

Научно-техническая фирма
ООО «ВИТАТЕРМ»

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению конвекторов
«*VARMANN Ntherm*» и «*VARMANN Qtherm*»,
встраиваемых в конструкцию пола,
производства ООО «Варманн»
(*вторая редакция*)

Москва – 2009

Уважаемые коллеги!

Научно-техническая фирма ООО «Витатерм» предлагает вашему вниманию вторую редакцию рекомендаций по применению встраиваемых в конструкцию пола конвекторов «VARMANN», изготавливаемых ООО «Варманн».

Рекомендации составлены применительно к российским нормативным условиям и включают дополнительные сведения о конвекторах «VARMANN Qtherm», оснащённых диаметрными вентиляторами.

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные технические характеристики конвекторов «VARMANN», встраиваемых в конструкцию пола	4
2. Гидравлический расчёт	25
3. Тепловой расчёт	34
4. Указания по монтажу конвекторов «VARMANN»	39
5. Основные требования к эксплуатации конвекторов	42
6. Список использованной литературы	44
<i>Приложение 1.</i> Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб	45
<i>Приложение 2.</i> Номограмма для определения потери давления в медных трубах	47
<i>Приложение 3.</i> Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких металлических труб, окрашенных масляной краской	48

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

1.1. Настоящие рекомендации разработаны ООО «Витатерм» по традиционной схеме [1], [2] применительно к встраиваемым в конструкцию пола конвекторам «VARMANN», выпускаемым согласно ТУ 4935-001-75589045-2006 в ООО «Варманн» (Россия, 111020, г. Москва, ул. Боровая, д.7, стр. 4, оф. 40, тел./факс (495) 234-77-47; 234-77-48, e-mail: info@varmann.ru).

1.2. Встраиваемые в конструкцию пола конвекторы «VARMANN» (рис. 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.

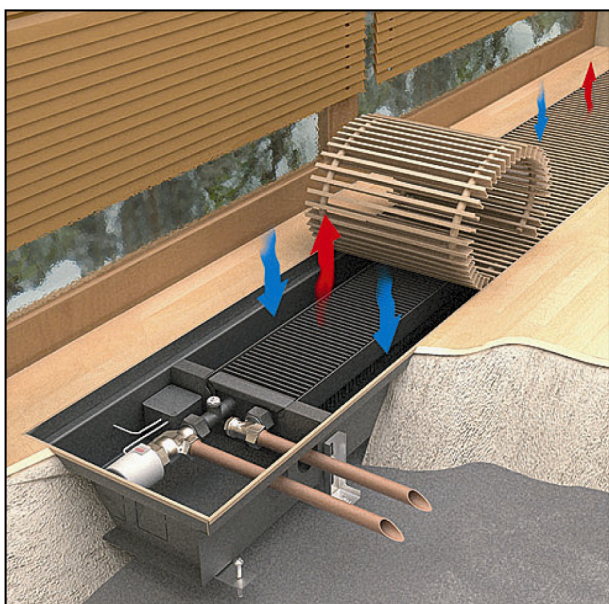


Рис. 1.1. Конвектор «VARMANN Ntherm», работающий в режиме свободной конвекции

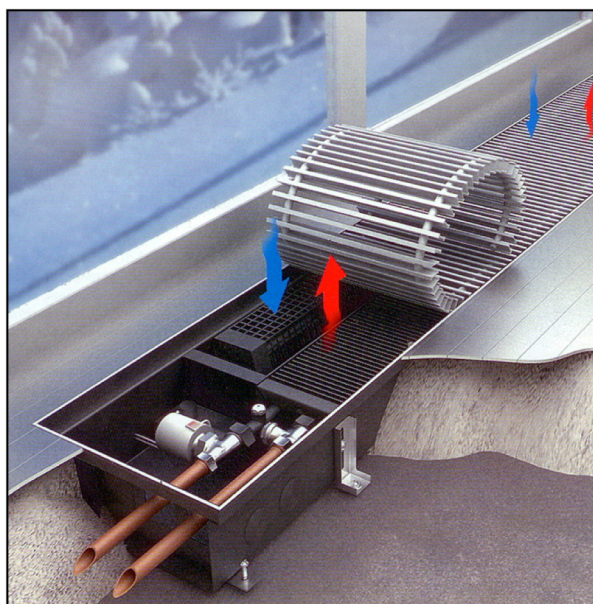


Рис. 1.2. Конвектор «VARMANN Qtherm», работающий в режиме вынужденной конвекции

Конвекторы «VARMANN» 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.

Параметры теплоносителя:

- максимальная температура **110°C**;
- максимальное рабочее избыточное давление **1,5 МПа (15 кгс/см²)** при испытательном избыточном давлении не менее **2,25 МПа (22,5 кгс/см²)**. Фактическое заводское испытательное давление **2,5 МПа (25 кгс/см²)**.

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

ООО «Варманн» выпускает конвекторы «**Ntherm**», работающие в режиме свободной конвекции, а также «**Qtherm**» с диаметральными (тангенциальными) вентиляторами и «**Atherm**» с осевыми вентиляторами, работающими в основном в режиме вынужденной конвекции.

В настоящих рекомендациях приведены данные только по конвекторам «**Ntherm**» и «**Qtherm**».

1.3. Общий вид конвектора «**VARMANN Ntherm**» изображён на рис. 1.1.

Основными элементами конвектора являются: установочный короб, изготовленный из высококачественной оцинкованной стали (или по специальному заказу из нержавеющей стали), нагревательный элемент из медных труб с алюминиевым оребрением и съёмная декоративная решётка.

