

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

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению настенных конвекторов
без кожуха марки «Convector»
польской фирмы «Extreme»

Москва -1999

Уважаемые коллеги!

Научно-производственная фирма ООО «Витатерм» и польская фирма «Extreme» предлагает Вашему вниманию рекомендации по применению биметаллических настенных конвекторов без кожуха малой глубины, марки «**Convector**».

Рекомендации составлены в соответствии с российскими нормативными условиями и содержат сведения согласно требованиям СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Авторы рекомендаций:

канд. техн. наук Сасин В.И.,
канд. техн. наук Бершидский Г.А.,
инженер Нрокопенко Т.Н.
инженер Кушнир В.Д.

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу:

Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87 корп. 1, оф. 23
директору ООО «Витатерм» Сасину Виталию Ивановичу
или по тел./факс. (095) 482-38-79 и факс. (095) 918-58-95.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные технические характеристики биметаллических конвекторов без кожуха	4
2. Схемы и элементы систем отопления	11
3. Гидравлический расчёт	20
4. Тепловой расчёт	23
5. Пример расчёта этажестояка однетрубной системы водяного отопления	30
6. Указания по монтажу конвекторов без кожуха и основные требования к их эксплуатации	32
7. Список использованной литературы	35
Приложения	36
1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	37
2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах	42
3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	43

1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНВЕКТОРОВ БЕЗ КОЖУХА МАРКИ «CONVECTOR» ПОЛЬСКОЙ ФИРМЫ «EXTREME»

1.1. Предлагаемые специалистам рекомендации по применению биметаллических конвекторов без кожуха марки «**Convector**» польской фирмы «EXTREME» (Extreme Sp.z o.o., ul. Kantorowicka, 400, 31-763 Krakow, Polska, tel./fax (+4812) 645-10-08, 645-10-06) разработаны ООО «Витатерм» на основе проведённых в лаборатории отопительных приборов Федерального государственного унитарного предприятия НИИсантехники теплогидравлических и прочностных испытаний характерных типоразмеров этих приборов из номенклатуры, предлагаемой российскому потребителю со склада в г. Москве.

1.2. Рекомендации составлены по традиционной для российской практики схеме [1], [2], с использованием проспектных и методических материалов фирмы «Extreme». Цена рекомендаций договорная.

1.3. Биметаллические отопительные приборы марки «Convector» представляют собой, согласно российской классификации, биметаллические конвекторы без кожуха (рис. 1.1). Вертикальные П-образные алюминиевые пластины (рёбра) толщиной 0,45 мм с небольшими (около 5 мм) отгибами с двух сторон вовнутрь, фиксирующими шаг пластин (15 мм), скреплены небольшими отгибами в 4 местах просечек пластин (по 2 внизу и вверху). При этом образуется система замкнутых на всю высоту каналов прямоугольного профиля, внутри которых в один ряд по высоте расположены медные трубы диаметром 17/15 мм. Контакт воротничков пластин с трубами обеспечивается гидрораздачей последних под давлением 300 атм.

В верхней части верхней трубы впаяна небольшая трубка, отводящая при необходимости воздух через воздухоотводчик, расположенный под верхним присоединительным боковым патрубком. Сами патрубки образованы припаянными к медным трубам латунными никелированными муфтами с внутренней резьбой G 1/2".

Верхние кромки пластин имеют Г-образные на 2,5 мм отгибы, что редотвращает порезы рук и образуют воздуховыпускную решётку, перья которой состоят из упомянутых Г-образных отгибов и зажатых ими продольных алюминиевых планок, вставленных в прорези верхней части рёбер с шагом 10 мм. Таким образом воздуховыпускная решётка представляет собой семейство примыкающих друг к другу прямоугольников с размерами по длине 15 и по глубине 10 мм.

Наружные стороны пластин профилированы для увеличения, в первую очередь, прочности оребрения. При этом обеспечивается изящная фактура обращённых в помещение панелей.

Все медные горизонтальные трубы змеевика соединены пайкой с медными калачами последовательно по ходу воды. Калачи и присоединительные патрубки декорированы трапецеидальными в плане коробами из алюминия толщиной 0,8 мм.

Конвекторы выпускаются как со встроенными термостатами (рис. 1.1 и 1.2), так и без них (рис. 1.3 и 1.4).

1.4. Конвекторы нашли широкое применение в отечественном строительстве, где их доля составляет 35% от общего числа применяемых отопительных приборов. Это определяется целым рядом преимуществ приборов конвективного типа, среди которых назовём, применительно к конвекторам марки «Convector», следующие.



Рис. 1.1 Общий вид настенных конвекторов без кожуха марки «Convector»

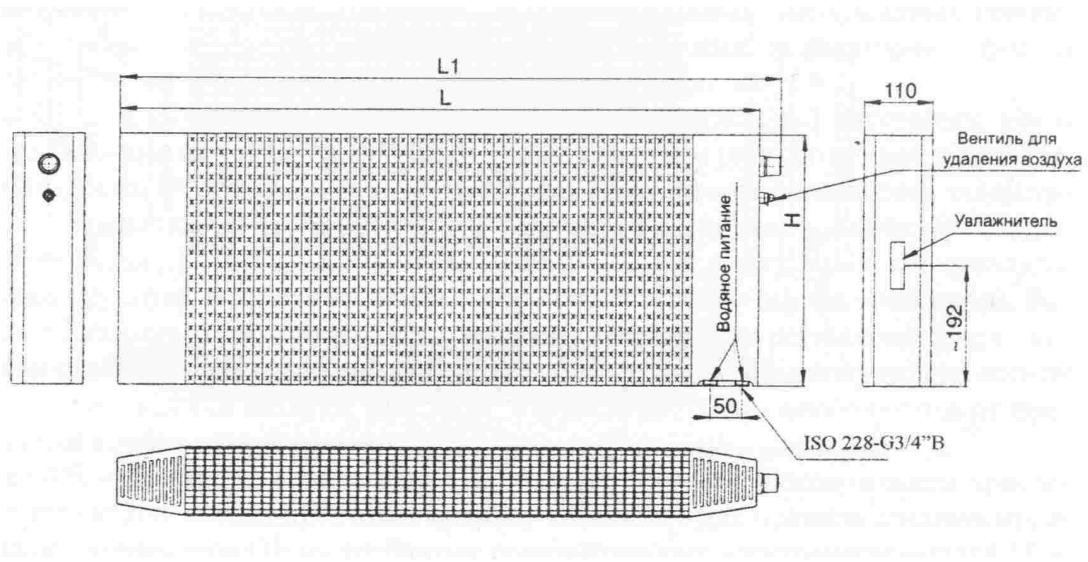


Рис. 1.2. Конвектор серии GC с нижним (донным) подсоединением теплопроводов

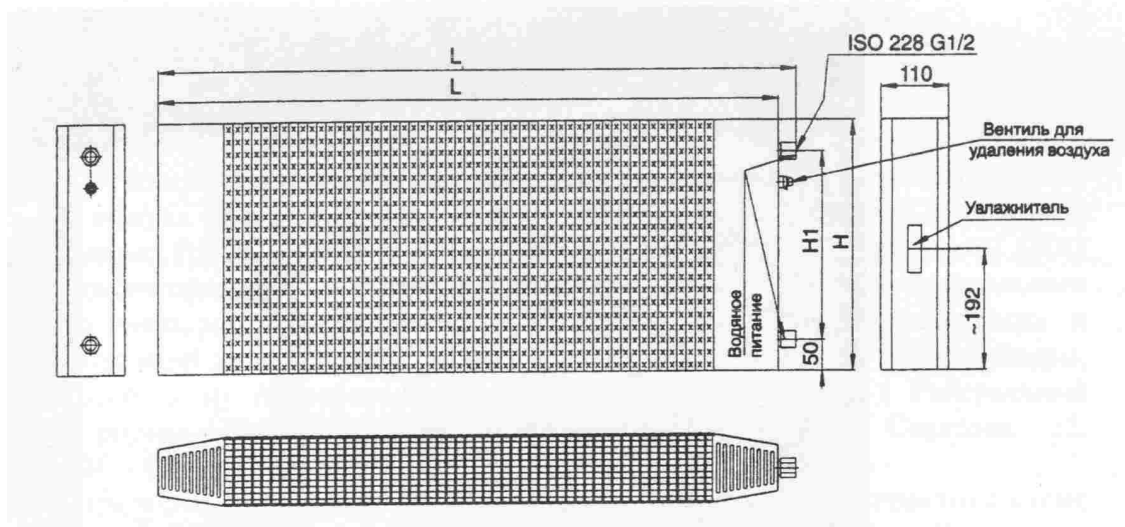


Рис. 1.3. Конвектор серии GP с боковым расположением присоединительных патрубков и встроенным увлажнителем

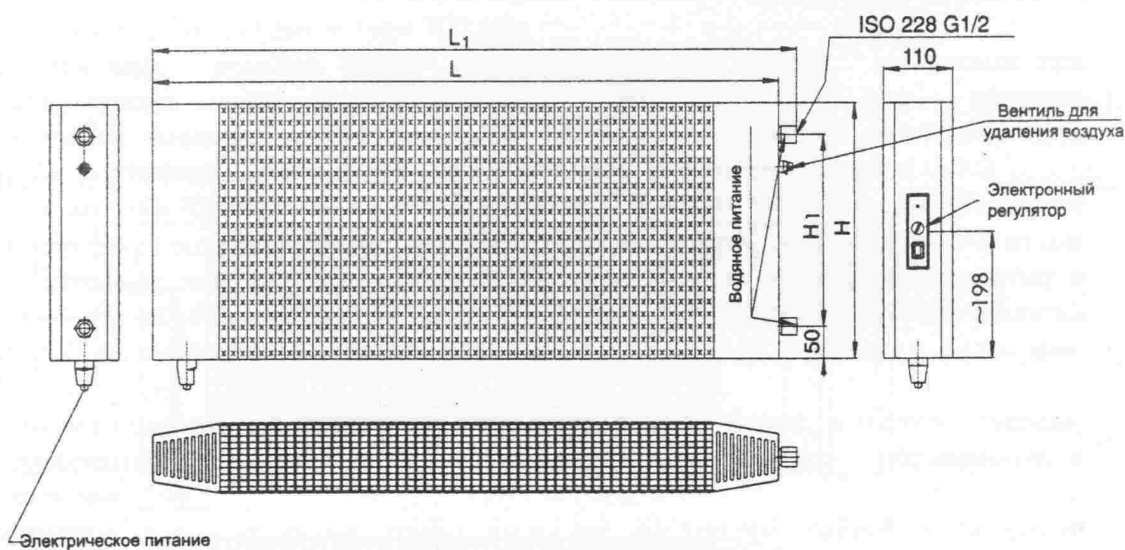


Рис. 1.4. Конвектор серии GPE с боковым расположением присоединительных патрубков и встроенным трубчатым электронагревателем

1.4.1. В качестве канала для прохода теплоносителя используются высококачественные медные трубы толщиной 1 мм. Это обеспечивает высокую прочность и долговечность конвекторов. Согласно испытаниям, проведенным в лаборатории отопительных приборов НИИСантехники, прочность змеевика из этих труб, калачей и присоединительных патрубков в сборе, сохраняется без каких-либо нарушений геометрии при избыточном давлении 6,0-6,5 МПа.

