Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

Утверждаю

Генеральный директор
НТФ ООО «Витатерм»

_____ **В. И. Сасин**

11 февраля 2011 г.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
по применению встраиваемых в конструкцию пола конвекторов «Eva»

(вторая расширенная редакция)

Москва – 2011

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию вторую расширенную редакцию рекомендаций по применению встраиваемых в конструкцию пола конвекторов «Eva», изготавливаемых и реализуемых ООО «Вилма».

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям.

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

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

© ООО «Витатерм» 2011

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

1. Основные технические характеристики конвекторов «Eva», встраиваемых в конструкцию пола 4
2. Гидравлический расчёт 20
3. Тепловой расчёт 25
4. Указания по монтажу конвекторов «Eva» 29
5. Основные требования к эксплуатации конвекторов 30
6. Список использованной литературы 32

Приложение 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб 33
Приложение 2. Номограмма для определения потери давления в медных трубах 35
Приложение 3. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской 36

1. **Основные технические характеристики конвекторов «Eva», встраиваемых в конструкцию пола**

1.1. Настоящие рекомендации разработаны ООО «Витатерм» по традиционной схеме [1], [2] применительно к встраиваемым в конструкцию пола конвекторам **«Eva»**. Конвекторы выпускаются согласно ТУ 4935-001-72032454-2004 и реализуются ООО «Вилма» (Россия, 129075 г. Москва, ул. Шереметьевская, д. 85, стр.1, тел. (495) 661-28-55, www.wilma.ru, e-mail: info@wilma.ru).

1.2. Встраиваемые в конструкцию пола конвекторы **«Eva»**, номенклатура которых представлена в табл.1.1 и 1.2, предназначены для систем водяного отопления жилых, общественных и административных зданий, в том числе детских учреждений, выставочных залов, коттеджей и офисов. Эти конвекторы (особенно оборудованные вентиляторами) удачно решают проблемы отопления помещений, имеющих низко расположенное остекление. В жилых зданиях они могут быть установлены, например, в вестибюлях, в зимних садах и других подобных помещениях.

Конвекторы **«Eva»** соответствуют требованиям ГОСТ 31311 [3] и стандарта АВОК 4.2.2-2006 [4]. Они удачно вписываются в синтезированные системы отопления, вентиляции и кондиционирования с «интеллектуальным» управлением в многоэтажных и многофункциональных зданиях.

Эти конвекторы рекомендуется применять только в насосных системах отопления.

В настоящих рекомендациях приведены данные конвекторов **«Eva»** моделей **КВ, КВО, КВ80, КХ, КУ и KGB,** оборудованных диаметральными (тангенциальными) вентиляторами, и моделей **КТ80, KG80, КО и KG200**, работающих только в режиме свободной конвекции.

Параметры теплоносителя:

- максимальная температура **115°С**;
- максимальное рабочее избыточное давление **1,6 МПа (16 кгс/см^2)** при испытательном избыточном давлении не менее **2,4 МПа (24 кгс/см^2)**.

Качество теплоносителя (горячей воды) должно отвечать требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» [5].

1.3. Конвекторы **«Eva»** (рис. 1.1) состоят из установочного короба, изготовленного из нержавеющей стали, нагревательного элемента из медных труб с алюминиевым оребрением, встроенного диаметрального вентилятора (только в вентиляторных конвекторах) и декоративной съёмной решётки.

На рис. 1.1 в качестве примеров показаны общие виды безвентиляторного (а) и вентиляторного (б) конвекторов.

1.4. Нагревательные элементы конвекторов изготавливаются в концевом и по заказу в проходном исполнениях и состоят из медных труб и соединяющих их калачей наружным диаметром 22 мм и толщиной стенки 0,8 мм. Калачи имеют раструбы, в которые вставляются концы труб, соединяемые между собой методом пайки с использованием серебросодержащего припоя. На каждые две трубы нагревательного элемента перед припайкой калачей насажены единые профилированные алюминиевые пластины толщиной 0,35 мм, высотой 62,5 мм (для конвекторов малой высоты - 50 мм) и глубиной 125 мм. Контакт между пластинами и несущими оребрение трубами нагревательного элемента обеспечивается гидравлической раздачей труб до размера наружного диаметра 23,8 мм.

Концевые и проходные модификации конвекторов соединяются между собой с помощью шлангов.

Нагревательные элементы двух- и четырёхтрубные, одноярусные с расположением труб в горизонтальной плоскости (кроме конвекторов КУ с наклонным нагревательным элементом). Шаг оребрения конвекторов без вентиляторов равен 5 мм, а вентиляторных конвекторов – 4,5…4,75 мм.

Фитинги для соединения конвекторов с системой отопления изготовлены из латуни и имеют наружную трубную резьбу G ½. Кроме того, конвекторы комплектуются парой гибких подводок пружинного типа, регулирующим клапаном на обратной подводке и запорным краном на подающей подводке. Нагревательные элементы снабжены воздуховыпускными клапанами.

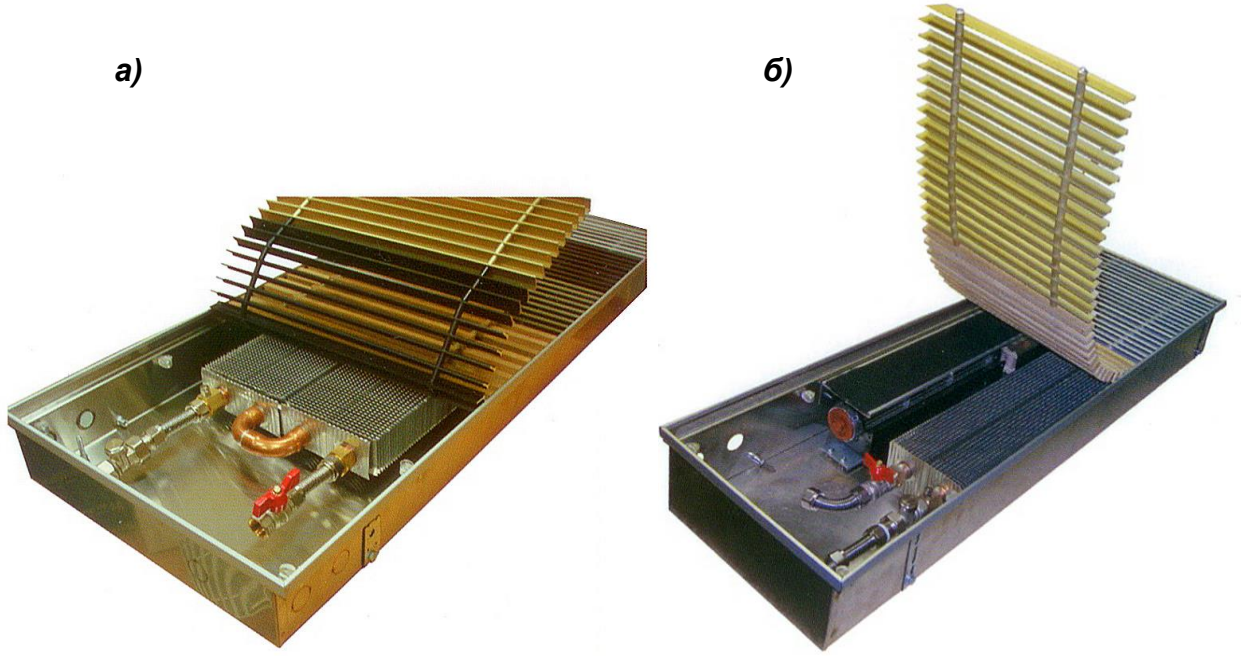


Рис. 1.1. Общие виды конвекторов «Eva»:
а) безвентиляторных (KG 80); б) вентиляторных (КВ)

1.5. Корпус конвекторов представляет собой короб длиной *L* от 900 до 2500…3000 мм. Длина оребрённой части нагревательного элемента на 300 мм меньше длины короба. Конвекторы, предназначенные для отопления сухих помещений, имеют плоское дно. Дно конвекторов КВО и КО – двускатное с ложбиной для сбора конденсата и трубкой для его отвода. Внутри короба предусмотрены опоры для установки нагревательного элемента. В торцевых и боковых стенках имеются отверстия для пропуска подводок к нагревательному элементу. На краях короба, не занятых оребрением нагревательного элемента, имеются крышки из нержавеющей стали. По краям короба расположены 4 кронштейна для крепления ко дну подпольного канала и установки конвектора по высоте, а также 4 юстировочных болта для выравнивания конвектора в подпольном канале.

Таблица 1.1. Номенклатура и основное назначение моделей конвекторов «Eva» без вентилятора

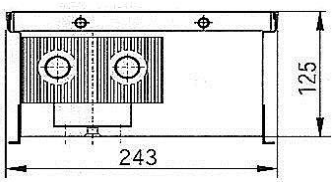
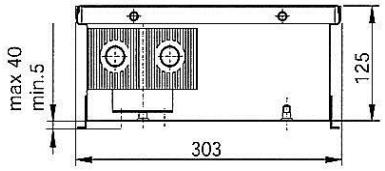
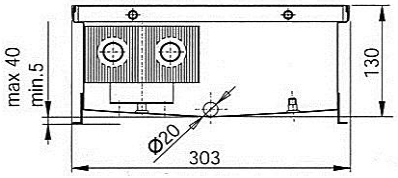
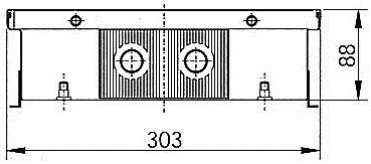
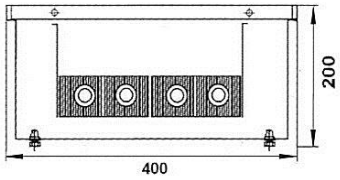
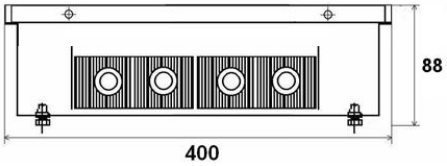
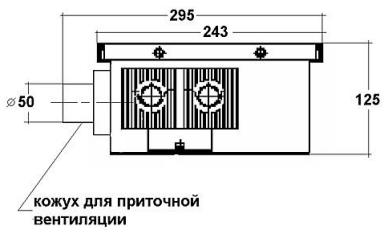
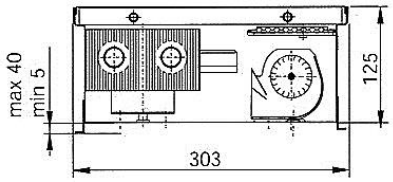
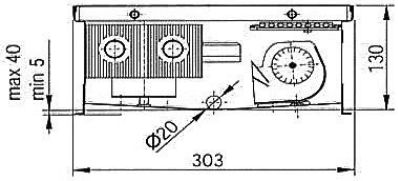
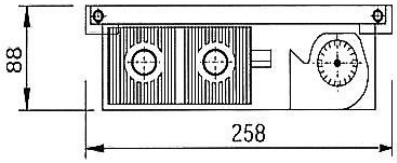
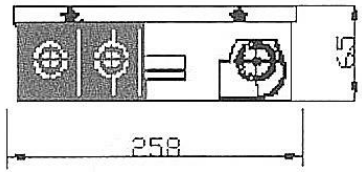
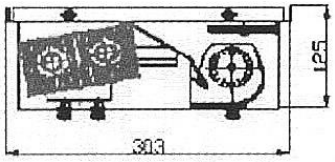
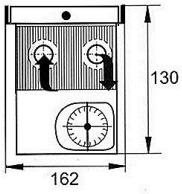
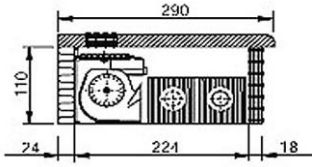
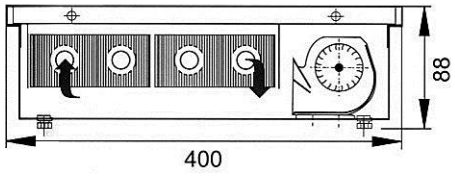
Модель и эскиз конвектора		Назначение и основные отличия
К		Отопление сухих помещений с небольшими теплопотерями или в комбинации с другими отопительными приборами.
КТ		То же. Тепловой поток ≈ на 10% выше по сравнению с моделью **К**.
КО		Отопление помещений с повышенной влажностью (бассейны, зимние сады и т. п.). Тепловой поток – как у модели **КТ**. Имеет профилированное дно и трубку для отвода конденсата.
КТ80		Отопление сухих помещений с ограничением возможности размещения конвектора в полу или в перекрытии (высота короба 88 мм).
KG 200		Отопление сухих помещений. Большая теплоотдача за счёт мощного нагревательного элемента (4 трубы вместо 2)
KG 80		Отопление сухих помещений с ограничением высоты канала для установки короба (88 мм). Большая теплоотдача по сравнению с моделью КТ80 за счёт мощного нагревательного элемента (4 трубы вместо 2)
КЭ		Отопление сухих помещений с большими теплопотерями, где невозможно установить конвекторы с вентиляторами. Модель приспособлена для подключения к системе приточной вентиляции

