

«Konner Limited», Zhejiang, China

ОКП 49 3511

Группа Ж24
ОКС 91.140.10

УТВЕРЖДАЮ



Boiler-Gas.ru

Перейти на сайт

«___» _____ 2009 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению чугунных радиаторов

«Könnner» моделей «Modern-300», «Modern-500»,

«Heat-300», «Heat-500», «Olympic-500»,

«Legenda-600»

Дата введения: 2009-09-14

Тел./факс: (139) 110-61-403



«СОГЛАСОВАНО»

Ведущий специалист
ООО «Стандарт Качества»
Гинзбург Д.М.

Москва, 2009 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Основные параметры и характеристики	3
Схемы и элементы систем отопления	10
Гидравлический расчёт	27
Тепловой расчёт	31
Пример теплового расчёта	38
Пример гидравлического расчёта	40
Указания по монтажу и эксплуатации	41
Приложение А	46
Приложение Б	49
Приложение В	51
Приложение Г	53
Приложение Д	54

Настоящие рекомендации распространяются на радиаторы чугунные «Könnner» моделей «Modern-300», «Modern-500», «Heat-300», «Heat-500», «Olympic-500», «Legenda-600», предназначенные для эксплуатации в системах водяного отопления зданий и сооружений различного назначения (далее по тексту – отопительные приборы или радиаторы).

Рекомендации разработаны на основе результатов испытаний, проведённых испытательной лабораторией продукции машиностроения «Ростест-Москва».

Радиаторы изготавливаются по технологии компании «Konner Limited», Zhejiang (Китай), тел./факс: (139) 110-61-403.

Радиаторы сертифицированы ООО «НИИ-ТЕСТ» (рег. № РОСС RU.0001.11AE95), сертификат № РОСС.CN.AE95.H01437, срок действия до 28.08.2011 г.

Перечень ссылочных документов приведен в Приложении Г.

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций можно направлять по адресу: _____

1 Основные параметры и характеристики

1.1 Радиаторы изготавливаются в соответствии с контрольными образцами-эталоном, требованиями технической и конструкторской документации по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

Основные эксплуатационно-технические характеристики отопительных приборов соответствуют нормам ГОСТ 31311.

1.2 Номенклатура показателей радиаторов – по ГОСТ 4.218.

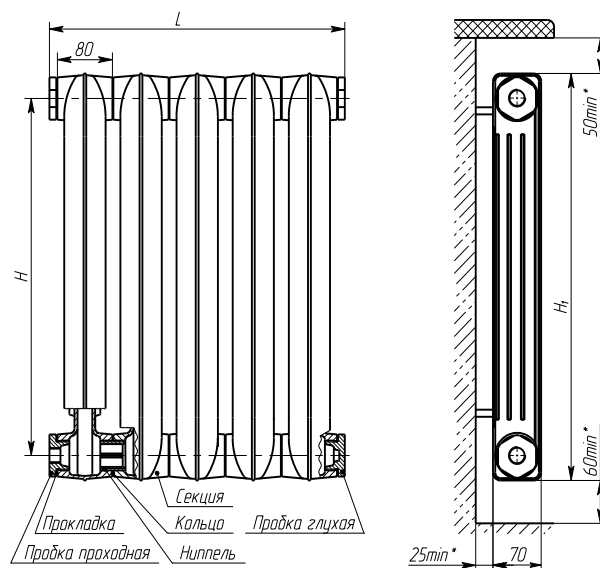
1.3 Конструктивное исполнение радиаторов и требования к их составным частям соответствуют рабочим чертежам предприятия-изготовителя.

Конструктивная схема радиаторов и их основные формообразующие размеры представлены на рисунке 1.

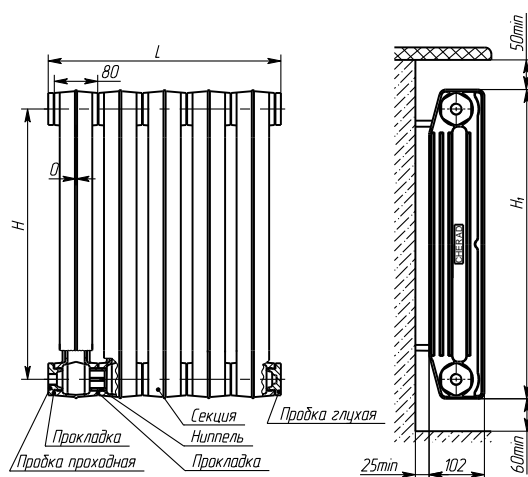
1.4 Радиаторы по условиям эксплуатации относятся к отопительным приборам, работающим без надзора, номинальный режим работы – продолжительный.

1.5 Основные эксплуатационно-технические характеристики радиаторов представлены в таблице 1.

Одноканальные радиаторы



Двухканальные радиаторы



Трёхканальные радиаторы

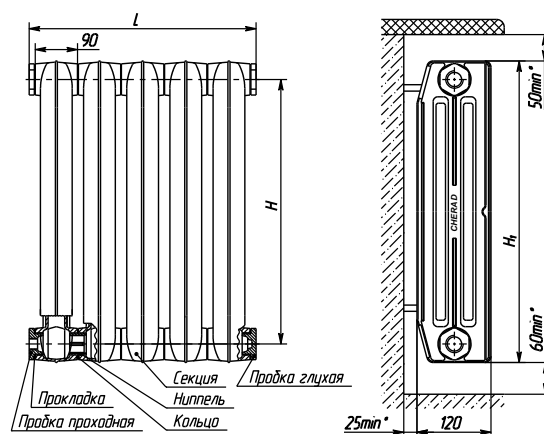


Таблица 1

модель	межосе- вое рас- стояние, мм	размеры секции, (высо- та/шири- на/глуби- на), мм	макси- мальное рабочее давление, МПа	испыта- тельное давление, МПа	номи- нальный тепловой поток q_{ny} , Вт	масса секции, кг	объем воды, лит- ров/сек- цию
«Modern-300»	300	400×64×90	12	18	120	3,4	0,66
«Modern-500»	500	600×64×96	12	18	150	4,9	0,9
«Heat-300»	300	365×60×80	12	18	120	3,1	0,61
«Heat-500»	500	565×60×80	12	18	150	4,75	0,85
«Olympic-500»	500	560×56×100	12	18	140	4	0,8
«Legenda-600»	600	707×72×140	12	18	180	7,7	1,85

Примечания:

1 Номинальный тепловой поток секции q_{ny} определён при условиях разности между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в помещении, принимаемой равной 70 °С).

2 Масса секции указана без учёта массы ниппелей, пробок, прокладок и окрасочного (грунтовочного) слоя, приходящегося на секцию.

3 Отклонение от номинального значения теплового потока должно быть в пределах от плюс 5 до минус 4%.

4 Межосевое расстояние = монтажная высота.

5 Общая длина радиатора L принимается сумме произведения длины секции (L_c) на число секций N , длины пробок и прокладок к ним ($10 \times 2 = 20$ мм) и длины прокладок между секциями (~ 1 мм): $L = L_c N + 20 + 1 \cdot (N-1)$, мм.

1.6 Радиаторы относятся к секционным, одно-, двух- или трёхканальным.

Секции радиаторов изготавливают из серого чугуна методом литья в песчано-глинистые формы в современных индукционных печах, что позволяет получить стабильные качество и характеристики отопительных приборов.

Использование чугуна для изготовления отопительных радиаторов гарантирует продолжительную работу систем отопления зданий и сооружений, так как чугун устойчив к коррозии и невосприимчив к плохому качеству теплоносителя.

Секции радиатора соединяются между собой с помощью ниппелей с резьбой $G1\frac{1}{4}$, изготавливаемых как из ковкого чугуна КЧ30-6-Ф или высокопрочного чугуна ВЧ35...60 по ГОСТ 7293.

Каждый радиатор комплектуется двумя глухими пробками $G1\frac{1}{4}$ с левой резьбой и двумя проходными пробками (переходниками) $G1\frac{1}{4}$ с правой резьбой с резьбовыми отверстиями $G\frac{3}{4}$ для подводящих теплопроводов.

По требованию заказчика радиаторы комплектуются проходными пробками с резьбовыми отверстиями $G\frac{1}{2}$.

Для обеспечения герметичности в соединениях секций и чугунных пробок используются прокладки из теплостойкой резины.

Плавный профиль верхних перьев рёбер радиатора и закруглённое оформление верхней головки секции обеспечивают травмобезопасность отопительных приборов, улучшают комфортные условия в отапливаемом помещении и, отводя нагретый воздух в сторону помещения, уменьшают опасность пылевых зализов на стене, у которой установлен радиатор.

1.7 Перед монтажом каждый радиатор должен быть тщательно промыт от возможных остатков формовочной смеси.

Вследствие толчков при транспортировании возможно ослабление ниппельных соединений, поэтому перед установкой радиаторов необходимо провести гидравлические испытания на герметичность и в местах обнаружения течи подтянуть ниппели.

1.8 Каждая секция после изготовления и радиатор после сборки испытываются на герметичность избыточным давлением воздуха, не менее чем в 1,5 раза превышающим максимальное рабочее.

Каждая секция после изготовления и радиатор после сборки подвергаются гидравлическому испытанию на прочность под давлением, не менее чем в 3,0 раза превышающим максимальное рабочее.

1.9 Радиаторы поставляются грунтованными, и требуют дополнительной окраски масляной краской.

По требованию заказчика осуществляется поставка радиаторов окончательно окрашенных порошковой краской или эмалью.

В этом случае используются силиконовые кольцевые прокладки выдерживающие температуру до 250 °С при нагреве в печи для запекания краски.

С учётом свойств используемой краски максимальная температура теплоносителя принимается равной 150 °С.

Высокая антикоррозионная стойкость радиаторов позволяет их применять и в паровых системах отопления с температурой пара до 150°С.

1.10 Качество покрытия видимых в условиях эксплуатации поверхностей радиаторов – не хуже IV класса по ГОСТ 9.032.

Качество, методы и технология подготовки поверхностей перед окраской - по ГОСТ 9.402.

1.11 Каждый радиатор снабжён стандартным комплектом:

- кронштейн настенный – 2 шт.;
- глухая пробка (заглушка) – 2 шт.;
- проходная пробка – 2 шт.;
- прокладки (под пробки) – 4 шт.

Радиаторы поставляются в комплекте с руководством по эксплуатации (паспортом), соответствующим ГОСТ 2.601.

1.12 Маркировка радиаторов отвечает нормам ГОСТ 31311.

1.13 Радиаторы поставляются упакованными в герметичный чехол из полиэтиленовой плёнки и в картонную коробку.

Для предохранения от попадания посторонних предметов вовнутрь радиаторов, все патрубки закрыты (заглушены).

1.14 Трубная резьба присоединительных концов радиаторов соответствует нормам ГОСТ 6357, класс точности В.

Сбеги резьб, недорезы, проточки и фаски соответствуют ГОСТ 10549.

Наличие сорванных витков, а также заусенцы на поверхности резьбы, препятствующие соединению к системе водоснабжения, не допускаются.

1.15 Метрические резьбы отвечают нормам ГОСТ 9150 и ГОСТ 24705 с допускаемыми отклонениями по ГОСТ 16093.

1.16 Параметр шероховатости поверхности радиаторов, **Rz**, - не более 630 мкм по ГОСТ 2789.

1.17 Конструкция отопительных приборов обеспечивает их технологичность в соответствии с ГОСТ 24444 и ГОСТ 14.201.

1.18 Приведённые в настоящих рекомендациях тепловые характеристики радиаторов определены на предприятии-изготовителе согласно методике тепловых испытаний приборов при теплоносителе воде при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в изотермической камере) $\Theta = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через отопительный прибор $M_{np}=0,1\text{ кг/с}$ (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении $B = 1013,3\text{ гПа}$ (760 мм рт.ст.).

Номинальный тепловой поток одной секции определён, исходя из испытаний радиаторов в сборе с номинальным тепловым потоком в пределах от 850 до 1000 Вт и соответствующим количеством секций.

Базовая система отопления, принятая при расчётах – однотрубная.

1.19 Гидравлические характеристики радиаторов получены при подводках условным диаметром 15 и 20 мм согласно методике предприятия-изготовителя, позволяющей определить значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{м}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{н}}$ при нормальных условиях (при расходе воды через отопительный прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных гладких (новых) труб на подводках к испытываемым радиаторам достигают значений, соответствующих коэффициенту шероховатости 0,2 мм, принятому в качестве расчётного для стальных теплопроводов отечественных систем отопления.

1.20 Материалы, используемые при изготовлении отопительных приборов, отвечают нормам, предусмотренным ГОСТ 31311.

Толщина листа стенок, соприкасающихся с рабочей средой – не менее 1,5 мм.

1.21 Радиаторы безопасны, не являются источником опасных и вредных факторов, предусмотренных ГОСТ 12.0.003.

Радиаторы отвечают нормам безопасности – по ГОСТ 31311 и ГОСТ Р 52543.

1.22 Радиаторы при нормальных условиях эксплуатации представляют собой герметичный аппарат и не являются источником шума и вибрации в зоне их работы и обслуживания.

1.23 Транспортирование радиаторов осуществляется в закрытых транспортных средствах или под тентом в соответствии с правилами, действующими на этих видах транспорта, избегая падения радиаторов.