1.4.2. Теплоотдача конвекторов мало зависит от расстановки мебели в помещении, поэтому в Западной Европе им отдаётся предпочтение при отоплении, например, офисов. В США конвекторы являются основным видом отопительных приборов (до 70% с учётом широчайшего использования вентиляторных конвекторов).

1.4.3. Диссертационные исследования В.Андреевой, проведенные в г. Ленинграде, показали, что при установке конвекторов с кожухом обеспечивается более высокий уровень комфорта, чем при отоплении секционными и панельными однорядными радиаторами из-за специфики распределения температур воздуха и ограждений помещения, достигаемого при конвективном отоплении.

1.4.4. Наличие образующих корпус конвектора боковых граней алюминиевых пластин, имеющих заметно меньшую температуру, чем сами трубы для прохода теплоносителя, в том числе высокотемпературного, обеспечивает приемлемую температуру наружных поверхностей прибора, не превышающую 70°C, допускаемую отечественными специалистами по микроклимату.

1.4.5. Минимальная ёмкость по воде и низкая металлоёмкость прибора обуславливают небольшую тепловую инерцию, что очень важно при автоматическом регулировании теплового потока конвектора.

1.4.6. Наличие развитого оребрения и небольшого количества труб в конвекторах сводят к минимуму опасность замерзания теплоносителя в приборах такого типа.

1.4.7. Современный дизайн и широкая номенклатура по теплоплотности и исполнениям, легко достигаемая при конструировании конвекторов, обеспечивают этим приборам достойное место в системах отопления как муниципальных, так и элитных зданий.

1.5. Из поставляемых на российский рынок польских конвекторов фирмы «Convector» отметим наиболее широко применяемые модификации.

Серия **GP** - традиционные конвекторы, рассмотренные в п. 1.3 настоящих рекомендаций и показанные на рис. 1.3, с боковым односторонним расположением присоединительных патрубков. В исполнении L («Люкс») эти конвекторы оснащаются полимерным пеналом - ёмкостью для воды, вставляемым сбоку на всю длину конвектора (виденна боковой панели рис. 1.3). Выдвигая пенал на необходимую длину, при необходимости заливают в него ручную воду, затем пенал осторожно вставляют внутрь конвектора. Вода испаряется с интенсивностью около 6 г/ч при средней температуре теплоносителя около 70°C. Таким образом обеспечивается очень важный для отопительного периода естественный процесс увлажнения воздуха, при этом интенсивность теплового потока от прибора уменьшается крайне незначительно.

Серия **GPE** - комбинация конвектора серии GP с боковым расположением присоединительных патрубков и традиционным медным змеевиком для прохода теплоносителя и электрического конвектора GE из трубчатых горизонтальных электронагревателей (ТЭНов), встраиваемых по обе стороны от медных труб непосредственно в алюминиевые вертикальные пластины.

Электрическая часть конвектора, подключаемая к сети переменного тока напряжением 220V, включает помимо ТЭНов электронный регулятор, обеспечивающий регулировку температуры в помещении в пределах 8-26°C, и ограничитель температуры, предотвращающий перегрев прибора, который может быть вызван, например, прикрытием конвектора.

Электронагреватель включают при подаче горячей воды заниженной температуры, а также, при необходимости, в межотопительный период.

При одновременной работе электрического конвектора (от 0,4 до 1,6 кВт) и традиционного (водяного) прибора теплосъём последнего уменьшается (обычно в пределах 10-15%), поэтому общий теплосъём в этом случае в расчётном режиме равен сумме мощности электронагревателя и 0,85-0,9 номинального теплового потока конвектора при подаче только горячей воды.

Серия GC (Компакт) - это модификация конвекторов серии GP со встроенным термостатом у верхней трубы (с возможностью монтажной регулировки его гидравлического сопротивления), патрубками для нижнего (донного) присоединения (с межосевым расстоянием 50 мм) диаметром 15 мм и транзитной вертикальной трубой от нижней горячей подводки к термостату.

Конвекторы серии GC версии L (Люкс) оборудованы встроенным увлажнителем (по аналогии с конвекторами GP версии L).

Серия GCE - то же, что и конвекторы серии GC, но со встроенным по аналогии с конвекторами GPE трубчатым электронагревателем мощностью от 0,4 до 1,6 кВт.

1.6. Все конвекторы оснащены поставляемыми бесплатно комплектами монтажных элементов для крепления на стене (при этом зазор между стеной и тыльной гранью конвектора составляет 29 мм).

Конвекторы могут также крепиться к полу на специальных подставках, поставляемых по отдельному заказу.

1.7. Номенклатура конвекторов серии GP и GC включает по 24* типоразмера каждая, отличающиеся высотой (200, 400, 600 и 800 мм) и длиной (по 6 типоразмеров каждой высоты от 410 до 1910 мм с шагом 300 мм) при одной и той же глубине 110 мм (130 мм в установке).

*Од 2004 года, номенклатура конвекторов серии GP и GC включает по 69 типоразмера каждая, отличающиеся высотой (200, 400, 600 и 800 мм) и длиной (по 18 типоразмеров каждой высоты от 410 до 2960 мм с шагом 150 мм) при одной и той же глубине 110 мм. (www.convector.pl)

Серии конвекторов GPE и GCE выпускаются длиной 710, 1010 и 1310 мм также одной и той же глубины 110 мм и электрические мощностью 400, 600 и 800 Вт при высоте 400 мм и 800, 1200 и 1600 Вт при высоте 600 мм.

1.8. В таблице 1.1 приведены основные показатели конвекторов серий GP и GPE, тепловые характеристики которых совпадают при отключении ТЭНов электрической части GE.

Тепловые показатели и основные размеры конвекторов GC и GCE по результатам наших испытаний практически совпадают с представленными в табл. 1.1 для конвекторов серии GP и GPE.

Очевидно, что гидравлические характеристики конвекторов GC и GCE с донным подключением и встроенным термостатом для двухтрубных систем отопления даже при его полном открытии в несколько раз (в 4-5) превышают аналогичные характеристики конвекторов серии GP и GPE.

Отметим, что данные для конвекторов высотой 800 мм получены нами расчётным путём на базе польских каталожных данных и могут быть уточнены в дальнейшем в ходе их испытаний при российских нормативных условиях.

1.9. Значения номинального теплового потока конвекторов определены в лаборатории отопительных приборов НИИсантехники - головного института Российской Федерации по разработке и испытанию отопительных приборов согласно российской методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [3] и требованиям СИ при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры горячей воды в конвекторе и температуры воздуха в испытательной камере) $\theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя через представительный типоразмер прибора $M_{np}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме "сверху-вниз" и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт.ст.).

Таблица 1.1

Номенклатура и технические характеристики конвекторов GP и GPE

Обозначение конвекторов	Номинальный тепловой поток $Q_{н\text{у}}$, Вт	Размеры, мм			Площадь поверхности нагрева F , м^2	ёмкость конвекторов V , л	Масса конвектора (справочная) кг	Коэффициент местного сопротивления
		Длина L	Высота H	Монтажная высота h				
GP 2/4	0,284	410	200	100	0,874	0,12	2,2	3,0
GP 2/7	0,630	710	200	100	1,994	0,2	3,3	6,8
GP 2/10	0,984	1010	200	100	3,114	0,28	4,4	10,6
GP 2/13	1,338	1310	200	100	4,234	0,36	5,5	14,4
GP 2/16	1,692	1610	200	100	5,354	0,44	6,8	18,2
GP 2/19	2,046	1910	200	100	6,464	0,51	8,2	22,0
GP 4/4	0,487	410	400	300	1,748	0,24	3,8	7,25
GP (GPE) 4/7	1,078	710	400	300	3,988	0,4	5,5	14,0
GP (GPE) 4/10	1,683	1010	400	300	6,228	0,56	7,2	20,75
GP (GPE) 4/13	2,288	1310	400	300	8,468	0,72	8,9	27,5
GP 4/16	2,893	1610	400	300	10,708	0,87	10,6	34,25
GP 4/19	3,498	1910	400	300	12,948	1,03	12,4	41,0
GP 6/4	0,664	410	600	500	2,622	0,36	5,4	19,55
GP (GPE) 6/7	1,470	710	600	500	5,982	0,6	8,7	27,5
GP (GPE) 6/10	2,295	1010	600	500	9,342	0,84	12,1	35,45
GP (GPE) 6/13	3,120	1310	600	500	12,702	1,07	15,5	43,4
GP 6/16	3,945	1610	600	500	16,062	1,31	18,9	51,35
GP 6/19	4,770	1910	600	500	19,422	1,55	22,2	59,3
GP 8/4	0,800	410	800	700	3,496	0,48	7,2	22,8
GP 8/7	1,800	710	800	700	7,976	0,8	11,6	32,1
GP 8/10	2,800	1010	800	700	12,456	1,12	16,0	39,4
GP 8/13	3,800	1310	800	700	16,936	1,44	20,4	55,5
GP 8/16	4,800	1610	800	700	21,416	'?5	24,8	72,1
GP 8/19	5,800	1910	800	700	25,896	2,07	29,2	76,6

