

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

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению чугунных секционных
двухколонных радиаторов 2К60П и 2К60

тел/факс (095) **727-0114**,
727-0215
<http://www.timeradiator.ru>
E-Mail: time@ntt.ru



Уважаемые коллеги!

ООО «Витатерм» и ФГУП «НИИСантехники» предлагает Вашему вниманию рекомендации по применению чугунных секционных двухколонных радиаторов нового поколения 2К60П и 2К60, разработанных и выпускаемых ОАО «Минский завод отопительного оборудования».

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям с учётом высказанных руководству ООО «Витатерм» на съездах АВОК предложений о расширении достоверных данных, необходимых для подбора отопительных приборов при проектировании систем отопления, и включают также дополнительные материалы, используемые для этой же цели, согласно СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».*

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. (095) 482-38-79 и (095) 918-58-95.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Основные технические характеристики чугунных секционных радиаторов 2K60П и 2K60	4
2 Схемы и элементы систем отопления	10
3 Гидравлический расчёт	23
4. Тепловой расчёт	26
5. Пример расчёта	31
6. Указания по монтажу чугунных секционных радиаторов 2K60П и 2K60 и основные требования к их эксплуатации	33
7. Список использованной литературы	36
Приложения	37
1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	38
2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	41
3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	42

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧУГУННЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ 2К60П И 2К60

1.1. Настоящие рекомендации составлены для чугунных секционных радиаторов нового поколения 2К60П и 2К60, разработанных и выпускаемых ОАО «Минский завод отопительного оборудования»

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [1], [2] с использованием техдокументации завода и рекламных материалов московской фирмы «Тайм».

Цена рекомендаций договорная.

1.3. Чугунные отопительные радиаторы 2К60К и 2К60 - двухколонные секционные радиаторы современного дизайна, адаптированные к реальным условиям эксплуатации в отечественных системах отопления.

1.4. Секционные радиаторы 2К60П и 2К60 изготавливают методом литья в песчаные формы из серого чугуна. Секции соединяют между собой с помощью ниппелей с резьбой G 1 1/4, изготавливаемых из ковкого чугуна. Каждый радиатор комплектуется двумя глухими и двумя проходными пробками с резьбовыми отверстиями G 1/2. По требованию заказчика вместо резьбы G 1/2 могут быть выполнены резьбы G 3/4 или G 3/8.

1.5. Общий вид радиаторов 2К60П показан на рис. 1.1. Основные модификации радиаторов 2К60П за счёт оребрения фронтальной колонки при их сборке образует лицевую панель с небольшими вертикальными просветами. Радиаторы выпускаются с монтажной высотой 500 и 300 мм. Модификация 2К60 не имеет в отличие от радиатора 2К60П оребрения фронтальной колонки и характеризуется большим просветом между колонками соседних секций. Малая длина секций радиаторов 2К60П и 2К60 (60 мм) и соответствующая тепловая мощность позволяют с минимальной погрешностью подбирать отопительные приборы для отопления помещений различного назначения, обеспечивая при этом достаточно высокую (и варьируемую) теплоплотность - от 1,4 до 2,1 кВт/м.

1.6. Радиаторы 2К60П и 2К60 предназначены для работы в водяных системах отопления зданий различного назначения с рабочим избыточным давлением теплоносителя до 1,2 МПа (12 кгс/см²) включительно при испытательном давлении не менее 1,8 МПа (18 кгс/см²) и его температуре до 130°C при использовании резиновых прокладок и до 150°C при использовании паронитовых прокладок. Высокая антикоррозионная стойкость чугунных радиаторов позволяет их применять и в паровых системах отопления с температурой теплоносителя до 130°C.

Согласно рекомендациям фирмы «Тайм» (г. Москва) завод осваивает комплектацию чугунных секционных радиаторов прокладками типа «О-ринг» из высококачественной резины вместо традиционных плоских резиновых прокладок. Это позволит повысить надёжность и долговечность радиаторов в отношении герметичности, а также эксплуатировать их при использовании в качестве теплоносителя антифриза.

1.7. Минский завод отопительного оборудования выпускает также чугунные секционные радиаторы МС-140-500, М-140М-500 и БЗ-140-300, сведения о которых приведены в рекомендациях [1].