Условия транспортирования – по группам Ж2 ГОСТ 15150 и С ГОСТ 23170.

1.24 Радиаторы должны храниться в помещении в соответствии с группой 3 ГОСТ 15150, или (не более 10 суток) на открытых площадках под навесом при температуре от плюс 5 до плюс 35 °С в условиях, исключающих их деформацию и повреждение, а также - воздействие атмосферных осадков и агрессивных сред.

Не допускается хранить радиаторы вблизи теплоизлучающих приборов и при воздействии прямых солнечных лучей.

1.25 Условное обозначение радиаторов при заказе должно включать:

- наименование и модель продукции;
- количество секций;
- условный проход присоединительной трубы, мм;
- нормативную (техническую) документацию, которой соответствует радиатор.

Пример условного обозначения радиатора модели «Modern-500» трёхсекционного, проходного, с условным проходом соединительной трубы 20 мм, отвечающего требованиям ГОСТ 31311:

«Радиатор чугунный «Modern-500» – П/3С/20 – ГОСТ 31311-2005».

1.26 Компания «Konner Limited» постоянно работает над совершенствованием отопительных приборов, и оставляет за собой право на внесение изменений в их конструкцию без предварительного уведомления, если только эти изменения не ухудшают эксплуатационно-технические характеристики продукции.

1.27 Предприятие-изготовитель не несёт ответственности за какие-либо ошибки в каталогах, брошюрах и аналогичных печатных материалах, в которых заимствованы материалы настоящих рекомендаций без согласования с разработчиками.

Примечания:

1 Представленные в настоящих рекомендациях тепловые характеристики несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» (для других схем движения теплоносителя зарубежные испытатели теплотехнические характеристики отопительных приборов, как правило, не дают).

Различие связано с несколькими причинами, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам, в целом отвечающим германским DIN 4704, испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с шестью охлаждаемыми ограждениями без утепления заприборного участка.

Отечественные же нормы запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления заприборного участка, что ближе к ре-

альным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения.

Зарубежные отопительные приборы испытываются обычно при перепаде температур теплоносителя (90-70) °С, характерном для двухтрубных систем отопления, при котором расход теплоносителя является вторичным параметром, т. е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов обычно находится в пределах 40-70 кг/ч, в то время как согласно отечественным методикам расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч), и характерен для однетрубных систем отопления.

При испытаниях представительных образцов отопительных приборов по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2 °С, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по вертикали 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 смывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 70 до 90 °С в расчётном режиме).

С другой стороны, очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена.

Взаимосвязь этих факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и немецкой, наиболее близкой к нашей, методикам.

С учётом изложенного не подтверждается обычно принимаемая в зарубежных каталогах пропорциональность теплоотдачи радиаторов их длине.

2 Обращаем дополнительно внимание специалистов на тот факт, что российские нормы относят номинальный тепловой поток к температурному напору 70 °С, характерному при обычных для отечественных однетрубных систем отопления параметрах теплоносителя 105-70 °С, зарубежные - к температурному напору 60 °С (при температурах теплоносителя 90-70 °С), характерному для двухтрубных систем.

2 Схемы и элементы систем отопления

2.1 Радиаторы применяются в двухтрубных и однетрубных системах отопления с

вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

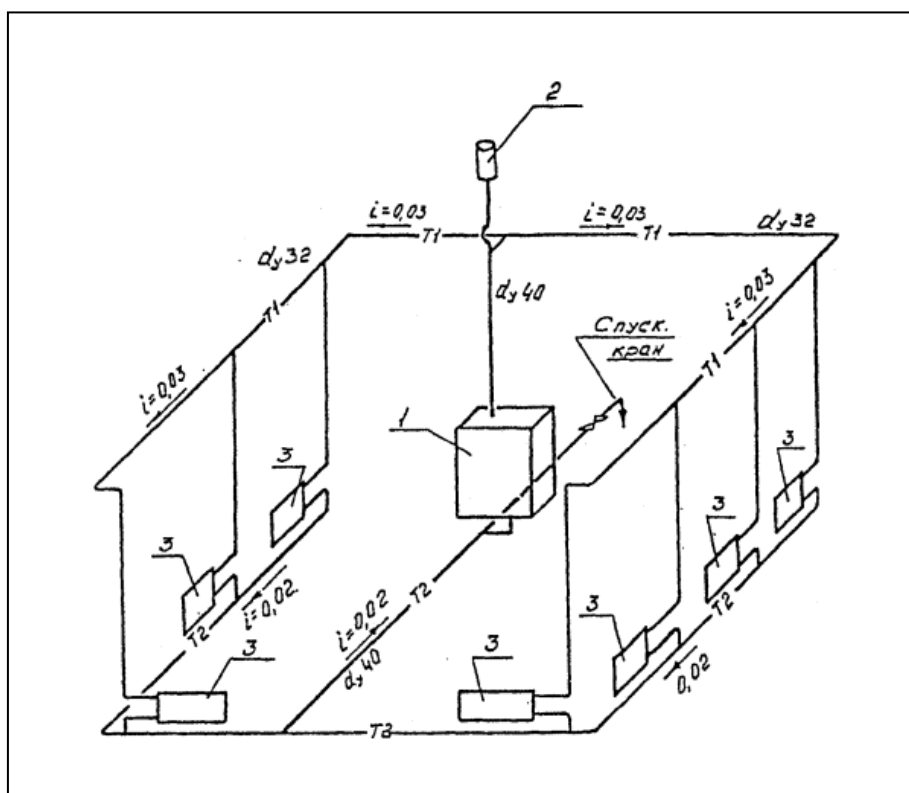
При проектировании допускается применять тупиковую или попутную схему разводки магистралей.

2.2 Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления.

Радиаторы рекомендуется применять при независимой схеме подсоединения к системе водоснабжения.

Пример схемы гравитационной системы отопления одноэтажного жилого дома с использованием радиаторов представлен на рисунке 2.

Примечание - 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.

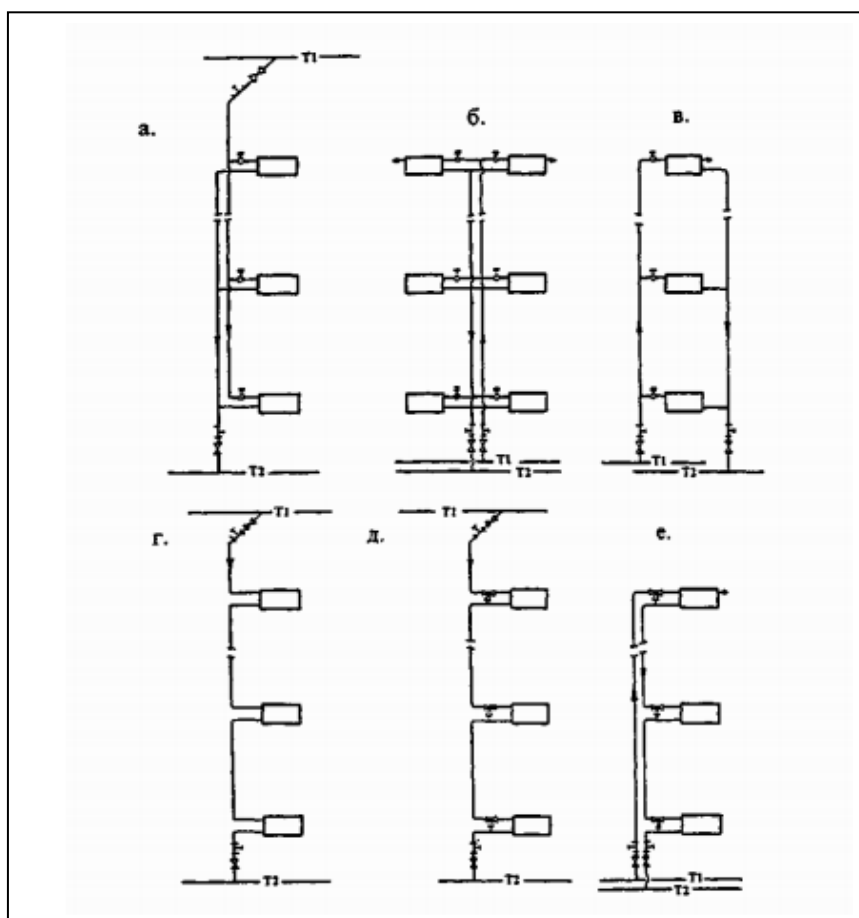


1 – котёл, 2 – расширительный бачок, 3 - радиаторы

Рисунок 2

2.3 Рекомендуемые схемы вертикальных стояков систем отопления представлены на рисунке 3, схемы горизонтальных систем - на рисунке 4.

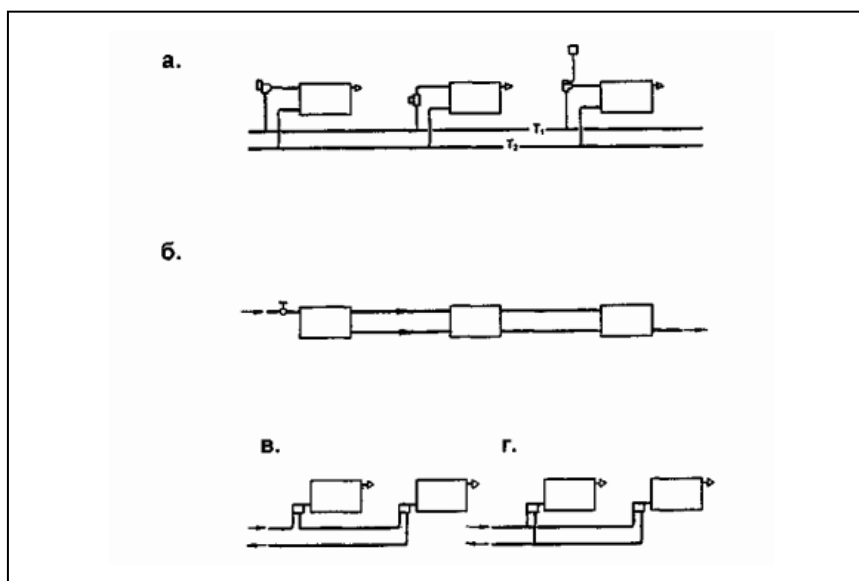
Условные диаметры стояков в системах отопления с насосным побуждением рекомендуется принимать равными 20, 15 и 10 мм, при необходимости (при соответствующем обосновании) единичные стояки в системе отопления допускается проектировать с условным диаметром 25 мм.



Схемы вертикальных стояков систем водяного отопления:

а, б, в – двухтрубные; г, д, е – одноктрубные

Рисунок 3



Схемы ветвей горизонтальных систем водяного отопления:

а – двухтрубная с термостатами; *б* – однетрубная проточная; *в, г* – однетрубная и двухтрубная с четырёхходовыми узлами нижнего подключения

Рисунок 4

2.4 Для отечественной практики традиционна установка кранов, вентилей или термостатов только на верхней из двух подводок к радиатору.

При полном закрытии регулирующей арматуры остаточная теплоотдача радиатора с номинальным тепловым потоком около 1 кВт при условном диаметре подводящих теплопроводов 20 мм составляет 35-40 %, 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 рекомендуется монтировать регулирующую арматуру на нижней подводке к радиатору или устанавливать дополнительно циркуляционные тормоза. При этом остаточная теплоотдача уменьшается до 8-10%.

Примечание - В современной практике обвязки отопительных приборов наиболее часто предусматривается установка запорной арматуры на обеих (а не на одной) подводках с целью, например, отключения радиатора при необходимости его снятия или предотвращения опорожнения прибора в случае слива воды из стояка. Особо подчеркнём, что для обеспечения надёжной работы отопительного прибора необходимо, чтобы он был постоянно залит водой и в то же время давление теплоносителя в нём не превышало допустимых значений (из-за повышения температуры воды в приборе ле-

том, из-за газообразования или других причин). Поэтому для отключения радиатора без слива воды из него достаточно закрыть запорный кран только на нижней подводке

При установке термостата на горизонтальной проточной ветви следует учитывать, что суммарная тепловая нагрузка на ветвь не должна превышать 5 кВт.

2.5 Системы отопления с подсоединяемыми радиаторами рекомендуется оснащать закрытыми расширительными сосудами и качественными насосами, обеспечивающими стабильную работу системы отопления.

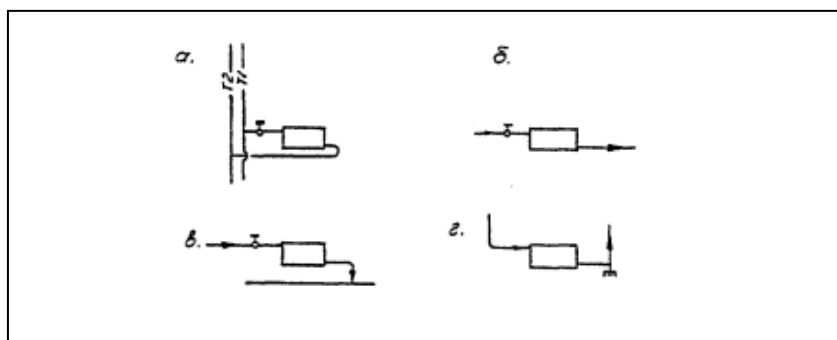
Помимо использования в системе отопления традиционных воздухоборников, необходимо оснащать каждый радиатор воздухо-газоотводчиком или предохранительным клапаном, совмещённым с ручным воздухоотводчиком.