Таблица 1.2. Номенклатура и основное назначение моделей конвекторов «Eva» с вентиляторами

Модель и эскиз конвектора		Назначение и основные отличия
КВ		Отопление сухих помещений. Большая теплоотдача при включённых вентиляторах. В дежурном режиме может работать при выключенных вентиляторах.
КВО		Отопление помещений с повышенной влажностью (бассейны, зимние сады и т.п.). Тепловой поток при включённых и выключенных вентиляторах – как у модели КВ. Может работать на холодной воде для охлаждения помещений. Имеет профилированное дно и трубку для отвода конденсата
КВ80		Отопление сухих помещений с ограничением возможности размещения конвектора в полу или в перекрытии (высота короба 88 мм).
КВ60		То же, высота конвектора всего 65 мм.
КХ		Отопление сухих помещений. Повышенная теплоотдача за счёт наклонной установки нагревательного элемента. Возможность обдува витражей высотой до 9 м.
КУ		Конвектор с вентиляторами для отопления сухих помещений. Дизайнерский вариант: ширина всего 162 мм за счёт оригинального размещения вентиляторов под нагревательным элементом
КВР		Отопление с помощью конвектора, устанавливаемого под подоконником глубиной не менее 260 мм.
KGB		Отопление сухих помещений. Повышенный тепловой поток при малой высоте (всего 88 мм) за счёт мощного нагревательного элемента (4 трубы вместо 2)

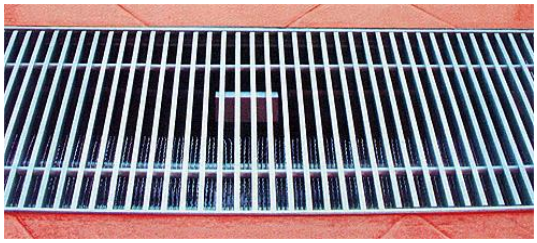


Рис. 1.2. Декоративная воздуховыпускная решётка

1.6. Декоративная воздуховыпускная решётка – единственный элемент конвектора, видимый при его эксплуатации (рис. 1.2), поэтому особое внимание уделено её внешнему виду. Решётки выполняются с поперечными и продольными планками. Решётки с поперечными планками могут быть рулонными и жёсткими и изготавливаться из анодированного под серебристый алюминий, бронзу, тёмную бронзу алюминиевого профиля таврового сечения, а также из дерева и из нержавеющей стали.

Решётки с продольными планками – только жёсткие (из анодированного алюминия или нержавеющей стали).

Решётки из нержавеющей стали поставляются за дополнительную плату.

1.7. В конструкции вентиляторных конвекторов использованы трёхскоростные малошумные вентиляторы, работающие при безопасном напряжении (не выше 12 В). Общий уровень звукового давления не превышает 32 дБ(А) при максимальном числе оборотов ротора вентилятора и 19 дБ(А) при минимальном числе оборотов. При этом вентиляторные конвекторы могут работать и в режиме свободной конвекции при выключенных вентиляторах (с существенно меньшей теплоотдачей).

1.8. Конвекторы поставляются в сборе, упакованными в термоусадочную плёнку. В комплект поставки входят:

- конвектор, состоящий из корпуса (короба) из нержавеющей стали, нагревательного элемента с воздухоотводчиком, вентиляторов и клеммной коробки (только для вентиляторных конвекторов);
- декоративная воздуховыпускная решётка – 1 шт.;
- монтажная доска из оргалита – 1 шт.;
- кронштейны крепления конвекторов – 4 шт.;
- юстировочные шпильки – 4 шт.;
- гибкие подводки – 2 шт.;
- регулирующий клапан – 1 шт.;
- запорный кран – 1 шт.;
- документ о качестве (паспорт) – 1 шт.

1.9. Чертёжи с основными размерами конвекторов приведены на рис. 1.3-1.11. Цифрами от 1 до 8 обозначены следующие элементы конвекторов:

1 – корпус (короб);
2 – рамка наружная для размещения воздуховыпускной решётки;
3 – декоративная воздуховыпускная решётка;
4 – нагревательный элемент;
5 – кронштейны для установки и крепления конвектора;
6 – установочные (юстировочные) винты;
7 – вентиляторный блок – только для вентиляторных конвекторов;
8 – клеммная коробка – только для вентиляторных конвекторов.

1.10. Значения номинального теплового потока $Q_{ну}$ конвекторов определены в отделе отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИсантехники» согласно национальному стандарту на методы испытаний [6] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в изотермической камере) $\Theta=70^{o}C$, расходе теплоносителя через радиатор $M_{пр}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении В=1013,3 гПа (760

мм рт.ст.). Этот стандарт разработан ОАО «НИИсантехники», в том числе авторами настоящих рекомендаций, на основе действующей с 1984 г. методики испытаний с учётом предложений по её корректировке, содержащихся в статье [7].

1.11. Основные характеристики конвекторов (их краткие условные обозначения, номенклатура, габаритные размеры, номинальный тепловой поток, площадь поверхности нагрева, масса и ёмкость) представлены в табл. 1.3-1.6 (безвентиляторных) и в табл. 1.7-1.16 (вентиляторных).

В табл. 1.7, 1.9, 1.11, 1.13 и 1.15 приведено также количество вентиляторов, их длина и потребляемая мощность.

Номинальный тепловой поток конвекторов «Eva» с длиной от 900 до 3000 мм с некоторым приближением принят пропорциональным длине нагревательного элемента.

Номинальный тепловой поток вентиляторных конвекторов определён при установке вентиляторов внутри корпуса со стороны помещения. При размещении вентиляторов со стороны наружного ограждения значения $Q_{ну}$ следует увеличить на 3%.

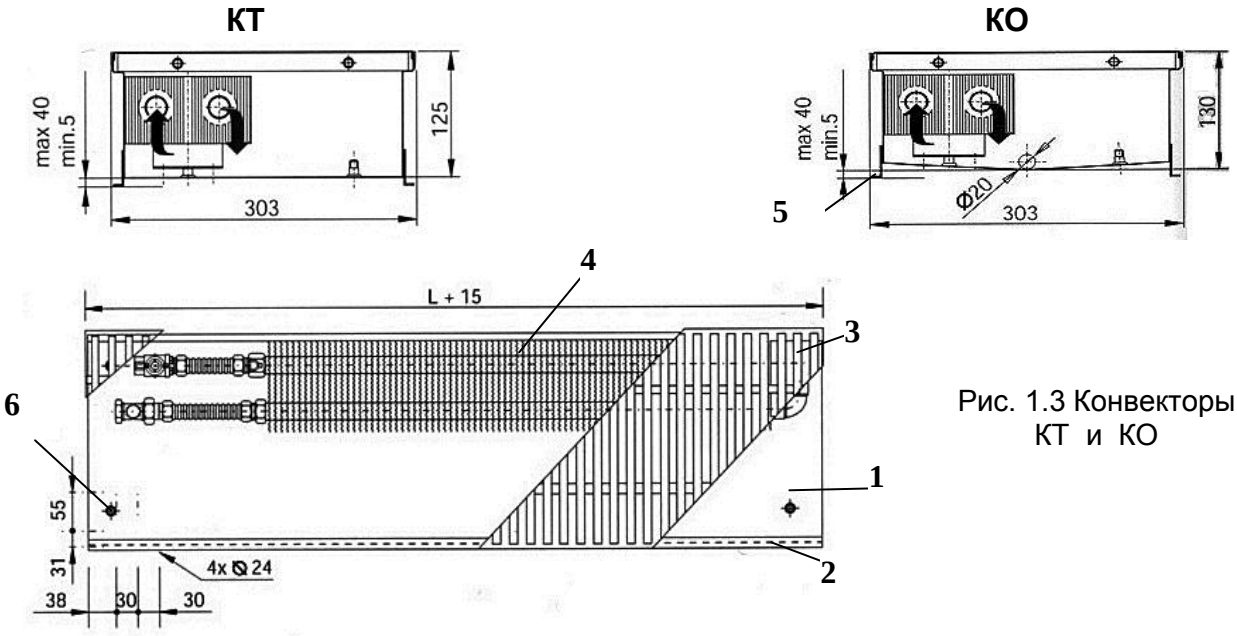


Рис. 1.3 Конвекторы КТ и КО

Таблица 1.3. Номенклатура и технические характеристики конвекторов КО и КТ

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева **F**, м^2	Объём воды в конвекторе, л
КО (КТ) – 900	900	453	1,88	0,538
КО (КТ) – 1000	1000	529	2,19	0,63
КО (КТ) – 1250	1250	718	2,97	0,814
КО (КТ) – 1500	1500	907	3,75	0,997
КО (КТ) – 1750	1750	1096	4,53	1,18
КО (КТ) – 2000	2000	1285	5,31	1,363
КО (КТ) – 2500	2500	1663	6,88	1,729
КО (КТ) – 3000	3000	2041	8,44	2,095

Примечание: масса представительного типоразмера КО-1250 равна 11,26 кг.

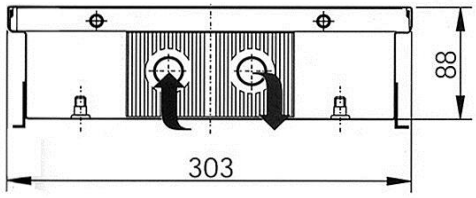


Рис. 1.4 Конвектор КТ80

Таблица 1.4. Номенклатура и технические характеристики конвекторов КТ80

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева **F**, м^2	Объём воды в конвекторе, л
КТ80 – 900	900	292	1,5	0,538
КТ80 – 1000	1000	341	1,75	0,63
КТ80 – 1250	1250	463	2,37	0,814
КТ80 – 1500	1500	585	2,99	0,997
КТ80 – 1750	1750	707	3,62	1,18
КТ80 – 2000	2000	829	4,24	1,363
КТ80 – 2500	2500	1072	5,49	1,729
КТ80 – 3000	3000	1316	6,74	2,095

Примечание: масса представительного типоразмера КТ80-1250 равна 10,1 кг.

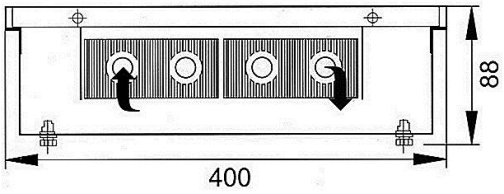


Рис. 1.5 Конвектор KG80

Таблица 1.5. Номенклатура и технические характеристики конвекторов KG80

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева **F**, м^2	Объём воды в конвекторе, л
KG80 – 900	900	455	3,02	1,076
KG80 – 1000	1000	531	3,52	1,26
KG80 – 1250	1250	721	4,78	1,68
KG80 – 1500	1500	911	6,04	1,994
KG80 – 1750	1750	1101	7,3	2,36
KG80 – 2000	2000	1291	8,55	2,726
KG80 – 2500	2500	1670	11,07	3,458

Примечание: масса представительного типоразмера KG80-1250 равна 14,82 кг.