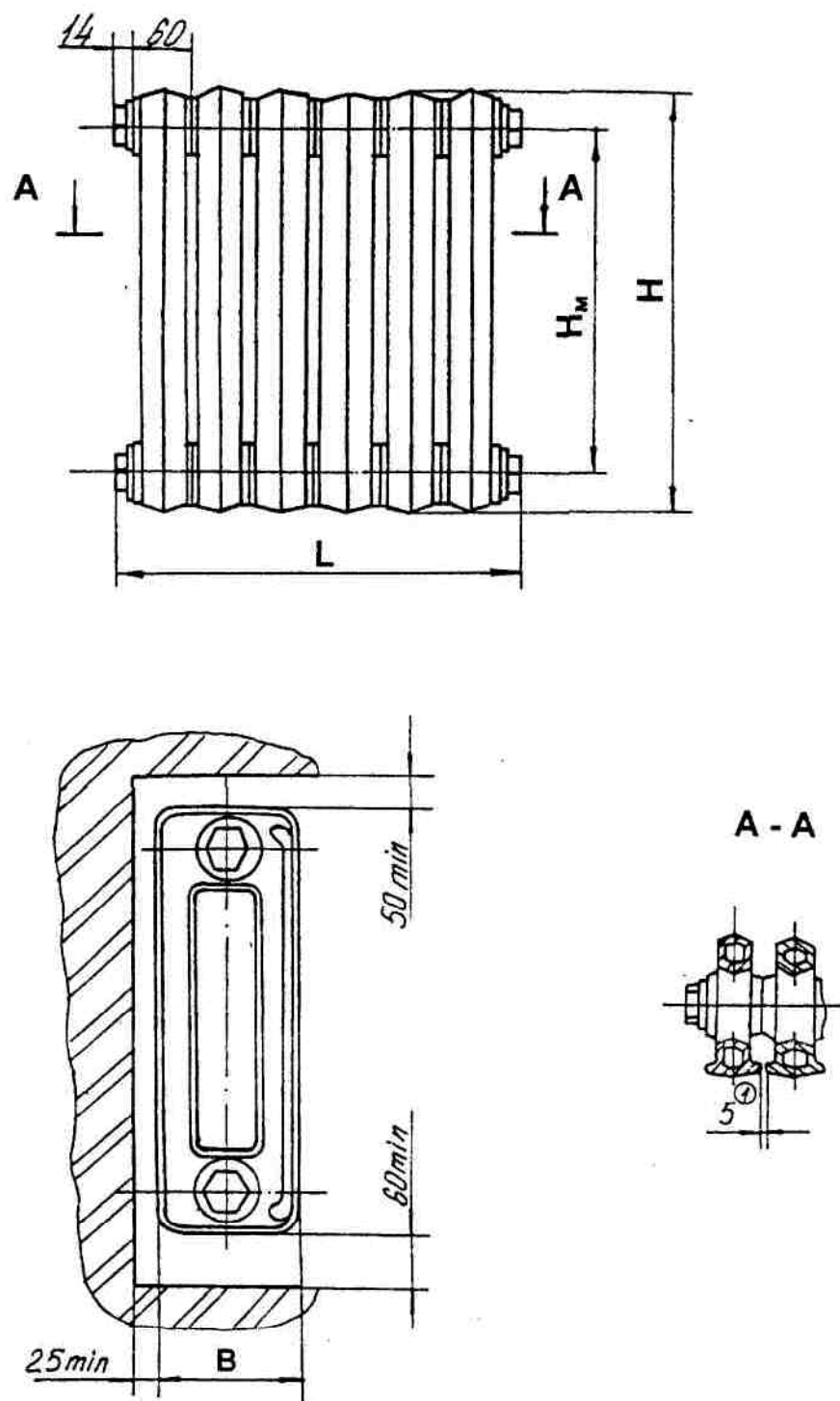


Рис. 1.1. Общий вид и габаритные размеры чугунного радиатора 2K60П

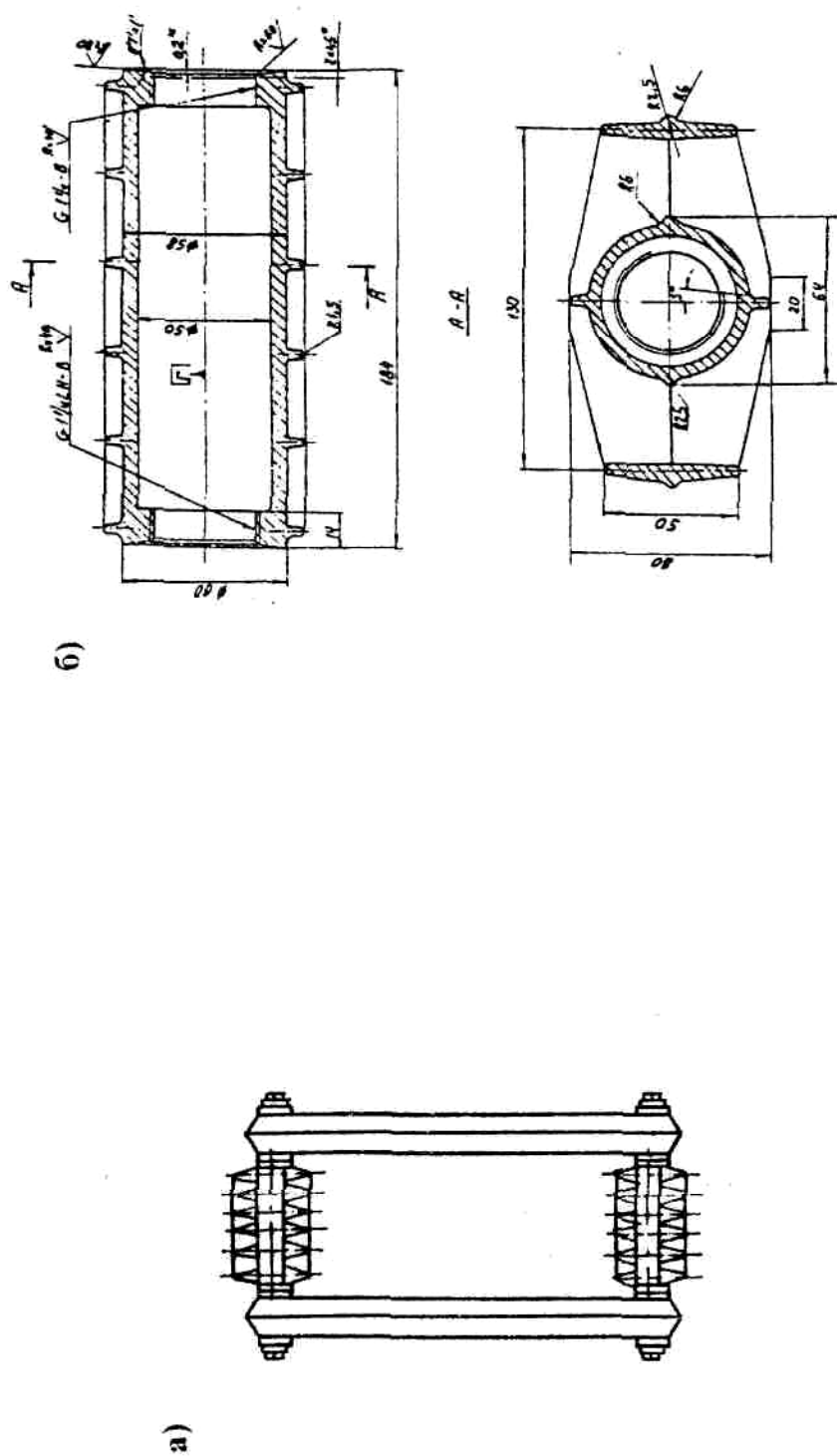


Рис. 1.2. Чугунный радиатор 2К60П с промежуточными элементами:
а – общий вид радиатора в сборе,
б – основные размеры промежуточного элемента

Как традиционные, так и новые радиаторы могут оснащаться чугунными промежуточными элементами, соединяемыми попарно с верхними и нижними головками секций с помощью ниппелей с резьбой G 1 j (рис. 1.2).

Использование промежуточных элементов снижает удельные металлоёмкость и стоимость отопительных приборов, а также позволяет уменьшить их теплоплотность и тем самым «растянуть» приборы вдоль наружного ограждения. При этом секционные радиаторы с промежуточными элементами играют роль отопительных приборов-сушил. Данные по этим элементам приведены в табл. 1.1.

Промежуточные элементы в сборе могут быть также использованы в качестве самостоятельного отопительного прибора, например, плинтусного конвектора.

1.8. Тепловые характеристики радиаторов получены при испытаниях образцов, окрашенных по грунту масляной краской, согласно утверждённой методике их испытаний [3]. В табл. 1.1 приведён номинальный тепловой поток одной секции, исходя из испытаний радиаторов в сборе с номинальным тепловым потоком в пределах от 850 до 1000 Вт согласно [3] и соответствующим числом секций. Влияние числа секций на фактическую теплоотдачу радиатора принимается в соответствии с разделом 4 настоящих рекомендаций.

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

1.10. Гидравлические характеристики чугунных радиаторов получены при подводках условным диаметром 15 и 20 мм.

Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИСантехники [4], позволяющей определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{н}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{н}}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

1.11. ОАО «Минский завод отопительного оборудования» совместно со своими дилерами (в частности, с московской компанией «Тайм») работает над расширением номенклатуры чугунных радиаторов. Среди новых модификаций - радиаторы 2К60П с гладкой (шлифованной) лицевой панелью и лицевой панелью, выполненной в виде П-образных вертикальных просечек. Данные по этим модификациям будут представлены дополнительно.

1.12. Пример условного обозначения чугунного секционного радиатора глубиной 138 мм с межосевым расстоянием $H_{\text{м}}$ (расстоянием между центрами ниппельных отверстий) 500 мм, рассчитанного на работу в системах отопления с максимальным рабочим избыточным давлением теплоносителя 1,2 МПа, с количеством секций 8:

Радиатор 2К60П-138-500-1,2-8 ГОСТ 8690-94.

1.13. Чугунные радиаторы 2K60П и 2K60 поставляются огрунтованными по 8 секций в сборе при монтажной высоте 500 мм и по 12 секций в сборе при монтажной высоте 300 мм.

По заказу возможна поставка радиаторов в сборе по спецификации.

Комплектующие - согласно п. 1.4 настоящих рекомендаций.

Таблица 1.1

Основные технические характеристики чугунных секционных радиаторов 2К60П и 2К60
(отнесённые к одной секции радиатора)

Обозначение	Номинальный тепловой поток $Q_{нч}$, Вт	Размеры секции, мм				Масса, кг	Ёмкость, л	Площадь наруж- ной поверхности нагрева F , m^2
		Высота H	Монтажная высота H_m	Длина L_c	Глубина B			
2К60П-138-500	126	576	500	60	138	5,6	1,1	0,19
2К60П-138-300	85	376	300	60	138	4,1	0,8	0,129
2К60-138-500	120	576	500	60	138	5,3	1,1	0,17
Промежуточный элемент	97	80	-	184	140	3,5	0,24	0,134

Примечания. 1. Общая длина радиатора L разна сумме произведения длины секции ($L_c=60$ мм) на число секций n , длины пробок и прокладок к ним ($14 \times 2=28$ мм) и длины прокладок между секциями (1 мм): $L = L_c \cdot n + 28 + 1 \cdot (n-1)$, мм.
2. При использовании промежуточных элементов следует учитывать их длину с прокладками ($184+1=185$ мм).
3. Масса секции приведена с учётом массы грунта и краски и приходящейся на секцию массы ниппелей и прокладок.

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Чугунные секционные радиаторы 2К60П и 2К60 применяются в двухтрубных и однетрубных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

22. Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления. На рис. 2.1 представлен один из возможных вариантов применения радиаторов в гравитационной системе отопления одноэтажного дома.

При использовании зарубежных котлов последние обычно оснащены встроенным в кожух котла 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 бачке отпадает.

2.3. Рекомендуемые схемы вертикальных стояков однетрубных и двухтрубных систем отопления представлены на рис. 2.2, схемы горизонтальных систем отопления - на рис 2.3.

2.4. Согласно СНиП [5], 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 [6] более жёстко требует установку термостатов у отопительных приборов.

2.5. На рис.2 2 и 2.3 показана характерная для отечественной практики установка кранов, вентилей или термостатов только на верхней из двух подводок к радиатору. Согласно данным ООО "Витатерм" при полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора при условном диаметре подводящих теплопроводов 15 и 20 мм составляет 25-45 %, поскольку 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 циркуляционные тормоза. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 4-8 %.

В последнее время в отечественной практике широко применяется установка наряду с регулирующей арматурой и запорная (шаровые краны) на второй подводке. Поскольку чугунные радиаторы обладают высокой антикоррозийной стойкостью, установка запорной арматуры на подводках, как правило, не актуальна.

2.6. Радиаторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене или на стойках у стены (окна). Длина радиатора по возможности должна составлять не менее 75% длины светового проёма, поэтому для лучшего распределения теплоты в помещении выбор радиаторов желательно начинать с типоразмеров малой глубины и малой высоты. На рис. 1.1 указаны минимальные расстояния между радиатором, полом и низом подоконника, при которых теплоотдача снижается на 5%. Для исключения снижения теплоотдачи радиаторов целесообразно выдерживать эти зазоры согласно п. 6.9 настоящих рекомендаций.

Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее). При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укрупнять радиаторы. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при

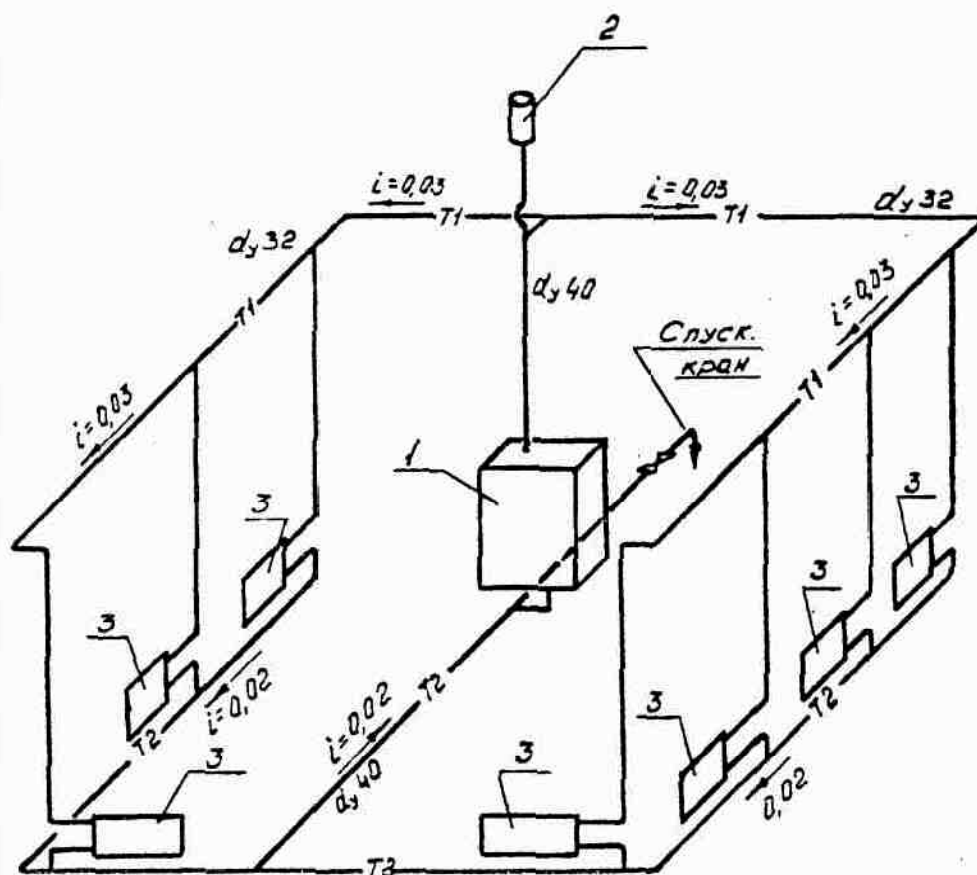


Рис. 2.1. Схема гравитационной проточной системы отопления одноэтажного дома:

- 1 - котёл; 2 - расширительный бачок;
- 3 - радиаторы

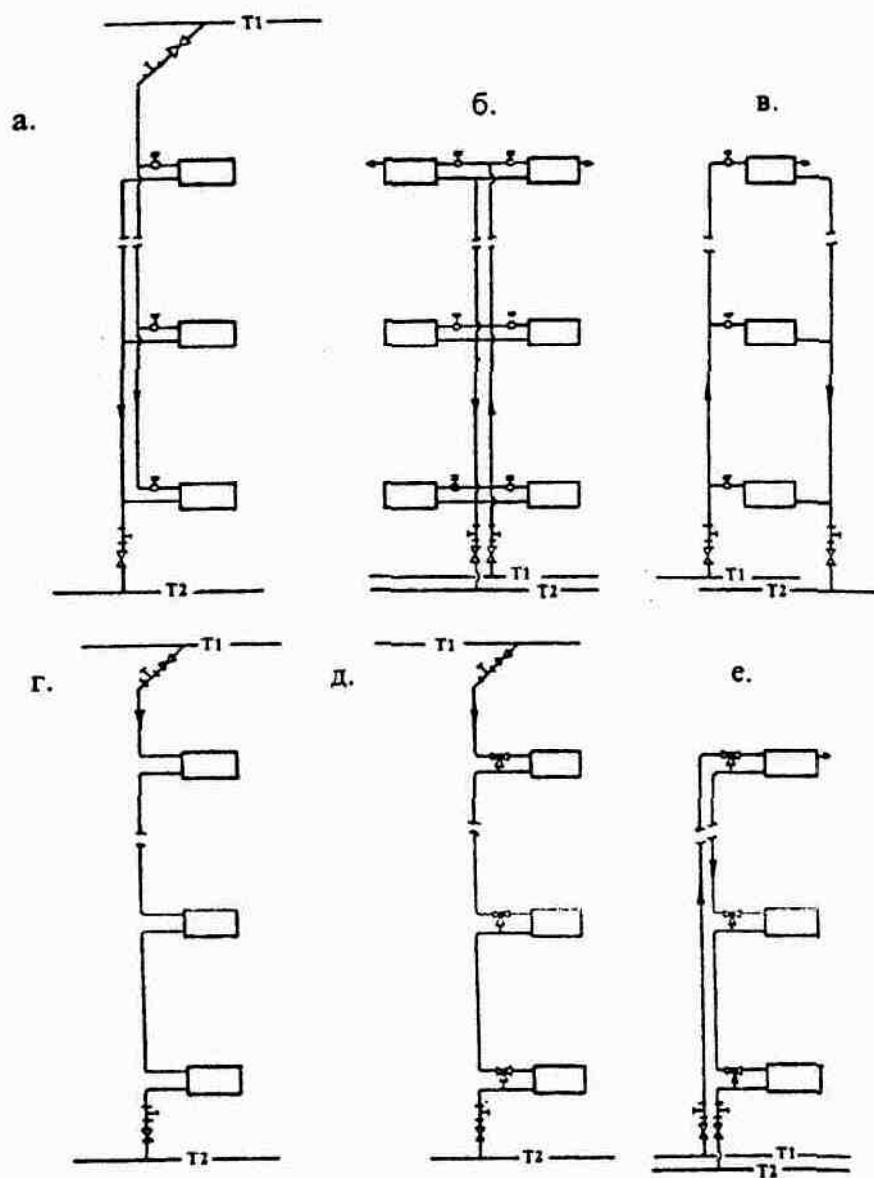


Рис. 2.2. Схемы вертикальных стояков систем водяного отопления:
а, б, в - двухтрубные; г, д, е - однотрубные

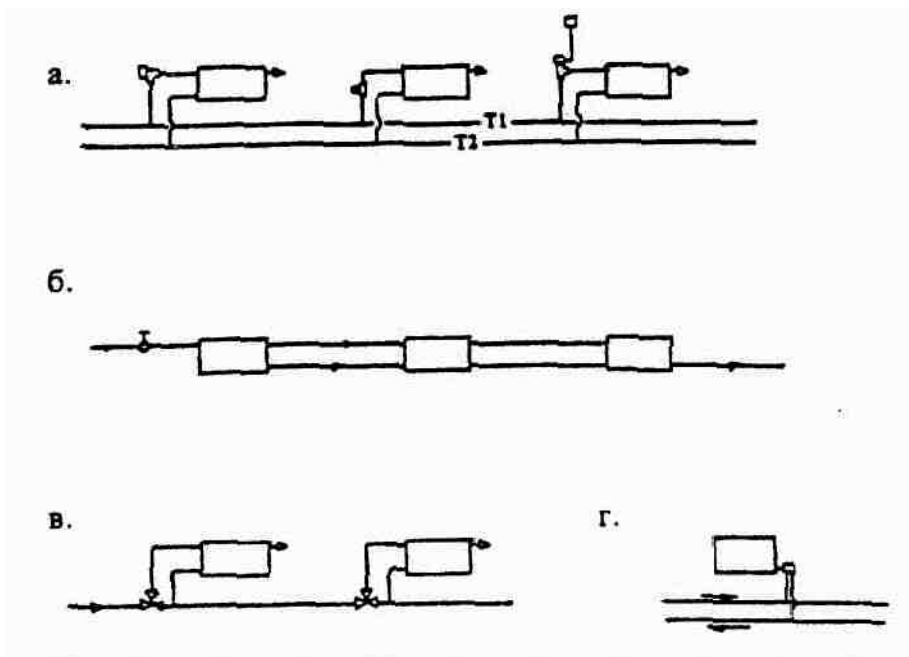


Рис. 2.3. Схемы ветвей горизонтальных систем водяного отопления:
 а - двухтрубная с термостатами; б - однотрубная проточная;
 в - однотрубная проточно-регулируемая с кранами КРТ;
 г - нижнее одностороннее присоединение

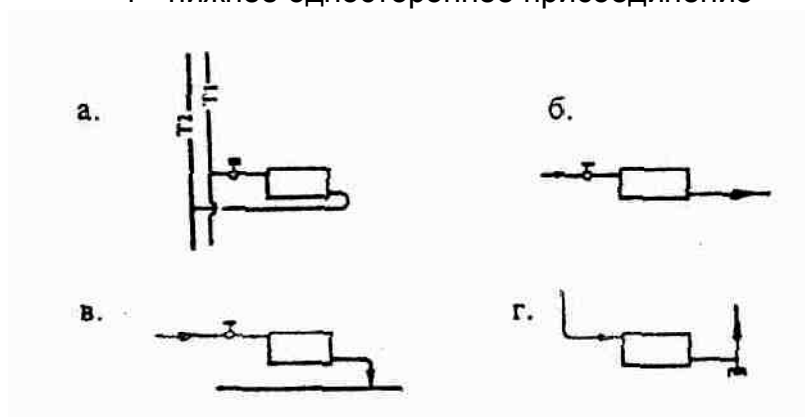


Рис. 2.4. Схемы разностороннего присоединения труб
 к радиаторам при движении теплоносителя сверху вниз:
 а, б - при числе секций в радиаторе более 24 (в насосных системах) и
 более 12 (в гравитационных системах);
 в, г - в обратную магистраль под радиатором и над
 радиатором

числе секций в радиаторах более 24, а в гравитационных системах - более 12, рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения приборов (рис. 2.4, а и б).

2.7. 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 двойной регулировки, краны регулирующие проходные (поставляются в основном из Белоруссии и Украины), краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп» и «Хаймайер» (Германия) и др.

Обращаем особое внимание, что рядом зарубежных фирм осуществляется поставка шаровых кранов, обеспечивающих пропорциональное регулирование расхода теплоносителя. Такие шаровые краны могут быть использованы в качестве запорной и регулирующей арматуры низкого сопротивления.

Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (термостаты) типа «ГЕРЦ-T8-90-V» (диаграмма для подбора представлена на рис. 2.5), типа RTD-N фирмы «Данфосс» (см. рис. 2.6, а), типа **A, RF и AZ** фирмы «Овентроп» (см. рис. 2.7), типа «Комфорт» ПО «Теплоконтроль» (г. Казань) и др.

Для широко используемых в России одноконтурных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления типа «ГЕРЦ-TS-E» (см. рис. 2.8), типа RTD-G (см. рис. 2.6, б), **MAX** фирмы «Овентроп» и специальный термостат фирмы «Тур и Андерсен».

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.5 и 2.6 (а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию её повышать. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.5 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.

На рис. 2.7 для каждого значения K_v (от 1 до 9), расположенного между левой и правой линией, левая линия соответствует настройке на режим 1К, правая на режим 2К термостатов серии **A и RF** фирмы «Овентроп». Правая крайняя линия на этом же рисунке характеризует термостат серии **AZ**, очевидно, имеющий наименьшее сопротивление, что предопределяет его использование как в двухтрубных, так и в одноконтурных системах отопления.