2.6 Качество теплоносителя должно отвечать «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» с учётом дополнений раздела 7 настоящих рекомендаций.

2.7 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. Присоединение теплопроводов к радиаторам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон приборов (разностороннее).

При одностороннем присоединении труб не рекомендуется чрезмерно укупнять радиаторы. Поэтому в системах отопления с искусственной циркуляцией при числе колонок в радиаторе более 22, а в гравитационных системах - более 12, рекомендуется применять разностороннюю (диагональную) схему присоединения приборов (рисунок 5, а и б).

При соединении отопительных приборов на цепках рекомендуется применять разностороннюю схему присоединения теплопроводов. Для цепок целесообразно использовать теплопроводы диаметром 1¹/₄".



***Схемы разностороннего присоединения труб к радиаторам при движении
теплоносителя сверху вниз:***

а, б - при числе секций в радиаторе более 22 (в насосных системах) и более 12 (в гравитационных системах);

в, г - в обратную магистраль под радиатором и над радиатором.

Рисунок 5

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

Согласно СНиП 41-01-2003, отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться терморегулирующими автоматическими и полуавтоматическими вентилями (термостатами), т. е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры. Отметим, что, например, МГСН 2.01-99 и аналогичные нормативы, введенные в ряде других регионов России, более жестко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

При соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры.

2.9 Для ручного регулирования используют обычные краны по ГОСТ 10944, краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп», «Хаймайер» и «Хоневелл» (Германия), RBM и FAR (Италия), «Комап» (Франция) и др.

Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (термостаты) «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2", RTD-N фирмы «Данфосс», А, RF и AZ фирмы «Овентроп», термостаты фирм RBM, «Комап», типа FV 1630–1640 (прямые) и FV 1610–1620 (угловые) фирмы FAR и др.

Для широко используемых в России одноконтурных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления RTD-G, «ГЕРЦ-TS-E», марки М фирмы «Овентроп», типа Н фирмы «Хоневелл» и типа «Super» фирмы «Хаймайер».

Примечание - Обращаем внимание, что монтажная регулировка термостатов для

двухтрубных систем отопления при использовании радиаторов на позиции 1, 2 и 3 не рекомендуется. Это связано с неустойчивостью гидравлических характеристик этих термостатов на указанных позициях регулировки и опасностью их загрязнения при эксплуатации системы отопления.

2.10 Выбор вентиля ручного регулирования FAR не зависит от направления потока теплоносителя благодаря конструкции клапана с кольцевым уплотнением. Это позволяет устанавливать в одноконтурных системах отопления регулировочный вентиль на обратной подпитке, а запорный на подающей.

В запорных вентилях FAR (арт. 1100, 1200, 1300 и 1400) имеется защитный колпачок, прикрывающий регулировочную буксу и не допускающий случайного перекрытия подпитки, что может происходить при использовании шаровых кранов.

2.11 Диаграммы для подбора термостатов, используемых в системах отопления, приведены на рисунках 6-12.

2.11.1 Наклонные линии (1, 2, 3...) на этих диаграммах означают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора (в режиме настройки на 2 К). Настройка на режим 2 К означает, что термостат частично прикрыт, и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2 К (2 °С) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе.

2.11.2 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 1 К (1 °С), а иногда допускается настройка на 3 К (3 °С). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рисунке 6 линия «максимального подъёма» штока термостата при режиме настройки на 2 К показывает существенно большее значение перепада давления при том же расходе воды, чем линия, характеризующая «максимальное открытие» термостата.

2.11.3 На рисунке 10 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» для одноконтурных систем отопления при настройке на режимы 1 К, 2 К или 3 К, а также при полностью открытом клапане.

Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» как прямых, так и угловых при установке на подпитках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

2.11.4 Представленные на рисунке 9 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов для однотрубных систем отопления RTD-G фирмы «Данфосс» при установке на подводках с условным диаметром 15, 20 и 25 мм в режиме настройки на 2 К (2°C).

2.11.5 В однотрубных системах целесообразно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобные подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди них интересны трёхходовые термостаты фирм «ГЕРЦ», «Овентроп» и др., у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трёхходовыми термостатами 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.

2.11.6 На рисунках 6 и 10 на пересечении кривых, характеризующих зависимость гидравлического сопротивления термостатов от расхода воды, с линией $\Delta P = 1$ бар = 100 кПа указаны значения расходных коэффициентов K_v , $[(\text{м}^3/\text{ч}) \cdot \text{бар}^{-1/2}]$. Для однотрубных систем отопления могут применяться термостаты с $K_v \geq 1,2$.

2.11.7 Донное подключение радиаторов можно осуществить с помощью специальной гарнитуры, поставляемой изготовителями термостатов, как для традиционного бокового подключения, так и одноузлового через нижнюю боковую пробку, а также с помощью H-образных запорно-регулирующих клапанов.

2.11.8 Для одноузловых подсоединений можно рекомендовать регулирующие узлы нижнего подключения «ГЕРЦ-VTA» и «ГЕРЦ-VUA» фирмы «ГЕРЦ Арматурен», VF 1420 «MONOTUBO» и FV 1430 «BITUBO» итальянской фирмы FAR.

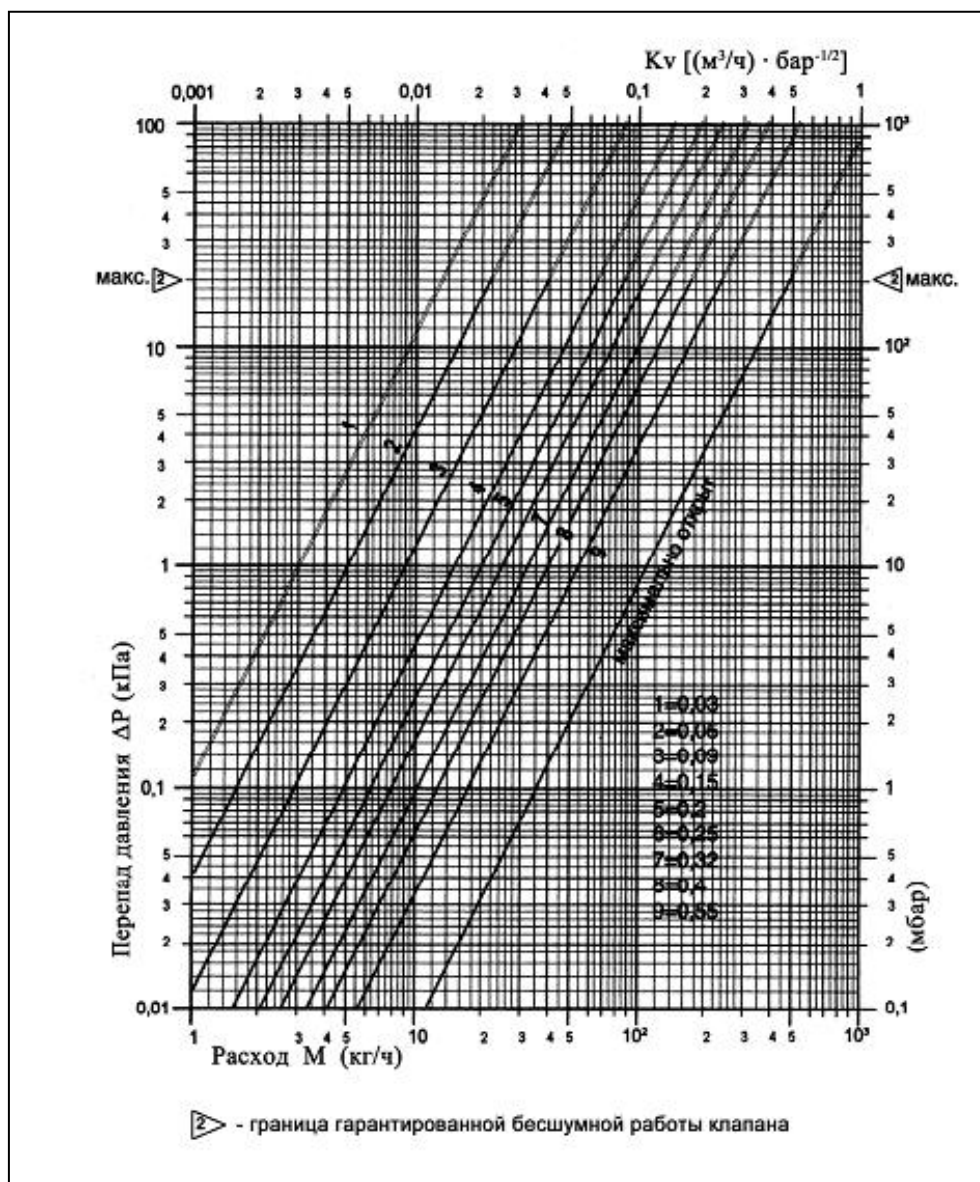
2.11.9 Помимо узлов нижнего подключения с терморегуляторами «MONOTUBO» и «BITUBO» могут использоваться четырёхходовые узлы нижнего подключения ручного регулирования фирмы FAR.

Узлы FV 1450 и FV 1550 для однотрубных систем отопления имеют встроенный байпас и прямой зонд, подводящий теплоноситель к центру радиатора. Узел FV 1500 отличается Г-образным зондом, позволяющим вводить теплоноситель в колонку первой секции радиатора в направлении «снизу-вверх».

При этом дальнейшее распределение теплоносителя по радиатору происходит через верхний коллектор по оптимальной схеме «сверху-вниз». В однотрубных узлах FV 1460, FV 1470, FV 1575 и FV 1585 для реализации схемы «сверху-вниз» теплоноситель

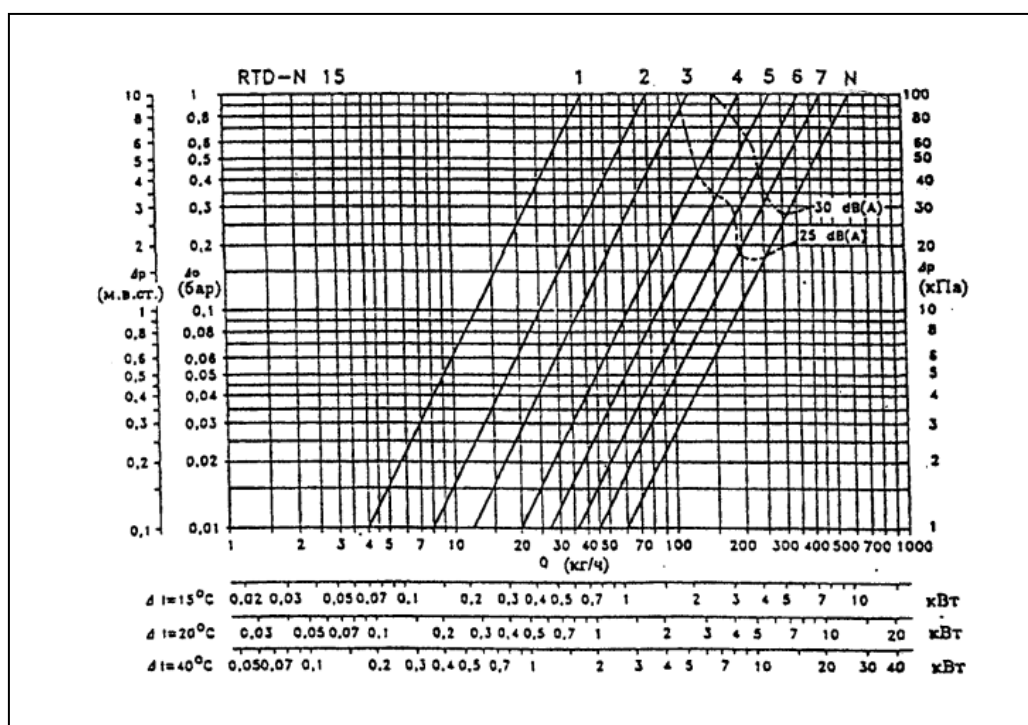
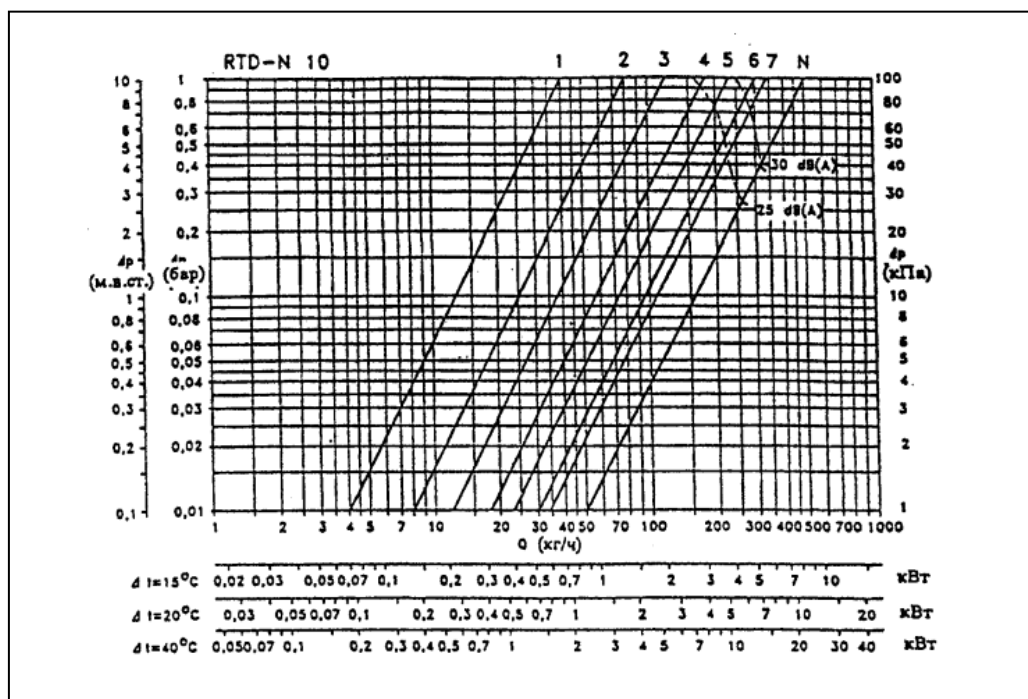
подаётся через специальный транзитный теплопровод от узла, подключённого к нижнему коллектору радиатора, в верхний коллектор.