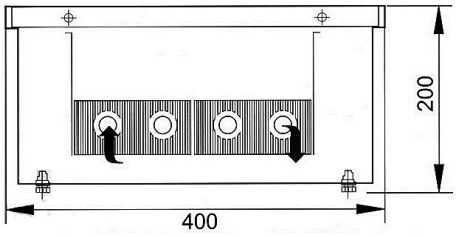


Рис. 1.6 Конвектор KG200

Таблица 1.6. Номенклатура и технические характеристики конвекторов KG200

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева **F**, м^2	Объём воды в конвекторе, л
KG200 – 900	900	632	3,78	1,076
KG200 – 1000	1000	737	4,41	1,26
KG200 – 1250	1250	1000	5,98	1,68
KG200 – 1500	1500	1263	7,55	1,994
KG200 – 1750	1750	1526	9,13	2,36
KG200 – 2000	2000	1789	10,7	2,726
KG200 – 2500	2500	2316	13,85	3,458

Примечание: масса представительного типоразмера KG200-1250 равна 19,45 кг.

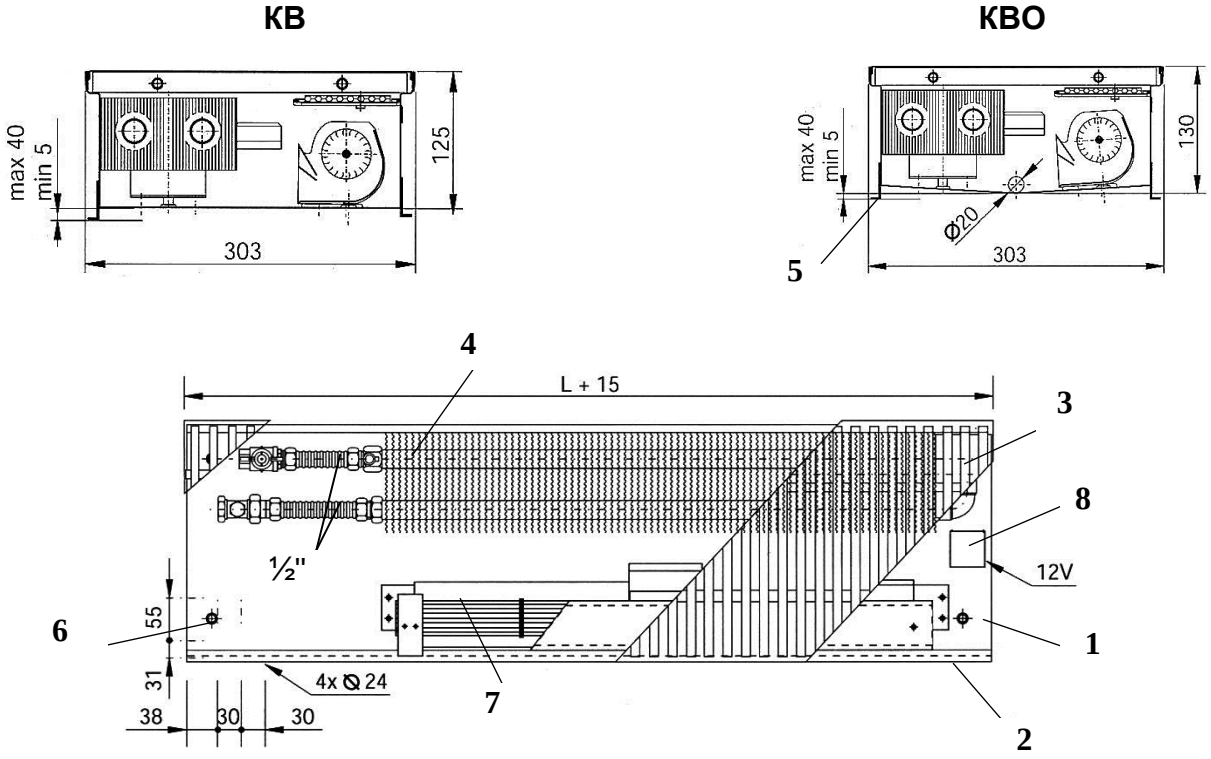


Рис. 1.7. Конвекторы КВ и КВО

Таблица 1.7. Технические характеристики конвекторов КВ и КВО

Условные обозначения	Длина, L, мм	Количество вентиляторов		Потребляемая электрическая мощность, Вт	Площадь поверхности нагрева F, $м^2$	Объём воды в конвекторе, л
		длиной 300 мм	длиной 600 мм			
КВ (КВО) – 900	900	1	-	20	2,15	0,538
КВ (КВО) – 1000	1000	-	1	30	2,49	0,63
КВ (КВО) – 1250	1250	-	1	30	3,39	0,814
КВ (КВО) – 1500	1500	1	1	50	4,3	0,997
КВ (КВО) – 1750	1750	-	2	60	5,21	1,18
КВ (КВО) – 2000	2000	-	2	60	6,11	1,363
КВ (КВО) – 2500	2500	-	3	90	7,93	1,729
КВ (КВО) – 3000	3000	1	3	110	9,74	2,095

Таблица 1.8. Номенклатура и номинальный тепловой поток конвекторов КВ и КВО

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, при режимах работы вентиляторов			
		Свободная конвекция	Минимальный (напряжение 7 В)	Средний (напряжение 9 В)	Максимальный (напряжение 12 В)
КВ (КВО) – 900	900	354	901	1045	1270
КВ (КВО) – 1000	1000	424	1121	1299	1579
КВ (КВО) – 1250	1250	558	1460	1692	2057
КВ (КВО) – 1500	1500	707	1848	2141	2603
КВ (КВО) – 1750	1750	856	2255	2589	3148
КВ (КВО) – 2000	2000	1005	2616	2984	3628
КВ (КВО) – 2500	2500	1304	3431	3880	4717
КВ (КВО) – 3000	3000	1602	4199	4938	6004

Примечание: масса представительного типоразмера КВ – 1500 равна 17,2 кг.

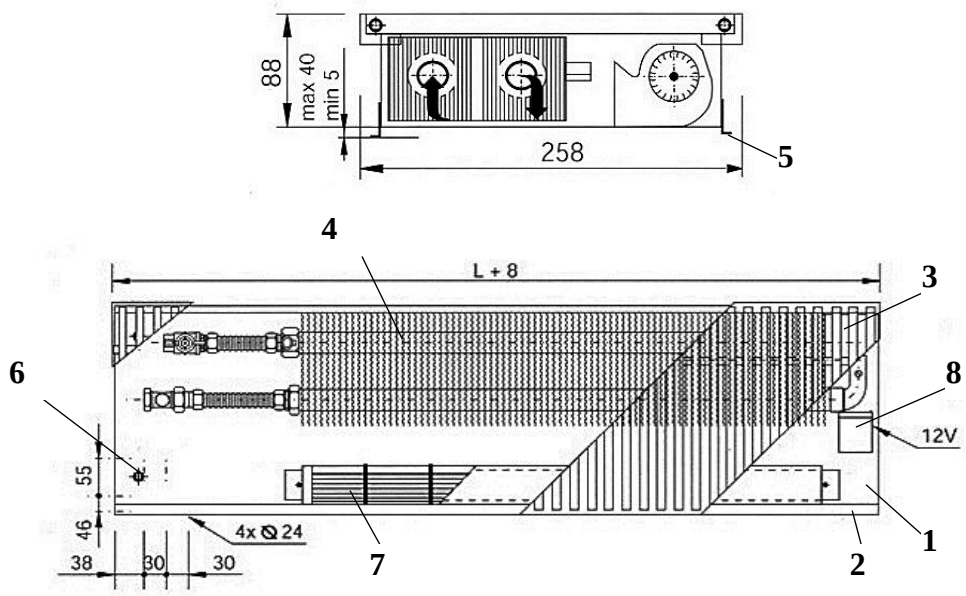


Рис. 1.8 Конвектор КВ80

Таблица 1.9. Технические характеристики конвекторов КВ80

Условные обозначения	Длина, L, мм	Количество вентиляторов		Потребляемая электрическая мощность, Вт	Площадь поверхности нагрева F, $м^2$	Объём воды в конвекторе, л
		длиной 300 мм	длиной 600 мм			
КВ80 – 900	900	1	-	20	1,59	0,538
КВ80 – 1000	1000	-	1	30	1,86	0,63
КВ80 – 1250	1250	-	1	30	2,52	0,814
КВ80 – 1500	1500	1	1	60	3,19	0,997
КВ80 – 1750	1750	-	2	60	3,85	1,18
КВ80 – 2000	2000	-	2	60	4,52	1,363
КВ80 – 2500	2500	-	3	90	5,85	1,729
КВ80 – 3000	3000	1	3	110	7,17	2,095

Таблица 1.10. Номенклатура и номинальный тепловой поток конвекторов КВ80

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, при режимах работы вентиляторов			
		Свободная конвекция	Минимальный (напряжение 7 В)	Средний (напряжение 9 В)	Максимальный (напряжение 12 В)
КВ80 – 900	900	197	804	973	1163
КВ80 – 1000	1000	230	973	1177	1407
КВ80 – 1250	1250	312	1291	1562	1867
КВ80 – 1500	1500	394	1650	1996	2386
КВ80 – 1750	1750	476	2010	2431	2906
КВ80 – 2000	2000	559	2327	2815	3365
КВ80 – 2500	2500	723	3046	3685	4405
КВ80 – 3000	3000	887	3723	4504	5384

Примечание: масса представительного типоразмера КВ80– 1000 равна 9,38 кг.

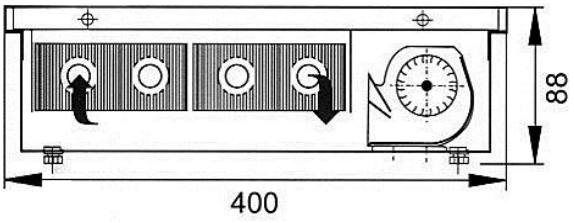


Рис. 1.9 Конвектор KGB

Таблица 1.11. Технические характеристики конвекторов KGB

Условные обозначения	Длина, L, мм	Количество вентиляторов		Потребляемая электрическая мощность, Вт	Площадь поверхности нагрева F, $м^2$	Объём воды в конвекторе, л
		длиной 300 мм	длиной 600 мм			
KGB – 900	900	1	-	20	3,2	1,076
KGB – 1000	1000	-	1	30	3,73	1,26
KGB – 1250	1250	-	1	30	5,06	1,628
KGB – 1500	1500	1	1	50	6,39	1,994
KGB – 1750	1750	-	2	60	7,73	2,36
KGB – 2000	2000	-	2	60	9,06	2,726
KGB – 2500	2500	-	3	90	11,72	3,458

Таблица 1.12. Номенклатура и номинальный тепловой поток конвекторов KGB

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, при режимах работы вентиляторов			
		Свободная конвекция	Минимальный (напряжение 7 В)	Средний (напряжение 9 В)	Максимальный (напряжение 12 В)
KGB – 900	900	336	1002	1216	1472
KGB – 1000	1000	392	1214	1472	1782
KGB – 1250	1250	532	1610	1953	2364
KGB – 1500	1500	672	2058	2496	3022
KGB – 1750	1750	812	2506	3040	3680
KGB – 2000	2000	952	2903	3521	4263
KGB – 2500	2500	1232	3799	4608	5579

Примечание: масса представительного типоразмера KGB–1000 равна 13,77 кг.

