theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора $M_{пр}=0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Гидравлические характеристики радиаторов RADENA получены при подводах условным диаметром 15 и 20 мм согласно методике «САНРОС» [7], позволяющей определять приведённые коэффици-

енты сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$ и характеристики сопротивления $S_{\text{ну}}$ при нормальных условиях (при $M_{\text{пр}}=0,1$ 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. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов приведены в разделе 4.

Представленные в табл. 2.1 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз». 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 [6] 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°C (ранее при перепаде 90-70°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 [6] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч) и характерен для однострубных систем отопления. При

испытаниях представительных образцов приборов мощностью 1-1,5 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°C, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по высоте прибора. При этом воздух, поднимаясь при нагреве, встречает теплоотдающую поверхность практически одной и той же температуры, что даёт несколько меньший эффект наружной теплоотдачи по сравнению со случаем омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и, соответственно, большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего

Таблица 2.1. Технические характеристики.

Параметры	Модель	
	R 350	R 500
Максимальное рабочее давление теплоносителя, атм	16	16
Испытательное давление, атм	24	24
Давление на разрыв, атм	50	50
Теплоотдача одной секции, Вт	165	192
Максимальная температура теплоносителя, °C	110	110
Содержание кислорода в теплоносителе, не более мг/л	0,02	0,02
Значение водородного показателя, pH	6,5-9	6,5-9
Емкость одной секции, л	0,275	0,330
Масса одной секции, кг	1,05	1,35
Межосевое расстояние (b), мм	350	500
Присоединительная резьба входных и выходных отверстий, дюйм	1	1
Высота секции (a), мм	431	581
Глубина секции (c), мм	85	85
Ширина секции (d), мм	80	80
Цвет	RAL 9016	RAL 9016

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

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 ниже.

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

Алюминиевые секционные радиаторы RADENA заводской сборки поставляются с количеством секций 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Каждый радиатор необходимо доукомплектовать следующим набором:

- проходная пробка диаметром 1/2" или 3/4" (переходник «радиатор-труба») - 2 шт. ,
- глухая пробка (заглушка) - 1 шт.,
- пробка с клапаном для выпуска воздуха (газа) - 1 шт.,
- кронштейн настенный - 2 шт.,
- прокладка паронитовая (под пробки) - 4 шт.



Переходники во избежание электрохимической коррозии покрыты специальным цинко-кадмиевым сплавом, что, наряду с высоким качеством алюминиевого сплава, используемого для литья секций, позволяет применять радиаторы RADENA при различных видах теплоносителя: горячей воде, паре низкого давления и антифризе.

Таблица 2.2. Основные технические характеристики алюминиевых радиаторов RADENA

Radena 350/80										
Межосевое расстояние (A), 350 мм, высота (B) 427 мм, глубина (C) 85 мм										
Количество секций	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина (D), мм	80	320	400	480	560	640	720	800	880	960
Вес, кг	1,05	4,2	5,25	6,3	7,35	8,40	9,45	10,5	11,55	12,6
Емкость, л	0,3	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
Теплоотдача (при Q 70° C), Вт	165	660	825	990	1155	1320	1485	1650	1815	1980
Отапливаемая площадь, м ²	1,6	6,6	8,2	9,9	11,5	13,2	14,8	16,5	18,1	19,8

Radena 500/80										
Межосевое расстояние (A), 500 мм, высота (B) 577 мм, глубина (C) 85 мм										
Количество секций	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина (D), мм	80	320	400	480	560	640	720	800	880	960
Вес, кг	1,4	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,4	16,8
Емкость, л	0,36	1,44	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	3,96	4,32
Теплоотдача (при Q 70° C), Вт	192	768	960	1152	1344	1536	1728	1920	2112	2304
Отапливаемая площадь, м ²	1,9	7,6	9,6	11,5	13,4	15,3	17,3	19,2	21,1	23

3. МОНТАЖ РАДИАТОРА

Алюминиевые секционные радиаторы RADENA применяются в двухтрубных и однотрубных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. На рис. 3.1 дана схема гравитационной системы отопления жилого одноэтажного дома с радиаторами RADENA.

Котлы зарубежных производителей обычно оснащены встроенным в кожух закрытым расширительным сосудом. Для повышения надёжности и долговечности систем отопления закрытый расширительный сосуд рекомендуется ставить и при использовании отечественных котлов. Очевидно, при этом надобность в открытом расширительном баке отпадает.

Для повышения эксплуатационной надёжности алюминиевые радиаторы RADENA рекомендуется использовать в закрытых системах отопления, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами.

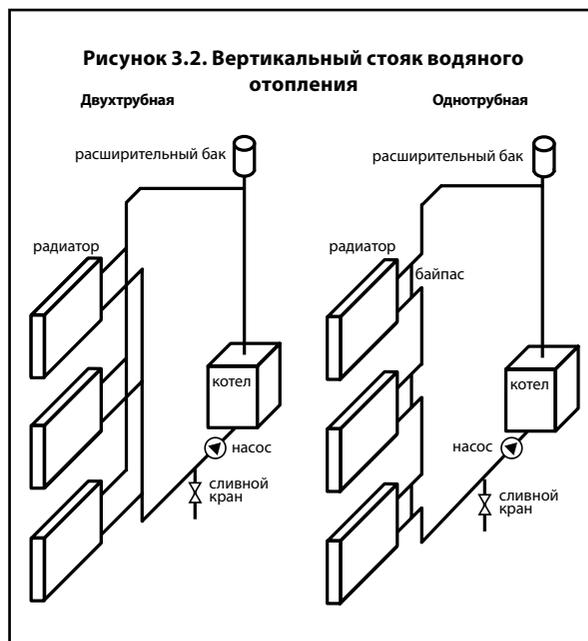
Согласно СНиП [8], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей



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] более жёстко требует установку термостатов у отопительных приборов.

Рекомендуемые схемы вертикальных стояков систем отопления представлены на рис. 3.2.

Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене (рис. 3). Длина радиатора должна составлять не менее 75% длины светового проёма. Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть односторонним и разносторонним.



МОНТАЖ РАДИАТОРА

При одностороннем присоединении труб не рекомендуется устанавливать радиаторы с большим количеством секций. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при числе секций в радиаторах RADENA более 24, а в гравитационных системах - более 12, рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения (рис. 3.3)

В системах отопления с искусственной циркуляцией при числе секций в радиаторах RADENA менее 24, а в гравитационных системах - менее 12, можно применять одностороннюю схему присоединения (рис. 3.4).