Особенность однотрубных узлов ручного регулирования фирмы FAR заключается в том, что при изменении положений регуляторов общее гидравлическое сопротивление узла не изменяется.



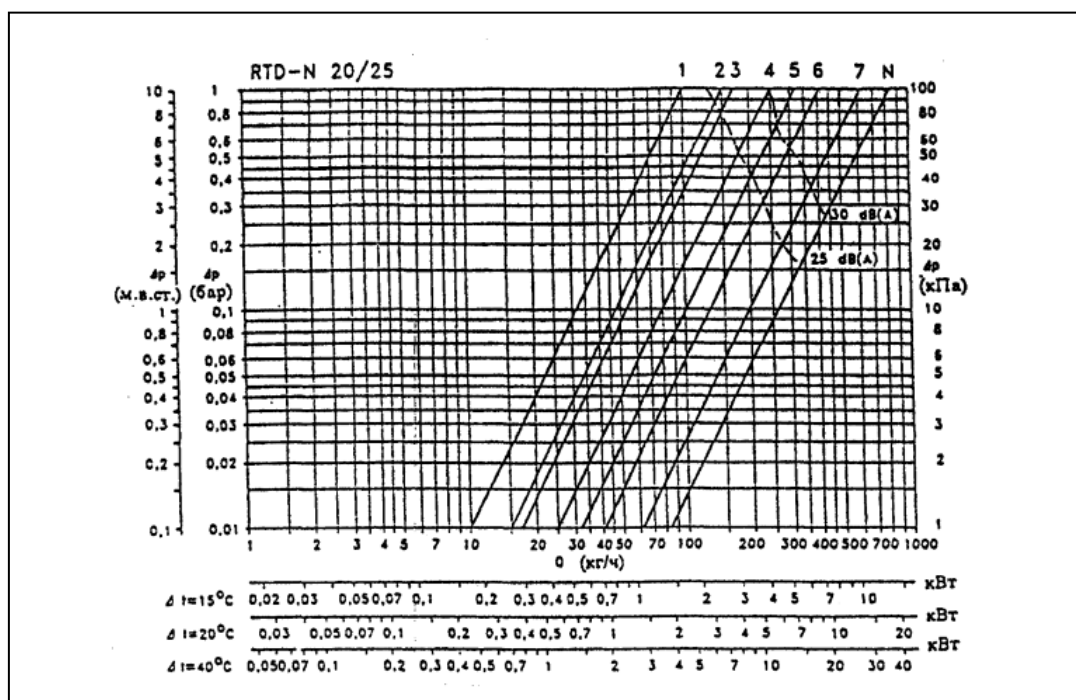
Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами $3/8''$ и $1/2''$ с настройкой на режим 2 К и при снятой термостатической головке (при полном открытии вентиля)

Рисунок 6



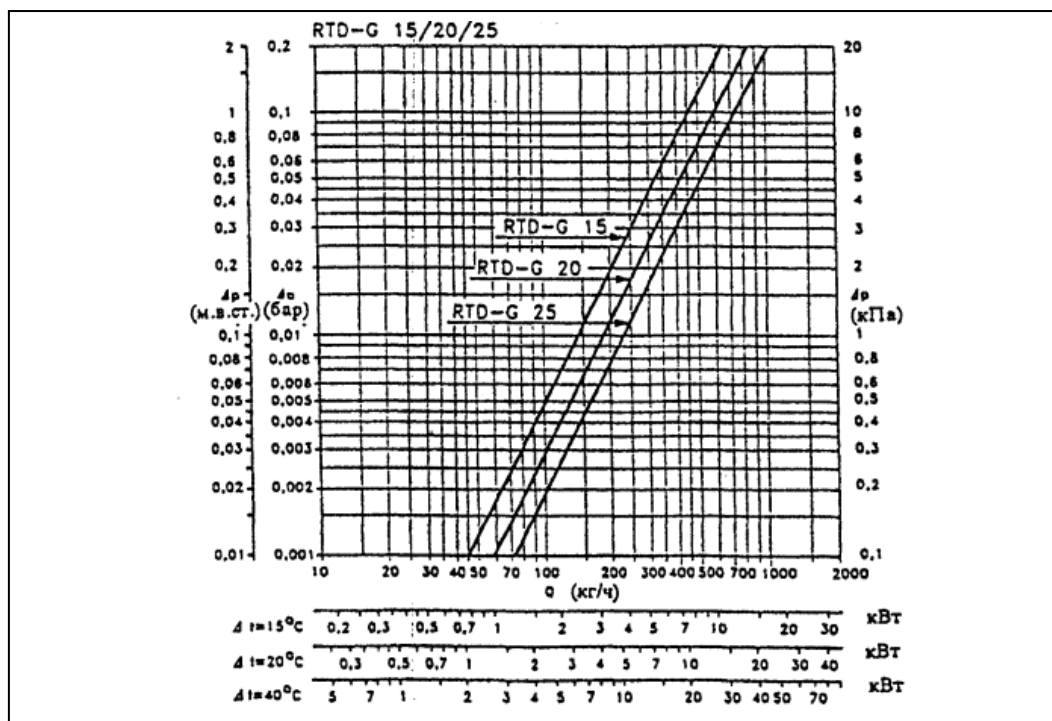
Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-N10 и RTD-N15
фирмы «Данфосс» при различных уровнях настройки клапана для
двухтрубных систем отопления

Рисунок 7



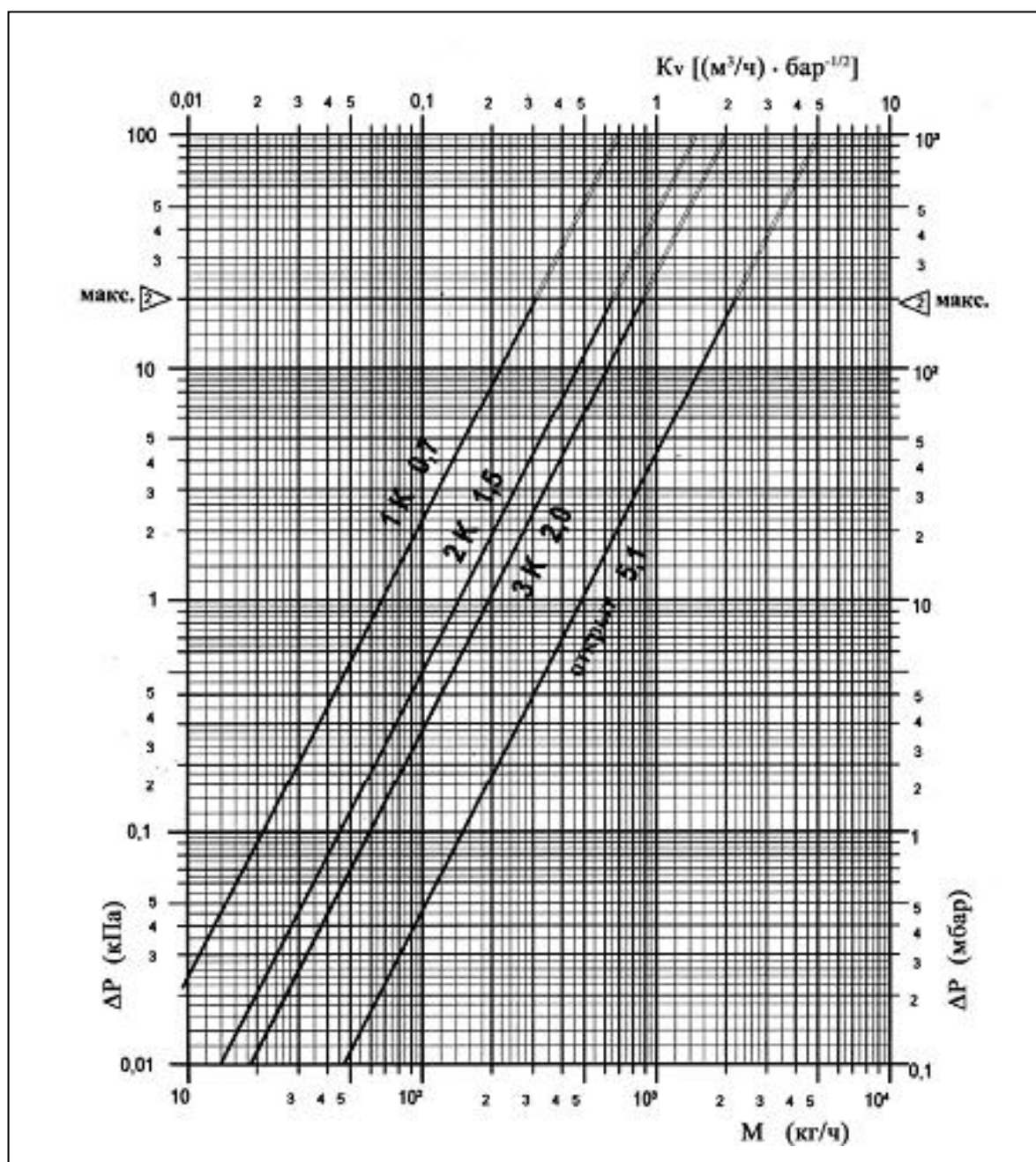
Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-N20/25 фирмы «Данфосс» при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления.

Рисунок 8



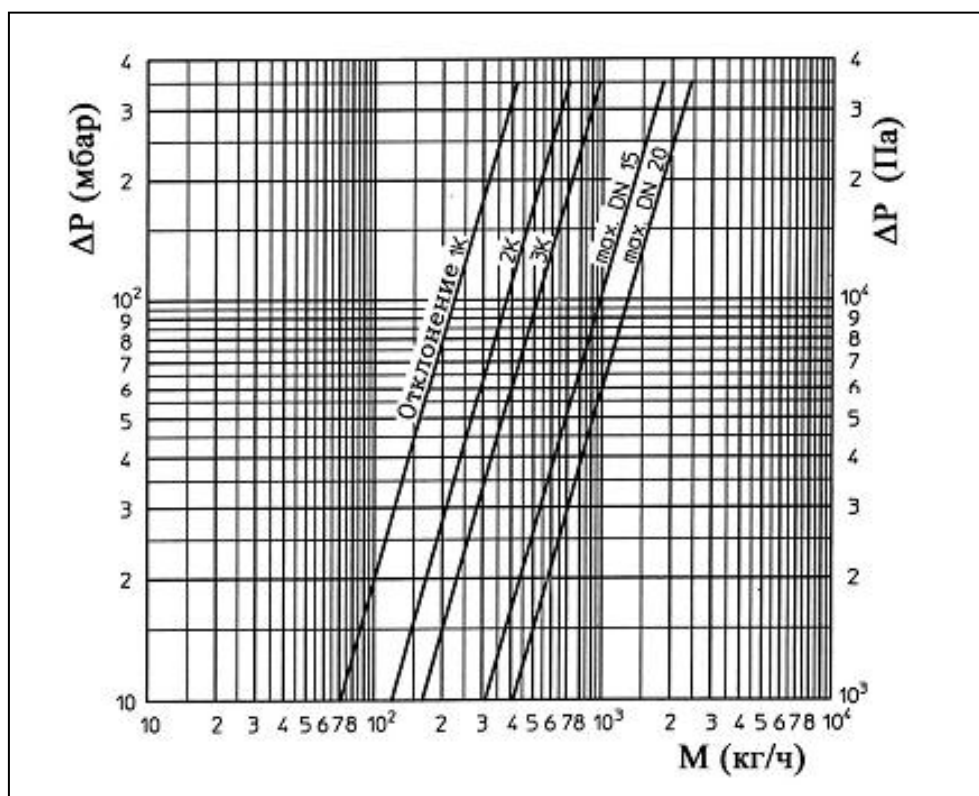
Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-G фирмы «Данфосс» для гравитационных и насосных одноконтурных систем отопления с условными диаметрами 15, 20 и 25 мм.