*Од 2004 года, номенклатура конвекторов серии GP и GC включает по 69 типоразмера каждая, отличающиеся высотой (200, 400, 600 и 800 мм) и длиной (по 18 типоразмеров каждой высоты от 410 до 2960 мм с шагом 150 мм) при одной и той же глубине 110 мм.

www.convector.pl

Представленные в табл. 1.1 тепловые показатели несколько отличаются от зарубежных, полученных при движении теплоносителя по схеме "сверху-вниз" (для других схем движения теплоносителя зарубежные испытатели теплотехнические характеристики отопительных приборов не дают). Различие определяется рядом причин, из которых отметим основные. Согласно новым европейским нормам EN 442.2, в целом отвечающим германским DIN 4704, испытания отопительных приборов проводятся в изотермической камере с пятью охлаждаемыми ограждениями без утепления заприборного участка. Отечественные же нормы [3] запрещают охлаждать пол и противоположную отопительному прибору стену и требуют утепления заприборного участка, что ближе к реальным условиям эксплуатации приборов, но снижает лучистую составляющую теплоотдачи от прибора к ограждениям помещения. Зарубежные приборы испытываются обычно при перепаде температур теплоносителя 75-65°C, характерном для двухтрубных систем отопления, при котором расход теплоносителя является вторичным параметром, т.е. зависит от тепловой мощности прибора и при испытаниях представительных образцов (около 1-1,5 кВт) обычно находится в пределах 50-80 кг/ч, в то время как согласно отечественной методике [3] расход горячей воды через прибор нормируется (360 кг/ч), что характерно для однотрубных систем отопления. При испытаниях представительных образцов приборов мощностью 0,85-1 кВт и особенно малых типоразмеров по отечественной методике перепад температур теплоносителя в приборе составляет 1-2°C, что приводит к изотермичности наружной поверхности нагрева по 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 омывания поверхности с возрастающей по высоте температурой (примерно от 65 до 75°C в расчётном режиме). С другой стороны очевидно, что при большем расходе воды и соответственно большей её скорости в каналах прибора возрастает эффективность внутреннего теплообмена. Взаимосвязь этих и ряда других факторов и определяет различие тепловых показателей отопительных приборов, испытанных по отечественной и европейской (EN 442.2) методикам.

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

1.10. Гидравлические характеристики конвекторов получены по методике НИИсантехники [4], позволяющей определять приведённые коэффициенты сопротивления $\zeta_{\text{гв}}$ и характеристики сопротивления $S_{\text{гв}}$ при нормальных условиях (при $M_{\text{гв}}=0,1$ кг/с через прибор) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных гладких (новых) труб на подводках к испытываемым приборам достигают значений, соответствующих эквивалентной шероховатости, равной 0,2 мм и принятой в качестве расчётной для стальных теплопроводов отечественных систем отопления. Усреднённые гидравлические характеристики всех испытанных конвекторов представлены в табл. 1.1 и разделе 3.

1.11. Цена на польские конвекторы договорная с учётом гибкой системы скидок.

1.12. При заказе следует ссылаться на обозначения, приведённые в табл. 1.1, с учётом разъяснений в п. 1.5 и добавляя, при необходимости установки увлажнителя, символ L.

1.13. Дополнительную информацию о других отопительных приборах «Convector» фирмы «EXTREME» можно получить непосредственно у специалистов фирмы или их дилеров в России.

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Отопительные приборы «Convector» применяются в двухтрубных и однотрубных системах водяного отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

2.2. Конвекторы могут применяться в насосных или элеваторных системах отопления.

2.3. Схемы стояков двухтрубных и однотрубных систем отопления представлены на рис. 2.1 для вариантов бокового подсоединения конвекторов.

Условные диаметры стояков рекомендуется принимать равными 20 и 15 мм.

2.4. В конвекторах GP и GPE предусмотрено только боковое подключение труб нагревательного элемента к теплопроводам системы отопления, а в конвекторах GC и GCE только донное. Поскольку за рубежом и в последнее время в отечественной практике находят всё более широкое применение скрытая напольная или плинтусная разводка теплопроводов и донное их подсоединение к конвекторам через специальные коллекторы или присоединительные узлы, конвекторы GP и GPE также можно присоединить к подходящим снизу теплопроводам, если 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. Вертикальные стояки для уменьшения бесполезных теплотерь размещают вдоль внутренних стен здания, например, на лестничной клетке. Отопительные приборы, устанавливаемые у наружных стен, подключают к распределительной гребёнке с помощью теплопроводов, которые прокладывают в полу квартиры. Обычно используют защищённые от наружной коррозии стальные или медные теплопроводы или изготовленные из термостойких полимеров, например, из полипропиленовых труб "Фузиотерм-Штаби" со стабилизирующей оболочкой из алюминиевой фольги или длинноволокнистого полимера, поставляемых российским потребителям фирмой "Акватерм-Москва" (тел.(095) 255-25-25, факс. (095) 255-29-69), или из полиэтиленовых металлополимерных труб, поставляемых, в частности, АО "Гента-Москва" (тел.(095) 780-50-55, факс.(095) 780-50-56). 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).

2.5. Конвекторы в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене. Конвектор по возможности должен перекрывать не менее 75% длины светового проёма. Выполнение указанного требования позволяет нейтрализовать ниспадающие от окон потоки холодного воздуха, свести к минимуму зону дискомфорта и обеспечить оптимальный микроклимат отапливаемого помещения. Для получения лучшего распределения теплоты в помещении выбор конвекторов желательно начинать с низких и длинных приборов.

2.6. Регулирование теплового потока конвекторов без кожуха в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия). У конвекторов серий GP и GPE проходная регулирующая арматура устанавливается на подводках к приборам, угловая - с использованием упомянутой гарнитуры.

Для ручного регулирования применяют краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные (КРП), краны для ручной регулировки фирм «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия), «Данфосс» (Дания), «Овентроп» (Германия), «Тур и Андерсен» (Швеция) и др.

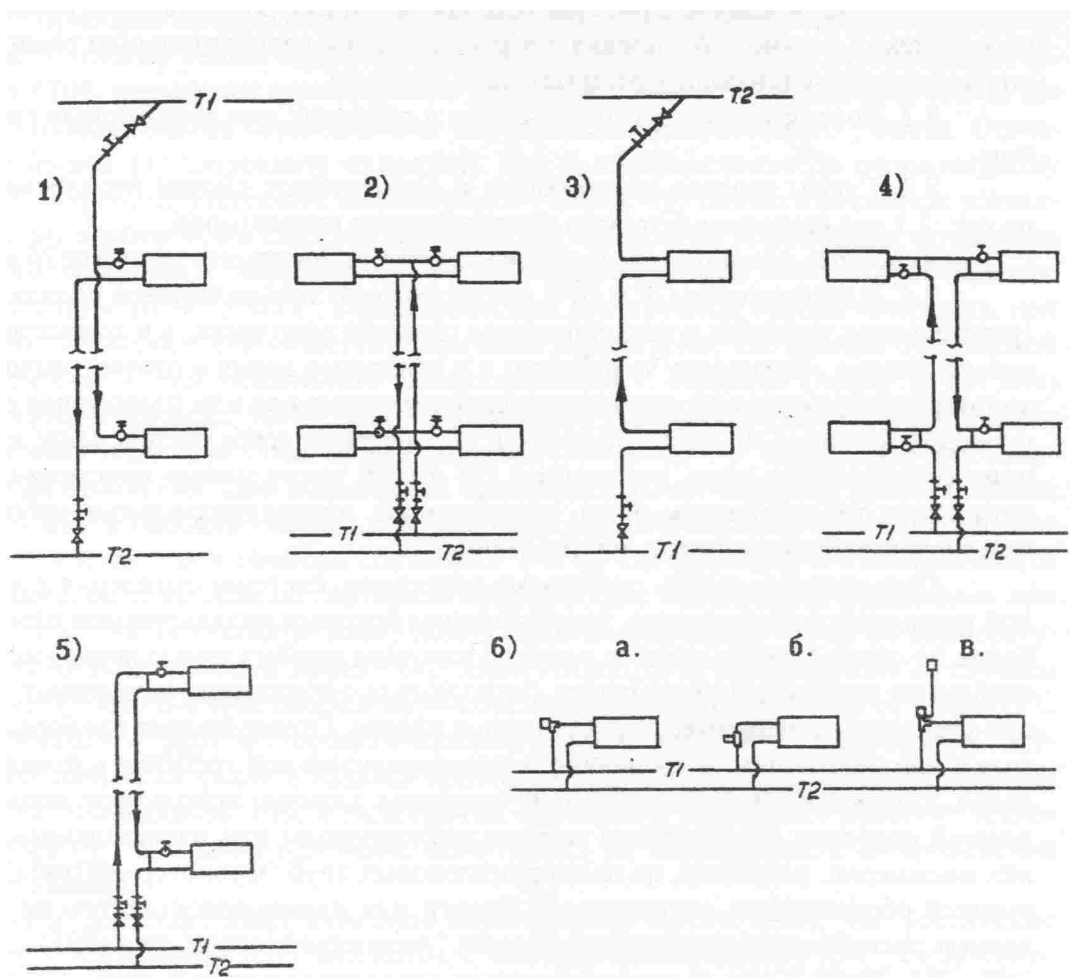


Рис. 2.1. Схемы стояков систем отопления:

- 1 - двухтрубный с верхней разводкой подающей магистрали;
- 2 - двухтрубный с нижней разводкой подающей и обратной магистралей;
- 3 - однотрубный проточный с «опрокинутой» циркуляцией;
- 4 - однотрубный П-образной формы с замыкающими участками;
- 5 - однотрубный с «холостым» подъёмным стояком и замыкающими участками;
- 6 – горизонтальная ветвь с термостатическими клапанами на подводках
(а -угловым, б -прямым, в -угловым с выносным датчиком)

Для автоматического регулирования в двухтрубных насосных системах отопления можно рекомендовать терморегуляторы (термостаты) типа "ГЕРЦ-TS-90-V" (диаграмма для подбора представлена на рис.2.2), типа RTD-N фирмы "Данфосс" (см. рис.2.3,а), типа А, RF и AZ фирмы "Овентроп" (см.рис.2.4), типа "Комфорт" ОАО "Теплоконтроль" (г. Казань) и др.