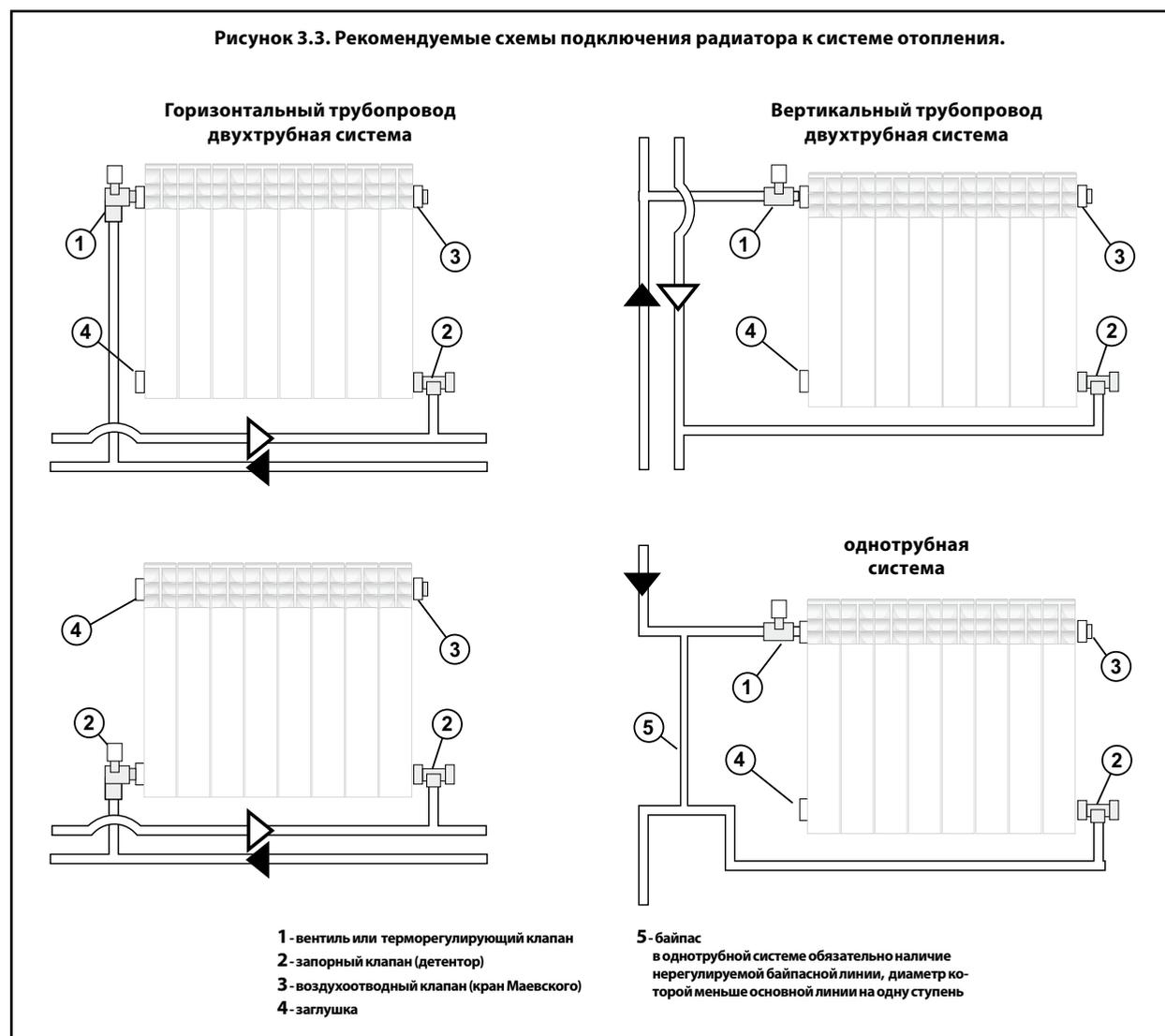
Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам или встроенных в прибор.

Для ручного регулирования используют краны для ручной регулировки фирм ICMA Rubinetterie (Италия), «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп» (Германия), RBM (Италия) и др.

Для автоматического регулирования температуры в системах отопления рекомендуются терморегуляторы (термостаты) типа «ICMA Rubinetterie». Ниже представлены расходные характеристики запорной арматуры «ICMA Rubinetterie».

Наклонные линии (1,2,3...) на (диаграммах 2 и 4, стр. 11, 12) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°C) для $G^{3/8}$, $G^{1/2}$, $G^{3/4}$. 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 общеприня-

Рисунок 3.3. Рекомендуемые схемы подключения радиатора к системе отопления.



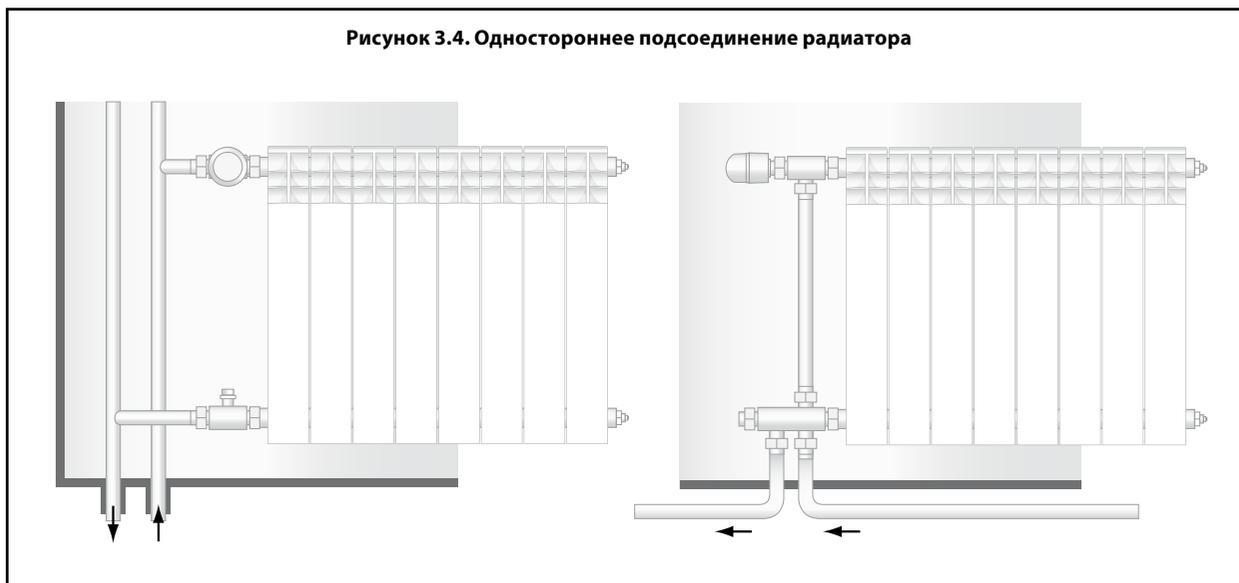
тое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по желанию её повышать. В ряде случаев осуществляется более точная настройка на 1К (1°C) (диаграмма 1 и 3, стр. 11, 12), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше.

В последнее время в отечественной практике находит всё более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и их донное присоединение к радиаторам через специальные коллекторы: одноузловые, присоединённые с одной стороны к нижнему патрубку радиатора, и со специальным транзитным вертикальным подводящим теплопроводом, обеспечивающим наиболее рациональную схему движения теплоносителя в радиаторе «сверху-вниз». Во всех случаях в верхней противоположной 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 обеспечения подвода воды к прибору по схеме

«сверху-вниз» при напольной и плинтусной разводке теплопроводов удобно использовать также присоединительные наборы «ГЕРЦ-2000» или аналогичные комплекты.