Рисунок 9



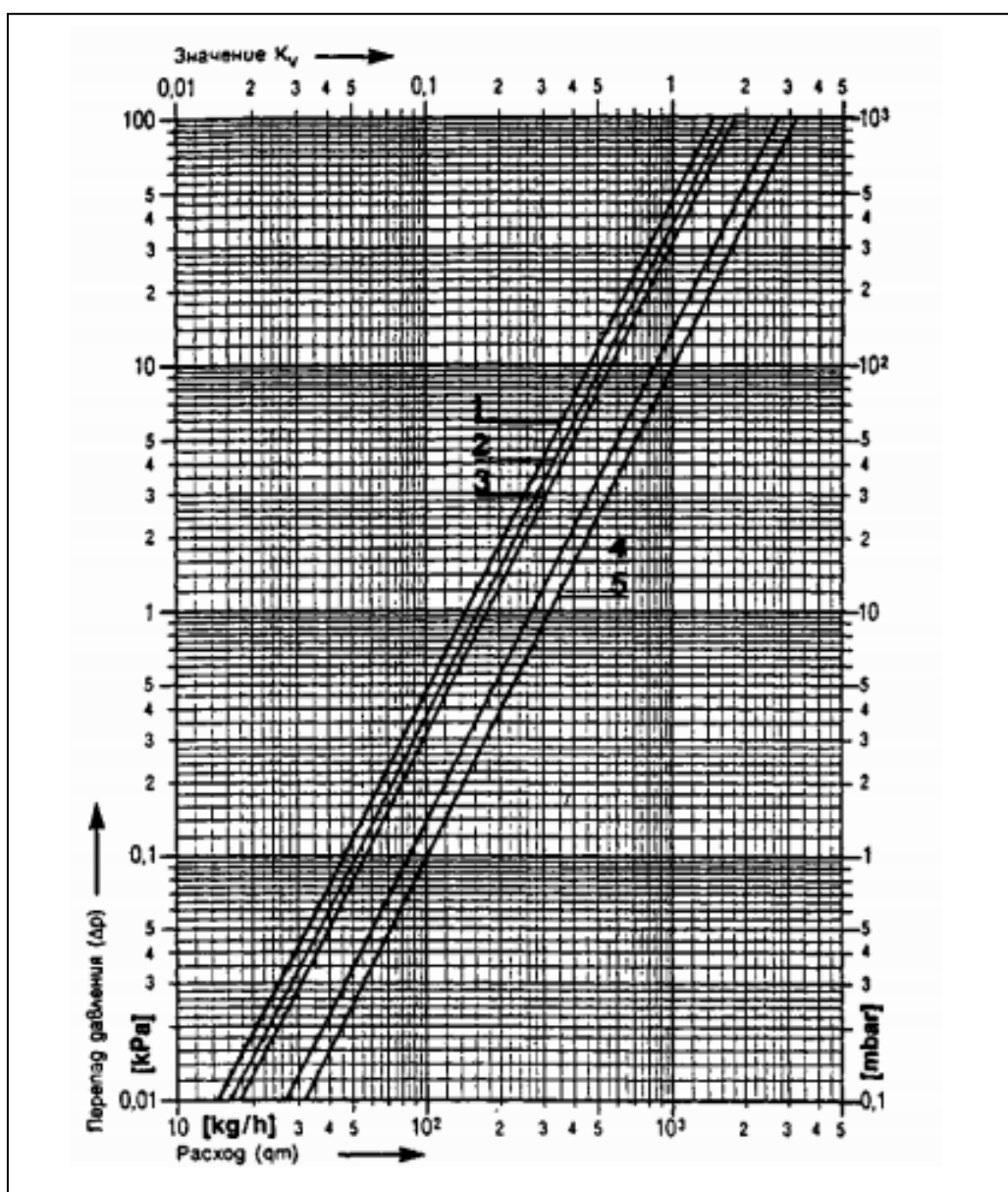
Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E»
при различных режимах настройки
(стрелками показаны предельные значения перепада давления
(0,2 бар), при котором уровень звукового давления не превышает 25 дБА

Рисунок 10



Гидравлические характеристики термостатов
серии «М» фирмы «Овентроп» при различных режимах настройки

Рисунок 11



Гидравлические характеристики термостата «ГЕРЦ»
с клапаном «CALIS-TS» и соответствующие
значения коэффициента затекания при различных степенях открытия клапана:

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 хр=2К
	1 7761 02		60	Термостатический режим хр=3К
	1 7761 01	1,8		
4	1 7761 01	2,75	80	Клапан открыт
	1 7761 02	3,2		

Рисунок 12

2.12 На рисунках пунктирными линиями показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов 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 мм вод. ст.

2.13 В таблице 2 приведены коэффициенты местного сопротивления полностью открытых вентилей для ручной регулировки RBM (Италия), определённые при температуре воды 60-80 °С.

При температуре воды 20-30 °С гидравлические характеристики возрастают в среднем на 5%.

Таблица 2

Условный проход, мм	Коэффициенты местного сопротивления $\zeta_{\text{лп}}$			
	Вентили для ручного регулирования полностью открытые		Прямые вентили для автоматического регулирования	
	прямые	угловые	Настройка на режим 2К (открытие на 0,44 мм)	Полное открытие
15	28	16	200	50
20	11,5	5	650	120

2.14 При применении скрытой напольной или плинтусной разводке теплопроводов и донном их присоединении 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») необходимо предусматривать установку воздухоотводчика.

При этой схеме термостаты могут монтироваться с расположением оси термостатической головки вдоль наружной стены, а не перпендикулярно ей (рисунок 13).

При скрытой напольной разводке теплопроводов и нижним боковым присоединении радиаторов специальные узлы нижнего подключения присоединяются с одной стороны к нижнему патрубку радиатора (рисунок 15).

2.15 Применяются также, особенно в коттеджах, системы отопления с лучевой напольной разводкой теплопроводов, традиционным боковым подключением отопитель-

ных приборов по схеме «сверху-вниз» и с использованием термостатов углового исполнения. Вертикальные стояки для уменьшения бесполезных тепловпотерь 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.

Для разводки обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или металлополимерные теплопроводы, например, изготовленные из полипропиленовых комбинированных труб со стабилизирующей алюминиевой оболочкой или из полиэтиленовых металлополимерных труб.

Разводящие теплопроводы, как правило - теплоизолированные, при лучевой схеме прокладывают в штробах или заливают цементом высоких марок с пластификатором (с толщиной слоя цементного покрытия не менее 40 мм и толщиной цементной стяжки под трубами около 15 мм).

2.16 При плинтусной прокладке (рисунок 14) обычно используются специальные декорирующие плинтусы заводского изготовления (например, из полимерных материалов).

Для напольного отопления в настоящее время обычно используют полимерные трубы, как наиболее удобные при монтаже и надёжные при эксплуатации.

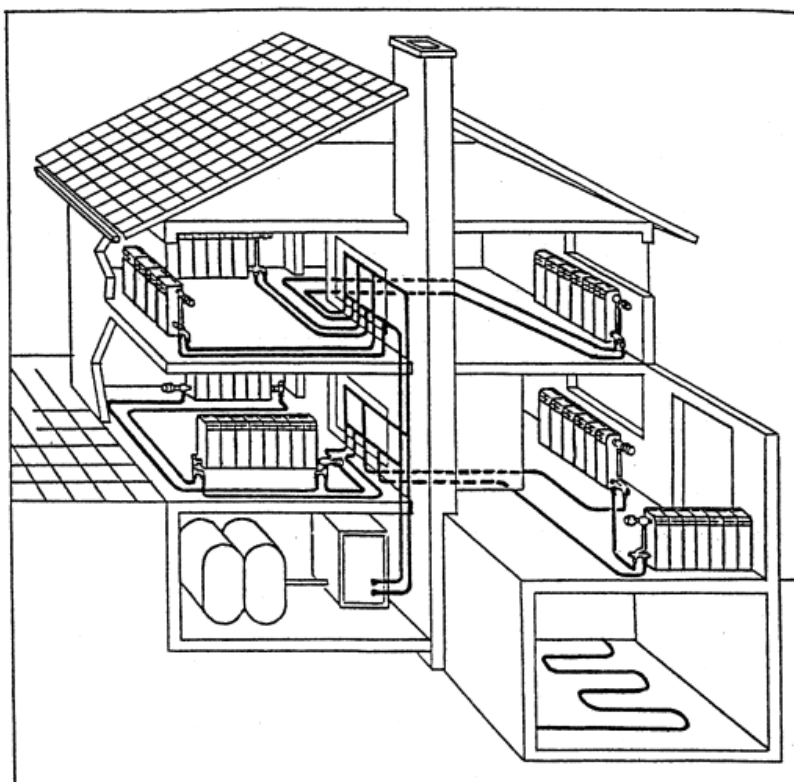
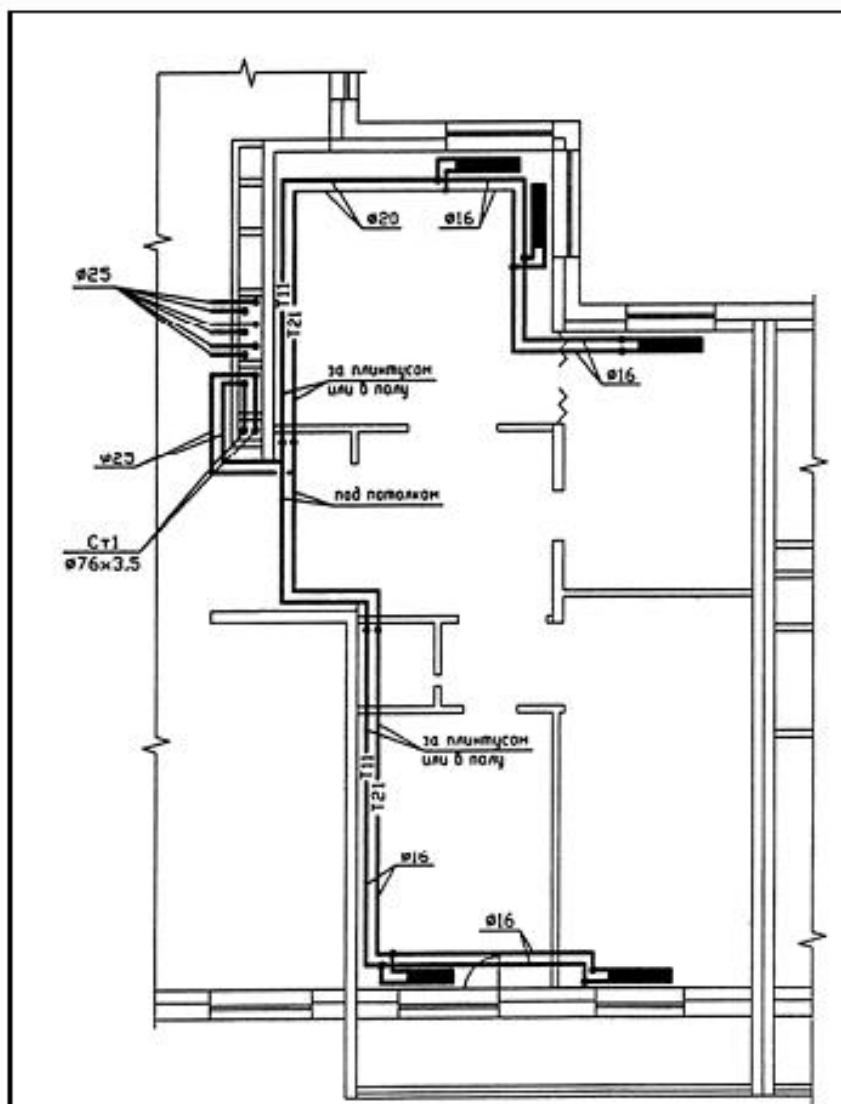


Схема системы отопления коттеджа с напольной разводкой теплопроводов и донным подключением радиаторов по схеме «сверху-вниз» с помощью специальных коллекторов (насос и закрытый расширительный сосуд встроены в кожух котла и на схеме не показаны)

Рисунок 13



Система отопления с плинтусной разводкой
теплопроводов в квартире

Рисунок 14

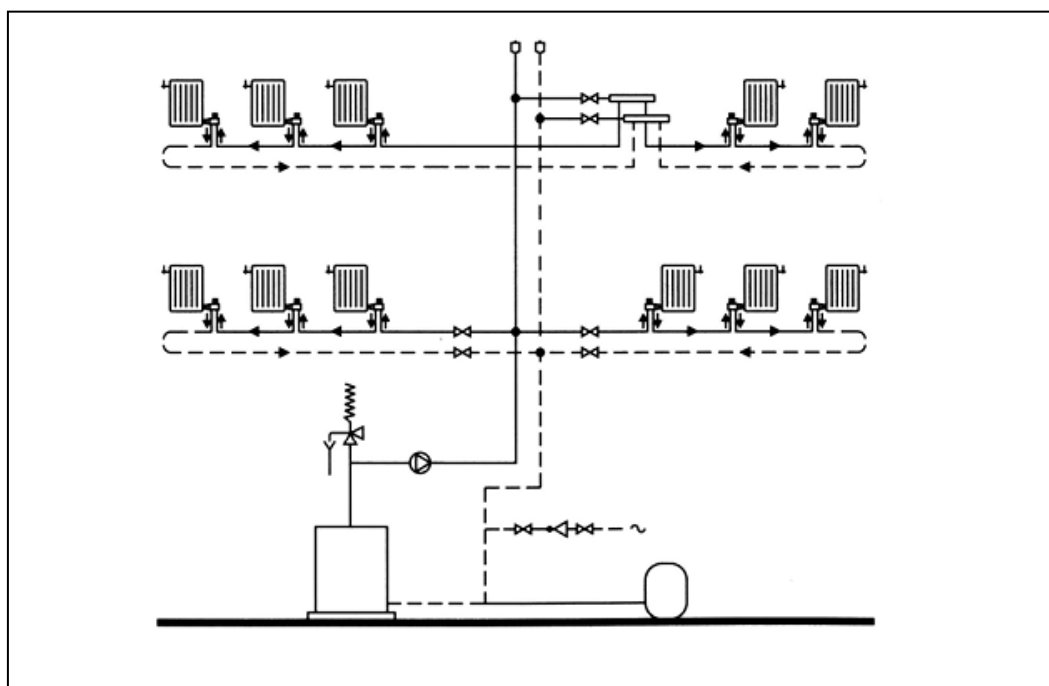


Схема однотрубной системы отопления с регулирующими узлами подсоединения к нижней пробке радиаторов при нижней разводке теплопроводов

Рисунок 15

2.17 Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей необходимые расходы теплоносителя по стоякам в течение отопительного периода и спуск воды в них по мере надобности. Для этих целей могут быть использованы, например, запорные и балансировочные вентили.