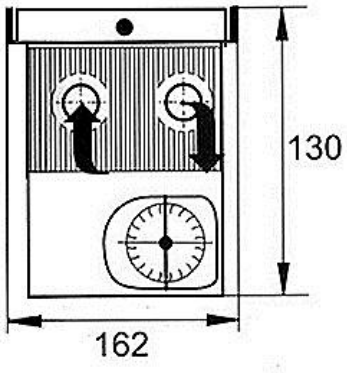


Рис. 1.10. Конвектор КУ

Таблица 1.13. Технические характеристики конвекторов КУ

Условные обозначения	Длина, L, мм	Количество вентиляторов		Потребляемая электрическая мощность, Вт	Площадь поверхности нагрева F, $м^2$	Объём воды в конвекторе, л
		длиной 200 мм	длиной 300 мм			
КУ – 900	900	-	1	20	2,09	0,538
КУ – 1000	1000	1	1	35	2,44	0,63
КУ – 1250	1250	-	2	40	3,31	0,814
КУ – 1500	1500	1	2	55	4,18	0,997
КУ – 1750	1750	-	3	60	5,05	1,18
КУ – 2000	2000	1	3	75	5,92	1,363
КУ – 2500	2500	-	5	100	7,67	1,729

Таблица 1.14. Номенклатура и номинальный тепловой поток конвекторов КУ

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, при режимах работы вентиляторов			
		Свободная конвекция	Минимальный (напряжение 7 В)	Средний (напряжение 9 В)	Максимальный (напряжение 12 В)
КУ – 900	900	118	701	725	775
КУ – 1000	1000	138	835	864	924
КУ – 1250	1250	187	1124	1163	1243
КУ – 1500	1500	236	1424	1474	1575
КУ – 1750	1750	285	1713	1773	1895
КУ – 2000	2000	335	2013	2084	2227
КУ – 2500	2500	433	2615	2707	2893

Примечание: масса представительного типоразмера КУ–1250 равна 9,94 кг.

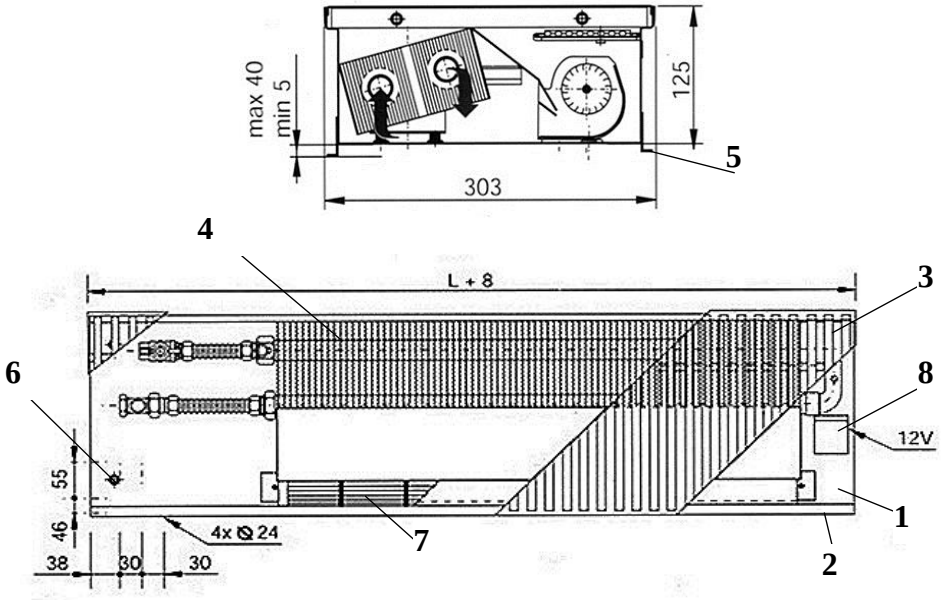


Рис.1.11. Конвектор КХ

Таблица 1.15. Технические характеристики конвекторов КХ

Условные обозначения	Длина, L, мм	Количество вентиляторов		Потребляемая электрическая мощность, Вт	Площадь поверхности нагрева F, м^2	Объём воды в конвекторе, л
		длиной 200 мм	длиной 300 мм			
КХ – 900	900	1	-	20	2,01	0,538
КХ – 1000	1000	-	1	30	2,35	0,63
КХ – 1250	1250	-	1	30	3,19	0,814
КХ – 1500	1500	1	1	50	4,03	0,997
КХ – 1750	1750	-	2	60	4,87	1,18
КХ – 2000	2000	-	2	60	5,71	1,363
КХ – 2500	2500	-	3	90	7,39	1,729
КХ – 3000	3000	1	3	110	9,06	2,095

Таблица 1.16. Номенклатура и номинальный тепловой поток конвекторов КХ

Условные обозначения	Длина L, мм	Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, при режимах работы вентиляторов			
		Свободная конвекция	Минимальный (напряжение 7 В)	Средний (напряжение 9 В)	Максимальный (напряжение 12 В)
КХ – 900	900	290	1252	1475	1731
КХ – 1000	1000	338	1515	1785	2094
КХ – 1250	1250	459	2008	2367	2778
КХ – 1500	1500	579	2568	3026	3552
КХ – 1750	1750	700	3127	3685	4325
КХ – 2000	2000	821	3621	4267	5008
КХ – 2500	2500	1062	4739	5585	6555

КХ – 3000	3000	1304	5793	6827	8013

Примечание: масса представительного типоразмера КХ–1000 равна 11,96 кг.

1.12. Встроенные в пол конвекторы «Eva» рекомендуется применять, как указывалось, только в насосных системах отопления и присоединять их к магистралям преимущественно по двухтрубным схемам.

1.13. Конвекторы рекомендуется размещать в подпольных каналах непосредственно у наружного ограждения, в частности, остекления с отступом от него на 80 – 200 мм. При этом сводится к минимуму опасность запотевания или образования инея на внутренней поверхности стекла. При установке вентиляторных конвекторов с разворотом на 180° от рассмотренного варианта (п. 1.11) эффективность защиты от запотевания значительно снижается, хотя тепловая мощность прибора несколько увеличивается.

1.14. При выборе схемы подключения конвекторов можно ориентироваться на решения традиционной поквартирной горизонтальной разводки теплопроводов, используемой в жилых зданиях: периметральной (плинтусной) – рис. 1.12а и лучевой – рис. 1.12б. С учётом опыта эксплуатации таких систем предпочтение отдаётся периметральной разводке.

а. б.

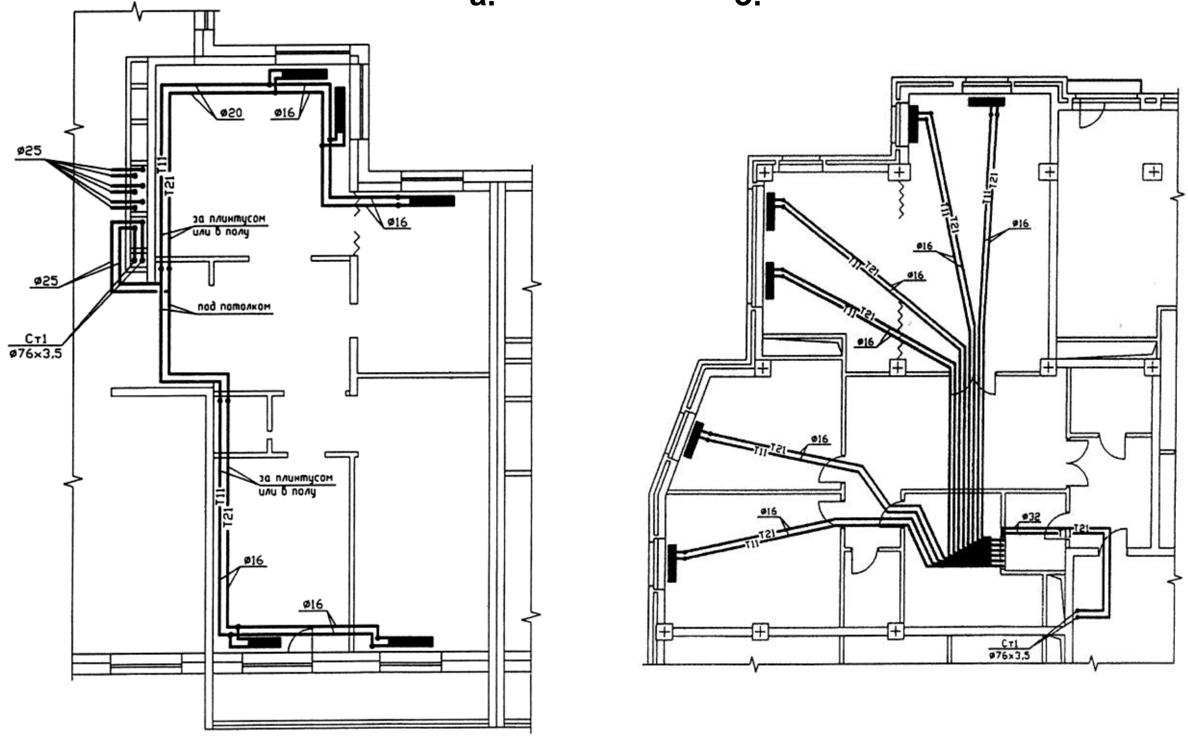


Рис. 1.12. Схемы двухтрубных поквартирных систем отопления с периметральной (а) и лучевой (б) разводкой теплопроводов

1.15. С учётом специфики размещения встраиваемых в пол конвекторов в качестве теплоносителя могут быть использованы низкозамерзающие жидкости. За рекомендациями по применению конкретных марок антифризов следует обращаться к производителю конвекторов ООО «Вилма».

1.16. Регулирование теплового потока конвекторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к прибору. Согласно

СНиП 41-01-2003 [8], отопительные приборы в жилых помещениях должны, как правило, оснащаться термостатами, т.е. при соответствующем обосновании возможно применение ручной регулирующей арматуры.

Отметим, что, например, МГСН 2.01-99 [9] и аналогичные нормативы, введённые в ряде других регионов России, более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

1.17. Регулирование теплового потока вентиляторных конвекторов может быть ручным односкоростным, при котором конвектор включается и отключается термостатом (рис. 1.13, A), ручным трёхскоростным (рис. 1.13, B) с переключателем режимов работы вентиляторов или автоматическим двухскоростным (схема «Eva-C» на рис. 1.13, C), обеспечивающим наиболее комфортный режим даже, по заявлению изготовителя, при экстремальных условиях (например, при открытых окнах в зимний период).

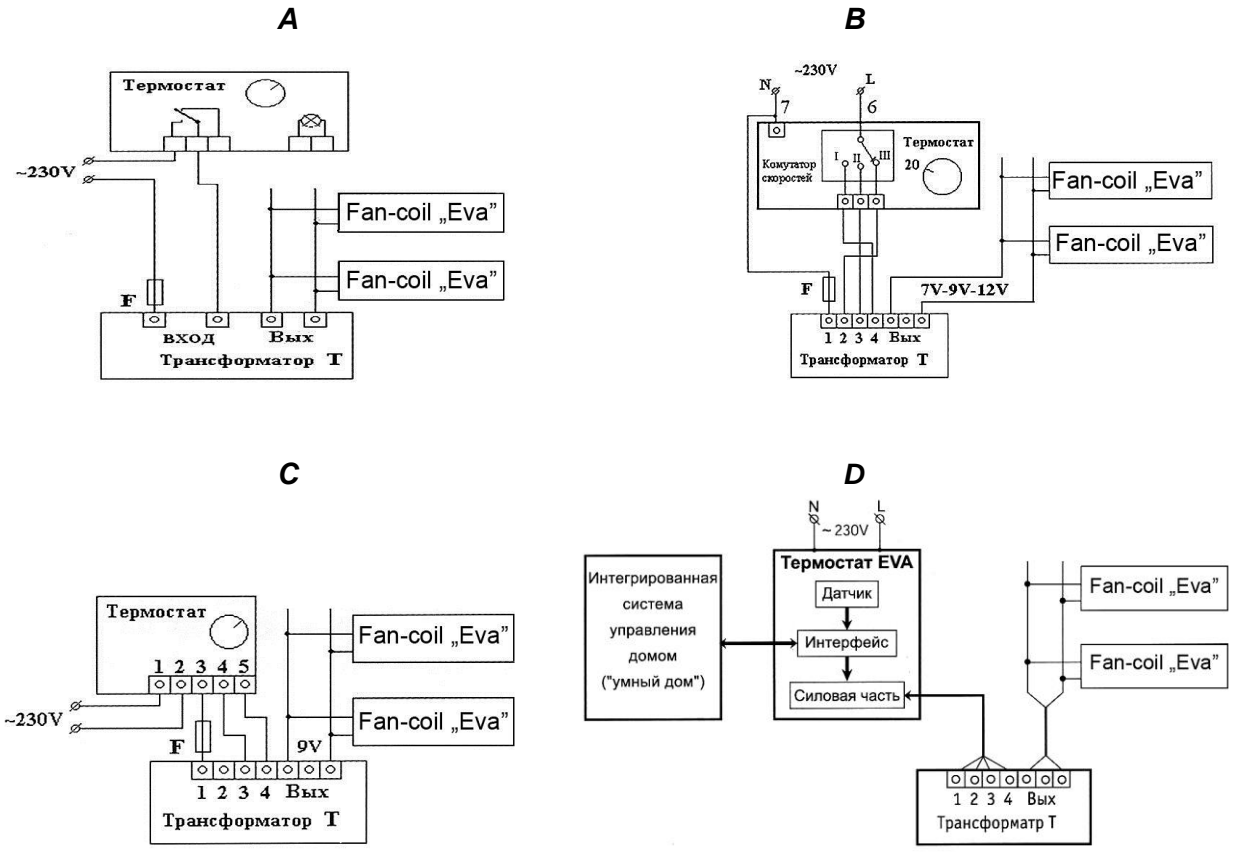


Рис. 1.13. Схемы регулирования конвекторов «Eva»:
A – ручное односкоростное регулирование; B – ручное трёхскоростное регулирование;
C – автономное автоматическое двухскоростное регулирование;
D – центральное автоматическое двухскоростное регулирование