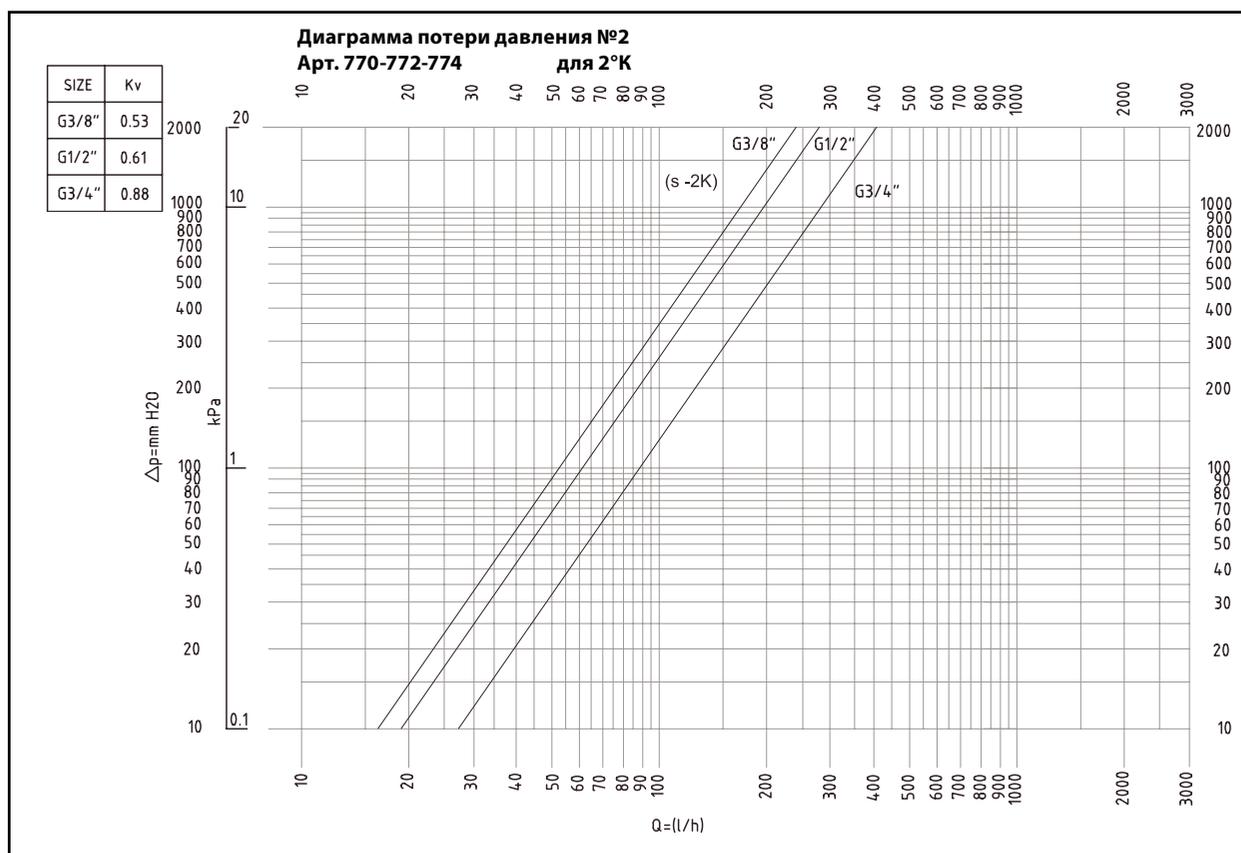
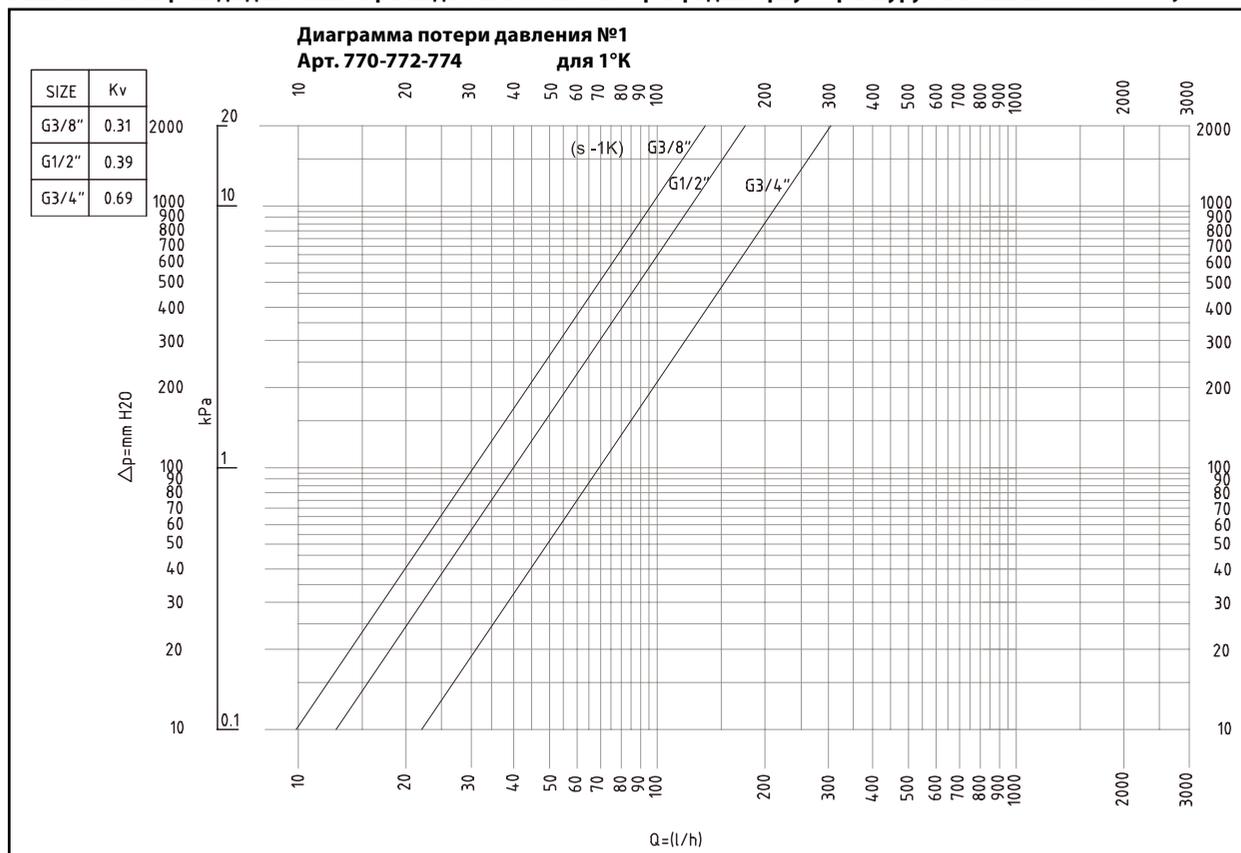
Применяются также, особенно в коттеджах, системы отопления с лучевой напольной разводкой теплопроводов, традиционным боковым подключением отопительных приборов по схеме «сверху-вниз» и с использованием термостатов углового исполнения. Вертикальные стояки для уменьшения бесполезных теплопотерь размещают 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, либо изготовленные из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых 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).