Если загрязнения в теплоносителе превышают установленные нормы, - для обеспечения нормальной работы термостатов и регулирующей арматуры необходимо оснащать систему отопления фильтрами (в том числе – стоячковыми).

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

2.19 Установка запорно-регулирующей арматуры на замыкающих участках в однотрубных системах отопления не допускается.

3 Гидравлический расчёт

3.1 Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с

применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочной литературе, с учётом данных и дополнений, указанных в настоящих рекомендациях.

3.2 Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении к тепловой сети через элеватор следует принимать согласно указаниям, приведённым в СНиП 41-01-2003.

3.3 Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб представлены в Приложении А.

Гидравлические характеристики комбинированных полипропиленовых труб - согласно ТР 125-02.

3.4 Гидравлические характеристики отопительного прибора и подводящих теплопроводов с регулирующей арматурой в однетрубных системах отопления с замыкающими участками определяет коэффициент затекания α_{np} , характеризующий долю теплоносителя, проходящего через отопительный прибор, от общего его расхода в подводе к радиаторному узлу.

Таким образом, в однетрубных системах отопления расход воды через отопительный прибор M_{np} , кг/с, определяется зависимостью:

$$M_{np} = \alpha_{np} \times M_{cm} \quad (1)$$

где α_{np} – коэффициент затекания воды в прибор;

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

3.5 Гидравлический расчёт теплопроводов систем отопления с радиаторами рекомендуется проводить исходя из постоянного перепада температур теплоносителя в стояках.

При переменном перепаде температур теплоносителя в стояках его отклонение от расчётного перепада в системе не должно превышать 15%.

3.6 Потери давления в циркуляционных кольцах системы отопления не должны отличаться при постоянном перепаде температур более чем на 15% при тупиковой схеме разводки магистралей и более чем на 5% при попутной схеме.

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

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»:

$$\Delta P = R \cdot L + Z \quad (3)$$

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

$S = A \cdot \zeta'$ - характеристика сопротивления участка теплопровода, 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 А);

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

λ - коэффициент трения;

d - внутренний диаметр теплопровода;

λ/d – приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м (для стальных теплопроводов представлен в Приложении А);

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.

3.8 Гидравлические характеристики радиаторов при расходе теплоносителя 0,1 кг/с ($M_{np} = 360$ кг/ч) представлены в таблице 3.

Допускается пользоваться усреднёнными значениями указанных характеристик.

При необходимости их можно интерполировать исходя из того, что при малых расходах воды через отопительный прибор принимают $M_{np} = 72$ кг/ч (0,02 кг/с), а при больших (согласно нормативным требованиям) $M_{np} = 360$ кг/ч.

Первое значение соответствует условиям работы радиаторов в двухтрубных системах отопления и в однетрубных, оснащённых термостатами и замыкающими участками; второе значение отвечает условиям работы в однетрубных системах отопления при протекании всего теплоносителя через отопительный прибор.

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

Таблица 3

Расход воды	Количество секций в радиаторе	Коэффициент местного сопротивления радиатора $\zeta_{ну}$ при условном диаметре подводок		Характеристика сопро- тивления $S_{ну} \cdot 10^{-4}$, Па/(кг/с) ² , при условном диаметре подводок	
		15 мм	20 мм	15 мм	20 мм
При расходе воды через радиатор 0,1 кг/с (360 кг/ч)	3	1,8	2,1	2,47	0,87
	4	1,6	1,9	2,19	0,78
	5 и более	1,5	1,8	2,06	0,74
При расходе воды через радиатор 0,02 кг/с (72 кг/ч)	3	2,2	2,5	3,01	1,03
	4	2	2,3	2,74	0,95
	5 и более	1,9	2,2	2,6	0,91

Примечания:

1 Потери давления ΔP , Па, приближённо определяются путём умножения величины $S_{ну} \cdot 10^{-4}$ таблицы 3 на 100.

2 Допускается при гидравлическом расчете схем коэффициент сопротивления принимать $\zeta = 1,5 \dots 1,8$ при условном диаметре подводок 15 мм, и $\zeta = 2,0 \dots 2,5$ при 20 мм.

3.10 Значения коэффициентов затекания $\alpha_{нр}$ для отопительных приборов при различных сочетаниях диаметров труб стояков ($d_{см}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зп}$) и подводящих теплопроводов (d_n) узлов присоединения радиаторов в однотрубных системах отопления при установке на подводках рекомендуемой настоящим документом арматуры представлены в таблице 4.

Данные для определения коэффициента затекания в случае использования термостатов «ГЕРЦ Арматурен» с трёхходовыми клапанами «CALIS-TS» марки 1 7761 01 для подводок условным диаметром 15 мм и марки 1 7761 02 для подводок условным диаметром 20 мм приведены на рисунке 12. Поскольку при использовании термостатов «CALIS-TS» необходимо применять выносные датчики температур, удобно, как указывалось, устанавливать термостаты «CALIS-TS-E-3-D» со шпинделем, перпендикулярным плоскости стены, и с автономной термостатической головкой. В этом случае при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{см} \times d_{зп} \times d_n$, равном 20×20×20 мм, $\alpha_{нр} = 0,3$.

3.11 Коэффициенты затекания при установке термостатов определены при их настройке на 2 К, т. е. на положение частично открытого клапана, из которого термостат

полностью перекрывает движение воды при превышении заданной температуры воздуха в помещении на 2 °С (на 2 К).

Примечание - 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 отечественной практики инженерных расчётов в случае применения обычных кранов и вентилей.

Таблица 4 - Усреднённые значения коэффициентов затекания α_{np} узлов однотрубных систем водяного отопления с чугунными радиаторами при расходе теплоносителя по стояку более 100 кг/ч

Вид регулирующей арматуры	Значения α_{np} при сочетании диаметров труб радиаторного узла $d_{cm} \times d_{zy} \times d_n$ (мм)		
	15×15×15	20×15×15	20×15×20
Термостат М фирмы «Овентроп»	0,225	0,185	0,245
Вентиль типа RBM	0,3/0,327	0,252/0,25	0,454/0,45
Термостат фирмы «Данфосс» типа RTD-G	0,23	0,19	0,265
Термостат «ГЕРЦ-TS-E» фирмы «ГЕРЦ Арматурен»	0,24	0,195	0,245

Примечание - В числителе приведены данные для случаев движения теплоносителя по схеме «сверху-вниз», в знаменателе - по схеме «снизу-вверх».

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

4 Тепловой расчёт

4.1 Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе, с учётом данных и дополнений настоящих рекомендаций.

4.2 В приближенных расчетах при подборе отопительного прибора рекомендованная тепловая мощность радиатора для отопления 10 м² составляет:

- 1 кВт, в случае если в комнате одна наружная стена и одно окно;
- 1,2 кВт, в случае если в комнате две наружные стены и одно окно;
- 1,3 кВт, в случае если в комнате две наружные стены и два окна.

Объем помещения, обогреваемый 1 кВт мощности отопительного прибора, в зависимости от теплоизоляции дома приведен в таблице 5.

Таблица 5

Характеристики строительной конструкции	Объем помещений
Толщина стен 1,5-2 кирпича с теплоизоляцией, или то же из бруса или сруб, площадь окон и двери не более 15% (хорошо утепленный дом для зимнего проживания)	20-25 м ³
С улицей граничат 2 или 3 стены толщины не менее чем в один кирпич с теплоизоляцией или из бруса, площадь окон и двери не более 25% (средне утепленный дом)	14-18 м ³
Панельные стены с внутренней облицовкой, изолированная крыша, без сквозняков (утепленный летний домик)	8-12 м ³
Тонкие стены из лесоматериала, панелей из гофрированного металла и т.п. (вагончик, караулка)	5-7 м ³

Порядок уточнённого расчёта приведен в 4.3-4.9 настоящих рекомендаций.

4.3 При нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый с учётом 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 таблице 6, а второй (β_2) – от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа и наружного ограждения по таблице 6.

Таблица 6

Монтажная высота радиатора	β_1	β_2	
		у наружной стены	у наружного остекления
350	1,030	1,02	1,07
500	1,052		
600	1,060		

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

$$Q = Q_{ny} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{np}/0.1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = Q_{ny} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = K_{ny} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \quad (4)$$

где Q_{ny} – номинальный тепловой поток радиатора при нормальных условиях, равный произведению номинального теплового потока, приходящегося на одну секцию (q_{ny} , таблица 1) на количество секций в отопительном приборе, N , Вт;

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

$$\Theta = (t_n + t_k) - t_n = t_n - \Delta t_{np}/2 - t_n \quad (5)$$

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

t_n – расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении t_a , °С;

Δt_{np} – перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора, С;

70 – нормированный температурный напор, °С;

c – поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи отопительного прибора при нормированных температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении;

n и m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя;

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

0,1 – нормированный (нормальный) массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

b – безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление;

β_3 – безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций в нём при любых схемах движения теплоносителя;

p – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи радиатора от

числа секций в нём при движении теплоносителя «снизу-вверх» (принимается по таблице 8); 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;

$\varphi_2 = A \cdot c(M_{np}/0,1)^m$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массового расхода теплоносителя от нормального;

K_{ny} - коэффициент теплопередачи наружной поверхности радиатора при нормальных условиях, определяемый по формуле:

$$K_{ny} = Q_{ny}/F \cdot 70, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (6)$$

F - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора, м^2 ;

$$F = F_c \cdot N, \text{ г}$$

N - число секций в радиаторе,

F_c - площадь наружной теплоотдающей поверхности одной секции радиатора, м^2 .

4.5 Коэффициент теплопередачи радиатора K , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле:

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \beta_3 \cdot p \quad (7)$$

4.6 Согласно результатам тепловых испытаний радиаторов с монтажной высотой от 300 и 600 мм значения показателей степени n и m и коэффициента c зависят не только от исследованных диапазонов Θ и M_{np} , но также от высоты и даже от длины отопительного прибора.

Для упрощения инженерных расчётов без внесения заметной погрешности значения этих показателей допускается усреднять (см. 4.7 и 4.8).

4.7 При движении теплоносителя через радиатор по схеме «снизу-вверх» во всём исследованном диапазоне расходов воды отмечалась идентичная картина: по каналу первой от присоединительных патрубков секции теплоноситель поднимается вверх и в значительной части, лишь немного охладившись, уходит через верхнюю подводку в систему отопления; другая же часть горячей воды за счёт гравитационных сил движется по каналам остальных секций по схеме «сверху-вниз», смешиваясь у первой секции с практически неохлаждённой водой, поступившей из подающего нижнего теплопровода.

В результате большая часть отопительного прибора, которая, очевидно, зависит от соотношения длины секции и общей длины радиатора, работает при средних темпе-

ратурах теплоносителя более низких, чем при его движении по стандартной схеме «сверху-вниз».

Данное обстоятельство может учитываться изменёнными (усреднёнными) значениями коэффициентов n и m , и введением поправочных коэффициентов c и p .

4.8 При движении теплоносителя «снизу-вниз» горячая вода, проходя через нижние части секций вдоль всего отопительного прибора, поднимается вверх по центру вертикальных каналов секций, а затем, охлаждаясь у наружных стенок каналов, по ним же опускается вниз.

При этом имеет место «фонтанный» режим движения теплоносителя в вертикальных каналах секций радиатора.

Поскольку при этом характерном движении теплоносителя не отмечено резких перепадов температуры поверхности соседних секций по длине радиатора, значение коэффициента p , как и при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз», принято равным 1.

В ряде случаев наблюдается подъём горячей воды по первой или средней секции радиатора, а в остальных секциях - её движение по схеме «сверху-вниз», что может быть учтено при усреднении значения c .

4.9 В случае использования в качестве теплоносителя антифриза на основе этиленгликоля, теплоотдающую поверхность следует увеличить на 10%, при использовании антифриза на основе пропиленгликоля – на 15%.

4.10 Значения коэффициентов « A », « c » и « p » и показателей степени « n » и « m » при различных схемах движения теплоносителя в радиаторах представлены в таблице 7.