Конвекторы «**VARMANN Qtherm**» (рис. 1.2) имеют те же элементы, но дополнительно оборудованы диаметральными (тангенциальными) вентиляторами.

1.4. Конструктивное исполнение конвектора «**VARMANN Ntherm**» показано на рис. 1.3.

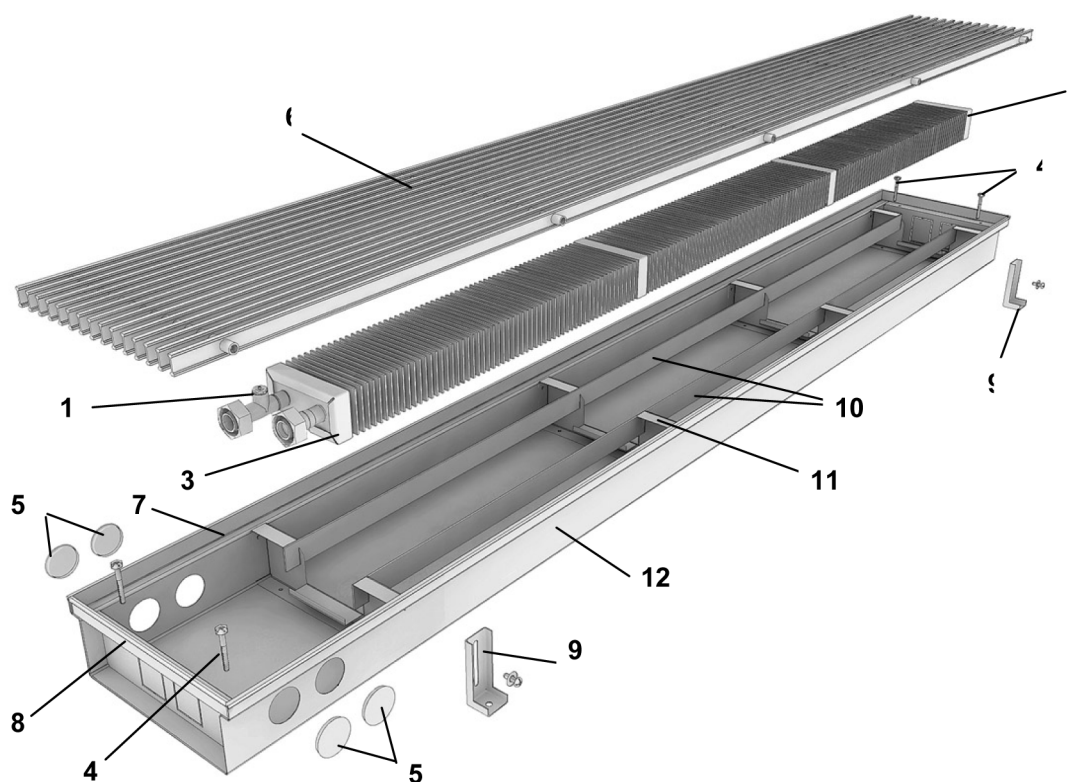


Рис. 1.3. Конструктивное устройство конвектора «**VARMANN Ntherm**»:

- 1 – воздуховыпускной клапан 3/8"; 2 – нагревательный элемент; 3 – рёбра жёсткости; 4 – регулировочные (юстировочные) винты; 5 – отверстия с заглушками; 6 – декоративная решётка; 7 – полоса из пористой резины; 8 – рамка из анодированного алюминия; 9 – ножки (кронштейны) для фиксации корпуса; 10 – направляющие, примыкающие с боков к нагревательному элементу; 11 – опоры для фиксации нагревательного элемента; 12 – корпус (короб) из оцинкованной стали

Корпус (12) конвектора «**Ntherm**» представляет собой короб любой (в зависимости от заказа) длины от 750 до 5000 мм, причём при длине до 3000 мм включительно он выполняется цельным, а при длине свыше 3000 мм - составным (обычно из двух равных по длине коробов). Глубина корпуса этих конвекторов может быть равной 190, 250, 310 и 370 мм, высота при указанных глубинах - 90, 110, 150 и 200 мм.

Корпус конвектора «Qtherm» изготавливается только в цельном исполнении длиной от 750 до 3250 мм, глубиной 250, 310 и 370 мм и только одной высоты 110 мм. По спецзаказу конвекторы «Qtherm» изготавливаются и малой высоты - 75 мм.

Короба конвекторов окрашены порошковой эмалью матового чёрного цвета.

Внутри короба предусмотрены опоры для установки нагревательного элемента (11), а также продольные направляющие (10), закрывающие с боков оребрение нагревательного элемента, способствующие повышению его теплоотдачи.

В торцевых и боковых стенках короба имеются отверстия для пропуска подводов к нагревательному элементу, снабжённые заглушками (5).

По краям короба длиной до 1600 мм включительно расположены 4 кронштейна (ножки) с резиновыми антивибрационными вставками для крепления ко дну подпольного канала и установки конвектора по высоте (9), а также 4 юстировочных винта для выравнивания конвектора в подпольном канале (4). При длине короба до 3000 мм (исключительно) устанавливаются 6 ножек и 6 юстировочных винтов, а при длине 3000 – 5000 мм – 8 ножек и 8 винтов.

Конвекторы «VARMANN Qtherm» (рис. 1.4) дополнительно оборудованы тангенциальными вентиляторами со съёмными защитными кожухами (13) и блоком микропроцессорного регулятора скорости вращения ротора вентилятора (14).