Для широко используемых в России однотрубных систем отопления можно рекомендовать специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления типа ГЕРЦ-TS-E (см.рис.2.5), типа RTD-G (см.рис.2.3,б), MAX фирмы "Овентроп" и специальный термостат фирмы "Тур и Андерсен".

Наклонные линии (1,2,3...) на диаграммах рис. 2.2 и 2.3(а) показывают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора в режиме 2К (20°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (20°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 (30°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет заметно меньше. Например, на рис. 2.2 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.

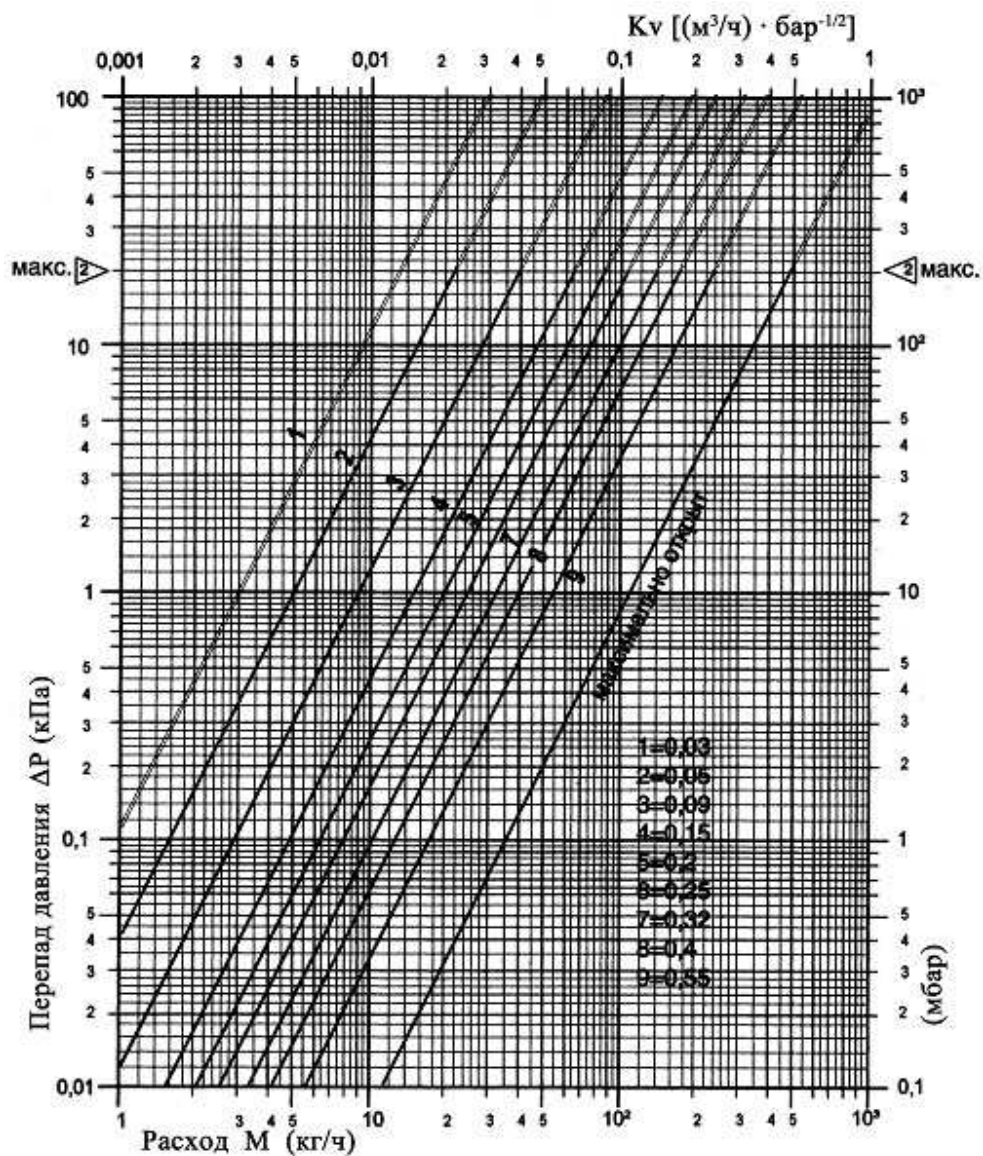
На рис.2.6 для каждого значения Kv (от 1 до 9), расположенного между левой и правой линией, левая линия соответствует настройке на режим 1К, правая на режим 2К термостатов серии А и RF фирмы "Овентроп". Правая крайняя линия на этом же рисунке характеризует термостат серии AZ, очевидно, имеющий наименьшее сопротивление, что предопределяет его использование как в двухтрубных, так и в однотрубных системах отопления.

На рис.2.5 наклонные линии характеризуют гидравлические характеристики термостатов ГЕРЦ-TS-E для однотрубных систем отопления при настройке на режимы 1К, 2К или 3К, а также при полностью открытом клапане. Отметим, что гидравлические характеристики термостатов ГЕРЦ-TS-E как прямых, так и угловых при установке на подводках условным диаметром 15, 20 и 25 мм практически совпадают.

Представленные на рис. 2.3(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 (20°C).

В однотрубных системах очень удобно применять трёхходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди наиболее интересных термостатов этого типа выделяются трёхходовые вентили CALIS-TS и CALIS-TS-E фирмы "ГЕРЦ" (см.рис.2.6) и трёхходовые термостаты фирмы "Овентроп". Отметим, что у термостата CALIS-TS-E и термостата фирмы "Овентроп" оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Гидравлические характеристики присоединительных узлов с трёхходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

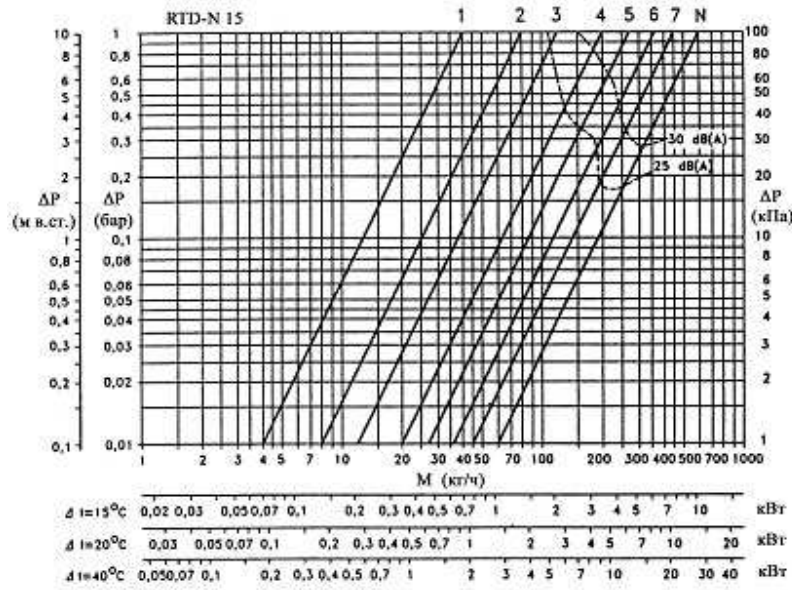
Пунктирными линиями на рис.2.3(а) показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень шума не превышает, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 1,5-3 м вод.ст.



▷ - граница бесшумной работы клапана

Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ -TS-90-V» с предварительной настройкой на режим 2К (20°C) и полном открытии вентиля

а.



б.