На рис. 2.8 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для одноконтурных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане. Анализ этих данных показывает, что термостаты этого типа могут быть использованы даже в гравитационных системах отопления. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подвод-

ках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

Представленные на рис. 2.6 (б) наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления типа RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках с условным диаметром 15, 20 и 25 мм в режиме настройки на 2К (2°C).

В однотрубных системах целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди наиболее интересных термостатов этого типа выделяются трёхходовой вентиль типа «CALIS-TS» фирмы «ГЕРЦ» (см. рис. 2.9), а также трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ» и «Овентроп», у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

Пунктирными линиями на рис. 2.6 (а) показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень шума не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 1,5-3 м вод. ст.

Обращаем особое внимание, что при оснащении термостатами систем отопления с чугунными радиаторами обязательна установка фильтров как в узле управления, так и стояковых. При этом необходимо предусмотреть **обязательную** их очистку в период эксплуатации системы отопления.

2.8. За рубежом и в последнее время в отечественной практике находит всё более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и донное их присоединение к радиаторам через специальные коллекторы: 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 одноузловых подсоединений можно рекомендовать четырёхходовые клапаны «ГЕРЦ-VTA» или «ГЕРЦ-VUA», а для обеспечения подвода воды к прибору по схеме «сверху-вниз» при напольной и плинтусной разводке теплопроводов удобно использовать присоединительные наборы «ГЕРЦ-2000» или аналогичные комплекты других фирм.

Применяются также, особенно в коттеджах, системы отопления с лучевой напольной разводкой теплопроводов, традиционным боковым подключением отопительных приборов по схеме «сверху-вниз» и с использованием термостатов углового исполнения (рис. 2.10). Вертикальные стояки для уменьшения бесполезных тепловых потерь 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 корро-

зии стальные или медные теплопроводы или изготовленные из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых труб «Фузиотерм-Штаби» со стабилизирующей алюминиевой или полимерной 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). При плинтусной прокладке обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (чаще всего из полимерных материалов). Для напольного отопления в настоящее время часто используют полимерные трубы, как наиболее удобные при монтаже и надёжные при эксплуатации.

2.9. Для полного отключения стояков и спуска из них воды на подъёмном и опускном участках в местах присоединения стояков к горячей и обратной магистралям устанавливают запорные проходные пробочные или шаровые краны или вентили и тройники с пробками. В зданиях с числом этажей 8 и более установка спускных кранов (вместо тройников с пробками) на подъёмных и опускных участках является обязательной независимо от расчётной температуры теплоносителя

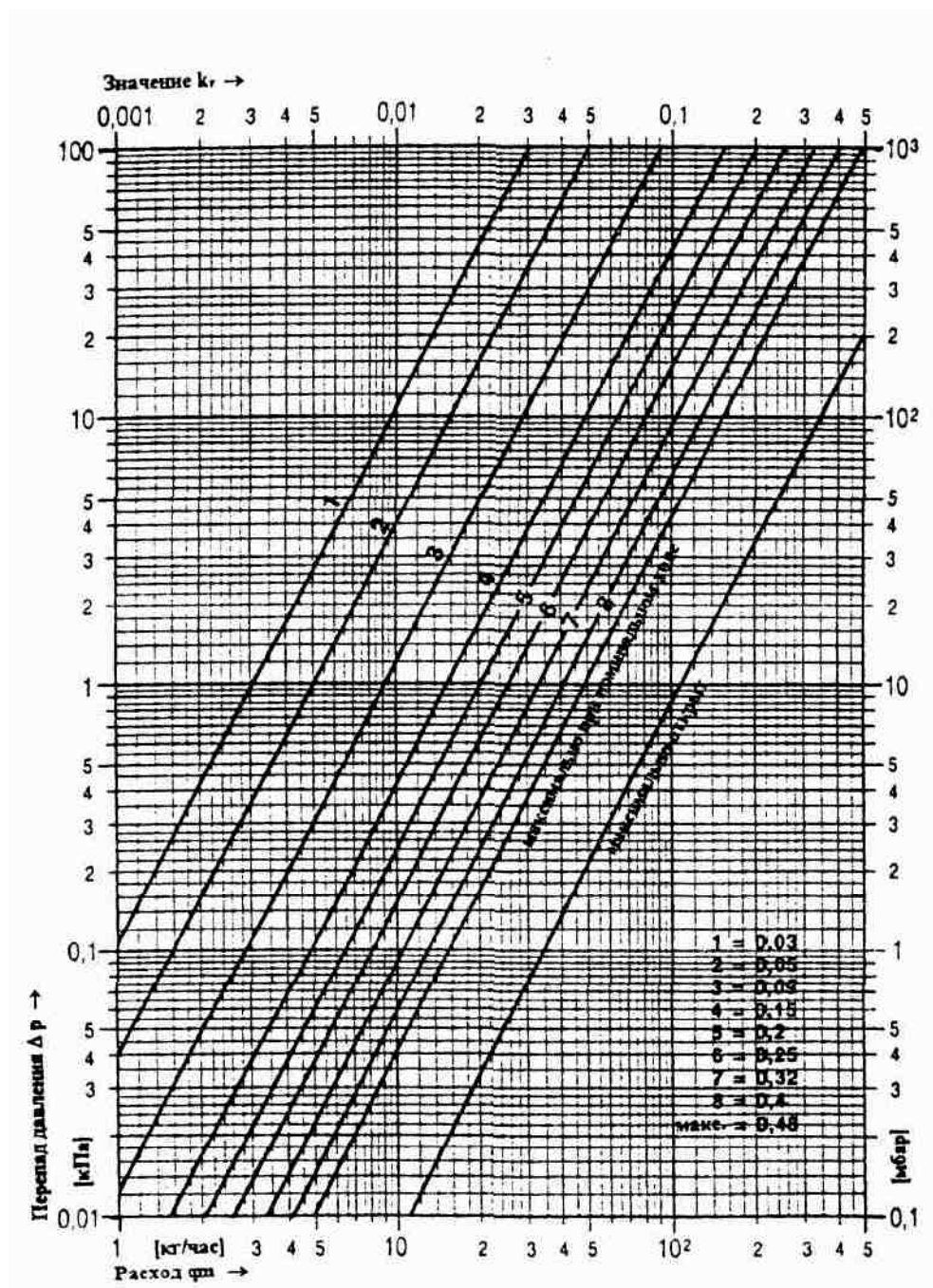


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с предварительной настройкой на режим 2К (2°C) и при полном открытии вентиля

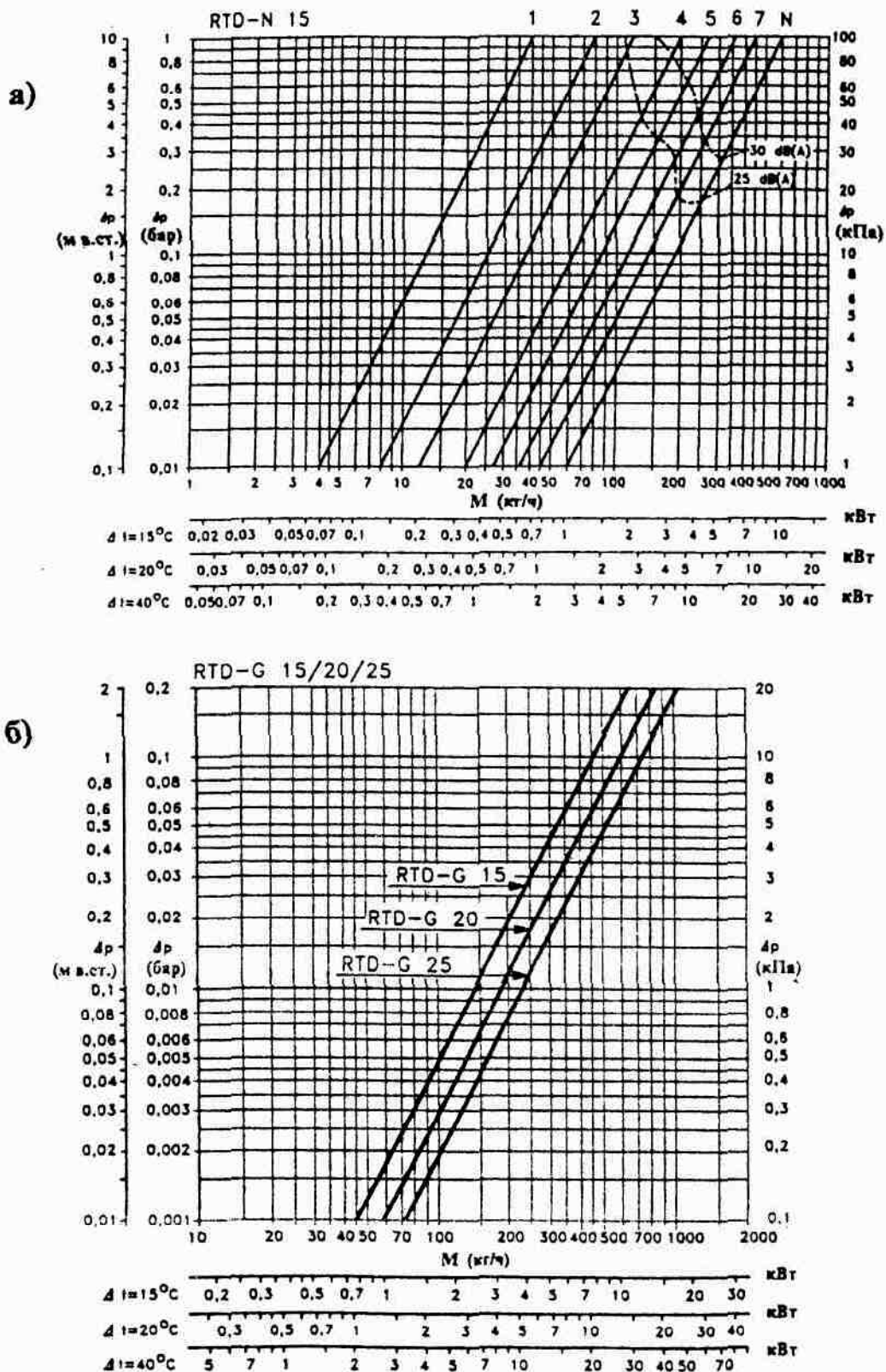


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»:

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

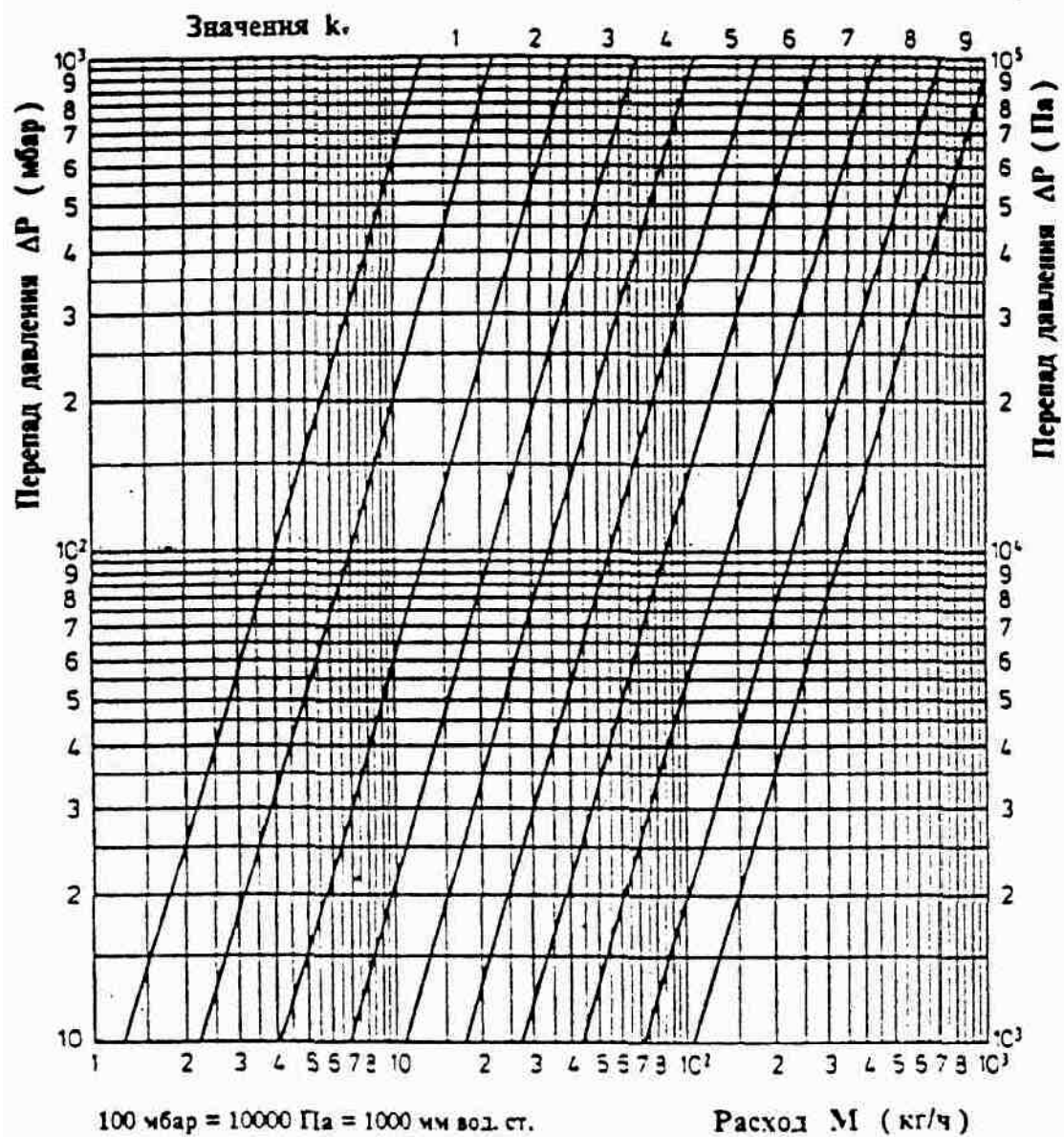


Рис. 2.7. Гидравлические характеристики термостатов
фирмы «Овентроп»

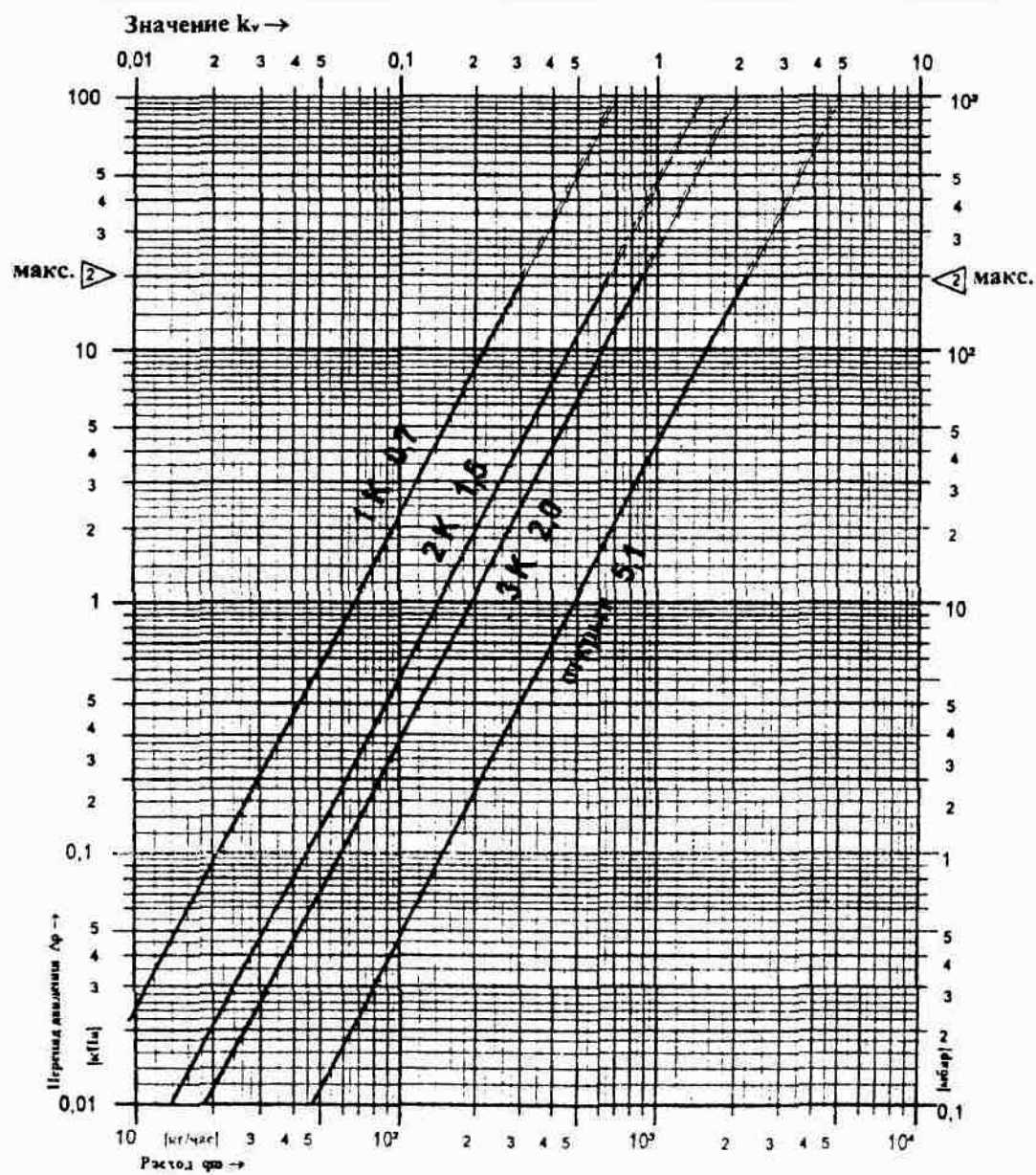
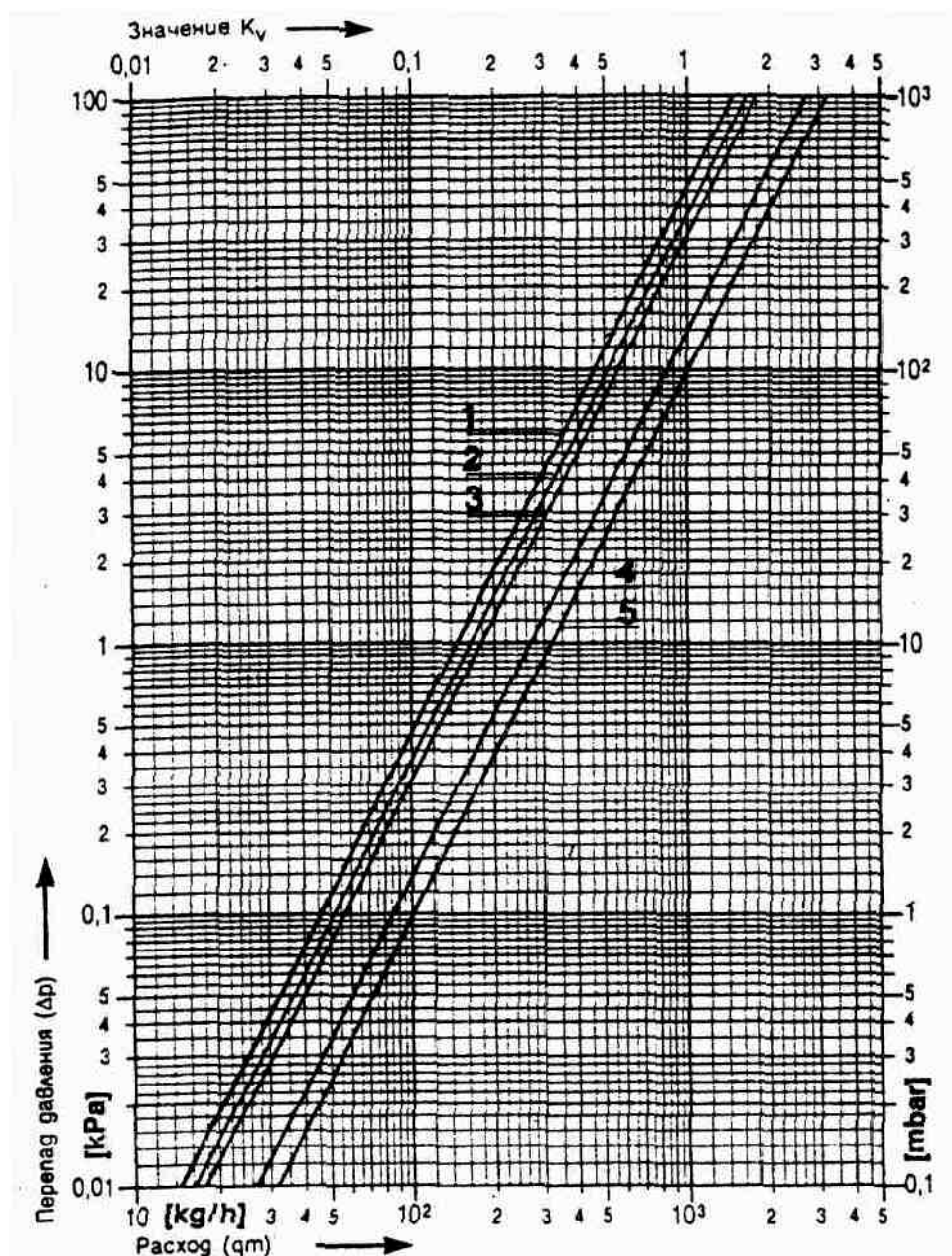