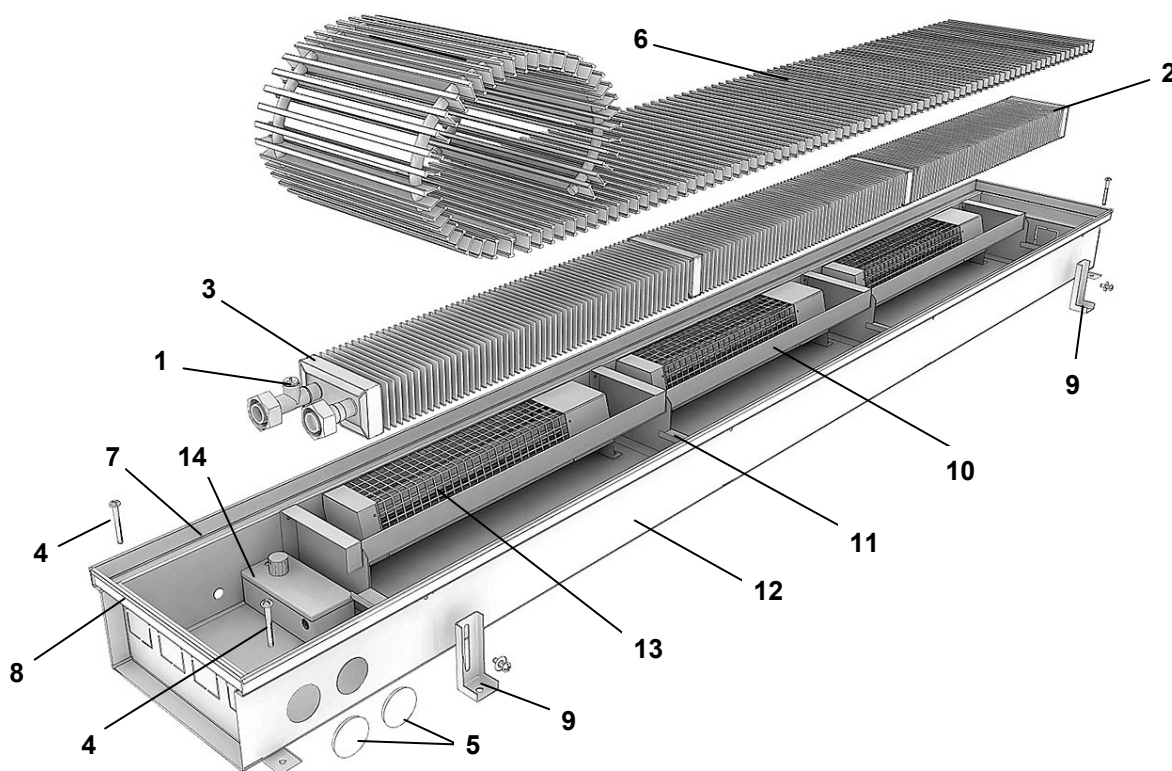
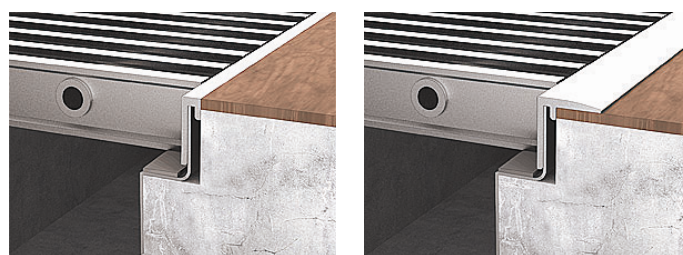


Рис. 1.4. Конструктивное устройство конвектора «VARMANN Qtherm»:

- 1 – воздуховыпускной клапан 3/8"; 2 – нагревательный элемент; 3 – рёбра жёсткости;
- 4 – регулировочные (юстировочные) винты; 5 – отверстия с заглушками; 6 – декоративная решётка; 7 – полоса из пористой резины; 8 – рамка из анодированного алюминия;
- 9 – ножки (кронштейны) для фиксации корпуса; 10 – направляющие, примыкающие с боков к нагревательному элементу; 11 – опоры для фиксации нагревательного элемента;
- 12 – корпус (короб) из оцинкованной стали; 13 - диаметральный (тангенциальный) вентилятор со съёмным защитным кожухом; 14 - блок микропроцессорного регулятора скорости вращения ротора вентилятора

В верхней части короба имеется декоративная рамка из анодированного алюминия (8) для установки декоративной решётки (6). Между рамкой и решёткой проложена полоса из пористой резины (7), препятствующая трению решётки о короб и уменьшающая шум. Два типа профиля декоративной рамки (U-образной и F-образной) позволяют встраивать конвектор в пол любого типа (рис. 1.5).

1.5. Нагревательные элементы конвекторов (поз. 2 на рис. 1.3 и 1.4) также могут быть разной длины, но они короче короба на 240 или на 275 мм (см. рис. 1.7 - 1.21). При составных корпусах конвекторов «Ntherm» длина нагревательных элементов определяется длиной составных коробов. Нагревательные элементы состоят из медных труб наружным диаметром 16,5 мм и соединяющих их калачей. Калачи имеют растрескивания, в которые вставляются концы труб. Они соединяются между собой методом пайки с использованием серебрясодержащего припоя. Количество труб в нагревательном элементе – от 1 до 8.



Рамка с U-образным профилем

Рамка с F-образным профилем

Рис. 1.5. Типы декоративной рамки

Нагревательные элементы изготавливаются только в концевом исполнении за исключением однотрубного конвектора с корпусом глубиной 190 мм и высотой 90 мм.

Расположение труб в нагревательном элементе – одноярусное (у конвекторов «Ntherm» и «Qtherm») и двухъярусное (только у конвекторов «Qtherm»).