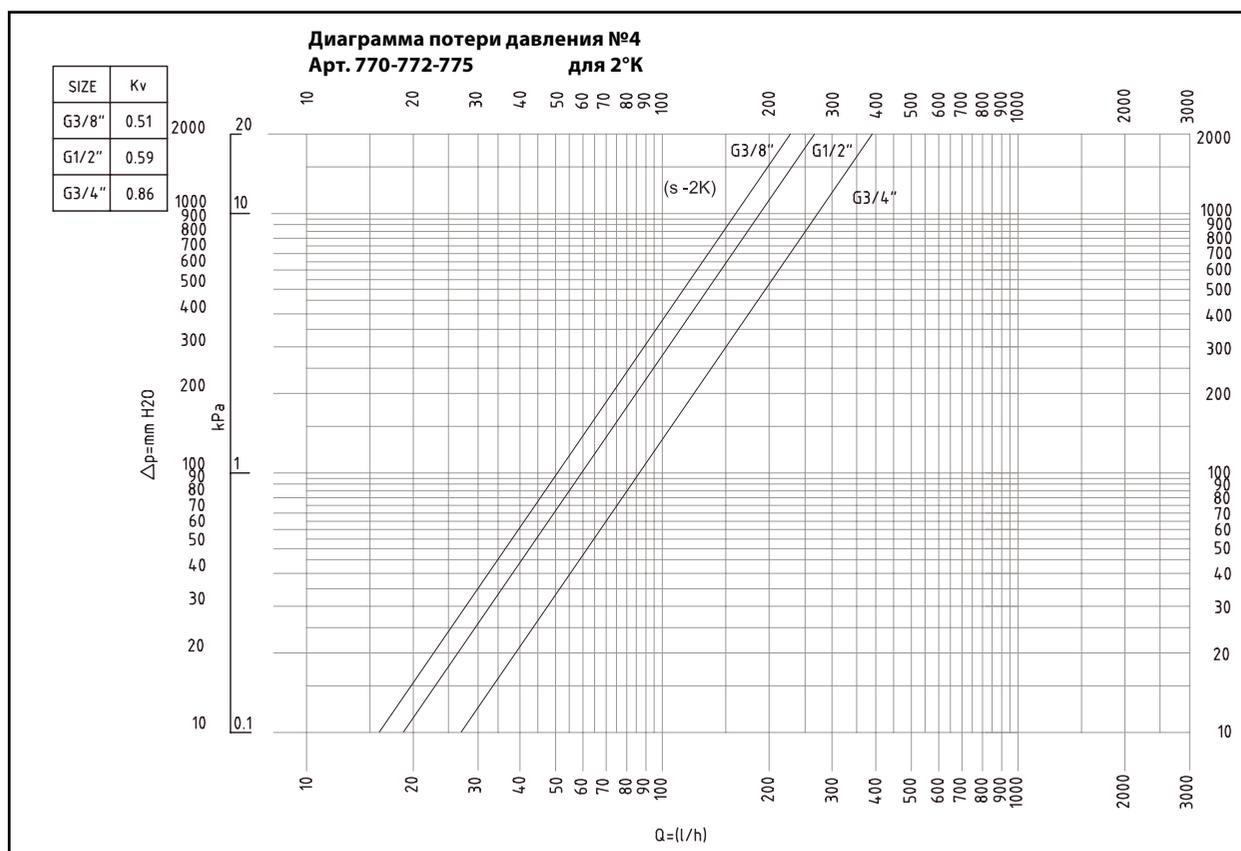
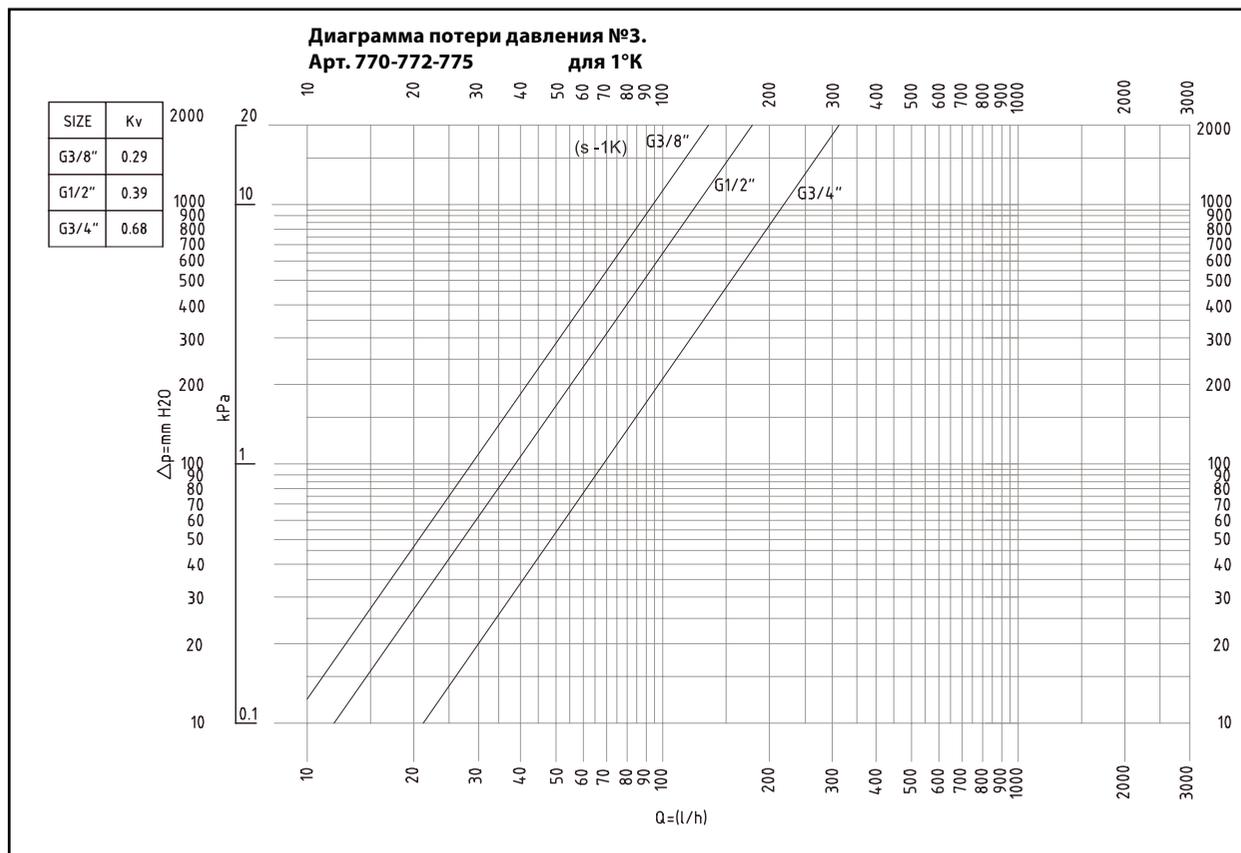
Рисунок 3.4. Одностороннее подсоединение радиатора



МОНТАЖ РАДИАТОРА

Зависимость перепада давления от расхода теплоносителя через радиаторную арматуру ICMA Rubinetterie Рисунок 3.5





4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

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»

$$\Delta P = S M^2$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R L + Z$$

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

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

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

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

λ - коэффициент трения;

d - внутренний диаметр теплопровода;

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.

В табл. 4.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов RADENA при расходах теплоносителя до 120 кг/ч и выше. В расчётах можно пользоваться усреднёнными значениями этих характеристик. При необходимости их можно интерполировать, исходя из того, что при малых расходах воды через прибор принимали $M_{np} = 60$ кг/ч, а при больших (согласно нормативным требованиям) $M_{np} = 360$ кг/ч. Первое значение соответствует условиям работы радиаторов в двухтрубных системах отопления и в однотрубных, оснащённых термостатами и замыкающими участками. Второе значение отвечает условиям работы в однотрубных системах отопления при протекании всего теплоносителя через прибор.

Значение скоростных удельных давлений и приведённых коэффициентов гидравлического трения для металлополимерных труб имеются в ООО «ВНИИСП» и в других фирмах, поставляющих подобные теплопроводы (Приложение 3).

Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1, «Отопление» [10], для труб PPR (Приложение 4), учитывая условия применения PPR (Приложение 5).

Таблица 4.1. Усреднённые гидравлические характеристики радиаторов RADENA

Схема движения теплоносителя	Количество секций в радиаторе	Коэффициент местного сопротивления ζ_{ny} при условном диаметре подводов		Характеристика сопротивления $S_{ny} \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при условном диаметре подводов	
		$d_y = 15$ мм	$d_y = 20$ мм	$d_y = 15$ мм	$d_y = 20$ мм
при $M_{np} = 360$ кг/ч (0,1 кг/с)					
«Сверху-вниз» и «снизу-вверх»	2	1,6	2,0	2,19	0,82
	3	1,45	1,85	1,99	0,76
	4 и более	1,4	1,8	1,92	0,74
«Снизу-вниз»	5 и более	1,5	2,1	2,06	0,87
при $M_{np} = 60$ кг/ч (0,017 кг/с)					
«Сверху-вниз» и «снизу-вверх»	2	3	4	4,11	1,65
	3	2,7	3,7	3,7	1,52
	4 и более	2,6	3,6	3,56	1,48
«Снизу-вниз»	5 и более	2,8	4,1	3,84	1,69

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

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

В табл. 4.2 приведены усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{\text{пр}}$ для радиаторов RADENA при одностороннем боковом присоединении теплопроводов и различных сочетаниях диаметров

труб стояков ($d_{\text{ст}}$), смещённых замыкающих участков ($d_{\text{з}}$) и подводов ($d_{\text{п}}$) в однотрубных системах отопления.

Значения $\alpha_{\text{пр}}$ при установке термостатов определены при настройке их на режим 2К (2°C).