Рис. 2.8. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки



Прямая	Клапан CALIS-TS	Значение k_v	Расход воды на отопительный прибор %	Рабочее состояние
1	1 7761 01	1,45	0	Клапан к отопит. прибору закрыт
2	1 7761 02	1,65		
3	1 7761 01	1,8	50	Термостатический режим $x_p=2K$
	1 7761 02		50	Термостатический режим $x_p=2K$
	1 7761 01	1,8	60	Термостатический режим $x_p=3K$
	1 7761 02		60	
4	1 7761 01	2,75	80	Клапан открыт
5	1 7761 02	32		

Рис. 2.9. Гидравлические характеристики термостата «ГЕРЦ» с клапаном CALIS-TS и соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана

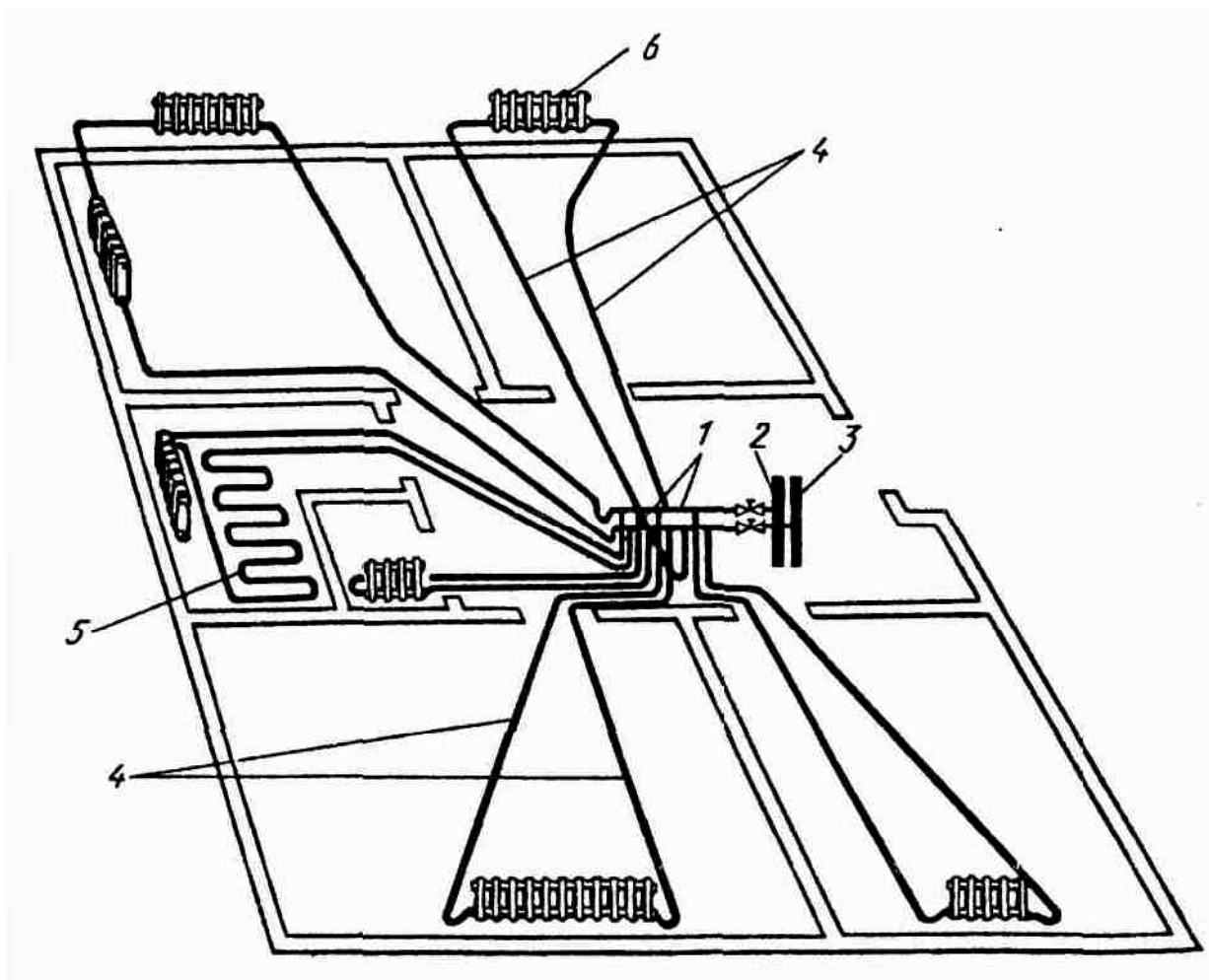


Рис. 2.10 Лучевая схема напольной разводки теплопроводов от вертикальных стояков у внутренних стен: 1 - гребёнка, 2 - подающий стояк, 3 - обратный стояк, 4 - подающие теплопроводы, 5 - теплопроводы напольного отопления, 6 - отопительные приборы

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

3.1. Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении системы отопления к тепловой сети через элеватор следует принимать согласно указаниям приведённым в СНиП 2.04.05-9 Г* [5].

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

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

где

ΔP - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений. Па:

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

3.3. В табл. 3.1 приведены гидравлические характеристики радиаторов 2К60П и 2К60 при нормативном расходе горячей воды через прибор ($M_{пр.} = 0,1$ кг/с), характерном для однетрубных систем отопления, а также при $M_{пр.} = 0.015$ кг/с, характерном для двухтрубных систем, которые усреднены для радиаторов с различным количеством секций при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Значения гидравлических характеристик при движении теплоносителя в радиаторе по схеме «снизу-вниз» можно принимать в среднем на 10% большими приведённых в табл. 3.1

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

Аналогичные данные для полипропиленовых труб типа «Фузиотерм Штаби» и полиэтиленовых труб «Китек» имеются в ООО «Витатерм». а также в компании ТАЙМ.

3.5. Значение коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем/ водяного отопления принимаются по "Справочнику проектировщика". ч; 1 «Отопление» [7].

3.6. 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

$$M_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot M_{\text{ст}} \quad (3.3)$$

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

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

3.7. В табл. 3.2 приведены усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{\text{пр}}$ для чугунных радиаторов 2К60П и 2К60 при боковом одностороннем соединении 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-T8-E» марки 1 7723 11 при а., 20 мм - RTD-G 20 или «ГЕРЦ-TS-E» марки 1 7723 02.

Данные для определения коэффициента затекания в случае использования термостатов «ГЕРЦ Арматурен» с трёхходовыми клапанами CASIS-TS марки 1 7761 01 для подводов условным диаметром 15 мм и марки 1 7761 02 для подводов условным диаметром 20 мм приведены на рис. 2.9. Поскольку при использовании термостатов CASIS-TS необходимо в ряде случаев применять выносные датчики температур, удобно устанавливать термостаты CASIS-TS-E-3-D со шпинделем. перпендикулярным плоскости стены, и с автономной термостатической головкой.