На трубы перед припайкой калачей насажены единые алюминиевые пластины. Количество труб и размеры пластин для типов конвекторов, рассматриваемых в настоящих рекомендациях, указаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Характеристики нагревательных элементов конвекторов «VARMANN Ntherm» и «VARMANN Qtherm»

Тип конвектора		Количество ярусов труб, шт.	Количество труб в одном ярусе, шт.	Размеры пластин (глубина x высота), мм	Площадь поверхности нагрева 1 м нагревательного элемента, м ² /м
Ntherm	250.90; 250.110	1	2	100 x 50	1,4
	250.150; 250.200	2	2	100 x 100	2,8
	310.90; 310.110	1	3	150 x 50	2,1
	310.150; 310.200	2	3	150 x 100	4,2
	370.90; 370.110	1	4	200 x 50	2,8
	370.150; 370.200	2	4	200 x 100	5,6
Qtherm	250.75; 250.110	1	2	100 x 50	2,16
	310.75; 310.110	1	3	150 x 50	3,24
	370.75; 370.110	1	4	200 x 50	4,32

Примечание: обозначения конвекторов см. в п. 1.7.

Контакт между пластинами и несущими оребрение трубами обеспечивается дорнованием труб. Натяг воротничков пластин при этом составляет 0,3 – 0,5 мм.

Шаг оребрения оптимизирован в рамках данной работы с учётом рекомендаций ООО «Витатерм» и принят равным 7 мм для конвекторов «Ntherm» и 4,5 мм для «Qtherm».

Нагревательный элемент снабжён воздуховыпускным клапаном (рис. 1.3 и 1.4, поз. 1) и рёбрами жёсткости (3), предотвращающими деформацию пластин оребрения.

1.6. Декоративная воздуховыпускная решётка – единственный элемент конвектора, видимый при его эксплуатации, поэтому особое внимание уделено её внешнему виду. Решётки изготавливаются с поперечными и продольными алюминиевыми планками. Решётки с поперечными планками (см. рис. 1.1, 1.2, 1.4) – рулонные (роликовые) с пружинами из нержавеющей стали, решётки с продольными планками (см. рис. 1.3, поз. 6) – жёсткие (линейные).

В качестве покрытия решёток используется анодирование (4 цвета) или окраска порошковыми эмалями в любой цвет RAL, а также множество вариантов покрытия под дерево, мрамор, гранит и т. п. По спец. заказу решётка может быть изготовлена из нержавеющей стали.

1.7. Ниже приведены примеры условного обозначения конвекторов согласно указанной на рис. 1.6 схеме, принятой на заводе-изготовителе (при заказе и в документации на другую продукцию, в которой они могут быть применены).

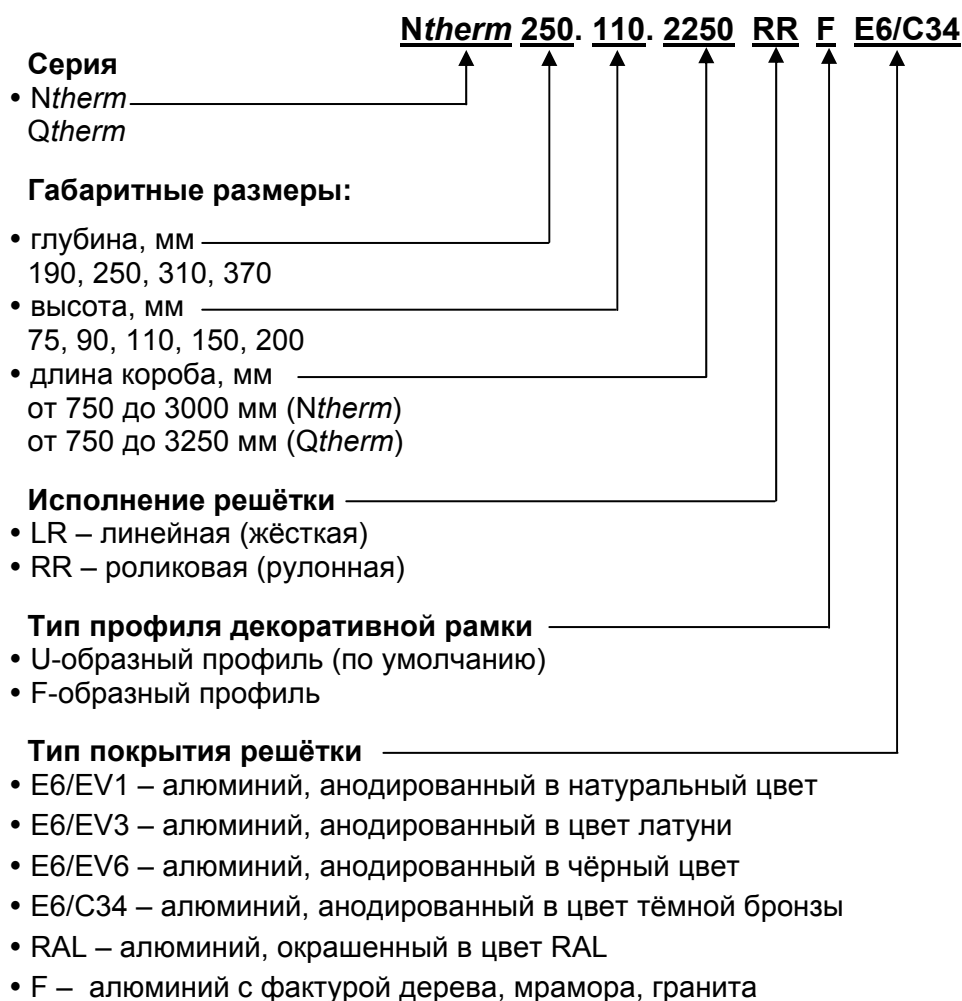


Рис. 1.6. Схема условных обозначений конвекторов «Ntherm» и «Qtherm»

Примеры условного обозначения.