При подводках $d_{\text{п}}$ 15 мм используются термостаты RTD-G 15 или «ГЕРЦ-TS-E» марки 1 7723 11, при $d_{\text{п}}$ 20 мм - RTD-G 20 или «ГЕРЦ-TS-E» марки 1 7723 02.

Коэффициенты затекания при установке термостатов определены при их настройке на 2К. Очевидно, при таком методе определения коэффициента затекания потребная площадь поверхности нагрева отопительного прибора будет больше, чем при расчёте исходя из гидравлических характеристик полностью открытого клапана, характерного для случаев применения обычных кранов и вентиляй.

Таблица 4.2. Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{\text{пр}}$ узлов однотрубных систем водяного отопления с радиаторами RADENA

Тип регулирующей арматуры	Значения $\alpha_{\text{пр}}$ при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{\text{ст}} \times d_{\text{з}} \times d_{\text{п}}$ (мм)		
	15x15x15	20x15x15	20x15x20
Термостат RTD-G фирмы «Данфосс»	0,24	0,195	0,265
Термостат «ГЕРЦ-TS-E» фирмы «ГЕРЦ Арматурен»	0,25	0,2	0,252
Термостат MAX фирмы «Овентроп»	0,23	0,19	0,245

5. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [8] и [10], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях. Согласно табл. 1 приложения 12 в 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 β_1 зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от модели радиатора по табл. 3, а второй - β_2 - от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения также по табл. 5.1

Таблица 5.1. Значения коэффициентов β_1 и β_2

Модель радиатора	β_1	β_2	
		У наружной стены	У наружного остекления
350	1,02	1,02	1,07
500	1,05		

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

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

где:

$Q_{\text{н}}$ - номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию $q_{\text{н}}$ (см. табл. 2.2), на количество секций в приборе N , Вт.

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

$$\Theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{п}} = t_{\text{н}} - \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{2} - t_{\text{п}}, \quad (4.2)$$

здесь:

$t_{\text{н}}$ и $t_{\text{к}}$ - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

$t_{\text{п}}$ - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении $t_{\text{в}}$, °С;

$\Delta t_{\text{пр}}$ - 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. 5.2);

n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимается по табл. 5.2);

$M_{\text{пр}}$ - фактический массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

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

b - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 5.3);

β_3 - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 5.4);

p - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи секционного радиатора от числа секций в нём при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» (принимается по табл. 5.5);

при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вниз» $p=1$;

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 5.6 – 5.8);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{\text{пр}}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массового расхода теплоносителя от нормального с учётом схемы движения теплоносителя (принимается по табл. 5.9);

$K_{\text{н}}$ - коэффициент теплопередачи радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле

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

F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, равная произведению количества секций N на площадь поверхности нагрева одной секции f . Коэффициент теплопередачи радиатора K , Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

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

Согласно результатам тепловых испытаний образцов радиаторов RADENA с монтажной высотой 350 и 500 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 даже длины прибора. Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей, по возможности, были усреднены.

Таблица 5.2 Усреднённые значения показателей степени n и m и коэффициента c при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах

Схема движения теплоносителя	Модель радиатора	n	m	c
Сверху-вниз	350	0,3	0	1
	500	0,33	0	1
Снизу-вверх	350	0,33	0,08	0,93
	500	0,35	0,1	0,92
Снизу-вниз	350	0,3	0	0,98
	500	0,3	0	0,95

Таблица 5.3. Усреднённый поправочный коэффициент b , с помощью которого учитывается влияние расчётного атмосферного давления воздуха на тепловой поток радиатора

Атмосферное давление	гПа	920	933	947	960	973	987	1000	1013,3	1040
	мм рт. ст	690	700	710	720	730	740	750	760	780
b		0,957	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	0,993	1	1,012

Таблица 5.4. Значения коэффициента β_3 , учитывающего влияние числа колонок в радиаторе на его тепловой поток

Число колонок в радиаторе, шт.	Монтажная высота, мм	3	4	5-6	7-10	11-13	14 и более
β_3	350	1,02	1,01	1,005	1	0,99	0,98
	500	1,03	1,015	1	0,995	0,99	0,98

Таблица 5.5. Значение поправочного коэффициента p при схеме движения теплоносителя «снизу-вверх»

Модель Радиатора (H)	Значения p при числе секций в радиаторе				
	2	3	4	5	6 и более
350	1,015	1,01	1	1	1
500	1,035	1,025	1,02	1,01	1

Таблица 5.6. Значения поправочного коэффициента ϕ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора Θ между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз»

$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для модели радиатора		$\Theta, ^\circ\text{C}$	ϕ_1 для модели радиатора	
	350	500		350	500
44	0,547	0,539	68	0,963	0,962
46	0,579	0,572	70	1,0	1,0
48	0,612	0,605	72	1,037	1,038
50	0,646	0,639	74	1,075	1,077
52	0,679	0,673	76	1,113	1,115
54	0,714	0,708	78	1,151	1,155
56	0,748	0,743	80	1,189	1,194
58	0,783	0,779	82	1,228	1,234
60	0,818	0,815	84	1,267	1,274
62	0,854	0,851	86	1,307	1,315
64	0,89	0,888	88	1,346	1,356
66	0,926	0,925	90	1,386	1,397

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Таблица 5.7. Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора Θ между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

Θ , °C	φ_1 для модели радиатора		Θ , °C	φ_1 для модели радиатора	
	300,	500,		350,	500,
44	0,539	0,534	68	0,962	0,962
46	0,572	0,567	70	1,0	1,0
48	0,605	0,6	72	1,038	1,038
50	0,639	0,635	74	1,077	1,078
52	0,673	0,669	76	1,115	1,117
54	0,708	0,704	78	1,155	1,157
56	0,743	0,74	80	1,194	1,197
58	0,779	0,776	82	1,234	1,238
60	0,815	0,812	84	1,274	1,279
62	0,851	0,849	86	1,315	1,32
64	0,888	0,886	88	1,356	1,362
66	0,925	0,924	90	1,397	1,404

Таблица 5.8. Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора Θ между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схеме «снизу-вниз»

Θ , °C	44	46	48	50	52	54	56	58
φ_1	0,547	0,579	0,612	0,646	0,679	0,714	0,748	0,783
Θ , °C	60	62	64	66	68	70	72	74
φ_1	0,818	0,854	0,89	0,926	0,963	1,0	1,037	1,075
Θ , °C	76	78	80	82	84	86	88	90
φ_1	1,113	1,151	1,189	1,228	1,267	1,307	1,346	1,386

Таблица 5.9. Значения поправочного коэффициента φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя M_{np} через радиатор при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх»

кг/с	M_{np}	φ_2 для моделей радиаторов	
	кг/ч	350	500
0,015	54	0,8	0,761
0,02	72	0,818	0,783
0,025	90	0,832	0,801
0,03	108	0,845	0,816
0,035	126	0,855	0,828
0,04	144	0,864	0,839
0,05	180	0,88	0,858
0,06	216	0,893	0,874
0,07	252	0,904	0,888
0,08	288	0,913	0,9
0,09	324	0,922	0,91
0,1	360	0,93	0,92
0,125	450	0,947	0,941
0,15	540	0,961	0,958

Примечания. 1. При схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» $\varphi_2 = 1$.

При схеме движения «снизу-вниз» для моделей радиатора: 350 $\varphi_2 = 0,98$, 500 $\varphi_2 = 0,95$

6. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

УСЛОВИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления с алюминиевым секционным радиатором RADENA монтажной высотой 500 мм. Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом фирмы «ICMA» на подводке к прибору. Схема движения теплоносителя «сверху-вниз». Теплотери помещения составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_n условно принимается равной 105°C (без учёта теплотерь 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 $M_{ст}=138$ кг/ч (0,038 кг/с). Диаметры труб стояка, подводок и замыкающего участка определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,5 м ($L_{тр.в}=2,7$ м, $L_{тр.г}=0,8$ м).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п},$$

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

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

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

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

где: $Q_{тр} = q_{тр.в} \cdot L_{тр.в} + q_{тр.г} \cdot L_{тр.г}$,

$q_{тр.в}$ 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.