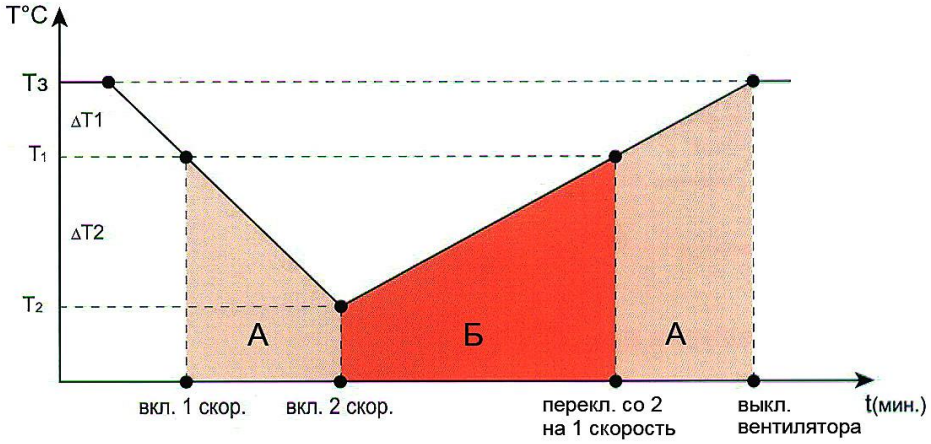
Существует также схема подключения «Eva-H», которая выполняет те же функции, что и «Eva-C», но имеет дополнительную функцию «ночной глаз», т.е. при отключении освещения (например, в спальне) переводит работу вентиляторов в режим «не выше 1ой (минимальной) скорости вращения ротора».

Возможно также подключение автоматически регулируемых конвекторов к центральной (интегральной) системе управления домом «умный дом» (рис. 1.13 схема D).

График, поясняющий работу системы регулирования по схемам C, H и D, изображён на рис. 1.14.

При понижении температуры воздуха в помещении сначала включается минимальная (1я) скорость вращения ротора вентиляторов. Если температура воздуха продолжает снижаться (на 2-3°С по сравнению с заданной) вентилятор конвектора автоматически начинает работать при максимальной (2й) скорости. При повышении температуры воздуха (примерно 1°С до заданного значения) ротор вентилятора автоматически переключается на минимальное количество оборотов (1я скорость). Наконец, при достижении заданной температуры воздуха вентиляторы выключаются, и конвекторы работают в режиме свободной конвекции.

Термостат «Eva» имеет цветной индикатор режима работы вентиляторов: зелёный цвет – минимальная скорость вращения ротора, красный – максимальная, индикатор выключен – вентиляторы отключены.



1.14. График автоматического регулирования конвекторов «Eva»:
зона А – минимальная (1я) скорость вращения ротора вентилятора;
зона Б – максимальная (2я) скорость вращения ротора вентилятора;
Т – температура воздуха в помещении, °С; T_3 – заданная потребителем температура воздуха, °С; T_1 – температура включения и выключения вентилятора, °С; T_2 – температура включения 2й скорости вращения ротора вентилятора, °С; $\Delta T_1 \approx 1$ °С; $\Delta T_2 \approx 2\text{-}3$ °С

Принципиальная схема подключения элементов вентиляторных конвекторов «Eva» к электросети и их размещение показаны на рис. 1.15.

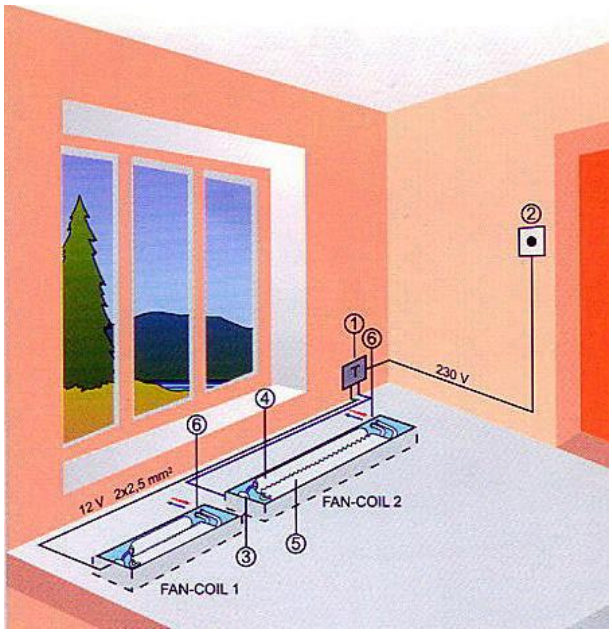


Рис. 1.15. Принципиальная схема регулирования тепловой мощности конвекторов «Eva» и их подключения к электросети:
1 – трансформатор Т230/12В, расположенный в монтажной коробке или распределительном шкафу;
2 – выносной датчик термостата «Eva», расположенный на стене;
3 – клеммная коробка, расположенная в корпусе конвектора;
4 – вентилятор;
5 – нагревательный элемент;
6 – вход и выход теплоносителя

2. Гидравлический расчёт

2.1. Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе [10] и [11], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

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

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

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

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

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

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

λ - коэффициент трения;

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

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

L - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

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

М - массный расход теплоносителя, кг/с;

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

Z - местные потери давления на участке, Па .

2.3. Гидравлические испытания проведены согласно методике НИИсантехники [12]. Она позволяет определять значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{ну}$ и характеристик сопротивления $S_{ну}$ при нормальных условиях (при расходе воды через прибор 0,1 кг/с или 360 кг/ч) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков стальных новых труб на подводках к испытываемым отопительным приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту трения стальных труб с эквивалентной шероховатостью 0,2 мм, нормируемой для систем отопления.

Согласно эксплуатационным испытаниям ряда радиаторов и конвекторов, проведённым ООО «Витатерм», гидравлические показатели отопительных приборов, определённых по упомянутой методике [12], в среднем соответствуют трёхлетнему сроку их работы в отечественных системах отопления. Поэтому отечественные гидравлические характеристики отличаются от зарубежных, полученных для «чистых» приборов.

2.4. В таблице 2.1 приведены усреднённые значения приведённых коэффициентов местного сопротивления конвекторов и потерь давления в них при норма-

тивном расходе воды через прибор $M_{пр}$=0,1 кг/с (360 кг/ч) с температурой 65–105°С.

Так как испытания проводились на ограниченном количестве образцов, данные, содержащиеся в табл. 2.1, следует считать приблизительными. Также в первом приближении можно считать их не зависящими от расхода теплоносителя в диапазоне 60 – 540 кг/ч.

Таблица 2.1. Усреднённые значения приведённых коэффициентов местного сопротивления $\zeta_{ну}$ конвекторов и потерь давления ΔР, Па, в них при расходе теплоносителя 0,1 кг/с и диаметре подводящих теплопроводов 15 мм

Наименование характеристик	Количество труб в нагревательном элементе	Значения характеристик при длине конвектора **L** (мм)							
		900	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000
Приведённый коэффициент сопротивления $\zeta_{ну}$	2	2,25	2,35	2,6	2,85	3,1	3,35	3,85	4,35
	4	3,1	3,7	5,1	6,5	7,9	9,3	12,1	14,9
Потери давления **ΔР**, Па	2	305	319	353	387	421	455	523	591
	4	420	502	692	883	1073	1263	1644	2024

Примечание. Характеристики, указанные в табл. 2.1, получены без применения гибких подводок, входящих в комплект поставки (см. п. 1.8). При использовании прямых подводок коэффициент местного сопротивления конвектора следует увеличить на $\zeta_{подв}$=17 (на каждую подводку). При изгибе подводки на 90° её коэффициент местного сопротивления $\zeta_{подв}$=21.

2.5. Для ручного регулирования теплового потока конвекторов используют краны регулирующие по ГОСТ 10944-97, краны для ручной регулировки фирм «HERZ Armaturen» (Австрия), ЗАО «Данфосс» (Россия), «Oventrop», «Heimeier», «Honeywell» (Германия), «Комар» (Франция), RBM (Италия) и др.

2.6. Конвекторы «Eva», встраиваемые в конструкцию пола, применяются, как правило, в двухтрубных системах отопления. Для автоматического регулирования теплового потока в насосных двухтрубных системах отопления можно рекомендовать термостаты «HERZ-TS-90-V» фирмы «HERZ Armaturen» (рис. 2.1), RTD-N фирмы ЗАО «Данфосс» (рис. 2.2), типа «V-exakt» фирмы «Heimeier» (рис. 2.3), типа А, RF и AZ фирмы «Oventrop» и др. Для этих конвекторов обычно используются модификации термостатов с выносными датчиками.

Наклонные линии (1, 2, 3...) на диаграммах рис. 2.1 и 2.2 и 2.3 показывают диапазоны предварительной монтажной настройки клапана регулятора в режиме 2К (2°С). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°С) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его

желанию её повышать, если тепловая мощность приборов подобрана правильно, в частности, с учётом рекомендаций «Стандарт АВОК» [4]. В ряде случаев ведётся более точная настройка на 0,5К (0,5°С) или на 1К (1°С), а иногда допускается настройка на 3К (3°С). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет меньше.

Обращаем внимание, что, согласно данным ООО «Витатерм», монтажная регулировка термостатов для двухтрубных систем отопления на позиции 1 и 2 не рекомендуется. Это связано с неустойчивостью гидравлических характеристик этих термостатов на указанных позициях регулировки, опасностью их загрязнения и ограниченной возможностью фактического регулирования теплового потока.

Пунктирными линиями на рис. 2.2 показано, при каких расходах воды эквивалентный уровень шума термостатов RTD-N не достигает 25 или 30 дБ. Обычно этот уровень шума не достигается, если скорость воды в подводках не более 0,6-0,8 м/с, а перепад давления на термостате не превышает 0,02 МПа [13]. Заметим, что для обеспечения нормальной работы термостата перепад давления на нём должен быть не менее 0,005 МПа.

На основе графиков рис. 2.1 и 2.2 с целью непревышения допустимых шумовых характеристик в жилых помещениях рекомендуется подбирать термостаты и проверять их преднастройку таким образом, чтобы максимальный перепад давлений теплоносителя в отопительном приборе или на группе последовательно соединённых приборов не превышал 2–2,5 м вод. ст. при характерных для отечественной практики перепадах температур (обычно до 25°С) и при соответствующих расходах теплоносителя. Как правило, эта рекомендация выполняется, если мощность одного прибора или их группы не превышает 5-8 кВт. Чтобы исключить перепады давления свыше 2,5 м вод. ст., можно применять термостаты пониженного сопротивления с настройкой на режим 2К или 3К или устанавливать ручные регуляторы с учётом их полного открытия в расчётный период.