Конвектор «*Ntherm*», работающий в режиме свободной конвекции, с корпусом глубиной 250 мм, высотой 90 мм, длиной 2250 мм, с анодированной в цвет латуни рулонной (роликовой) решёткой, с декоративной рамкой F-образного профиля:

Конвектор «*Ntherm*» 250. 90. 2250 RR F E6/EV3 .

Конвектор «*Ntherm*», работающий в режиме свободной конвекции, с корпусом глубиной 370, высотой 150 мм, длиной 1500 мм, с жёсткой (линейной) решёткой, с порошковым покрытием RAL 1015, с декоративной рамкой U-образного профиля:

Конвектор «*Ntherm*» 370. 150. 1500 LR RAL 1015 .

Конвектор «*Qtherm*», работающий в режиме вынужденной конвекции, с корпусом глубиной 310 мм, высотой 110 мм, длиной 1250 мм, с анодированной в чёрный цвет рулонной решёткой, с декоративной рамкой F-образного профиля:

Конвектор «*Qtherm*» 310. 110. 1250 RR F E6/EV6 .

1.8. Конвекторы поставляются в сборе, упакованными в картонные коробки и термоусадочную плёнку.

В базовый комплект поставки входят:

- короб из окрашенной оцинкованной стали – 1 шт.;
- медно-алюминиевый нагревательный элемент с воздуховыпускным клапаном – 1 шт.;
- декоративная воздуховыпускная решётка рулонного (роликового) или жёсткого (линейного) исполнения – 1 шт.;
- вентиляторы (по одному на каждые 500 мм длины оребрения конвекторов «*Qtherm*»);
- микропроцессорный регулятор – 1 шт., а при длине конвектора 3250 мм и выше – 2 шт.;
- заглушки – 6 шт.;
- крепёжные ножки (кронштейны) – 4 шт., (при длине короба свыше 2000 мм – 6 шт.);
- юстировочные (регулировочные) болты – 6 шт., (при длине короба свыше 2000 мм – 6 шт.);
- паспорт – 1 шт.;
- инструкция по монтажу – 1 шт.;
- упаковка.

Кроме того, в зависимости от способа регулирования, в необходимую комплектацию входят следующие комплектующие изделия, обозначения которых приняты по каталогу фирмы «*VARMANN*» [6]:

- терморегулирующие клапаны (вентили) на подающую подводку $D_y15, G \frac{3}{4}$ с защитным колпачком, в латунном корпусе, с нержавеющей стальным шпинделем для двухтрубных и однострунных систем отопления в прямом (тип 701301), угловом (тип 701302) и осевом (тип 701303) исполнениях;
- запорно-регулирующие клапаны (вентили) на обратную подводку $D_y15, G \frac{3}{4}$ с предварительной настройкой расхода теплоносителя в прямом (тип 701311) и угловом (тип 701312) исполнениях;
- термостатический элемент (термостатическая головка) с дистанционным управлением (тип 702311) с жидкостным датчиком, с защитой от замерзания теплоносителя до 6°C , диапазон регулирования температуры $7\text{--}28^{\circ}\text{C}$, длина капиллярной трубки 5 м (только для конвекторов «*Ntherm*»);
- настенные регуляторы температуры воздуха типов 703401 и 703402 (программируемые) с подключением термоэлектрических сервоприводов (тип 702361);

к регулятору типа 703401 можно подключить до 8 сервоприводов, к регулятору типа 703402 – до 4; напряжение питания 230 В (только для конвекторов «Ntherm»);

- программируемые настенные регуляторы «VARMANN VARtronic» для регулирования температуры воздуха в помещении изменением скорости вращения роторов вентиляторов (только для конвекторов «Qtherm») в автоматическом и «ручном» режимах в диапазоне 7...35°C; регуляторы типов 703301 и 703302 имеют напряжение питания 5В и плавное регулирование скорости вращения ротора; регуляторы типов 703303 и 703304 имеют напряжение питания 230 В и трёхступенчатое регулирование скорости вращения ротора; регуляторы типов 703302, 703303 и 703304 имеют режимы «ночной» и «недельный таймер»;

- головка ручного привода (типа 702301) для монтажа на регулирующем клапане;

- термостатический сервопривод (тип 702361) для монтажа на термостатическом клапане; подключается к системе «умный дом», напряжение 230 В.

По специальному заказу поставляются регуляторы на напряжение 12 В.

1.9. Диаметральные (тангенциальные) вентиляторы, которыми оборудованы конвекторы «Qtherm», имеют низкий уровень шума, устанавливаются на виброизоляционных опорах. Они рассчитаны на параметры сети 220 (230) В, 50 Гц. Входящий в базовую комплектацию микропроцессорный регулятор позволяет плавно изменять скорость вращения роторов вентиляторов. Регулятор имеет разъём для подключения системы «Умный дом».

1.10. Исполнения конвекторов «Ntherm» с корпусом глубиной 250, 310 и 370 мм, высотой 90, 110, 150 и 200 мм показаны на рис. 1.7 – 1.18, а конвекторов «Qtherm» с корпусом глубиной 250, 310 и 370 мм, высотой 110 мм - на рис. 1.19 - 1.21.

Основные характеристики этих конвекторов (их краткие условные обозначения, номенклатура, габаритные размеры, номинальный тепловой поток, площадь наружной поверхности нагрева и ёмкость) представлены в табл. 1.2 и 1.3 для стандартных типоразмеров с шагом по длине 250 мм («Ntherm») и 500 мм («Qtherm»). Характеристики конвекторов «Ntherm» нестандартной длины (отличной от указанной в табл. 1.2) следует определять методом интерполяции.