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр.п}$ 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, $^\circ\text{C}$.

По табл. 4.2 принимаем значение коэффициента затекания $\alpha_{пр}$ равным 0,24. Расход воды через прибор равен:

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} = 0,24 \cdot 0,038 = 0,0091 \text{ кг/с.}$$

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

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{C \cdot M_{пр}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,0091} = 25^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} = 1200 - 248 = 952 \text{ Вт.}$$

Температурный напор Θ определяется по формуле (4.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_b = 105 - 12,5 - 20 = 72,5^\circ\text{C}$$

Определяем предварительно, без учёта неизвестного нам пока значения коэффициента β_3 , требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях по формуле:

$$Q_{пр}^{ну.пред} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{952}{1,048 \cdot 1 \cdot 1} = 908 \text{ Вт}$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 5.6 - 5.9.

Исходя из полученного значения $Q_{пр}^{ну.пред}$, определяем количество секций в приборе N по формуле:

$$N = 908 \text{ Вт} / 192 \text{ Вт/секция} = 4,73 \text{ секции}$$

В дальнейшем, принимая по табл. 5.4 β_3 , определяем предварительно принимаемое к установке количество колонок $N_{уст.пред}$ по формуле

$$N_{уст.пред} = N : \beta_3 = 4,73 : 1 = 4,73 \text{ шт. (6.6)}$$

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. Поэтому принимаем $N_{уст} = 5$ секций. Поскольку при этом числе секций β_3 не меняется, дополнительные коррективы не вносятся. Окончательно принимаем к установке радиатор RADENA, состоящий из 5 секций (500/5).

7. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ РАДИАТОРОВ RADENA И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Монтаж алюминиевых литых секционных радиаторов RADENA производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [11], настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [12] и [13].

7.2. Радиаторы поставляются окрашенными, упакованными в воздушно-пузырьковую пленку и картонную коробку.

7.3. Монтаж радиаторов производится в индивидуальной упаковке, которая снимается после окончания отделочных работ. Не допускается бросать радиаторы и подвергать их ударным нагрузкам.

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

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

7.6. Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- 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);
- не снимая упаковки, освободить от неё радиаторы в местах их навески на кронштейны;
- установить радиатор на кронштейнах (2 сверху и 1 снизу) так, чтобы нижние грани коллекторов радиатора легли на крюки кронштейнов;
- соединить радиатор с подводными теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней или верхней подводке краном, вентилем или термостатом;
- обязательно установить воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны;
- после окончания отделочных работ снять упаковку.

7.7. При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора:

- слишком низкого его размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 80 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;
- установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу при-

- бора и вызывающей пылевые следы над прибором;
- слишком высокой установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;
- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 75 % глубины радиатора в установке), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора;
- невертикального положения секций, т. к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид радиатора;
- установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

7.8. Целесообразно использовать радиаторы заводской сборки. При перегруппировке, выполняемой со всеми мерами предосторожности против срыва резьбы головок алюминиевых секций стальными ниппелями и пробками, необходима дополнительная проверка радиатора на герметичность.

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

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

7.11. При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы.

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

7.13. При использовании в качестве теплоносителя горячей воды, её параметры должны удовлетворять требованиям, приведённым в «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» РД 34.20.501-95 [5].

7.14. Содержание кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм³ [14], а значение pH для алюминиевых радиаторов должно быть в пределах 6,5-9 (оптимально в пределах 7-8). С целью выполнения требования о содержании кислорода и значении pH алюминиевые радиаторы RADENA

рекомендуется применять в закрытых системах отопления с закрытыми расширительными сосудами и герметичными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непосредственно из тепловой сети.

Не допускается промывка системы отопления с алюминиевыми радиаторами щелочными растворами.

7.15. Содержание в воде соединений железа (до 0,5 мг/дм³) и других примесей - согласно [5].

7.16. Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка дополнительных грязевиков, а в случае применения термостатов ещё и фильтров, в том числе и постоянных. В общем случае количество взвешенных веществ не должно превышать 7 мг/дм³.

7.17. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в магистралях тепловой сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 16 атм. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,5 раза больше рабочего.

7.18. Каждый радиатор независимо от схемы его обвязки теплопроводами следует оснащать газозащитным устройством, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

7.19. При обслуживании газозащитных устройств в системах отопления с отопительными приборами из алюминиевых сплавов категорически запрещается освещать газозащитник спичками, фонарями с открытым огнём и курение в период выпуска из него воздуха (газа), особенно в первые 2-3 года эксплуатации системы отопления.

7.20. В случае слишком частой необходимости спуска воздуха из радиатора, что является признаком

неправильной работы системы отопления, рекомендуется вызывать специалиста.

7.21. Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к радиатору из системы отопления, особенно в летний период. Возможно полное отключение радиаторов только на период опрессовки системы отопления. При этом следует обязательно открыть ручной воздухоотводчик.

7.22. Для уменьшения опасности коррозии в месте присоединения стальных теплопроводов к алюминиевому радиатору следует применять стальные, хромированные или кадмированные проходные пробки, при установке которых следует избегать среза резьбы в коллекторах радиаторов во избежание трудноустраняемой в этом случае течи. При использовании медных труб рекомендуется применять бронзовые переходники, не допуская непосредственного контакта алюминиевых радиаторов с медными теплопроводами.

7.23. Не рекомендуется опорожнять систему отопления с алюминиевыми приборами более чем на 15 дней в году.

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

7.25. В системах, заполняемых антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений льном. 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.

8. ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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

таблица п 1.1

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, м ³ /ч		Удельное динамическое давление		Приведенный коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$, 1/м	Удельная характеристика сопротивления 1м трубы	
Условно-го прохода	Наружный	Внутренний	кг/ч	кг/с	A × 104, Па (кг/ч) ²	A × 10-4, Па (кг/с) ²		S _т × 104, Па (кг/ч) ²	S _т × 10-4, Па (кг/с) ²
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,5	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/м²,
 1 Па/(кг/с)² = 0,788 10⁸ (кгс/м²)/(кг/ч)²,
 1 кгс/м² = 9,80665 Па,
 1 (кгс/м²)/(кг/ч)² = 1,271 108 Па/(кг/с)²

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведенного 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 расчетов 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°C можно с допустимой для практических расчетов погрешностью (до 5%), определять вводя поправочный коэффициент на неквадратичность $ср_4$, по формулам:

$$S = S_T \times f_4,$$

$$\zeta = \zeta_4 \times f_4,$$

$$\zeta = \zeta_4 \times f_4,$$

где S_T, ζ₄ и ζ₄ - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, табл П 1.1 настоящего приложения).

Значения f₄ определяются по таблице П 1.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы d_γ, мм и расхода горячей воды М со средней температурой от 80 до 90°C.