Таблица 7

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя M_{np}		Радиаторы									
			с межсексовым расстоянием 300 мм					с межсексовым расстоянием 500 и 600 мм				
	кг/с	кг/ч	n	A	c	m	p	n	A	c	m	p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
«сверху-вниз»	0,01-0,015	36-540	0,3	1	1	0	1	0,3	1	1	0	1
«снизу-вверх»	0,01-0,05	36-180	0,33	1	0,9	0,05	По таблице 10	0,33	1	0,91	0,05	По таблице 10
	0,05-0,15	180-540										

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
«снизу-вниз»	0,02- 0,15	72-540	0,3	1	0,95	0	1	0,3	1	0,95	0	1

Примечание – В таблице указаны усреднённые значения.

Таблица 8 - 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
<i>b</i>		0,959	0,965	0,970	0,976	0,982	0,988	0,994	1	1,011

Таблица 9 - Коэффициент β_3 , учитывающий влияние количества секций в радиаторе на его тепловой поток

Монтажная высота радиатора, мм	Значения β_3 при количестве секций в отопительном приборе						
	3	4	5-6	7-8	9-12	13-18	19-22
300	1,03	1,02	1,015	1,01	1,0	0,99	0,97
500 и 600	1,035	1,025	1,015	1,0	0,99	0,98	0,96

Таблица 10 - Значение поправочного коэффициента «*p*»

Количество секций в радиаторе, шт.		2	3	4	5	6 и более
<i>p</i>	Монтажная высота радиатора, мм					
	300					
	500 и 600					
		1,035	1,03	1,015	1,01	1
		1,025	1,02	1,01	1,005	1

Таблица 11 - Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от средне-арифметического температурного напора Θ между средней температурой теплоносителя в радиаторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при различных схемах движения теплоносителя

$\Theta, ^\circ\text{C}$	φ_1 при схеме движения теплоносителя	
	«сверху-вниз» и «снизу-вниз»	«снизу-вверх»
44	0,547	0,539
46	0,579	0,572
48	0,612	0,605
50	0,545	0,639
52	0,679	0,673
54	0,714	0,703
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	1
72	1,037	1,038
74	1,075	1,077
76	1,113	1,116

$\Theta, ^\circ\text{C}$	φ_1 при схеме движения теплоносителя	
	«сверху-вниз» и «снизу-вниз»	«снизу-вверх»
78	1,151	1,155
80	1,19	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	1,427	1,438
94	1,467	1,48
96	1,508	1,522
98	1,549	1,564
100	1,59	1,607
102	1,631	1,65
104	1,673	1,693
106	1,715	1,737
108	1,757	1,78
110	1,8	1,824

Таблица 12 - Значения поправочного коэффициента φ_2 в зависимости от расхода теплоносителя M_{np} при схеме движения теплоносителя в радиаторах «снизу-вверх»

M_{np}		Значения φ_2 при монтажной высоте, мм	
кг/с	кг/ч	300	500 и 600
1	2	3	4
0,015	54	0,819	0,828
0,02	72	0,83	0,84
0,025	90	0,84	0,849
0,03	108	0,847	0,857
0,035	126	0,854	0,863
0,04	144	0,86	0,869
0,05	180	0,869	0,879
0,06	216	0,877	0,887

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
0,07	252	0,884	0,894
0,08	233	0,89	0,9
0,09	324	0,895	0,905
0,1	360	0,9	0,91
0,125	450	0,91	0,92
0,15	540	0,918	0,929

Примечание – При схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» φ_2 принимается равным 1, при схеме движения «снизу-вниз» - 0,98 при монтажной высоте 300 мм, 0,95 – при монтажной высоте 500 и 600 мм.

5 Пример теплового расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления

5.1 Условия для расчёта.

Требуется выполнить тепловой расчёт этажестояка вертикальной однетрубной системы водяного отопления с чугунным радиатором «Modern-500».

Радиатор установлен под окном длиной 1200 мм на наружной стене без ниши на последнем этаже девятиэтажного жилого здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и термостатом RTD-G на подводке к отопительному прибору.

Схема движения теплоносителя: «снизу-вверх».

Теплопотери помещения составляет 1400 Вт.

Температура горячего теплоносителя на входе в стояк t_n условно принимается равной 95 °С (без учёта теплопотерь в магистрали), расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{cm} = 25$ °С, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b = 20$ °С, атмосферное давление воздуха в районе строительства 1013,3 гПа, т. е. $b=1$.

Средний расход воды в стояке $M_{cm} = 0,065$ кг/с (235 кг/ч).

Диаметры труб стояка, подводов и замыкающего участка определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 20 мм, диаметр замыкающего участка 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,8 м ($L_{mp.\epsilon} = 2,3$ м при $d_y = 20$ мм, $L_{mp.\epsilon} = 0,4$ м при $d_y = 15$ мм, $L_{mp.\epsilon} = 1,1$ м при $d_y = 20$ мм).

5.2 Последовательность теплового расчёта

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр,n}, \text{ Вт} \quad (8)$$

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

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

Полезный тепловой поток теплопроводов принимается обычно в пределах 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и достигает 100% при расположении стояков у вертикальных перегородок.

В нашем примере принимаем $Q_{тр,n} = 0,9 \cdot Q_{тр}$

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 В, Вт/м;

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{тр,n}$ определён при температурном напоре

$$Q_{ср,тр} = t_n - t_g = 95 - 20 = 75 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (без учёта охлаждения воды в радиаторе)}$$

где t_n - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, $^\circ\text{C}$.

Тогда:

$$Q_{тр,n} = 0,9(2,3 \cdot 78,5 + 0,4 \cdot 62,8 + 78,5 \cdot 1,28 \cdot 1,1) = 285 \text{ Вт}$$

По таблице 4 принимаем значение коэффициента затекания $\alpha_{пр}$ равным 0,265.

Расход воды через отопительный прибор равен:

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{см} = 0,265 \cdot 0,065 = 0,0172 \text{ кг/с}$$

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

$$\Delta t_{пр} = Q_{пр}^{расч} / C \cdot M_{пр} = 1115 / 4186,8 \cdot 0,0172 = 15,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$

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

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{ном} - Q_{тр,n} = 1400 - 285 = 1115 \text{ Вт}$$

Температурный напор Θ определяется по формуле:

$$\Theta = t_n - \Delta t_{пр} / 2 - t_B = 95 - 7,75 - 20 = 67,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{ну}^{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot p \cdot b} = \frac{1115}{0,948 \cdot 0,833 \cdot 1 \cdot 1} = 1412 \text{ Вт}$$

где φ_1 и φ_2 - безразмерные поправочные коэффициенты, принимаемые по таблицам 11-12.

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

$$N = Q_{np}^{ну.пред} / q_{ny} = 1412 / 150 = 9,41 \text{ секций}$$

Принимаемое к установке количество секций $N_{уст}$ определяем по формуле:

$$N_{уст} = N : \beta_3 = 9,41 : 0,99 = 9,51 \text{ секций}$$

С учётом нормированного максимально допустимого уменьшения теплоотдачи радиатора в размере 5% или не более чем на 60 Вт при нормальных условиях принимаем окончательно $N_{уст} = 10$ секций (уменьшение в меньшую сторону не будет соответствовать установленным нормам).

В общем случае невязка при подборе отопительного прибора определяется по формуле:

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) / Q_{ny}^{mp}] \cdot 100\% = [(1426 - 1412) / 1412] \cdot 100 = 0,99\%$$

6 Пример гидравлического расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления

6.1 Условия для расчёта

Требуется выполнить гидравлический расчёт этажестояка вертикальной однетрубной системы водяного отопления с алюминиевым радиатором «Modern-500».

Радиатор установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и краном КРП на подводке (с утками к прибору).

Схема движения теплоносителя: «сверху-вниз».

Средний расход воды в стояке $M_{cm} = 138$ 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 ($L_{мп.в} = 2,7$ м, $L_{мп.г} = 0,8$ м).

6.2 Гидравлический расчёт этажестояка

Находим характеристику гидравлического сопротивления радиаторного узла S_{py} , имеющего параллельные участки для прохода теплоносителя:

$$S_{ny} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{S_{zy}}} + \frac{1}{\sqrt{S_n}} \right)^2}, \text{ Па}/(\text{кг}/\text{с})^2$$

где S_{zy} и S_n - характеристики гидравлического сопротивления соответственно замыкающего участка и подводов с радиатором, Па/(кг/с)².

$$Q_{zy} = A \left[\left(\frac{\lambda}{d} \right) \cdot L + \sum \zeta \right] = 1,37(2,7 \cdot 0,5 + 6,72) \cdot 10^4 = 11,06 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2$$

где $\sum \zeta$ - сумма коэффициентов местного сопротивления тройников в ответвлении при делении и слиянии потока.

$$S_n = 1,37 \cdot (2,7 \cdot 0,38 + 11,72) \cdot 10^4 = 17,46 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2.$$

Определяем $S_{py} = 3,42 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2$.

Характеристика сопротивления этажестояка S_{zm} определяется по формуле:

$$S_{zm} = S_{py} + S_{mp}, \text{ Па/(кг/с)}^2$$

где S_{mp} - характеристика сопротивления теплопроводов (труб) стояка, Па/(кг/с)².

$$Q_{tp} = A \left[\left(\frac{\lambda}{d} \right) \cdot L + \sum \zeta \right] \cdot \varphi_4 = 1,37(2,7 \cdot 0,5 + 6,72) \cdot 10^4 \cdot 1,12 = 15,05 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2$$

где φ_4 - коэффициент, принимаемый по Приложению А и равный 1.12 при расходе теплоносителя в стояке 0,038 кг/с.

$$S_{zm} = (3,42 + 15,05) \cdot 10^4 = 18,47 \cdot 10^4 \text{ Па/(кг/с)}^2.$$

7 Указания по монтажу и эксплуатации

7.1 Радиаторы поставляются грунтованными, и требуют дополнительной окраски масляной краской.

По требованию заказчика осуществляется поставка радиаторов окончательно окрашенных порошковой краской или эмалью.

7.2 Монтаж радиаторов производится согласно СНиП 41-01-2003 и СНиП 3.05.01-85 на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен после окончания всех отделочных работ и при снятой упаковке.

Примечание - В помещениях с подоконными нишами малой глубины и даже без них использование чугунных радиаторов сводит к минимуму площадь помещений, занимаемую отопительными приборами.

7.3 Перед монтажом радиатора следует уточнить параметры магистрали отопления в РЭО или на диспетчерском пункте на соответствие с основными параметрами

устанавливаемой модели радиатора.

7.4 При монтаже и при перегруппировке радиаторов следует применять только оригинальные комплектующие предприятия-изготовителя.

При перегруппировке радиаторов должны применяться прокладочные материалы, обеспечивающие герметичность соединений при температуре теплоносителя до 150 °С, с последующими испытаниями на герметичность. Момент затяжки пробок и ниппелей $150 \pm 30 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ($15 \pm 3 \text{ кг} \cdot \text{м}$).

7.5 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 (например, «серебрянкой») во избежание снижения теплового потока не рекомендуется.

7.6 Радиаторы должны быть постоянно заполнены водой, - как в отопительный, так и в межотопительный периоды.

Опорожнение системы отопления допускается только в аварийных случаях на срок, необходимый для ликвидации аварии, но не более 15 сут. в течение года.

7.7 При установке радиатора рекомендуется придерживаться следующих параметров (рисунок 1):

- расстояние от стены (*a*): 25-50 мм;
- расстояние от пола (*b*): 60-150 мм;
- расстояние от подоконника (ниши) до верха радиатора (*c*): 60-120 мм;
- отклонение подводящих труб от оси: не более ± 2 мм.

7.8 Все работы по монтажу радиаторов должны осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 12.03-2001, СНиП III-4-80.

7.9 При монтаже работы необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- закрепить кронштейны на стене дюбель-винтами или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка кронштейнов к стене);
- не снимая упаковки, освободить от неё радиаторы в местах их навески на кронштейны;
- установить радиатор на кронштейнах так, чтобы горизонтальные коллекторы радиатора (между секциями) легли на крюки кронштейнов;
- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней и/или верхней подводке краном, вентилем или термостатом;

- обязательно установить воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны;

- после окончания отделочных работ снять упаковку.

7.10 При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора:

- слишком низкой его установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 60 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка пола под радиатором;

- слишком высокой установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора свыше 150 мм увеличивается градиент температуры по высоте помещения, особенно в его нижней 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 внешний вид и

- удаление воздуха из прибора, а также теплотехнические характеристики радиатора;

- установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу отопительного прибора и вызывающей пылевые следы над отопительным прибором.

Исходя из условия обеспечения компенсации линейных удлинений и недопущения провисания радиатора в сборе, длина отопительного прибора не должна превышать 2,0 м.

7.11 Установка перед радиатором декоративных панелей и дополнительных ограждений или завешивание его шторами не рекомендуется, т. к. в этом случае, как правило, имеет место ухудшение тепловых и гигиенических характеристик радиатора и искажение работы термостата.

7.12 После окончания отделочных работ необходимо тщательно очистить радиатор от строительного мусора и прочих загрязнений, т. к. они снижают тепловой поток радиатора.

7.13 В период эксплуатации радиатора запрещается:

- самостоятельно разбирать и собирать радиатор;

- подвергать радиатор недопустимым механическим воздействиям;

- резко открывать вентили (краны), установленные на входе/выходе радиатора, во избежание гидравлического удара;

- допускать детей к запорно-регулирующей арматуре;

- использовать трубы магистралей отопления, корпус радиатора в качестве заземления или токоведущего устройства.