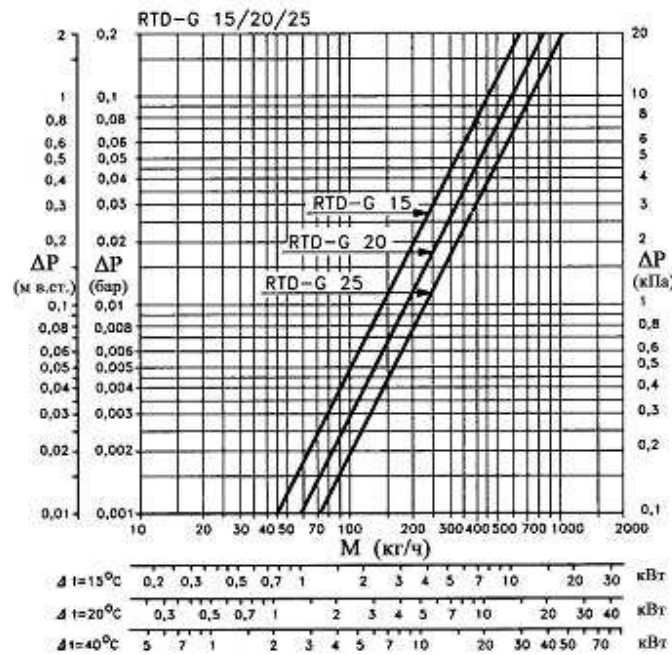
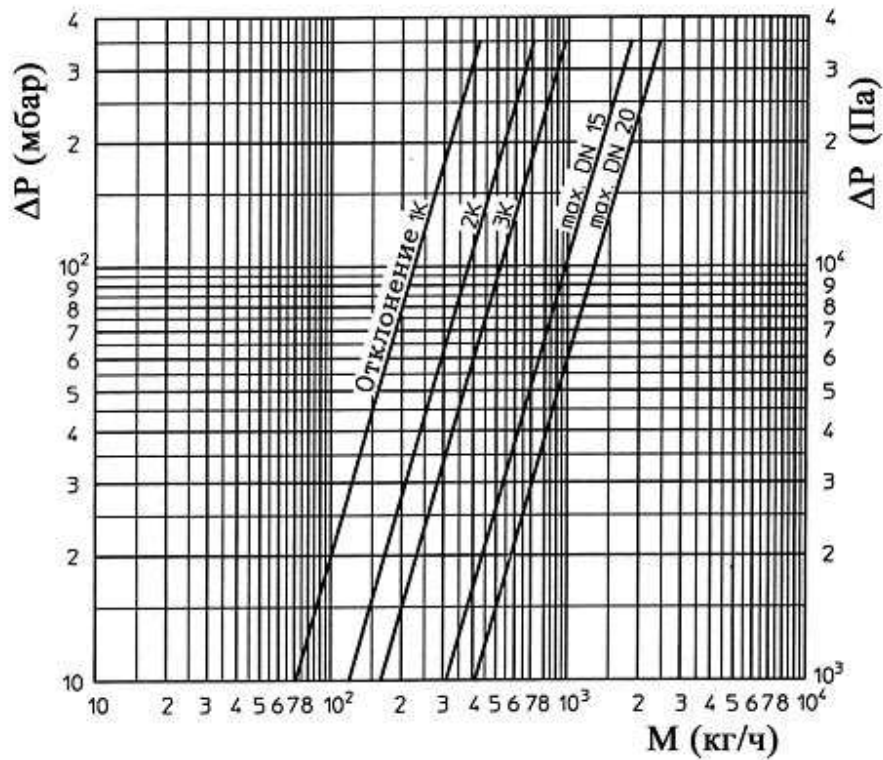
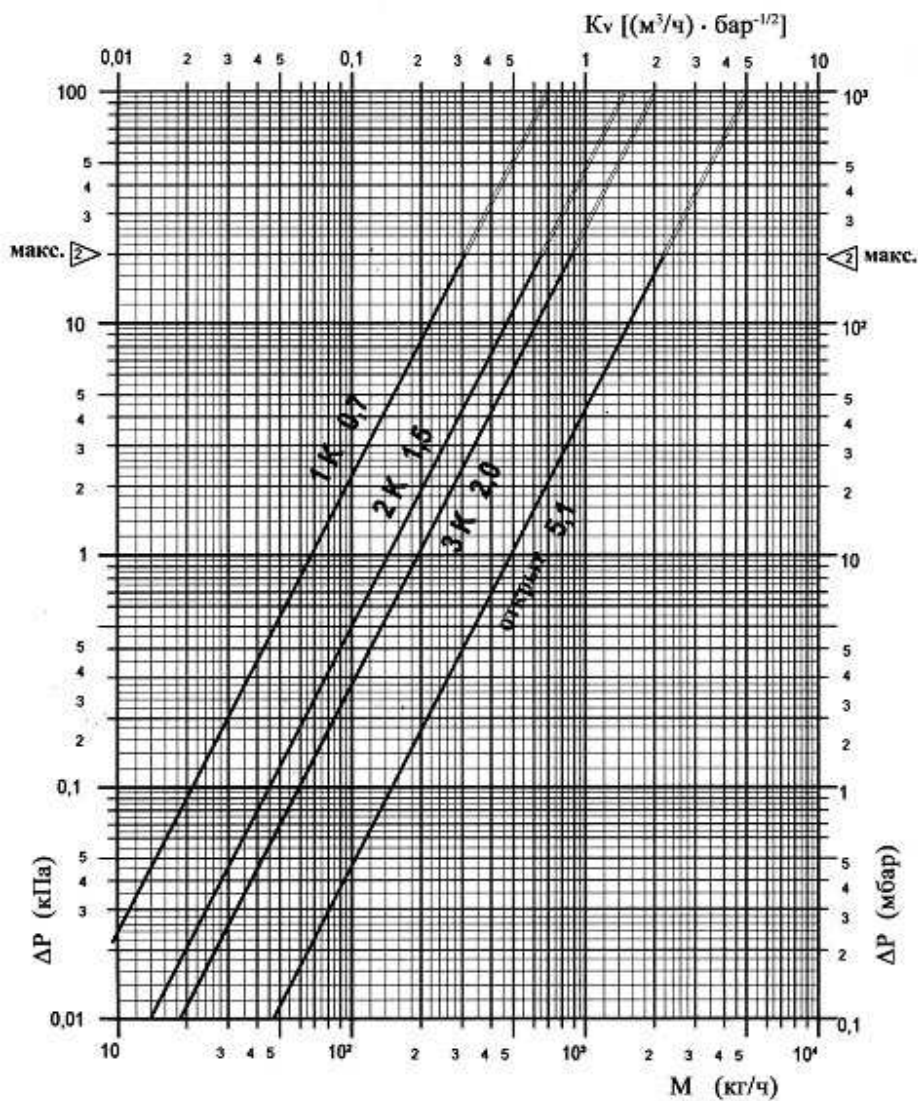


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов фирмы «Данфосс»
 а) RTD-N 15 при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15,
 б) RTD-G для гравитационных и насосных однотрубных систем отопления с подводками d_y 15, 20 и 25 мм (при настройке на режим 2К)



Расход M (кг/ч)
 $100 \text{ мбар} = 10000 \text{ Па} = 1000 \text{ мм вод.ст.}$

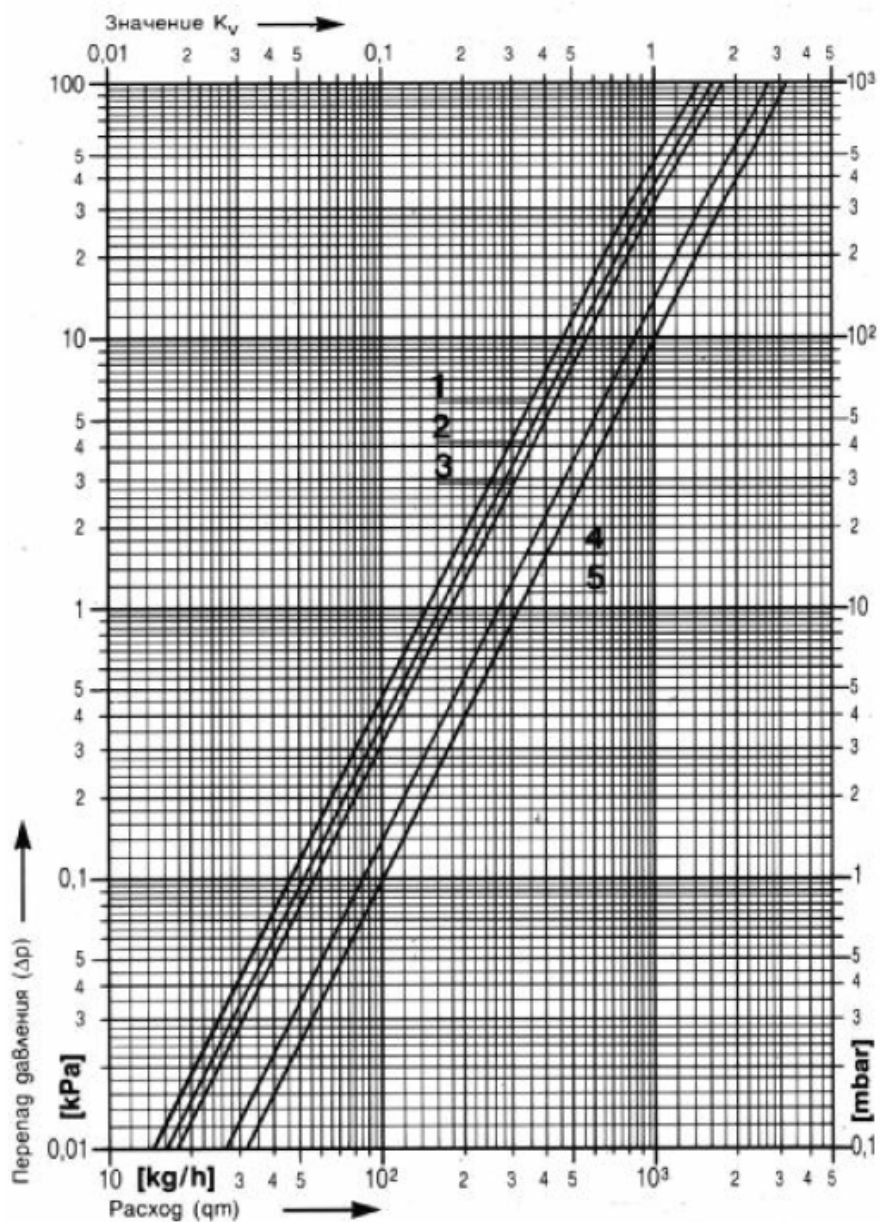
Рис. 2.4. Гидравлические характеристики термостатов серии «М» фирмы «Овентроп» при различных режимах настройки



➤ - граница бесшумной работы клапана

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

Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-E» при различных режимах настройки



Прямая	Клапан CALIS-TS	Значение Kv	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=3К
	1 7761 02			
	1 7761 01	1,8	60	Термостатический режим Хр=3К
	1 7761 02			
4	1 7761 01	2,75	80	Клапан открыт
5	1 7761 02	3,2		

Рис. 2.6. Общий вид и гидравлические характеристики термостата «ГЕРЦ» моделей 7761 01 и 7761 02 с клапаном CALIS-TS и соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана

Подробные сведения об этих термостатах можно получить в представительствах соответствующих фирм:

- АО "ГЕРЦ Арматурен" - в Москве тел./факс: (495) 981-45-68, 981-45-69
в Санкт-Петербурге тел./факс: (812) 600-55-01, 929-17-03;
- АО "Данфосс" - в Москве тел. (095)792-57-57 (095) 7925757. (095) 7925760;
- "Овентроп" - в Москве тел./факс: (495) 956-2220
- ООО "Витатерм" - в Москве тел./факс. (095) 482-38-79 ; (095) 918-58-95
- и др.

2.7. 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.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

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

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

где

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

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

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

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

λ - коэффициент трения;

d - внутренний диаметр теплопровода, м;

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\Sigma \zeta$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

M - масснй расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па .

3.3. Значения коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$, при нормативном расходе горячей воды через прибор ($M_{\text{пр}} = 0,1$ кг/с) конвекторов GP и GPE без обвязки теплопроводами приведены в табл. 1.1 .

3.4. Значения коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{\text{ну}}$, конвекторов серий GC и GCE можно принимать впредь до уточнения по данным, приведённым в табл. 3.1, поскольку они получены по результатам испытаний единичных образцов этих конвекторов.