Конвекторы «Qtherm» также могут поставляться при длинах, отличных от приведённых в табл. 1.3, но при их подборе следует учитывать, что добавленная длина, меньшая 500 мм, будет работать в режиме свободной конвекции, т.к. при длине отсека для вентилятора 500 мм его невозможно разместить напротив добавленного нагревательного элемента.

1.11. Значения номинального теплового потока $Q_{н\text{у}}$ конвекторов «VARMANN» определены в изотермической камере отдела отопительных приборов и систем отопления ОАО «НИИСантехники» согласно методике тепловых испытаний приборов при теплоносителе воде [7] при нормальных (нормативных) условиях: температурном напоре (разности среднеарифметической температуры воды в приборе и температуры воздуха в отапливаемом помещении) $\Theta=70^{\circ}\text{C}$, расходе теплоносителя $M_{\text{пр}}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) и барометрическом давлении $B=1013,3$ гПа (760 мм рт. ст.).

Отметим, что тепловые характеристики конвекторов «VARMANN», приведённые в ряде проспектов по результатам испытаний зарубежных аналогов согласно европейской методике EN 442.2 в среднем на 5-8% выше, чем полученные по российской методике [7] при том же температурном напоре в связи с различием конструкций испытательных камер и ряда параметров, определяющих режим испытаний отопительных приборов.