2.7. При необходимости подключения конвекторов к однотрубным системам отопления, например, при периметральной разводке магистралей целесообразно использовать специальные термостаты пониженного гидравлического сопротивления и «Н-образные» клапаны с изменяемым значением коэффициента затекания посредством регулируемого байпаса, имеющегося в таких клапанах. В этом случае целесообразно применять специальные термостаты уменьшенного гидравлического сопротивления, например, типа «HERZ-TS-E» со стандартной или специальной головками фирмы «HERZ Armaturen» (ход штока в режиме 2К соответственно 0,44 и 0,7 мм), типа RTD-G15 или в перспективе типа RA-G15 ЗАО «Данфосс», завода «Heimeier», типа М фирмы «Oventrop», типа Н фирмы «Honeywell» и фирмы «Комар».

Подробные сведения об этих и других термостатах можно получить в ООО «Витатерм» (номера телефонов указаны на стр. 2 настоящих рекомендаций) и в представительствах соответствующих фирм. Данные по термостатам RA ЗАО «Данфосс» будут уточнены после освоения их серийного производства.

2.8. 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.

2.9. Гидравлические характеристики полипропиленовых труб типа «Фузиотерм» и металлополимерных труб «Китек» имеются в ООО «Витатерм».

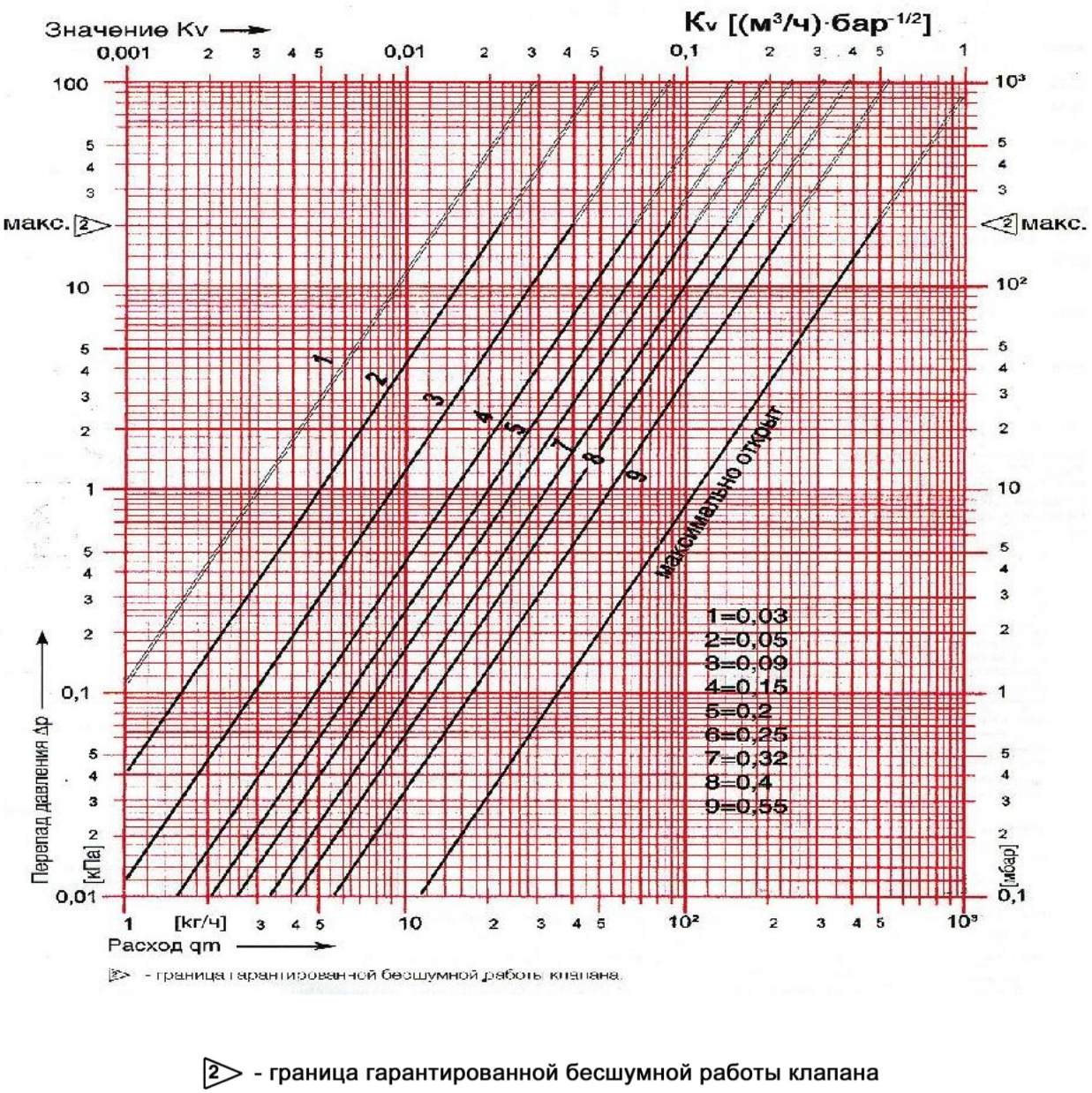
Аналогичные данные для комбинированных полипропиленовых труб типа «Фузиотерм Штаби» приведены в ТР 125-02 [14].

Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных

элементов систем водяного отопления принимаются по «Справочнику проектировщика», ч. 1, «Отопление» [10], а также по каталогам фирм-производителей запорно-регулирующей арматуры.

2.10. При использовании низкозамерзающего теплоносителя на этиленгликолевой основе гидравлические характеристики конвекторного узла следует увеличивать в 1,25 раза, а при использовании антифриза на пропиленгликолевой основе – в 1,5 раза.

Согласно данным ООО «Витатерм» производительность насосов для систем отопления, заполняемых антифризом на этиленгликолевой основе, необходимо увеличивать на 10%, а их напор на 50% в связи с существенным различием теплофизических свойств антифриза и воды.



2 - граница гарантированной бесшумной работы клапана

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

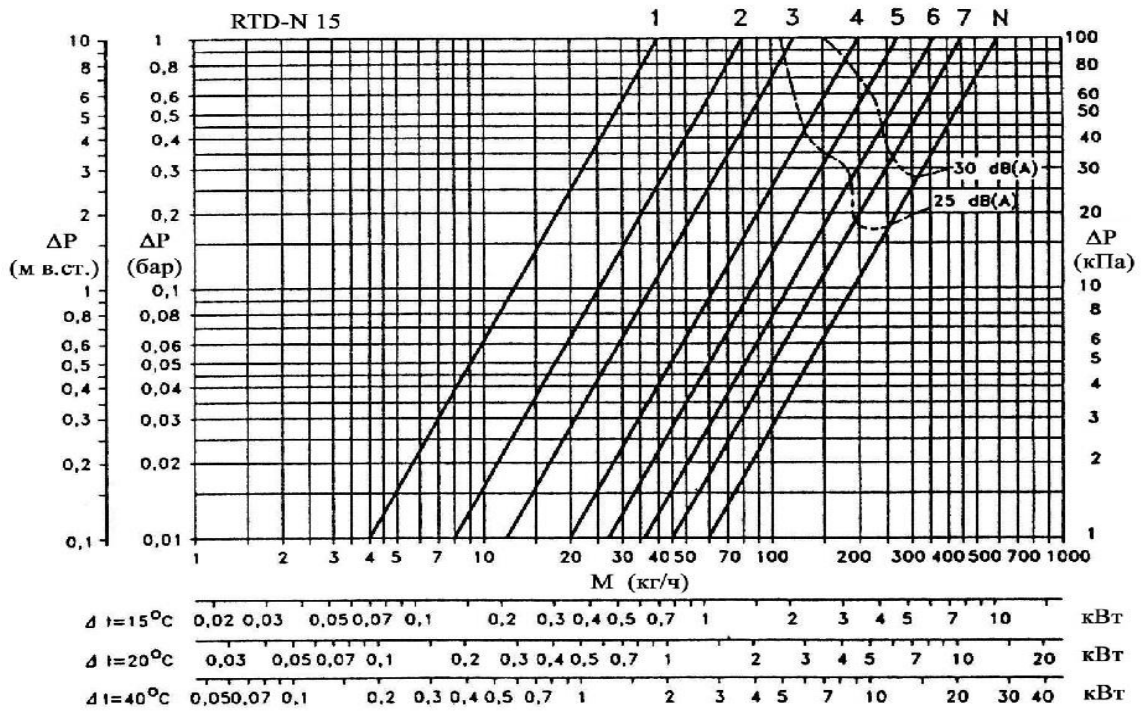


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»: RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм

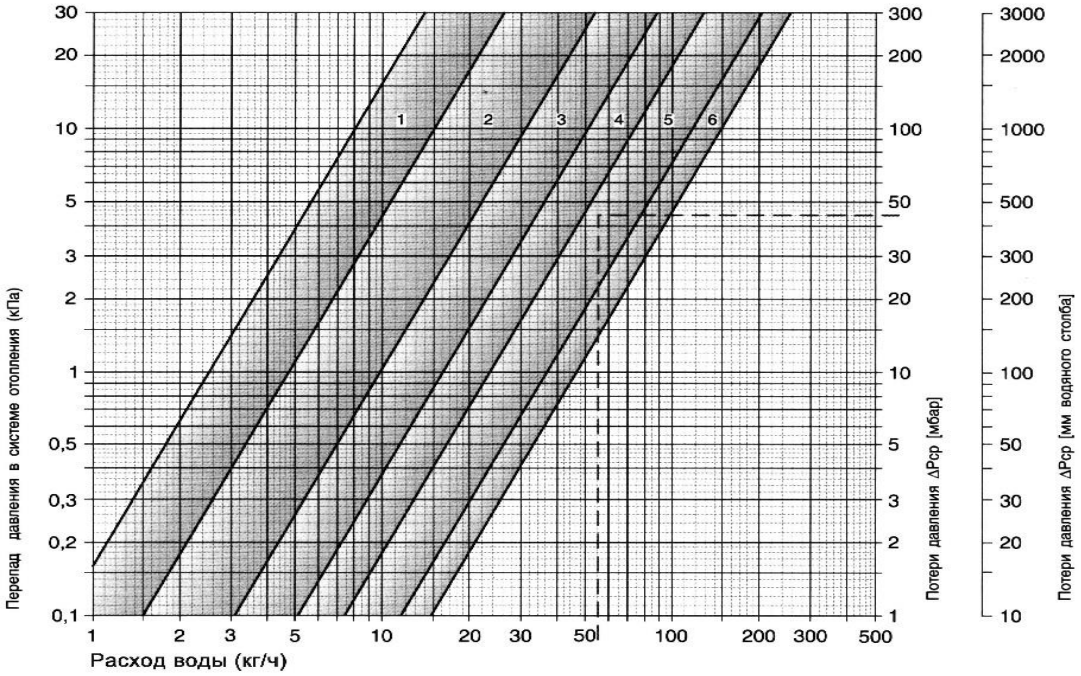


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов «V-exakt» при различных уровнях предварительной настройки для двухтрубных

систем отопления с подводками dy 15 мм

3. Тепловой расчёт

3.1. Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной и в справочно-информационной литературе [10] и [11], с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях.

Если системы отопления оснащены автоматическими терморегуляторами, то во избежание её разбалансировки при эксплуатации и нарушения закона о защите прав потребителя теплопотери, определённые по российским методикам [10], [11], следует увеличивать в 1,15 раза для помещений, в которых устанавливаются конвекторы с автоматическими терморегуляторами [4], [15].