3.8. Коэффициенты затекания при установке термостатов определены как указывалось, 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 вентилей

Таблица 3.2

Усреднённые значения коэффициентов затекания $\alpha_{\text{пр}}$ узлов однотрубных систем водяного отопления с чугунными радиаторами 2К60П и 2К60 при расходе теплоносителя по стояку более 100 кг/ч

Вид 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»	0,23	0,19	0,27
Термостат «ГЕРЦ-TS-E» фирмы «ГЕРЦАрматурен»	0,24	0,195	0.245
Термостат MAX фирмы «Овентроп»	0,23	0.19	0,27

Таблица 3.1

Усреднённые значения коэффициентов сопротивления ζ , характеристики сопротивления S , $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$ и перепадов давления ΔP , Па , для чугунных секционных радиаторов 2К60П-500, 2К60П-300 и 2К60-500 при различных расходах теплоносителя через прибор $M_{\text{пр}}$ ($\text{кг}/\text{с}$) и условных диаметрах присоединительных патрубков d_y (мм)

Число секций в радиаторе, шт	Расход теплоносителя через прибор M_{np} , кг/ч											
	от 36 до 90						свыше 90 до 540					
	при d_y 15			при d_y 20			при d_y 15			при d_y 20		
	ζ	$S \cdot 10^{-4}$	ΔP при $M_{np}=54$ кг/ч	ζ	$S \cdot 10^{-4}$	ΔP при $M_{np}=54$ кг/ч	ζ	$S \cdot 10^{-4}$	ΔP при $M_{np}=360$ кг/ч	ζ	$S \cdot 10^{-4}$	ΔP при $M_{np}=360$ кг/ч
2	2,2	3,01	6,8	2,5	1,03	2,3	1,7	2,32	233	2,0	0,82	82
3	2	2,74	6,2	2,3	0,95	2,1	1,6	2,19	219	1,9	0,78	78
4	1,95	2,68	6,0	2,25	0,93	2,1	1,55	2,12	212	1,85	0,76	76
5 и более	1,9	2,6	5,9	2,2	0,96	2,0	1,5	2,06	206	1,8	0,74	74

Примечания. 1. При сборе радиаторов на сцепке условным диаметром 40 мм (1 1/2").

2. При использовании промежуточных элементов коэффициент местного сопротивления радиаторов изменяется незначительно. Можно принимать, что он в среднем увеличивается на 0,05 для каждой пары промежуточных элементов.

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

4.1. Тепловом расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [5]. [6], [7], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

4.2. Согласно табл. 1 приложения 12 СНиП 2.04.05-91 * [5] 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 высоты радиатора равным 1,01 при $H_M=300$ мм и 1,02 при $H_M=500$ мм, а второй - β_2 - от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается равным 1,02 при размещении прибора у наружного ограждения и 1,04 у остекления.

Увеличение теплопотерь через радиаторные 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 расчетов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально их нагрузкам.

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

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{н}} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{\text{пр}}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = Q_{\text{н}} \cdot \phi_1 \cdot \phi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = \\ &= K_{\text{н}} \cdot 70 \cdot F \cdot \phi_1 \cdot \phi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \end{aligned} \quad (4.1)$$

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. 1.1), на количество секций в приборе N с учётом рекомендации п. 1 14. Вт,

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

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

здесь

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

$t_{\text{н}}$ - 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. 4.1):

n и m - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимается по табл. 4.1);

$M_{пр}$ - 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 (принимается по табл. 4.2),

β_3 - безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя (принимается по табл. 4.3);

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. 4.4): при движении теплоносителя «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. 4.5).

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

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

$$K_{нy} = \frac{Q_{нy}}{F \cdot 70}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}, \quad (4.3)$$

F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора равная произведению количества секций N на площадь поверхности нагрева одной секции t , принимаемую по табл. 1.1.

4.4. Коэффициент теплопередачи радиатора K , Вт/(м² °C). при условиях отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{нy} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{пр}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = K_{нy} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \quad (4.4)$$

4.5. Согласно результатам тепловых испытаний различных образцов радиаторов 2К60П с монтажной высотой 300 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.

4.6 При использовании промежуточных элементов впредь до уточнения можно использовать значения c , n и m согласно табл. 4.1. а поправочный коэффициент на число секции принимать равным 1 ($\beta_3 = 1$). т.к. некоторое повышение эффективности теплоотдачи секций за счёт их расстановки учтено при определении номинальной -теплового потока промежуточных элементов

Таблица 4.1

Усреднённые значения показателей степени n и m коэффициента c при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах 2К60П и 2К60

Схема движения теплоносителя	n	c	m	p
Сверху-вниз	0,3	1	0,02	1
Снизу-вверх	0,33	0,92	0,1	См.табл. 4,4
Снизу-вниз	0,3	0,96	0	1

Таблица 42

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		0,959	0,965	0,970	0,976	0,982	0,988	0,994	1	1,011

Таблица 4.3

Значения коэффициента β_3 , учитывающего влияние числа секций в радиаторе на его тепловой поток

Число секций в радиаторе, шт.	β_3 для радиаторов	
	2К60П	2К60
2	1,04	1,03
3	1,03	1,025
4	1,02	1,015
5	1,01	1
6-12	1	1
13-20	0,98	0,98
21-25	0,96	0,96

Таблица 4.4

**Значение поправочного коэффициента p для
радиаторов 2К60П и 2К60**

Число секций в радиаторе, шт.	2	3	4	5	6 и более
p	1,03	1,02	1,015	1,01	1,0

Таблица 4.5

**Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от
среднеарифметического температурного напора Θ между средней
температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в
отопляемом помещении при различных схемах движения
теплоносителя**

Θ , °C	φ_1 при схеме движения теплоносителя	
	«сверху-вниз», «снизу-вниз»	«снизу-вверх»
44	0,547	0,539
46	0,579	0,572
48	0,612	0,605
50	0,646	0,639
52	0,679	0,673
54	0,714	0,708
56	0,748	0,743
58	0,783	0,779
60	0,818	0,815
62	0,854	0,851
64	0,89	0,888
66	0,926	0,925
68	0,963	0,962
70	1,00	1,00
72	1,037	1,038
74	1,075	1,077
76	1,113	1,115

Θ , °C	φ_1 при схеме движения теплоносителя	
	«сверху-вниз», «снизу-вниз»	«снизу-вверх»
78	1,151	1,155
80	1,189	1,194
82	1,228	1,234
84	1,267	1,274
86	1,307	1,315
88	1,346	1,356
90	1,386	1,397
92	1,426	1,438
94	1,467	1,48
96	1,508	1,522
98	1,549	1,564
100	1,59	1,607
102	1,631	1,65
104	1,673	1,693
106	1,715	1,736
108	1,757	1,78
110	1,80	1,824

Таблица 4.6

Значения поправочного коэффициента φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя $M_{пр}$ через радиатор при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

$M_{пр}$		φ_2 при схеме движения теплоносителя	
кг/с	КГ/Ч	Сверху-вниз	Снизу-вверх
0,01	36	0,955	0,731
0,015	54	0,963	0,761
0,02	72	0,968	0,783
0,03	108	0,976	0,816
0,04	144	0,982	0,839
0,05	180	0,986	0,858
0,06	216	0,99	0,874
0,07	252	0,993	0,888
0,08	288	0,996	0,9
0,09	324	0,998	0,91
0,1	360	1,0	0,92
0,125	450	1,004	0,941
0,15	540	1,008	0,958
0,2	720	1,014	0,986
0,25	900	1,018	1,008
0,3	1080	1,022	1,027

Примечание: для схемы движения теплоносителя «снизу-вниз» $\varphi_2=0,96$.

5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной одноконтурной системы водяного отопления с чугунным секционным радиатором 2К60П 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 RTD-G фирмы «Данфосс» на подводе к прибору. Схема движения теплоносителя "сверху-вниз".

Теплопотери помещения составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_n условно принимается равной 105°C (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{ст}=35^\circ\text{C}$, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b=20^\circ\text{C}$ 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, подводов 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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пот} - Q_{тр.п} \text{ Вт} \quad (5.1)$$

где $Q_{пот}$ - теплопотери 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 $Q_{тр.п}=0,9 Q_{тр}$,

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

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

1-тр. в и 1-тр г - общая длина соответственно вертикальных и горизонтальных теплопроводов, м.

$$Q_{тр.п} = 0,9 (2,774,1 + 0,8 \cdot 74,11,28) = 248 \text{ Вт.}$$

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, °C.

По табл. 3.2 принимаем значение коэффициента затекания $\alpha_{пр}$ равным 0,23. Расход воды через прибор равен

$$M_{np} = \alpha_{np} \cdot M_{ст} = 0,23 \cdot 0,038 = 0,0087 \text{ кг/с.}$$

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него Δt_{np} определяется по формуле

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{952}{4186,8 \cdot 0,0087} = 26,1^\circ\text{C} \quad (5.3)$$

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

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

Температурный напор Θ определяется по формуле (4.2).

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 13,05 - 20 = 71,95^\circ\text{C}$$

Определяем предварительно, без учёта неизвестного нам пока значения коэффициента β_3 , требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях $Q_{np}^{ну.пред}$ по формуле

$$Q_{np}^{ну.пред} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{952}{1,036 \cdot 0,952 \cdot 1} = 965 \text{ Вт} \quad (5.4)$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 4.5 и 4.6. Исходя из полученного значения $Q_{np}^{ну.пред}$ определяем количество секций в приборе N по формуле

$$N = \frac{Q_{np}^{ну.пред}}{q_{ну}} = \frac{965}{126} = 7,7 \text{ шт} \quad (5.5)$$

где $q_{ну}$ - номинальный тепловой поток одной секции радиатора 2K60П с монтажной высотой 500 мм (принимается по табл. 1.1).

Предварительно принимаемое к установке количество секций $N_{уст}^{пред}$ формуле

$$N_{уст}^{пред} = \frac{N \cdot \beta_4}{\beta_3} = \frac{7,7 \cdot 1}{1} = 7,7 \text{ шт} \quad (5.6)$$

где β_3 - коэффициент, учитывающий влияние числа секций в радиаторе на его тепловой поток (принимается по табл. 4.3);

β_4 - коэффициент, учитывающий условия установки отопительного прибора (при отсутствии экрана, ниши и нависающего над прибором подоконника $\beta_4 = 1$). При других условиях установки прибора значения принимаются согласно [7]. С учётом нормированного [7] максимально допустимого уменьшения теплоотдачи радиатора в размере 5 % или не более чем на 50 Вт при нормальных условиях принимаем для установки $N_{уст} = 8$ секций. Поскольку при этом числе секций $рз$ не меняется, дополнительные коррективы не вносятся. Окончательно принимаем к установке 8 секций радиатора 2K60П-138-500-1,2-8.