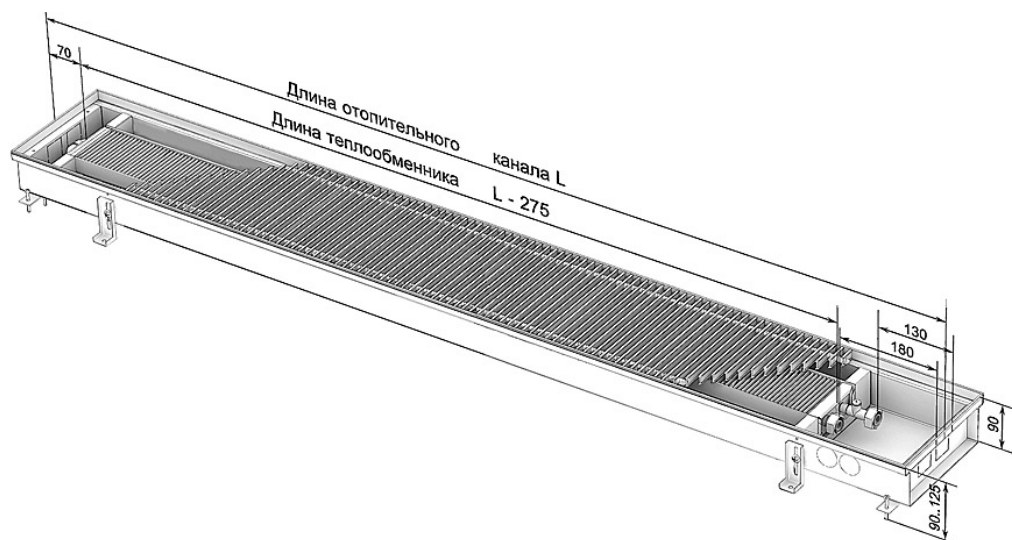


Рис. 1.7. Конвектор «VARMANN Ntherm» 250.90

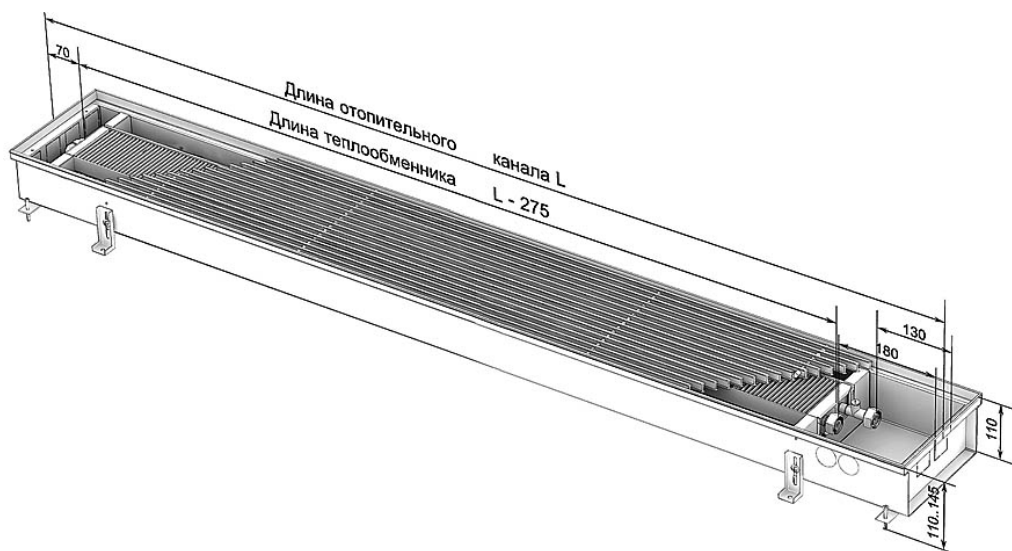


Рис. 1.8. Конвектор «VARMANN Ntherm» 250.110

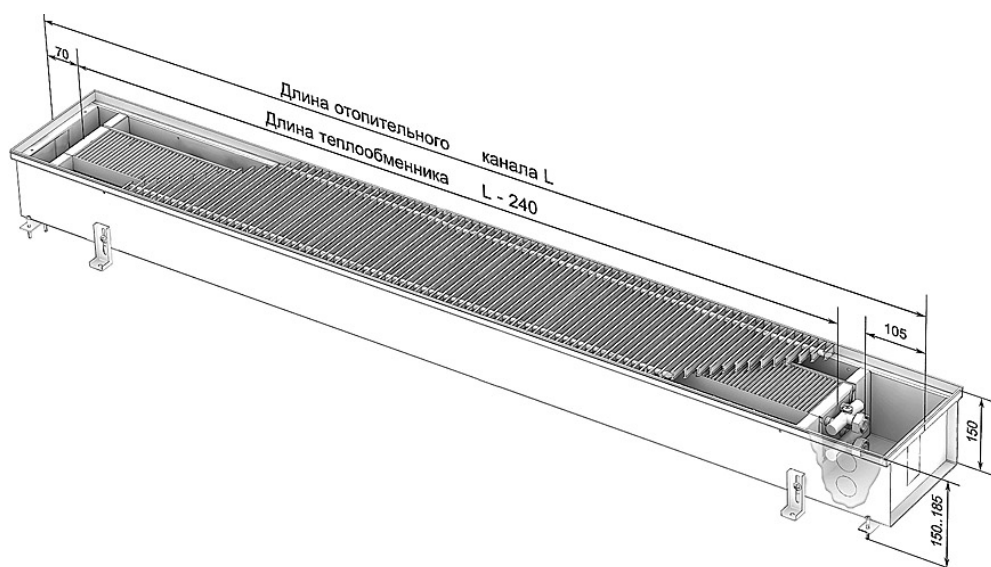


Рис. 1.9. Конвектор «VARMANN Ntherm» 250.150

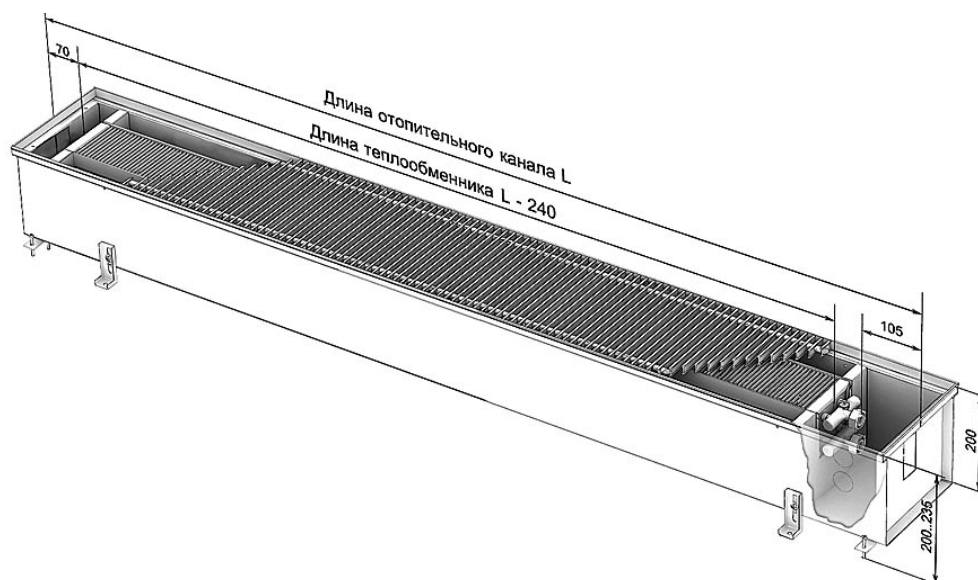


Рис. 1.10. Конвектор «VARMANN Ntherm» 250.200