3.2. Тепловой поток Q, Вт, конвекторов «Eva» при условиях, отличных от нормальных (нормированных), определяется по формуле

$$Q = Q_{ну} \cdot \left(\Theta/70\right)^{1+n} \cdot \left(M_{пр}/0{,}1\right)^{m} = Q_{ну} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 = K_{ну} \cdot 70 \cdot \Theta \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot l, \quad (3.1)$$

где $Q_{ну}$ - номинальный тепловой поток конвектора при нормальных условиях, принимаемый по табл. 1.4, Вт;

Θ - фактический температурный напор, ^{o}C, определяемый по формуле

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

Здесь

$t_н$ и $t_к$ - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в конвекторе, ^{o}C;

$t_п$ - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в помещении $t_в$, ^{o}C;

$\Delta t_{пр}$ - перепад температур теплоносителя между входом и выходом конвектора, ^{o}C;

70 - нормированный температурный напор, ^{o}C;

n и m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя принимаются по табл. 3.1 для конвекторов без вентиляторов и по табл. 3.2 для конвекторов с вентиляторами;

$M_{пр}$ – фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор (конвектор), кг/с;

0,1 – нормированный массный расход теплоносителя через конвектор, кг/с;

b – безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (принимается по табл. 3.3 для конвекторов, работающих в режиме свободной конвекции);

$\varphi_1 = (\Theta/70)^{1+n}$ – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока конвектора при отличии расчётного температурного напора от нормального (принимается по табл. 3.4);

$\varphi_2 = (M_{пр}/0{,}1)^{m}$ – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока конвектора при отличии расчётного (фактического) массного расхода теплоносителя через прибор от нормального (принимается по табл. 3.5);

$K_{ну}$ – коэффициент теплопередачи конвектора при нормальных условиях, определяемый по формуле

$$K_{ну}=Q_{ну}/(F\cdot\tau), \quad \text{Вт/(м}^2\cdot{}^\circ\text{С)}, \qquad (3.3)$$

где F – площадь наружной поверхности теплообмена конвектора, м^2 (принимается по табл. 1.3).

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

$$K=K_{ну}\cdot\left(\frac{\Delta t_{ср}}{\Delta t_{ну}}\right)^{n}\cdot\left(\frac{G}{G_{ну}}\right)^{m}. \qquad (3.4)$$

Таблица 3.1. Усреднённые значения показателей степени *n* и *m* конвекторов без вентиляторов

Наименование конвектора	**n**	**m**
КО (КТ)	0,45	0,05
КТ80	0,5	0,04
KG80	0,45	0,04
KG200	0,4	0,04

Таблица 3.2. Усреднённые значения показателей степени *n* и *m* конвекторов с вентиляторами

Наименование конвектора	**n** при режимах работы роторов вентиляторов				**m** при режимах работы роторов вентиляторов			
	Выклю-чены	1 (7 В)	2 (9 В)	3 (12 В)	Выклю-чены	1 (7 В)	2 (9 В)	3 (12 В)
КВ (КВО)	0,5	0,1	0,08	0,07	0,05	0,1	0,12	0,14
КВ80	0,4	0,1	0,08	0,07	0,04	0,1	0,1	0,12
KGB	0,45	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06
КУ	0,4	0	0	0	0,04	0,05	0,06	0,06
КХ	0,5	0,05	0,05	0,04	0,04	0,1	0,12	0,14

Таблица 3.3. Значения поправочного коэффициента *b* при работе в режиме свободной конвекции

Атмо-сферное 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		0,927	0,937	0,947	0,957	0,967	0,978	0,989	1	1,022

Таблица 3.4. Значения поправочного коэффициента φ_1 в зависимости от показателя степени n (табл. 3.1 и 3.2)

Θ, °C	φ_1 при значениях n							
	0,04	0,05	0,07	0,08	0,1	0,4	0,45	0,5
44	0,617	0,614	0,608	0,606	0,6	0,522	0,51	0,498
46	0646	0,643	0,638	0,635	0,63	0,556	0,544	0,532
48	0675	0,673	0,668	0,665	0,66	0,59	0,579	0,568
50	0,705	0,702	0,698	0,695	0,691	0,624	0,614	0,604
52	0,734	0,732	0,728	0,725	0,721	0,66	0,65	0,64
54	0,763	0,761	0,758	0,756	0,752	0,695	0,686	0,677
56	0,793	0,791	0,788	0,786	0,782	0,732	0,724	0,716
58	0,822	0,821	0,818	0,816	0,813	0,769	0,761	0,753
60	0,852	0,851	0,848	0,847	0,844	0,806	0,8	0,794
62	0,881	0,88	0,878	0,877	0,875	0,844	0,839	0,834
64	0,911	0,91	0,909	0,908	0,906	0,882	0,878	0,873
66	0,941	0,94	0,939	0,938	0,937	0,921	0,918	0,914
68	0,97	0,97	0,969	0,969	0,969	0,96	0,959	0,957
70	1	1	1	1	1	1	1	1
72	1,03	1,03	1,031	1,031	1,031	1,04	1,042	1,044
74	1,059	1,06	1,061	1,062	1,063	1,081	1,084	1,089
76	1,089	1,09	1,092	1,093	1,095	1,122	1,127	1,134
78	1,119	1,12	1,123	1,124	1,126	1,164	1,17	1,178
80	1,149	1,151	1,154	1,155	1,158	1,206	1,214	1,222
82	1,179	1,181	1,184	1,186	1,19	1,248	1,258	1,272
84	1,209	1,211	1,215	1,218	1,222	1,291	1,303	1,321
86	1,239	1,241	1,246	1,249	1,254	1,334	1,348	1,37
88	1,269	1,272	1,277	1,28	1,286	1,378	1,394	1,418
90	1,299	1,302	1,309	1,312	1,318	1,422	1,44	1,458

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента φ_2 в зависимости от показателя степени m (табл. 3.1 и 3.2)

$M_{пр}$		φ_2 при значениях m					
кг/с	кг/ч	0,04	0,05	0,06	0,1	0,12	0,14
0,015	54	0,927	0,91	0,892	0,827	0,796	0,767
0,02	72	0,938	0,923	0,908	0,851	0,824	0,798
0,25	90	0,946	0,933	0,92	0,871	0,847	0,824
0,3	108	0,953	0,942	0,93	0,887	0,865	0,845
0,35	126	0,959	0,949	0,939	0,9	0,882	0,863
0,04	144	0,964	0,955	0,946	0,912	0,896	0,88
0,05	180	0,973	0,966	0,959	0,933	0,92	0,908
0,6	216	0,98	0,975	0,97	0,95	0,941	0,931
0,07	252	0,986	0,982	0,979	0,965	0,958	0,951
0,08	288	0,991	0,989	0,987	0,978	0,974	0,969
0,09	324	0,996	0,995	0,994	0,99	0,987	0,985
0,1	360	1	1	1	1	1	1
0,125	450	1,009	1,011	1,013	1,023	1,027	1,032
0,15	540	1,016	1,02	1,025	1,041	1,05	1,058

3.4. Полезный тепловой поток теплопроводов в зависимости от места прокладки принимается обычно в пределах 50-90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен и перекрытий и достигает 100% при расположении теплопроводов у внутренних перегородок. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской, определяется по приложению 3. Тепловой поток горизонтально проложенных труб, а также эффект влияния условий прокладки труб на их теплоотдачу определяется с учётом приведённых в этом приложении примечаний.

3.5. При подборе конвекторов, встраиваемых в конструкцию пола, обычно исходят из размеров каналов, размещаемых внутри отапливаемого помещения. Эти каналы располагаются, как правило, вдоль наружного, чаще застеклённого ограждения. Зная теплопотери помещения и расчётные параметры теплоносителя, определяют требуемую теплоплотность конвектора (отношение теплового потока при заданных параметрах теплоносителя к длине запроектированного канала в полу), а затем с учётом глубины и высоты канала выбирают наиболее подходящие модификации и типоразмеры конвекторов. В дальнейшем расчёт ведётся по традиционной методике.

3.6. При подборе следует учитывать, что в случае использования воздуховыпускной решётки с поперечными алюминиевыми планками (перьями) тепловой поток встроенных в пол конвекторов, работающих в режиме свободной конвекции, уменьшается из-за некоторого перегрева поступающего к нагревательному элементу воздуха.

При использовании решёток с деревянными планками тепловой поток снижается из-за уменьшения коэффициента раскрытия, т.к. деревянные планки обычно толще, чем металлические. Усреднённые значения поправочного коэффициента, учитывающего влияние конструкции воздуховыпускной решётки конвекторов «Eva» на их номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ (см. табл. 1.4), приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Поправочный коэффициент к значению $Q_{ну}$

Тип решётки	Поправочный коэффициент
С продольными планками	1,02
С поперечными стальными планками	1
С поперечными алюминиевыми планками	0,98
С поперечными деревянными планками	0,97

3.7. Дальнобойность вертикальной струи над встроенным в пол конвектором достигает обычно 2 – 2,5 м при работе в режиме свободной конвекции (при отключении вентиляторов).

Расчёт дальнобойности струи в первом приближении удобно выполнять по методике Ю. А. Табунщикова [16].

3.8. При использовании антифриза на этиленгликолевой основе необходимая площадь поверхности нагрева должна быть увеличена в среднем в 1,12 раза по сравнению с рассчитанной при теплоносителе воде. При использовании антифриза на основе пропиленгликоля площадь поверхности нагрева рекомендуется увеличить в 1,3 раза.

4. Указания по монтажу конвекторов «Eva»

4.1. Монтаж конвекторов «Eva» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» [17], настоящих рекомендаций, а также рекомендаций [18].

4.2. Конвекторы поставляются согласно номенклатуре, приведенной в табл. 1.2 и 1.3, упакованными в сборе (с решёткой) в термоусадочную плёнку.

4.3. Монтаж встраиваемых в пол конвекторов следует вести в следующем порядке:

- определить расстояние от окна до подпольного канала (обычно 80–200 мм) с учётом, в частности, размещения гардин, так как они не должны находиться над конвектором;
- выровнять дно канала, по дну проложить гидроизоляцию; следует также предусмотреть расширительные швы, т.к. иначе цементная стяжка и полы могут деформировать корпус конвектора; целесообразно обеспечить дополнительную теплоизоляцию между коробом и наружной стеной;
- высота канала должна превышать высоту короба не более, чем на 20 мм, а ширина канала – глубину конвектора как минимум на 40 мм;
- к месту подключения предварительно проложить теплопроводы системы отопления (рекомендуется для присоединения к ним конвекторов применять гибкие подводки), а также электрический провод (для конвекторов с вентиляторами);
- снять с конвектора упаковку; вместо декоративной решётки на время проведения монтажных работ установить монтажную доску из оргалита, входящую в комплект поставки;
- переставить 4 крепёжных кронштейна из транспортного положения (А) в монтажное положение (В), как условно показано на рис. 4.1;

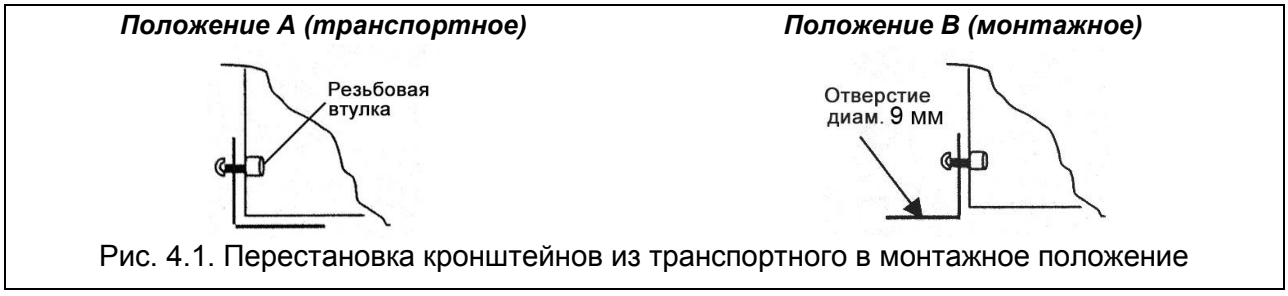


Рис. 4.1. Перестановка кронштейнов из транспортного в монтажное положение

- установить конвектор в канал строго горизонтально, выровнять корпус четырьмя регулировочными шпильками; установить корпус таким образом, чтобы верхний край его рамки находился на уровне чистого пола;
- крепёжные кронштейны при помощи дюбелей и винтов прикрепить к конструкции пола; при необходимости вывернуть винт в резьбовой втулке и выставить кронштейн по высоте, затем зафиксировать новое положение кронштейна тем же винтом;
- залить бетоном дно канала, если при выравнивании появился зазор между ним и корпусом конвектора;
- залить бетоном вертикальные зазоры между стенками канала и корпусом конвектора, чтобы рамка корпуса опиралась на твёрдое основание, причём при заливке нельзя допускать деформации (сужения) корпуса конвектора;
- снять монтажную доску и соединить нагревательный элемент с теплопроводами с помощью динамометрического ключа (с усилием не более 120 Н·м);

- через предусмотренное в корпусе конвектора отверстие подвести электрический провод и подключить его к клеммной коробке (для конвекторов с вентиляторами);

- положить декоративную решётку в рамку конвектора.