3.5. Зависимость коэффициентов местного сопротивления конвекторов GP и GC от расхода воды заметно отличается от квадратичной, поэтому значения этих коэффициентов увеличиваются при снижении расхода воды через прибор. В среднем для конвекторов GP и GPE это увеличение составляет 30% от приведённых в табл. 1.1 при расходе 180 кг/ч (0,05 кг/с) и 70% при расходе 90 кг/ч (0,025 кг/с). Для конвекторов GC и GCE увеличение значений $\zeta_{\text{ну}}$ представленных в табл. 3.1, составит 10% при расходе 180 кг/ч и 45% при расходе воды 36 кг/ч.

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

Аналогичные данные для полипропиленовых труб типа «Фузиотерм Штаби» и полиэтиленовых труб «Китек» имеются в ООО «Витатерм», а также в фирмах «Акватерм-Москва» и «Гента».

3.7. Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1 «Отопление» [6].

3.8. Значения коэффициентов затекания α_{np} для конвекторов GP и GPE при сочетании диаметров труб стояков ($d_{ст}$), смещённых замыкающих участков ($d_{зy}$) и подводящих теплопроводов ($d_{п}$) 15x15x15 узлов одностороннего присоединения приборов в однотрубных системах отопления при установке на подводках кранов регулирующих проходных (КРП), термостатов типа «ГЕРЦ-TS-E» марки 1 7723 11 фирмы «ГЕРЦ Арматурен» и RTD-G 15 фирмы «Данфосс» представлены таблице 3.2. 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 рис. 2.6. Поскольку при использовании термостатов CALIS-TS необходимо применять выносные датчики температур, удобно устанавливать термостаты CALIS-TS-E со шпинделем, перпендикулярным плоскости стены, и автономной термостатической головкой.

3.9. Коэффициенты затекания при установке термостатов определены при их настройке на режим 2K (2°C), т.е. на положение частично открытого клапана, из которого термостат полностью перекрывает движение воды при превышении заданной температуры воздуха в помещении на 2°C (на 2K). 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 3.1

**Гидравлические характеристики конвекторов серий GC и GCE
при донном расположении подводок
d_y 15 мм при M_{np} = 0,1 кг/с
и полностью открытым встроенном термостате**

Обозначение конвектора	Коэффициент местного сопротивления
GC 2/4	40
GC 2/7	45
GC 2/10	55
GC 2/13	65
GC 2/16	70
GC 2/19	72
GC 4/4	70
GC (GCE) 4/7	80
GC (GCE) 4/10	90
GC (GCE) 4/13	108
GC 4/16	110
GC 4/19	112
GC 6/4	100
GC (GCE) 6/7	115
GC (GCE) 6/10	125
GC (GCE) 6/13	145
GC 6/16	152
GC 6/19	155
GC 8/4	120
GC 8/7	140
GC 8/10	155
GC 8/13	170
GC 8/16	180
GC 8/19	190

Таблица 3.2

**Усреднённые значения коэффициентов затекания α_{np} узлов
однотрубных систем отопления с диаметрами подводок, стойка
и замыкающего участка 15 мм при всех длинах конвекторов заданной высоты**

Обозначения конвекторов	Значения α_{np} при установке термостатов	
	«ГЕРЦ-TS-E»	«Данфосс» RTD-G 15
GP 2	0,228	0,222
GP (GPE) 4	0,214	0,210
GP (GPE) 6	0,2	0,196

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, приведённых в настоящих рекомендациях.

4.2. Согласно табл.1 приложения 12 СИиП 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 конвектора и равен, при ориентации на всю номенклатуру конвекторов разной высоты и длины 1,03, а второй - β_2 – от доли увеличения теплопотерь через законвекторный участок, также равный 1,03 (только для настенных конвекторов).

Увеличение теплопотерь через законвекторные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплопередающей поверхности и, соответственно нормативного теплового потока при подборе конвектора, поскольку тепловой поток от прибора возрастает практически во столько же раз, во 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 конвекторам, полагая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам (ветвям) пропорционально их нагрузкам.

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

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{н}} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M_{\text{пр}}/0,1)^m \cdot b \cdot \Psi_1 = Q_{\text{н}} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \Psi_1 = \\ &= K_{\text{н}} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \Psi_1, \end{aligned} \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{н}}$ - номинальный тепловой поток конвектора при нормальных условиях, принимаемый по табл. 1.1, Вт;

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

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

здесь

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

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

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

70 - нормированный температурный напор, °С;

c - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированных температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 4.1);

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

Ψ_1 - безразмерный коэффициент, с помощью которого учитывается уменьшение теплового потока при движении теплоносителя по схеме «снизу-вверх» по сравнению с нормированной схемой движения «сверху-вниз» ($\Psi_1 = 1 - 0,002\Delta t_{пр}$). При перепаде температур в нагревательном элементе конвектора меньшем 5°C Ψ_1 можно принимать равным 1.

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$ - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по таб. 4.3);

$\varphi_2 = c \cdot (M_{пр}/0,1)^m$ - 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. 4.4 и 4.5);

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

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

F – площадь наружной теплоотдающей поверхности конвектора, м^2 принимаемая по табл. 1.1.

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

$$K = K_{нy} \cdot (\Theta/70)^n \cdot c \cdot (M_{пр}/0,1)^m \cdot b \cdot \Psi_1 = K_{нy} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \Psi_1. \quad (4.4)$$

4.5. В случае заданных перепадов температур в конвекторах, работающих в двухтрубной системе отопления, значения теплового потока отличаются от приведённых в табл. 1.1. О характере изменений этих значений можно судить по данным, приведённым в табл. 4.6 и полученным с учётом зависимости теплового потока как от температурного напора, так и от расхода теплоносителя через конвектор при атмосферном давлении 1013,3 гПа.

4.6. В однотрубных системах отопления расход воды через прибор $M_{пр}$, кг/с, определяется зависимостью

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст}, \quad (4.5)$$

где $\alpha_{пр}$ – коэффициент затекания воды в прибор, принимаемый по табл. 3.2;

$M_{ст}$ – массный расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления, кг/с (при одностороннем присоединении конвектора).

Таблица 4.1

Значения коэффициента c и показателей степени n и m при различных схемах движения теплоносителя

Обозначение конвекторов	Высота конвектора H , мм	Схема движения теплоносителя					
		Сверху-вниз			Снизу-вверх		
		c	n	m	c	n	m
GP 2	200	1	0,2	0,03	1	0,2	0,03
GP 4	400	1	0,2	0,02	0,995	0,2	0,03
GP 6	600	1	0,25	0,01	0,98	0,25	0,03
GP 8	800	1	0,25	0	0,96	0,25	0,03

Таблица 4.2

Поправочный коэффициент b , с помощью которого учитывается влияние расчётного атмосферного давления воздуха на тепловой поток конвектора

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		0,972	0,976	0,979	0,984	0,987	0,992	0,996	1	1,008

Таблица 4. 3

Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от среднеарифметического температурного напора Θ между средней температурой теплоносителя в конвекторе и температурой воздуха в отапливаемом помещении при движении теплоносителя по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

Θ , °C	φ_1 при высоте конвектора (мм)		Θ , °C	φ_1 при высоте конвектора (мм)	
	200 400	600 800		200 400	600 800
44	0,573	0,560	78	1,139	1,145
46	0,604	0,592	80	1,174	1,182
48	0,636	0,624	82	1,209	1,219
50	0,668	0,657	84	1,244	1,256
52	0,700	0,690	86	1,280	1,293
54	0,732	0,723	88	1,316	1,331
56	0,765	0,756	90	1,352	1,369
58	0,798	0,790	92	1,388	1,407
60	0,831	0,825	94	1,424	1,446
62	0,864	0,860	96	1,461	1,484
64	0,898	0,894	98	1,497	1,523
66	0,932	0,924	100	1,534	1,562
68	0,966	0,964	102	1,571	1,601
70	1	1	104	1,608	1,640
72	1,034	1,036	106	1,645	1,680
74	1,069	1,072	108	1,682	1,720
76	1,104	1,108	110	1,720	1,759

Таблица 4.4

Значения поправочного коэффициента Φ_2
в зависимости от расхода теплоносителя M_{np} через нагревательный
элемент конвектора при движении теплоносителя
по схеме «сверху-вниз»

M_{np}		Φ_2 при высоте конвектора (мм)		
кг/с	кг/ч	200	400	600
0,01	36	0,933	0,955	0,977
0,02	72	0,953	0,968	0,984
0,03	108	0,964	0,976	0,988
0,04	144	0,973	0,982	0,991
0,05	180	0,979	0,986	0,993
0,06	216	0,985	0,990	0,995
0,07	252	0,989	0,993	0,996
0,08	288	0,993	0,995	0,998
0,09	324	0,997	0,998	0,999
0,10	360	1,0	1,0	1,0
0,125	450	1,007	1,004	1,002
0,150	540	1,012	1,008	1,004
0,2	720	1,021	1,014	1,007
0,25	900	1,028	1,018	1,009
0,3	1080	1,033	1,022	1,011

Примечание: значения Φ_2 для конвекторов высотой 800 мм равны 1.