3) При средних температурах теплоносителя от 45 до 55°C значения f₄ определяются по приближенной формуле

$$f_{4(50)} = 1,5f_4 - 0,5,$$

где f₄₍₅₀₎ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C,

f₄ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл П 1.2

Значения поправочного коэффициента φ₄

таблица п 1.2

Φ_4	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_u , мм						
	10	15	20	25	32	40	50
1,02	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
11,1	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	0,0093	0,0145	0,02625	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, q_{гр}, 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		19,2	19,9	20,7	21,6	22,3	23,1	23,9	24,8	25,6	26,5
20	30	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		27,4	28,7	29,5	30,4	31,3	32,1	33,0	33,9	34,8	35,7
20	40	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		36,6	37,5	38,5	39,4	39,8	41,3	42,2	43,2	44,1	45,1
20	50	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		46,0	47,2	48,1	49,1	50,1	51,1	52,2	53,2	54,2	55,3
20	60	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		57,4	58,4	59,5	60,5	61,7	62,8	63,8	65,0	66,1	67,3
20	70	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		68,4	69,5	70,7	71,9	73,0	74,1	75,4	76,6	78,3	78,9
20	80	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		80,2	81,3	82,7	83,9	85,1	86,2	87,5	88,8	90,2	91,4
20	90	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		92,3	93,5	94,9	96,0	97,0	98,2	99,3	100,3	101,3	102,4
20	100	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. Тепловой поток открыто проложенных горизонтальных труб, расположенных в нижней части помещения, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных.
2. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 90-100% от значений, приведённых в данном приложении (в зависимости от места прокладки труб).
3. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб умножаются на КПД изоляции (обычно в пределах 0,6-0,75).
4. При экранировании открытого стояка металлическим экраном общий тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем на 25%.
5. При скрытой прокладке труб в глухой борозде общий тепловой поток снижается на 50%.
6. При скрытой прокладке труб в вентилируемой бо-

розде общий тепловой поток уменьшается на 10%.

7. 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/м³), 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).

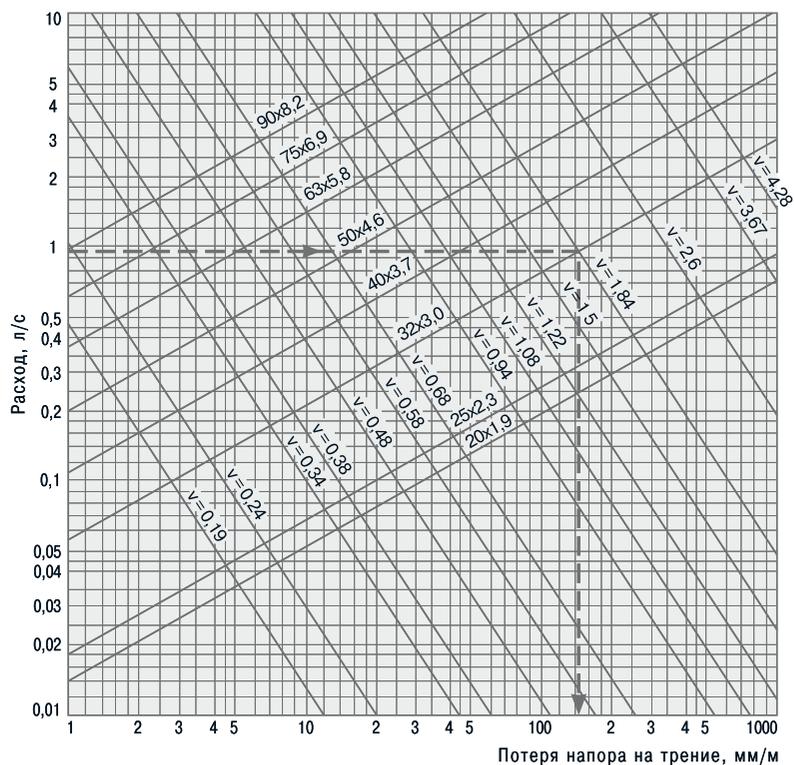
8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжёлого бетона ($\lambda_{бет} \geq 1,8$ Вт/(м·°С), $\rho_{бет} \geq 2000$ кг/м³) увеличивается в среднем в 2 раза (при оклейке стен обоями в 1,8 раза), причём полезный тепловой поток при наличии теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90% от общего.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. НОМОГРАММЫ ДЛЯ PPR ТРУБ НА ПРИМЕРЕ ТРУБ ТЕВО Technics

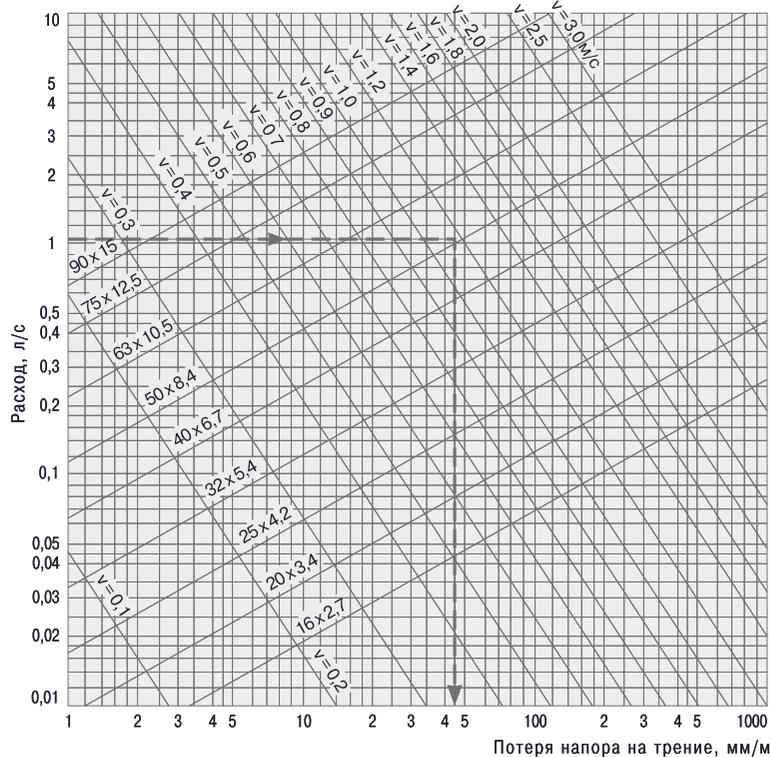
Гидравлический расчёт трубопроводов из PPR 80 заключается в определении потерь напора (или давления) на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

Гидравлические потери напора в трубопроводе определяются по номограммам.

Определение потерь напора в трубах PN10. Номограмма 1.



Определение потерь напора в трубах PN20 и PN25. Номограмма 2.