4.4. При соединении конвекторов с подводками следует соблюдать осторожность. Во избежание деформирования тонкостенных медных труб нагревательного элемента и латунных присоединительных патрубков необходимо удерживать шестигранник патрубков гаечным ключом.

4.5. В системах отопления с конвекторами «Eva» рекомендуется теплопроводы выполнять из медных труб или из полимерных труб с защитным противодиффузионным слоем. В случае применения металополимерных труб рекомендуется использовать сварные соединения или пресс-фитинги и руководствоваться специальной технической литературой [14], [20], а при применении медных труб рекомендуется учитывать требования стандарта АВОК СТО НП «АВОК» 6.3.1-2007 [19].

4.6. Конвекторы «Eva» до монтажа должны храниться в упакованном виде в закрытом помещении и быть защищены от воздействия влаги и химических веществ, вызывающих коррозию.

4.7. По вопросам установки и монтажа дополнительных комплектующих деталей следует обращаться в ООО «Вилма».

4.8. При монтаже систем отопления с конвекторами следует учитывать особенности соединения труб из различных материалов, в частности, согласно рекомендациям [20], [21]. В случае использования в системе отопления стальных теплопроводов не допускается непосредственное соединение стальных труб с медными трубами нагревательных элементов конвекторов без латунных или бронзовых переходников.

4.9. В системах отопления, в которых используются отопительные приборы с медными трубами для прохода теплоносителя, не рекомендуется применять алюминиевые радиаторы.

5. Основные требования к эксплуатации конвекторов «Eva»

5.1. При первичном заполнении системы отопления водой с конвекторов должны быть сняты термостатические головки (элементы), чтобы обеспечить максимальное открытие клапана термостата и тем самым удаления воздуха из конвектора.

5.2. При запуске системы отопления при плохом прогреве конвектора из-за его завоздушивания следует удалить воздух из конвектора. Операция удаления воздуха из конвектора должна выполняться слесарем-сантехником.

5.3. После запуска системы отопления в эксплуатацию термостатическая головка должна быть снова установлена на корпусе термостата.

5.4. Во избежание снижения теплового потока конвекторов в процессе эксплуатации следует производить очистку прибора по мере загрязнения короба.

Для очистки нагревательного элемента следует снять воздуховыпускную решётку.

5.5. Во избежание истирания стенок медных труб не допускается наличие в воде примесей, оказывающих абразивное воздействие на трубы (песка и т. п.).

5.6. Конвекторы «Eva» следует эксплуатировать в системах отопления с теплоносителем, отвечающим, как указывалось, требованиям [6]. Во избежание коррозии медных труб рекомендуется поддерживать следующие характеристики теплоносителя (горячей воды): значение pH =7,5-9,0, соотношение HCO_3/SO_4 >1, содержание хлорида <50 мг/л, содержание твёрдых веществ < 7 мг/л.

5.7. При использовании шаровых кранов в качестве запорной арматуры не допускается их резкое открытие или закрытие во избежание гидравлических ударов.

5.8. Избыточное рабочее давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно превышать 1,6 МПа в любом приборе системы отопления. Минимальное пробное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего (п. 4.12.31 [5]).

Заметим, что СНиП 3.05.01-85 [17] допускает полуторное превышение рабочего давления при испытании водяных систем отопления. В то же время практика и анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления, проведённый ООО «Витатерм», показывают, что это превышение целесообразно держать в пределах 25%. Следует также иметь в виду, что давление теплоносителя при опрессовке и работе системы отопления не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы в любой её точке.

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

5.10. При минусовых температурах наружного воздуха ООО «Витатерм» рекомендует не допускать открытия створок окон (особенно в их нижней части) и дверей для интенсивного проветривания при закрытых ручных кранах или термостатах у отопительных приборов во избежание замерзания воды в этих приборах. Жильцы и посетители общественных зданий (особенно гостиниц) должны быть извещены об этом требовании.

5.11. В системах отопления, предназначенных для заполнения антифризом, при герметизации резьбовых соединений теплопроводов, фитингов и других элементов систем отопления можно использовать гермесил или анаэробные герметики, например, типа Loctite 542 и/или Loctite 55. Рекомендуется для этой цели использовать также эпоксидные эмали или эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Обращаем внимание, что при использовании в качестве герметика уплотнительной нити Loctite 55 допускается юстировка без потери герметичности после поворота фитинга.

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

5.12. Если фирма, выпускающая термостаты, разрешает их применять в системах, заполненных низкозамерзающим теплоносителем, то рекомендуется, чтобы концентрация основного «антифриза», например, этиленгликоля, не превышала в водном растворе 30% во избежание нарушения нормального режима регулирования термостатом расхода теплоносителя через него и, соответственно, теплового потока от отопительного прибора.

5.13. При использовании переходников из бронзы или латуни во избежание их разрушения применения льна для герметизации соединений запрещено [20].

5.14. Использование отопительных приборов и теплопроводов системы отопления в качестве токоведущих и заземляющих устройств **не допускается**.

5.15. При характерных для России расчётных параметрах теплоносителя (обычно выше 85°С) не допускается в качестве теплопроводов системы отопления использовать стальные трубы с внутренней оцинковкой.

6. Список использованной литературы

1. Рекомендации по применению отопительных конвекторов «Изотерм ТД-В», встраиваемых в конструкцию пола / В. И. Сасин, Г. А. Бершидский, Т. Н. Прокопенко, В. Д. Кушнир - М.: ООО «Витатерм», ФГУП «НИИсантехники», 2005.

2. Рекомендации по применению встраиваемых в конструкцию пола конвекторов «Eva» моделей КВ и КВО / В. И. Сасин, Г. А. Бершидский, Т. Н. Прокопенко, В. Д. Кушнир - М.: ООО «Витатерм», 2008.

3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. – М.: «Стандартинформ», 2006.

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

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

6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний. – М. «Стандартинформ», 2010.

7. Сасин В.И., Г.А.Бершидский, Т.Н.Прокопенко, Б.В.Швецов. Действующая методика испытаний отопительных приборов – требуется ли корректировка?// АВОК, 2007, № 4, с. 46-48.

8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.

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

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

11. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.

12. Методика определения гидравлических потерь давления в отопительных приборах при теплоносителе воде / В.И Сасин, В.Д. Кушнир.- М.: НИИсантехники, 1996.

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

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. Тиатор Ингольф. Отопительные системы. – М.: Техносфера, 2006.

16. Ю.А. Табунщиков. Расчёт защиты воздушной струёй внутренней поверхности ограждающей конструкции от выпадения конденсата // АВОК, 2007, № 2, с. 56-59.

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

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

19. Стандарт АВОК. Трубопроводы из медных труб для систем внутреннего водоснабжения и отопления. Общие технические условия. СТО НП «АВОК» 6.3.1-2007. – М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2007.

20. Отставнов А. А., Ионов В. С. Особенности соединения труб, допущенных строительными нормами и правилами к применению в системах водяного отопления// С.О.К., 2003. № 10, с. 18-24.

21. ВСН 69-97. Ведомственные строительные нормы. Инструкция по проектированию и монтажу систем отопления зданий из металлополимерных труб. М., 1998.

Приложение 1

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

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

Примечания:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

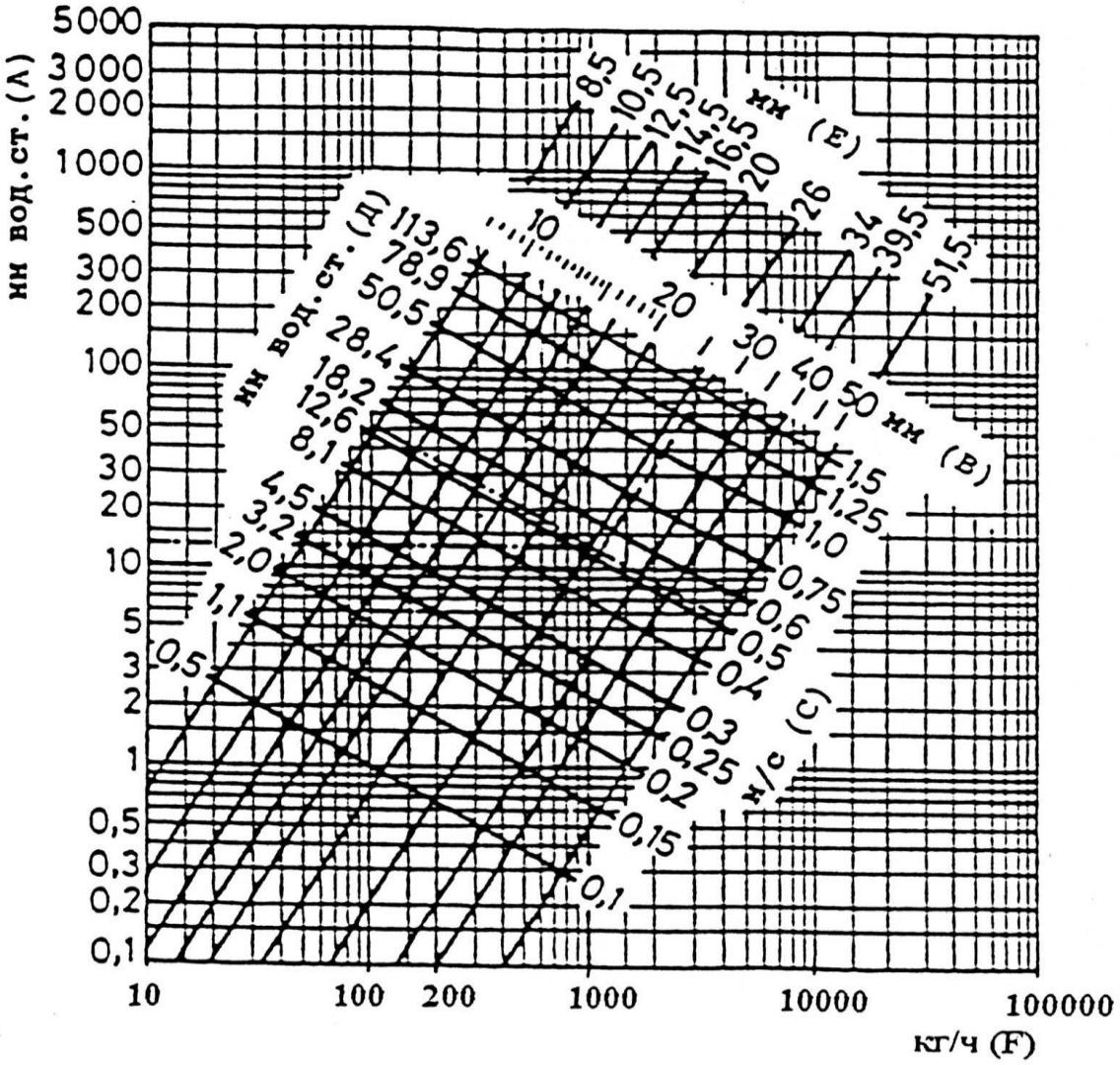
φ_4 - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 85°С, принимаемый по табл. П 1.2 .

Таблица П 1.2. Значения поправочного коэффициента φ_4

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

Приложение 2

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



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

B – внутренние диаметры медных труб, мм;

C – скорость воды в трубах, м/с;

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

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 3

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

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

Примечания.

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

2. Тепловой поток открыто проложенных однорядных горизонтальных труб (подводок и магистралей), расположенных в нижней части помещения, а также горизонтальных труб в многорядных пучках труб, оси которых не находятся в одной вертикальной плоскости, а смещены хотя бы на один диаметр, а также при отношении расстояния между осями труб S и их наружного диаметра $d_н$ большем или равном 2, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем у вертикальных. Теп-

ловой поток, приходящийся на одну горизонтальную трубу, в многорядных по высоте подводках и магистралях, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при $S/d_н \leq 2$ рекомендуется увеличить в среднем в 1,2 раза по отношению к значениям, приведённым в настоящем приложении для вертикальных труб.

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

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

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

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

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

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

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