Таблица 4.5

Значения поправочного коэффициента Φ_2
в зависимости от расхода теплоносителя $M_{пр}$ через нагревательный
элемент конвектора при движении теплоносителя
по схеме «снизу-вверх»

$M_{пр}$		Φ_2 при высоте конвектора (мм)			
кг/с	кг/ч	200	400	600	800
0,01	36	0,933	0,928	0,914	0,896
0,02	72	0,953	0,948	0,934	0,915
0,03	108	0,964	0,960	0,945	0,926
0,04	144	0,973	0,968	0,953	0,934
0,05	180	0,979	0,974	0,960	0,940
0,06	216	0,985	0,980	0,965	0,945
0,07	252	0,989	0,984	0,970	0,950
0,08	288	0,993	0,988	0,973	0,953
0,09	324	0,997	0,992	0,977	0,957
0,10	360	1,0	0,995	0,980	0,960
0,125	450	1,007	1,002	0,986	0,966
0,150	540	1,012	1,007	0,992	0,972
0,2	720	1,021	1,016	1,0	0,980
0,25	900	1,028	1,023	1,007	0,987
0,3	1080	1,033	1,028	1,013	0,992

Таблица 4.6

Тепловой поток **Q** настенных конвекторов GP (GPE)
 при различных параметрах теплоносителя (горячей воды),
 $t_b = 20^{\circ}\text{C}$, $V = 1013,3 \text{ гПа}$ и движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» в
 двухтрубных системах отопления

Обозначение конвектора	Значения Q , Вт, при параметрах теплоносителя		
	95/70°C $\Delta t_{np}=25^{\circ}\text{C}$ $\Theta=62,5^{\circ}\text{C}$	90/70°C $\Delta t_{np}=20^{\circ}\text{C}$ $\Theta=60^{\circ}\text{C}$	75/65°C $\Delta t_{np}=10^{\circ}\text{C}$ $\Theta=50^{\circ}\text{C}$
GP 6/4	560	533	426
GP (GPE) 6/7	1249	1189	952
GP (GPE) 6/10	1959	1865	1492
GP (GPE) 6/13	2671	2544	2035
GP 6/16	3386	3224	2579
GP 6/19	4102	3905	3125

5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Условия для расчёта

Требуется определить типоразмер открыто устанавливаемого настенного конвектора без кожуха **GP «Convector»** польской фирмы «EXTREME» в однотрубной системе водяного отопления с верхней разводкой подающей магистрали. Конвектор установлен в жилом помещении верхнего этажа здания на наружной стене без ниши под подоконником и присоединён к стояку со смещёнными замыкающими участками и термостатами «ГЕРЦ- TS-E» на подводках. Теплотери помещения при расчётных условиях ($Q_{\text{пом}}$) составляют 1400 Вт. Температура в подающей магистрали (t_n) принимается равной 105°C, расчётный перепад температур по стояку $\Delta t_{\text{ст}}=35^\circ\text{C}$, температура воздуха в отапливаемом помещении $t_b=20^\circ\text{C}$, атмосферное давление воздуха 1013,3 гПа, $M_{\text{ст}} = 0,083$ кг/с.. Общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3.5 м ($L_{\text{тр. в}}=2,7$ м, $L_{\text{тр. г}}=0,8$ м).

Диаметры труб стояка ($d_{\text{ст}}$), замыкающего участка ($d_{\text{з}}$) и подводок ($d_{\text{п}}$) определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 15x15x15.

Последовательность теплового расчёта

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

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

где $Q_{\text{ном}}$ - теплотери помещения при расчётных условиях, Вт;

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

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

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

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

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

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

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

Полезный тепловой поток от труб $Q_{\text{тр.п}}$ определён при температурном напоре $\Theta_{\text{ср.тр}} = t_n - t_b = 105 - 20 = 85^\circ\text{C}$,

где t_n - температура теплоносителя на входе в радиаторный узел, °C.

$$Q_{\text{пр}}^{\text{расч}} = Q_{\text{пот}} - Q_{\text{тр.п}} = 1400 - 248 = 1152 \text{ Вт}.$$

Расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно задаётся значение коэффициента затекания $\alpha_{\text{пр}}$ по данным приведённым в таблице 3.2. Принимаем значение коэффициента затекания $\alpha_{\text{пр}}$ равным 0,214. Расход воды через прибор равен

$$M_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot M_{\text{ст}} = 0,214 \cdot 0,083 = 0,018 \text{ кг/с}.$$

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

$$\Delta t_{np} = \frac{Q_{np}^{расч}}{C \cdot M_{np}} = \frac{1152}{4186,8 \cdot 0,018} = 15,3^{\circ} C \quad (5.2)$$

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

Температурный напор Θ определяется по формуле

$$\Theta = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_e = 105 - 7,65 - 20 = 77,35^{\circ} C. \quad (5.3)$$

Определяем требуемый тепловой поток прибора при нормальных условиях Q_{ny}^{mp} по формуле

$$Q_{ny}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\Psi_1 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{1152}{1 \cdot 1,127 \cdot 0,966 \cdot 1} = 1058 \text{ Вт} , \quad (5.4)$$

где $\Psi_1 = 1$ при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз»;

где φ_1 и φ_2 - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 4.3.

b - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (определяемый по табл. 4.2);

Тепловой расчёт проводится для района с расчётным атмосферным давлением воздуха $1013,3$ гПа, поэтому $b = 1$.

Исходя из полученного значения Q_{ny}^{mp} , предварительно принимаем типоразмер конвектора с ближайшими значениями Q_{ny} по табл. 1.1: **GP 4/7**.

Расхождение между требуемым тепловым потоком конвектора Q_{ny}^{mp} и принятым к установке (Q_{ny}) допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более чем на 50 Вт (при нормированных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера.

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

С учётом предварительно принятого типоразмера уточняется коэффициент затекания α_{np} и проводится уточнённый расчёт, по результатам которого окончательно принимается типоразмер к установке. Поскольку принятый предварительно коэффициент затекания остался неизменным, уточнённого расчёта не производим.

Невязка при подборе прибора определяется по формуле

$$[(Q_{ny} - Q_{ny}^{mp}) : Q_{ny}^{mp}] \cdot 100 = 1,9 \% , \quad (5.5)$$

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ КОНВЕКТОРОВ БЕЗ КОЖУХА GP И GRE ФИРМЫ «CONVECTOR» И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Монтаж конвекторов производится согласно требованиям СНиП 3.05.08-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [7], настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [8] и [9].

6.2. Конвекторы поставляются окрашенными, упакованными в картонные коробки. В комплект входят кронштейны для крепления к стене.

6.3. Монтаж конвекторов производится только на подготовленные (оштукатуренные и окрашенные) поверхности стен.

6.4. Монтаж конвекторов необходимо производить в следующем порядке

- разметить и просверлить в стене отверстия на высоте около 60 мм ниже верха конвектора и 60 мм выше низа конвектора на расстоянии 165 мм от правого и левого торцов конвектора (см. рис. 6.1). Для конвекторов длиной более 1600 мм просверлить в стене отверстия также по центру конвектора на тех же высотах;
- закрепить кронштейны (рис. 6.2) на стене шурупами 6x60;
- установить конвектор на нижних кронштейнах так, чтобы низ прибора опирался на их защитные вкладыши;
- при помощи регулировочных винтов торцовым ключом с внутренним многогранником 10 установить конвектор в горизонтальное положение;
- снять защитные вкладыши с верхних кронштейнов и прижать их к верхней части конвектора в местах крепления;
- отвернуть крепёжные шурупы верхних кронштейнов настолько, чтобы можно было поднять зацепки и подвинуть их на защитные вкладыши;
- при помощи регулировочных винтов установить окончательное положение конвектора по высоте.

6.5. При транспортировке и монтаже конвекторов, наружные поверхности которых выполнены из листового алюминия толщиной 0,45 мм, следует не допускать их механических повреждений.

6.6. При монтаже следует избегать неправильной установки конвекторов:

- установки кронштейнов на неподготовленную поверхность стены;
- неправильной разметки мест установки кронштейнов;
- слишком низкого размещения конвекторов, т.к. при расстоянии между полом и низом конвектора, меньшем 70% глубины конвектора в установке, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под конвектором;
- слишком высокой установки, т.к. при зазоре между полом и низом конвектора, более 150 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;
- слишком малого расстояния между верхом конвектора и низом подоконника (менее 70% глубины конвектора), т.к. при этом уменьшается тепловой поток конвектора;
- негоризонтального положения верхней плоскости конвектора, т.к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид конвектора;
- установки перед конвекторами декоративных экранов, т.к. это приводит к снижению теплоотдачи конвекторов и искажает работу термостатов;
- не рекомендуется размещать термостаты за шторами, а также на расстоянии до 150 мм от проёма балконной двери и до 200 мм от низа подоконника (в этих случаях следует использовать термостаты с выносными датчиками).

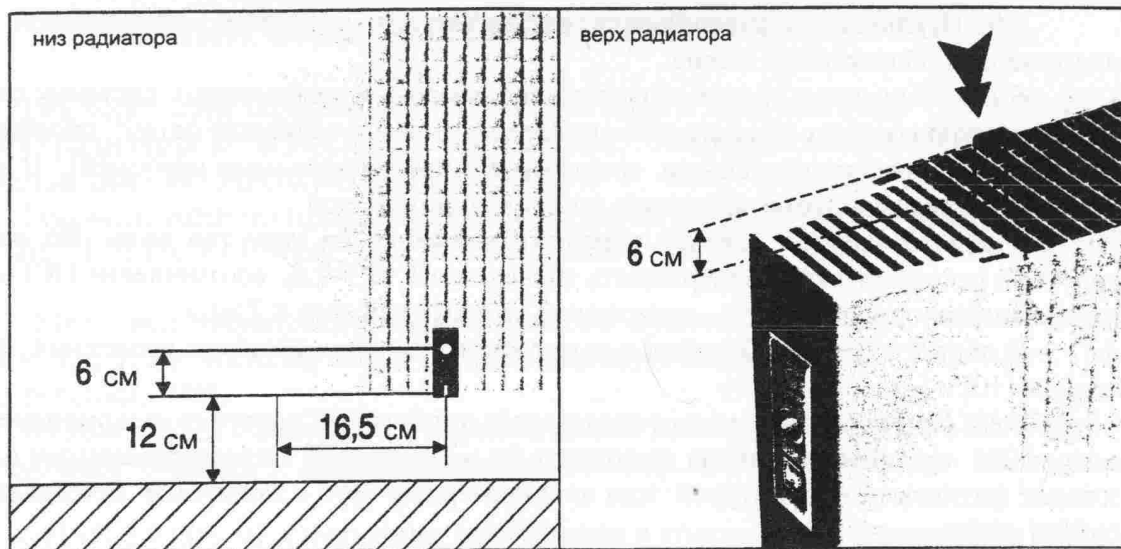
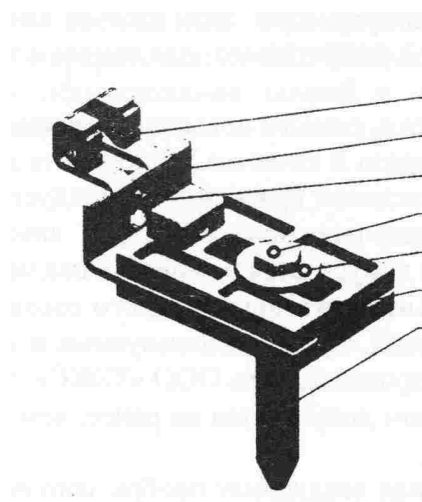


Рис. 6.1. Установка конвектора на стене



- защитный вкладыш
- зацепка
- регулировочный винт
- крепежный шуруп
- шайба
- корпус подвески
- дюбель

Рис. 6.2. Кройштейн для крепления конвектора к стене

6.7. В процессе эксплуатации следует производить очистку конвекторов в начале отопительного сезона ми 1-2 раза в течение отопительного периода.