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ ЧУГУННЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ 2К60П И 2К60 И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Монтаж секционных радиаторов 2К60П и 2К60 производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы" [8]. настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [9] и [1С],

6.2. Радиаторы поставляются в сборе с двумя глухими и двумя проходными пробками, огрунтованными, без окончательной окраски. Как правило, поставляются восьмисекционные радиаторы монтажной высотой 500 мм и двенадцатисекционные монтажной высотой 300 мм. Поставка по спецификации возможна при условии предварительной договорённости с заводом-изготовителем. Возможна также поставка радиаторов с промежуточными элементами и отдельно промежуточных элементов.

6.3. Перед монтажом приборы должны быть окрашены. Для окраски следует использовать масляные и глифталевые краски и эмали. Допускается применять пентафталевые краски и эмали. Окраска нитроэмалями, эпоксидными эмалями, а также лаками с металлической пудрой не рекомендуется.

6.4. Исходя из условия обеспечения компенсации линейных удлинений и недопущения провисания радиатора в сборе (возможного в случае использования резиновых прокладок) длина прибора не должна превышать 2,5 м.

6.5. При перегруппировке радиаторов и их монтаже необходимо следить за их правильной установкой и не допускать «переворота» секций (низ секции имеет грубое ребро увеличенной толщины со стороны литника и «знак бригады»). В противном случае эстетические и гигиенические характеристики радиаторов ухудшаются.

6.6. При перегруппировке радиаторов рекомендуется применять прокладки, регламентированные техническими условиями.

6.7. Перед монтажом каждый радиатор должен быть тщательно промыт от остатков формовочной смеси и испытан на герметичность.

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

6.9. Расстояние от прибора до стены, на которой он навешен, должно находиться в пределах 25... 30 мм. от низа прибора до пола - 100... 150 мм, от верха прибора до подоконника - 100...120 мм (на рис. 1.1 показаны минимальные значения расстояний радиатора до пола и до низа подоконника),

6.10. Монтаж 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 для отопительных приборов и теплопроводов системы отопления);

установить прибор на кронштейнах;

соединить прибор с подводящими теплопроводами системы отопления.

6.11. При монтаже следует избегать неправильной установки прибора:

слишком низкой его установки, т.к. при расстоянии между полом и низом прибора, меньшем 100 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка пола под радиатором:

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

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

слишком малого зазора между верхом прибора и подоконником (меньше 75% глубины прибора в установке), т.к. при этом уменьшается тепловой поток прибора,

невертикального положения секции т.к. это ухудшает внешний вид радиатора и затрудняет воздухоудаление из прибора:

при применении термостатов с автономными датчиками недопустимо загромождать их декоративными экранами и шторами.

6.12. После окончания отделочных работ необходимо тщательно очистить прибор от строительного мусора и прочих загрязнений.

6.13. В процессе эксплуатации следует производить очистку приборов в начале отопительного сезона и 1, 2 раза в течение отопительного периода.

6.14. При необходимости перекраски приборов в течение срока эксплуатации следует придерживаться рекомендаций, изложенных в п. 5.3 настоящих «Рекомендаций», т.к. неправильный выбор лакокрасочных материалов может привести к снижению теплоотдачи на 8.. 10%.

6.15. В случае снижения теплового потока (попадание воздуха в систему), а также появления течей в соединениях следует обращаться к специалистам, эксплуатирующим систему отопления.

6.16. 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) [11].

6.17. В случае применения термостатов в системах отопления с чугунными радиаторами необходима установка фильтров, в том числе постоянных и предусмотрена очистка этих фильтров в период эксплуатации системы отопления.

6.18. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в магистральных тепловой сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 1,2 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1.25 раза больше рабочего (п 4 12.31 РД 34.20.501-95) [1.1].

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 целесообразно выдерживать в пределах 25%. При этом следует иметь в виду, что давление при опрессовке не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы. Например, при использовании термостатов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 1 МПа, допустимое давление опрессовки системы не должно превышать 1,25-1.5 МПа независимо от максимального рабочего избыточного давления, на которое рассчитан радиатор.

6.19. 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).

6.20 Вопрос о возможности применения конкретной марки антифриза должен быть предварительно согласован с поставщиком чугунных секционных радиаторов 2K60П и 2K60 и изготовителями регулирующей арматуры.

7. 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. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко - М.: НИИСантехники, 1984.
4. Кушнир В.Д.. Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным//Сб.тр. НИИСантехники.- 1991,- вып.65.с, 35 - 46.
- 5 СНиП 20405-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 1992.
6. МГСН 2.01-99. Энегросбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению. М., 1999.
7. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. 4.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойрова,- М.: Стройиздат, 1990,
8. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
9. Исаев В.Н.. Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: "Высшая школа", 1989.
- 10 Дунаева Г.И., Беляева Т.А. Лабораторный практикум по технологии санитарно-технических работ М.. 1987.
11. 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1.1

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

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, м ³ /ч.		Удельное динамическое давление		Приведённый коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}, 1/м$	Удельная характеристика сопротивления 1 м трубы	
Условного прохода	Наружный	Внутренний							
			$\frac{кг}{ч} / \frac{м}{с}$	$\frac{кг}{с} / \frac{м}{с}$	$\frac{А \cdot 10^4, Па}{(кг/ч)^2}$	$\frac{А \cdot 10^{-4}, Па}{(кг/с)^2}$		$\frac{S \cdot 10^4, Па}{(кг/ч)}$	$\frac{S \cdot 10^{-4}, Па}{(кг/с)}$
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) $1 Па = 0,102 кгс/м^2$; $1 Па/(кг/с)^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (кгс/м^2)/(кг/ч)^2$;

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

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведённого коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика.- М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчётов фактические гидравлические характеристики труб S , 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 расчётов погрешностью (до 5%), определять, вводя поправочный коэффициент на неквадратичность φ_4 , по формулам

$$S = S_T \cdot \varphi_4 \quad (П 1.1)$$

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

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4 \quad (П 1.3)$$

где S_T , 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 M со средней температурой от 80 до 90°C .

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

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

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

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

Значения поправочного коэффициента φ_4

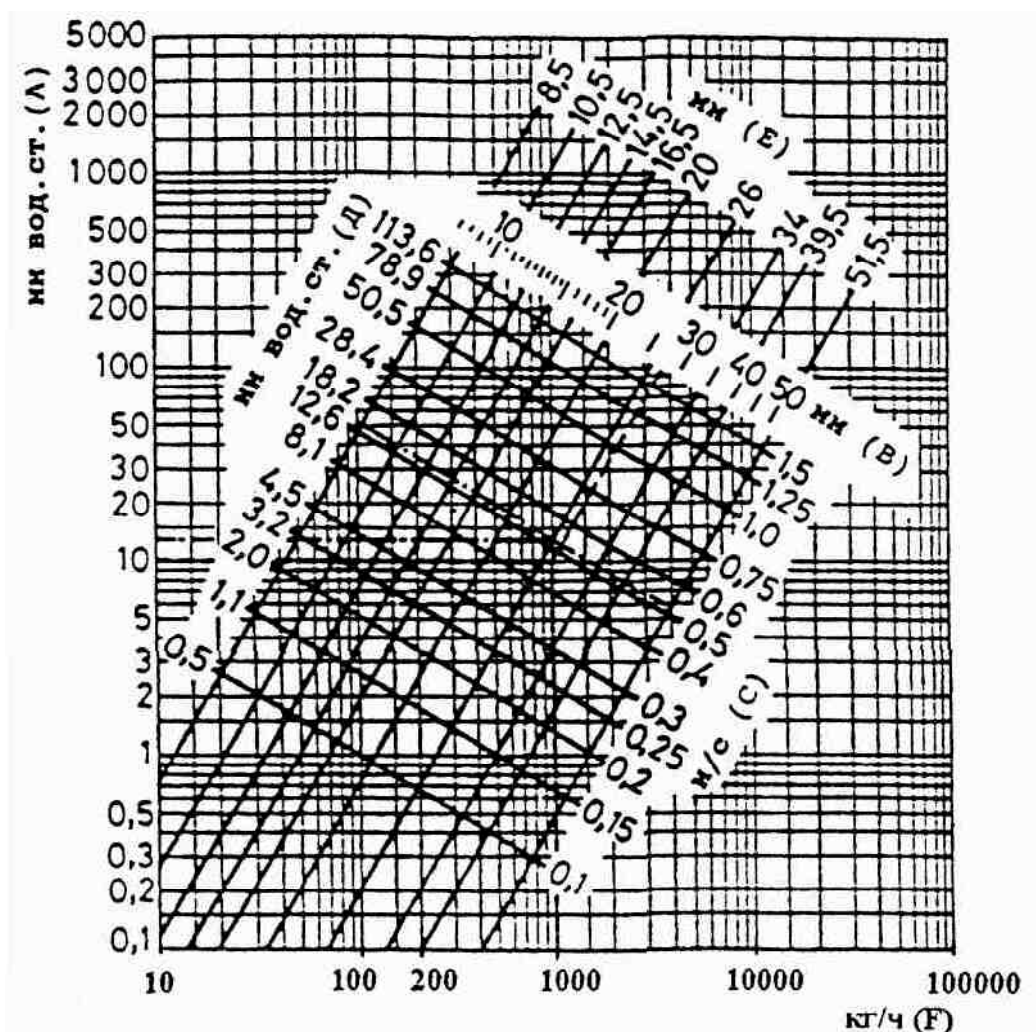
φ_4	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	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

Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2

φ4	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
1,24	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

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 длиной 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 $\zeta=1$ и соответствующем внутреннем диаметре подводящей медной трубы, мм вод. ст.;

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

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

Приложение 3

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	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. 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 борозде общий тепловой поток уменьшается на 10%.

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

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