ПРИЛОЖЕНИЯ

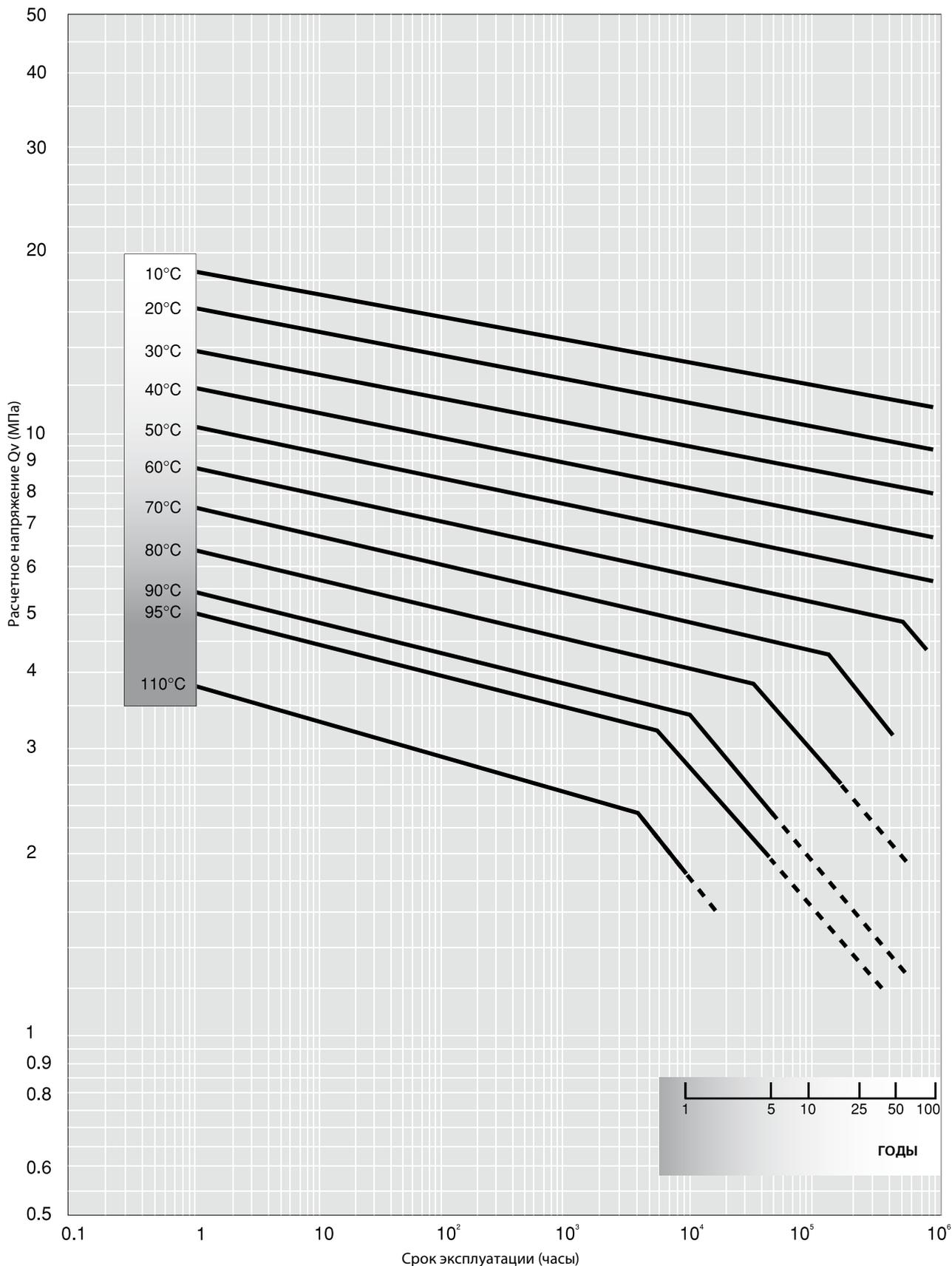
ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Коэффициент местного гидравлического сопротивления для соединительных деталей из полипропилена PP-R 80

Деталь	Обозначение	Примечание	Коэффициент (Па)
Муфта			0,25
Муфта переходная		Уменьшение на 1 размер	0,40
		Уменьшение на 2 размера	0,50
		Уменьшение на 3 размера	0,60
		Уменьшение на 4 размера	0,70
Угольник 90°			1,20
Угольник 45°			0,50
Тройник		Разделение потока	1,20
		Соединение потока	0,80
Крестовина		Соединение потока	2,10
		Разделение потока	3,70
Муфта комб. вн. рез.			0,50
Муфта комб. нар. рез.			0,70
Угольник комб. вн. рез.			1,40
Угольник комб. нар. рез.			1,60
Тройник комб. вн. рез.			1,40 — 1,80
Вентиль		20 мм	9,50
		25 мм	8,50
		32 мм	7,60
		40 мм	5,70

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Зависимость срока службы труб от воздействия температуры и давления



9. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа «Универсал» и чугунных радиаторов/ В.И.Сасин, Б.В.Швецов, Т.Н.Прокопенко, Л.А.Богацкая, Г.А.Бершидский.- М.: НИИСантехники, 1990.
2. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север»/ В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990.
3. Рекомендации по применению алюминиевых секционных радиаторов итальянской фирмы «INDUSTRIE PASOTTI S.p.A.» / В.И.Сасин, Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, В.Д.Кушнир.- М.:ТОО «ВНИИСП», 1997.
4. Коган И.А., Требуков С.П. Отопительные приборы в ВНР // Обзор / НИИ-Сантехники.- М., 1979.
5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации/ М-во топлива и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России»: РД 34.20.501-95.- 15-е изд., перераб. и доп.- М.: СПО ОРГРЭС, 1996.
6. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
7. Кушнир В.Д., Коган И.А. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным//Сб.тр. НИИСантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35 – 46.
8. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 1992.
9. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. М., 1999.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойта.- М.: Стройиздат, 1990.
11. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
12. Исаев В.Н., Коган И.А. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.
13. Дунаева Г.И., Беяева Т.А. Лабораторный практикум по технологии санитарно-технических работ. М., 1987.
14. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

10. ГАРАНТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Гарантия производителя - 10 лет.

Продающая фирма обязуется обменивать вышедший из строя или дефектный радиатор в течение одного года со дня продажи его торгующей организацией. Новые гарантийные обязательства устанавливаются со дня обмена.

Продающая фирма не несет юридической и финансовой ответственности и не гарантирует замену, обмен или денежную компенсацию возможного ущерба в следующих случаях:

- нарушения требований по установке и эксплуатации радиаторов RADENA;
 - механического повреждения радиатора в процессе погрузочно-разгрузочных работ, транспортировки, монтажа и эксплуатации;
 - поломки или выхода из строя радиатора по вине Покупателя или эксплуатирующей организации.
- Гарантийные обязательства распространяются только

на дефекты, возникшие по вине завода-изготовителя. Для выполнения гарантийных обязательств Покупатель обязан в течение двух дней после обнаружения дефекта предъявить:

- оригинал паспорта на радиатор с подписью Покупателя (обязательно наличие правильно заполненного гарантийного талона с указанием типа, размера, даты продажи, штампа торгующей организации, подписи продавца или ответственного лица);
- документ, подтверждающий покупку радиатора (чек или накладная); копию Акта о вводе радиатора в эксплуатацию (см. паспорт изделия) с указанием величины испытательного давления;
- заявление с указанием паспортных данных заявителя или реквизитов организации, адреса, даты и времени обнаружения дефекта, координат монтажной организации; справку из ЖЭКа о давлении в системе отопления в день аварии.

11. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ДЛЯ РАДИАТОРОВ RADENA

Универсальный монтажный набор предназначен для крепления и надёжного подключения алюминиевых секционных радиаторов.

Заглушки
IT-RA Заглушка 1" левая (RAL 9016)
IT-RA Заглушка 1" левая (RAL 9016) с EPDM прокладкой
IT-RA Заглушка 1" правая (RAL 9016)
IT-RA Заглушка 1" правая (RAL 9016) с EPDM прокладкой
Кронштейны
IT-RA Комплект кронштейнов анкерных - 2 шт (RAL 9016)
IT-RA Комплект кронштейнов плоских - 2 шт (RAL 9016)
Ниппели
IT-RA Нипель межсекционный 1"
Переходники
IT-RA Переходник 1"x1/2» левый (RAL 9016)
IT-RA Переходник 1"x1/2» левый (RAL 9016) с EPDM прокладкой
IT-RA Переходник 1"x1/2» правый (RAL 9016)
IT-RA Переходник 1"x1/2» правый (RAL 9016) с EPDM прокладкой
IT-RA Переходник 1"x3/4» левый (RAL 9016)
IT-RA Переходник 1"x3/4» левый (RAL 9016) с EPDM прокладкой
IT-RA Переходник 1"x3/4» правый (RAL 9016)
IT-RA Переходник 1"x3/4» правый (RAL 9016) с EPDM прокладкой
Прокладки
IT-RA Прокладка паронитовая для радиатора d 42 (1") 2 мм
IT-RA Прокладка паронитовая межсекционная к нипелю 1мм
IT-RA Прокладка EPDM для радиатора d 42 (1")
Набор для подключения
IT-RA Набор для подключения (перех. 1"x1/2 лев, пр.- по 2 шт, загл, кр. Маевск, ключ+крепеж) RAL 9016
IT-RA Набор для подключения (перех. 1"x3/4 лев, пр.- по 2 шт, загл, кр. Маевск, ключ+крепеж) RAL 9016