6.8. При очистке конвекторов не допускается использование абразивных материалов.

6.9. Исключается навешивание на конвекторы пористых увлажнителей воздуха, например, из обожжённой глины.

6.10. Конвекторы рекомендуется использовать в современных системах отопления (индивидуальных или с независимым присоединением к тепловым сетям; оборудованных герметичными расширительными сосудами, и циркуляционными насосами). В этом случае систему рекомендуется заполнять водопроводной водой.

В других случаях следует обращать внимание на качество воды. Во избежание коррозии рекомендуется поддерживать значение $pH = 7,5-9,0$, соотношение $HCO_3/SO_4 > 1$, содержание хлорида < 50 мг/л, содержание твёрдых веществ < 7 мг/л.

В общем случае требования к воде в отечественных системах отопления представлены в [10] и [11].

6.11. При использовании отопительных приборов «Convector» рекомендуется теплопроводы системы отопления выполнять из медных труб с хромированными или бронзовыми фитингами и арматурой или из полимерных труб с защитным противодиффузионным слоем.

6.12. Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в горячей или обратной магистралях тепловой сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно у любого конвектора во время работы системы отопления превышать 1,2 МПа.

При опрессовке СНиП 3.05.01-85 [7] допускает полуторное превышение рабочего давления, однако практика эксплуатации систем отопления показывает, что при опрессовке не следует превышать максимальное рабочее давление более чем на 25%, что подтверждает анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм». При этом следует иметь в виду, что давление при опрессовке не должно превышать допустимого для самого слабого элемента системы отопления.

При опрессовке следует избегать резкого повышения давления.

6.13. При применении антифриза в качестве теплоносителя не допускается герметизировать резьбовые соединения масляной краской. Рекомендуется для этой цели применять эпоксидные эмали, а также эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Не допускается применять паклю - только качественный лён или специальные герметики. Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий. Среди используемых в России марок антифриза заслуживает внимания «Хот блад» (производитель ООО «ТЭКС», тел. (095) 286-06-74).

Заполнение систем антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после их монтажа.

6.14. Во избежание образования воздушных пробок заполнение водой систем отопления с конвекторами, оборудованными термостатами, следует производить снизу через обратную магистраль при открытых термостатах.

6.15. Если необходимо демонтировать конвектор, на подводке к которому установлен термостат, с последнего следует снять термостатическую головку, а затем полностью его закрыть с помощью металлического (не пластмассового!) колпачка и заглушить термостат со стороны снятой подводки.

6.16. Не рекомендуется опорожнять систему отопления более, чем на 15 дней в году.

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 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 1992.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Старовойтова.- М.: Стройиздат, 1990.
7. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
8. Исаев В.Н., Сасин В.И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: "Высшая школа", 1989.
9. Дунаева Г.И., Беляева Т.А. Лабораторный практикум по технологии санитарно-технических работ. М., 1987.
10. 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.
11. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/ Гл.ред. С.В.Яковлев.- М.: Стройиздат, 1994.

ПРИЛОЖЕНИЯ

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

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

Примечания:

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

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

$$S = S_T \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.1})$$

$$\zeta' = \zeta'_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.2})$$

$$\zeta = \zeta_4 \cdot \varphi_4, \quad (\text{П 1.3})$$

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

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

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

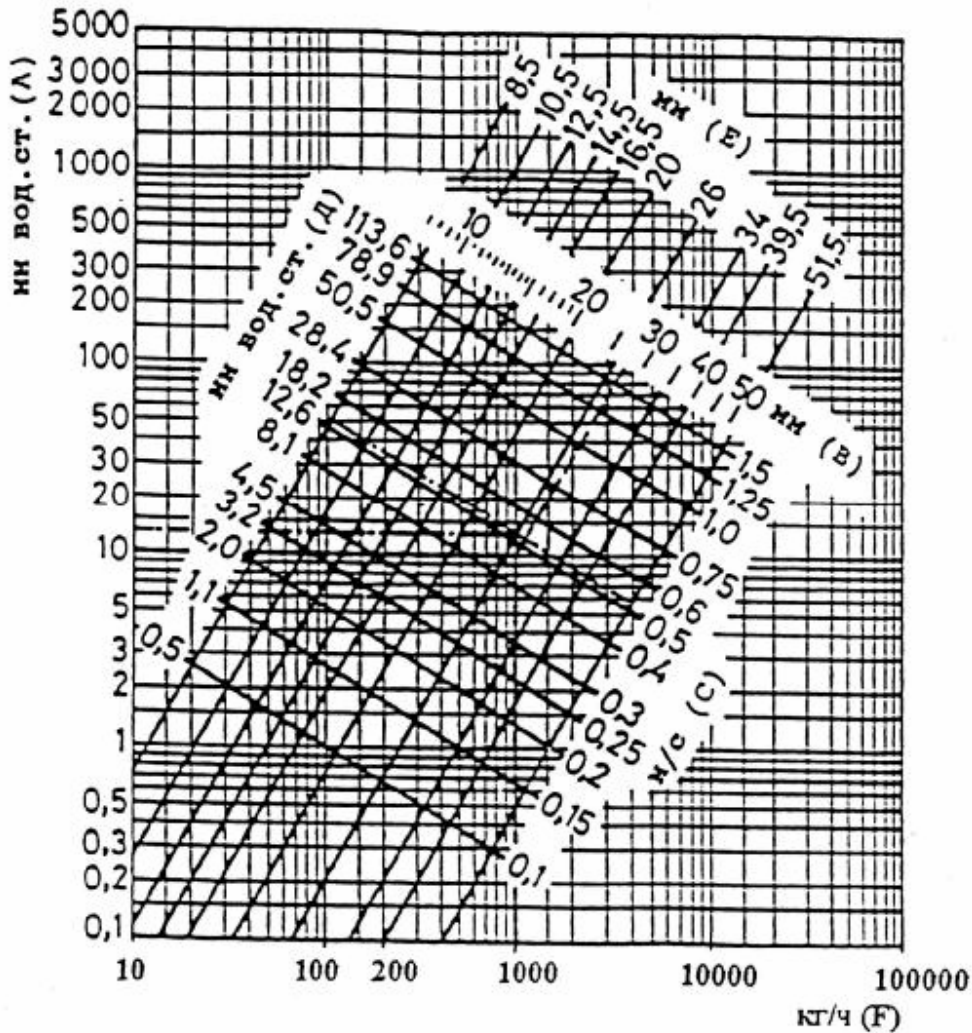
φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°C, принимаемый по табл. П 1.2.

Продолжение приложения 1

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента Φ_4

Φ_4	М	Расход горячей воды М в кг/с (верхняя строка) и в кг/ч (нижняя строка) при диаметре условного прохода труб d_y , мм						
		10	15	20	25	32	40	50
1,02	кг/с	0,1724	0,2676	0,4879	0,7973	1,3991	1,8249	3,0495
	кг/ч	620,6	963,4	1754,4	2870,3	5036,8	6569,6	10978,2
1,04	кг/с	0,0836	0,1299	0,2368	0,3869	0,6790	0,8856	1,4799
	кг/ч	301,0	467,0	852,5	1392,8	2444,4	3188,2	5327,6
1,06	кг/с	0,0541	0,0840	0,1532	0,2504	0,4394	0,5731	0,9577
	кг/ч	194,8	302,4	551,5	901,4	1581,8	2063,2	3447,7
1,08	кг/с	0,0394	0,0612	0,1116	0,1823	0,3199	0,4173	0,6973
	кг/ч	141,8	220,3	401,8	656,3	1151,6	1502,3	2510,3
1,1	кг/с	0,0306	0,0475	0,0867	0,1416	0,2485	0,3241	0,5416
	кг/ч	110,2	171,0	312,1	509,8	894,6	1166,8	1949,8
1,12	кг/с	0,0248	0,0385	0,0701	0,1146	0,2011	0,2623	0,4383
	кг/ч	89,3	138,6	252,4	412,6	724,0	994,3	1577,9
1,14	кг/с	0,0206	0,0320	0,0584	0,0954	0,1674	0,2183	0,3649
	кг/ч	74,2	115,2	210,2	343,4	602,6	785,9	1313,6
1,16	кг/с	0,0175	0,0272	0,0496	0,0810	0,1423	0,1856	0,3101
	кг/ч	63,0	97,9	178,6	292,0	512,3	668,2	1116,4
1,18	кг/с	0,0151	0,0235	0,0428	0,0700	0,1229	0,1602	0,2678
	кг/ч	54,4	84,6	154,1	252,0	442,4	576,7	964,1
1,2	кг/с	0,0132	0,0205	0,0375	0,0612	0,1074	0,1401	0,2341
	кг/ч	47,5	73,8	135,0	220,3	386,6	504,4	842,8
1,22	кг/с	0,0117	0,0182	0,0331	0,0541	0,0949	0,1238	0,2068
	кг/ч	42,1	65,5	119,2	194,8	341,6	445,7	744,5
1,24	кг/с	0,0104	0,0162	0,0295	0,0482	0,0845	0,1103	0,1843
	кг/ч	37,4	58,3	106,2	173,5	304,2	397,1	663,5
1,26	кг/с	0,0093	0,0145	0,02625	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°C**



- А** – потери давления на трение в медных трубах 1 м при температуре теплоносителя 40°C, 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;
- Ф** – расход воды через трубу, кг/ч.

При средней температуре воды 80°C на значения потери давления, найденные по настоящей номограмме, вводить поправочный множитель 0,88; при средней температуре 10°C – 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
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 к приложению 3

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 50-100% 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 уменьшаются (умножаются на поправочный коэффициент - 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 ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$, $\rho_{\text{бет}} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$), 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 ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$, $\rho_{\text{бет}} \geq 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$) 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.