7.14 Не допускается замерзание теплоносителя в условиях эксплуатации радиатора при температуре ниже 0 °С.

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).

7.15 Очистку наружной поверхности радиаторов и их составных частей от загрязнений и пыли следует осуществлять мягкой ветошью, салфеткой или щеткой, не допуская при этом использования абразивных материалов и растворителей.

Радиаторы необходимо очищать от пыли перед началом отопительного сезона и через каждые 3—4 мес. работы.

7.16 Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего.

Примечание - СНиП 3.05.01-85 допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке; однако практика и анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления 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.

7.17 Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к радиатору из системы отопления.

7.18 Каждый радиатор независимо от схемы его обвязки теплопроводами надлежит оснащать газо-воздухоотводчиком.

Рекомендуется предусматривать установку воздухо-газоотводчика в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны и не допускать «закрашивание» его воздуховыпускного отверстия.

7.19 При обслуживании воздухо-газоотводчиков категорически запрещается освещать газоотводчик спичками, фонарями с открытым огнём и курение в период вы-

пуска из него воздуха (газа), особенно в первые 2-3 года эксплуатации.

Не допускается полное перекрытие подвода теплоносителя к радиатору из системы отопления, особенно в летний период, в том числе при опрессовке без открытия ручного воздухоотводчика.

7.20 При эксплуатации систем отопления с радиаторами рекомендуется обеспечивать pH теплоносителя (воды) в пределах 7-8,5.

Содержание в воде соединений железа – до 0,5 мг/дм³.

Содержание кислорода в питательной воде (после деаэраторов) для котлов, обслуживающих системы отопления с биметаллическими радиаторами, рекомендуется допускать в пределах до 0,02 мг/кг воды.

Не рекомендуется применение теплопроводов и теплообменников из меди, если содержание кислорода в теплоносителе превышает 20 мкг/дм³.

7.21 Основные требования к теплоносителю (горячей воде) согласно «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» РД 34.20.501-95 (Минтопэнерго РФ, М., 1996).

7.22 В системах с радиаторами возможно использование незамерзающих жидкостей - антифризов.

Рекомендуется использовать в качестве рабочей жидкости водный раствор на основе пропиленгликоля, характеризующийся отсутствием вредных испарений, способность предотвращать коррозию, совместимость с пластиковыми и металлопластиковыми трубами и уплотнителями.

При выборе конкретной марки антифриза необходимо согласование с поставщиком или изготовителем регулирующей арматуры с учётом реально использованного материала прокладок.

При этом следует отметить, что при использовании антифризов тепловые характеристики радиаторов будут меньше указанных в настоящих рекомендациях.

7.23 В системах отопления с чугунными радиаторами, оснащённых термостатами и постоянными фильтрами, должна быть предусмотрена очистка этих фильтров в период эксплуатации системы отопления.

Приложение А

Таблица А.1 – Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб
по ГОСТ 3262 насосных систем водяного отопления при скорости

воды в них 1 м/с

Диаметр труб, мм			Расход воды при скорости 1 м/с, М/ч		Удельное динамическое давление		Приве- дён- ный коэффиц. гидрав- лического трения $\lambda/d_{\text{вн}}$, 1/м	Удельная характе- ристика сопротив- ления 1 м трубы	
Условно- го прохода d_y	Наружный d	Внутренний $d_{\text{вн}}$	$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м/с}}$	$\frac{\text{кг/с}}{\text{м/с}}$	$\frac{A \cdot 10^4, \text{Па}}{(\text{кг/ч})^2}$	$\frac{A \cdot 10^{-4}, \text{Па}}{(\text{кг/с})^2}$		$\frac{S \cdot 10^4, \text{Па}}{(\text{кг/ч})^2}$	$\frac{S \cdot 10^{-4}, \text{Па}}{(\text{кг/с})^2}$
10	17	12,6	425	0,118	26,50	3,43	3,6	95,4	12,35
15	21,3	15,7	690	0,192	10,60	1,37	2,7	28,62	3,7
20	26,8	21,2	1250	0,348	3,19	0,412	1,8	5,74	0,742
25	33,5	27,1	2000	0,555	1,23	0,159	1,4	172	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	50	53	7800	2,16	0,082	0,01063	0,55	0,045	0,006

Примечания:

1 Принимается: $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ кгс/м}^2$; $1 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 = 0,788 \cdot 10^{-8} (\text{кгс/м}^2)/(\text{кг/ч})^2$;

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

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:

$$S = S_T \cdot \varphi_4$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4$$

где S_m , ζ_4 и ζ_4 - характеристики, принятые в качестве табличных при скоростях воды в трубах 1 м/с (см., в частности, таблицу А.1 настоящего Приложения).

Значения φ_4 определяются по таблице А.2 в зависимости от диаметра условного прохода стальной трубы d_y , мм, и расхода горячей воды M со средней температурой от 80 до 90 °С.

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

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

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

φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85 °С, принимаемый по таблице А.2.

Таблица А.2 - Значения поправочного коэффициента φ_4

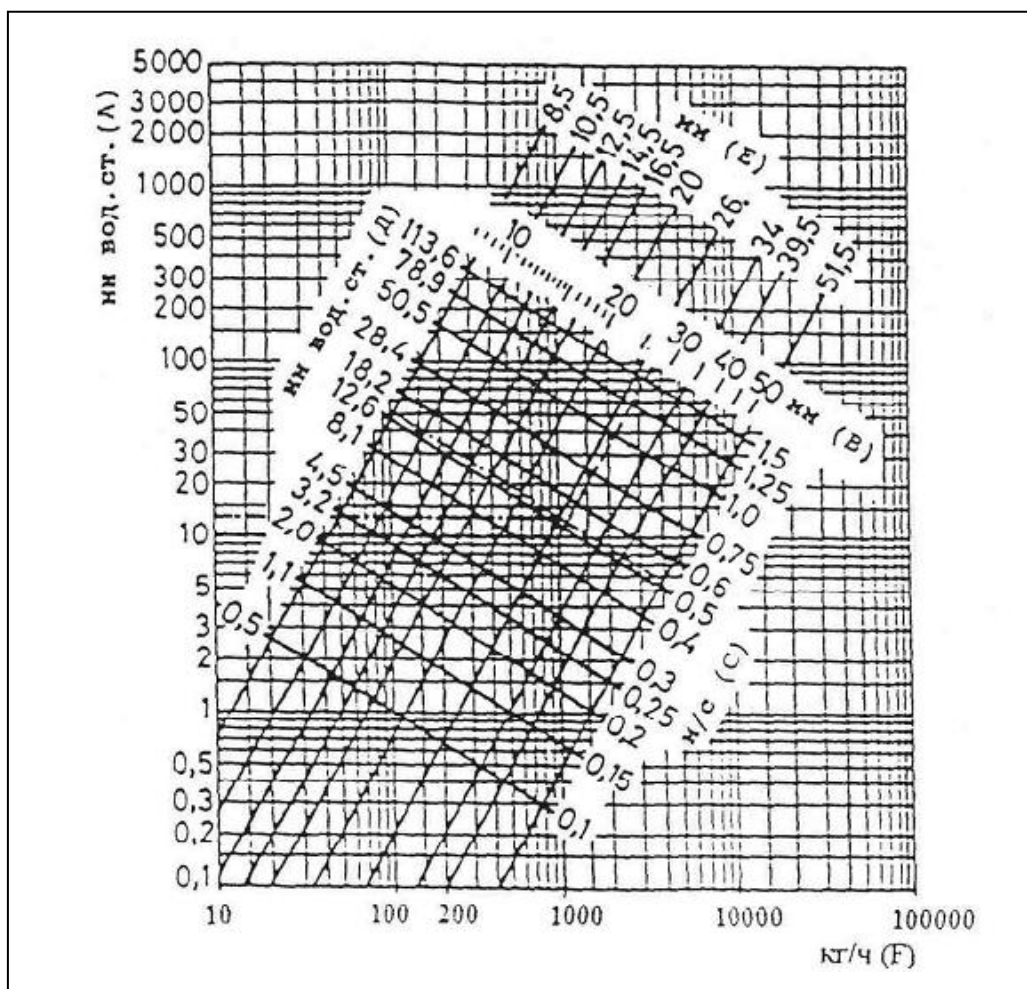
φ_4	M	Расход горячей воды M в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869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

Рекомендации по применению
чугунных радиаторов «Könner»

1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,0255	0,0432	0,0759	0,0989	0,1653
	кг/ч	33,5	52,2	95,4	155,5	273,2	356,0	595,1
1,28	кг/с	0,0084	0,0131	0,0239	0,0390	0,0685	0,0893	0,1492
	кг/ч	30,2	47,2	86,0	140,4	246,6	321,5	537,1
1,3	кг/с	0,0077	0,0119	0,0217	0,0354	0,0621	0,0810	0,1354
	кг/ч	27,7	42,8	78,1	127,4	241,6	291,6	487,4
1,32	кг/с	0,0070	0,0108	0,0198	0,0323	0,0566	0,0739	0,1235
	кг/ч	25,2	38,9	71,3	116,3	203,8	266,0	444,6
1,34	кг/с	0,0064	0,0099	0,0181	0,0295	0,0519	0,0676	0,1130
	кг/ч	23,0	35,6	65,2	106,2	186,8	243,4	406,8
1,36	кг/с	0,0059	0,0091	0,0166	0,0271	0,0476	0,0621	0,1038
	кг/ч	21,2	32,8	59,8	97,6	171,4	223,6	373,4
1,38	кг/с	0,0054	0,0084	0,0153	0,0250	0,0439	0,0573	0,0957
	кг/ч	19,4	30,2	55,1	90,0	158,0	260,3	344,5
1,4	кг/с	0,0050	0,0078	0,0142	0,0231	0,0406	0,0529	0,0885
	кг/ч	18,0	28,1	51,1	83,1	146,2	290,4	318,6

Приложение Б

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



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

B - внутренние диаметры медных труб, мм;

C - скорость воды в трубах, м/с;

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

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

F - расход воды через трубу, кг/ч.

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

Приложение В

**Таблица В.1 - 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

Продолжение таблицы В.1

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	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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8$ Вт/(м °C), $\rho_{бет} \geq 2000$ 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 °C), $\rho_{бет} \geq 2000$ 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 Г

Перечень ссылочной документации

Обозначение документа	Наименование документа
ГОСТ 2.601-2006	ЕСКД. Эксплуатационные документы
ГОСТ 9.032-74	ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и назначения
ГОСТ 9.402-80	ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием
ГОСТ 12.0.003-74	ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
ГОСТ 2789-73	Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
ГОСТ 6	<p>7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сасин В.И., Требуков С.П. Отопительные приборы в ВНР // Обзор / ВНИИЭСМ.- М., 1979. 2. 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. 3. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север»/ В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИСантехники, 1990. 4. Рекомендации по применению алюминиевых литых секционных радиаторов «SAHARA Plus» /В. И. Сасин, Г. А. Бершидский, Т. Н. Прокопенко, В. Д. Кушнир. - М.: ООО «Витатерм», 2000. 5. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984. 6. Стандарт АВОК-6-2005. Приборы отопительные. Ч.1. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2005. 7. В.И.Сасин. Некоторые проблемы применения отопительных приборов в России. «АКВА-ТЕРМ», 2001, № 3, с. 36-38. 8. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. 9. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». М., 2004. 10. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению. М., 1999. 11. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойта.- М.: Стройиздат, 1990. 12. Сканапи А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002. 13. Кушнир В.Д., Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным//Сб.тр. НИИСантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35 – 46. 14. Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002. 15. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5, с. 64-68. 16. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986. 17. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989. 18. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/Гл. ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.
ГОСТ 7	
ГОСТ 9	
ГОСТ 1	
ГОСТ 1	
ГОСТ 2	
ГОСТ 2	
ГОСТ 2	
ГОСТ 3	
ГОСТ 6	
СНиП 1	
СНиП 1	
СНиП 4	
СНиП 3	

Приложение Д

Библиография

- 1 Сасин В.И., Требуков С.П. Отопительные приборы в ВНР // Обзор / ВНИИ-ЭСМ.М., 1979.
- 2 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.
- 3 Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север»/ В.И.Сасин, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов, Л.А.Богацкая.- М.: НИИсантехники, 1990.
- 4 Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИсантехники, 1984.
- 5 Стандарт АВОК–6–2005. Приборы отопительные. Ч.1. Общие технические условия. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2005.
- 6 В.И.Сасин. Некоторые проблемы применения отопительных приборов в России. «АКВА-ТЕРМ», 2001, № 3, с. 36-38.
- 7 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
- 8 МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению. М., 1999.
- 9 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
- 10 Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2002.
- 11 Кушнир В.Д., Сасин В.И. Гидравлические испытания отопительных приборов в условиях, близких к эксплуатационным//Сб.тр. НИИсантехники.- 1991.- вып. 65, с. 35–46.
- 12 Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб/ А.В. Сладков, Г.С. Власов.- М., ГУП «НИИМОССТРОЙ», ТР 125-02, 2002.
- 13 Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК, 2004, № 5.
- 14 Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: «Высшая школа», 1989.
- 15 Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/Гл. ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

Рекомендации разработаны 2009 году.

Заполнены и откорректированы по результатам испытаний радиаторов.

Все права на настоящие рекомендации принадлежат компании

«Konner Limited», Zhejiang, China



Boiler-Gas.ru

Перейти на сайт