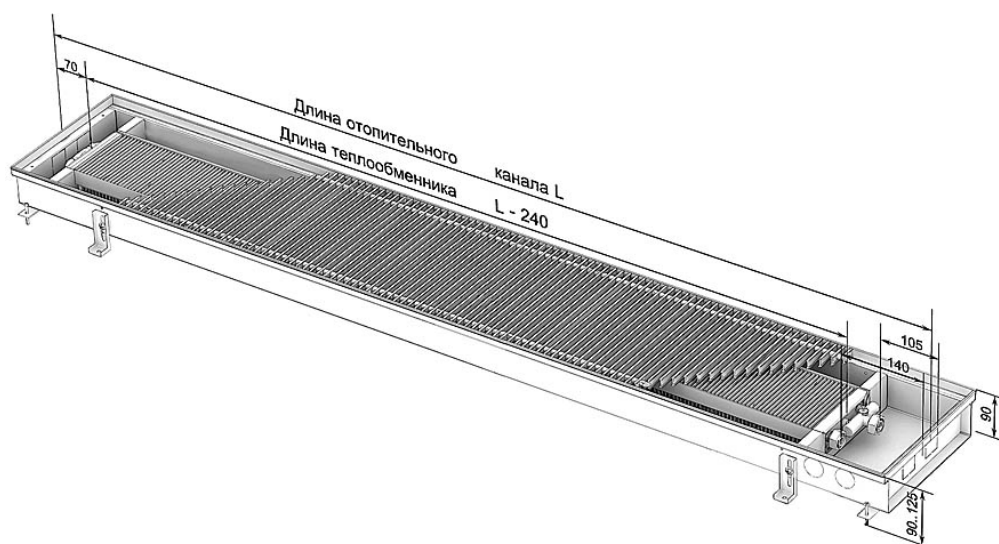


Рис. 1.11. Конвектор «VARMANN Ntherm» 310.90

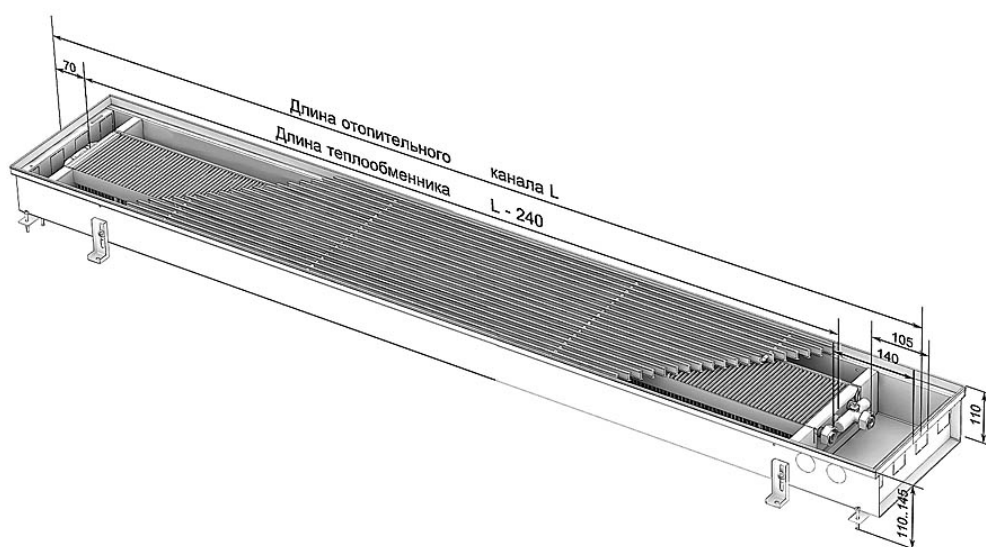


Рис. 1.12. Конвектор «VARMANN Ntherm» 310.110

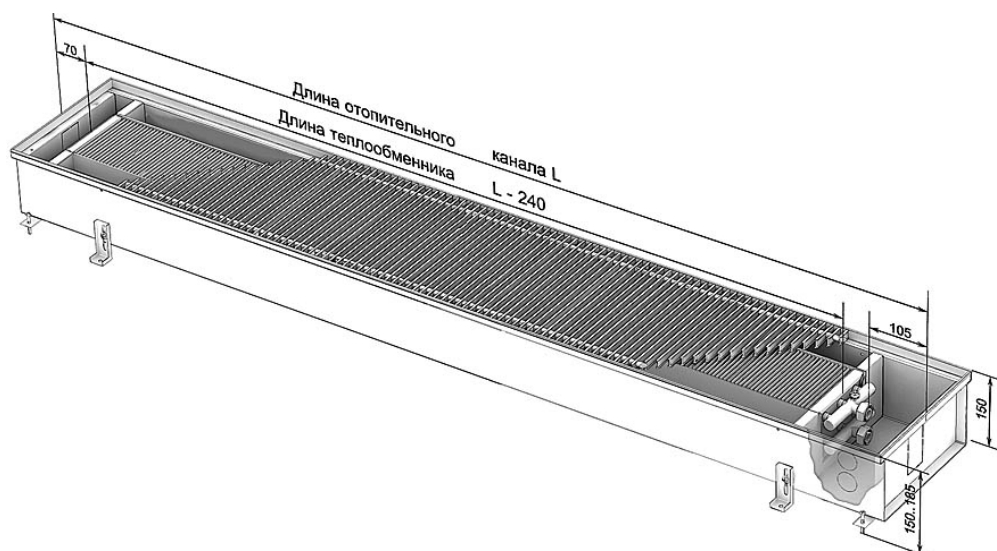


Рис. 1.13. Конвектор «VARMANN Ntherm» 310.150

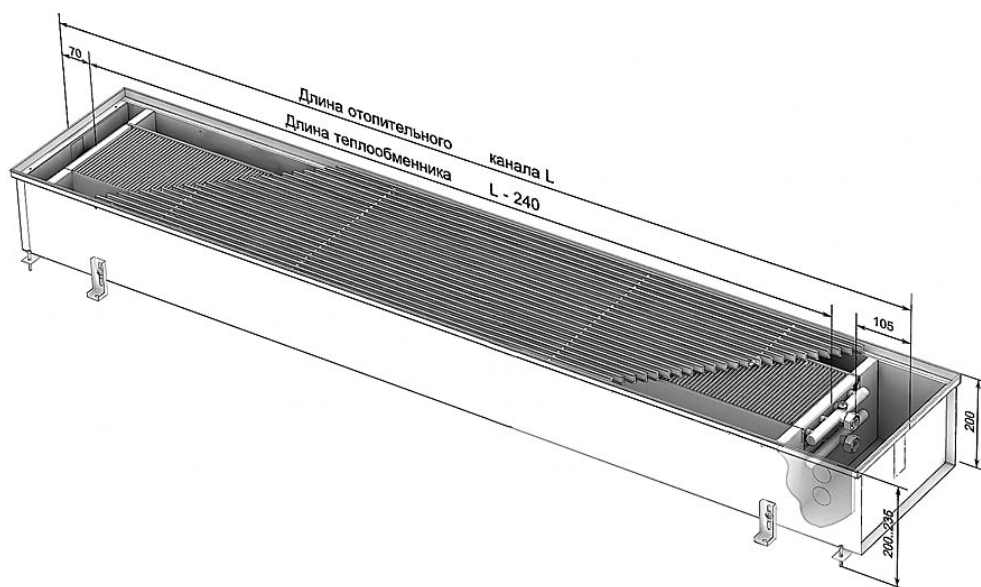


Рис. 1.14. Конвектор «VARMANN Ntherm» 310.200

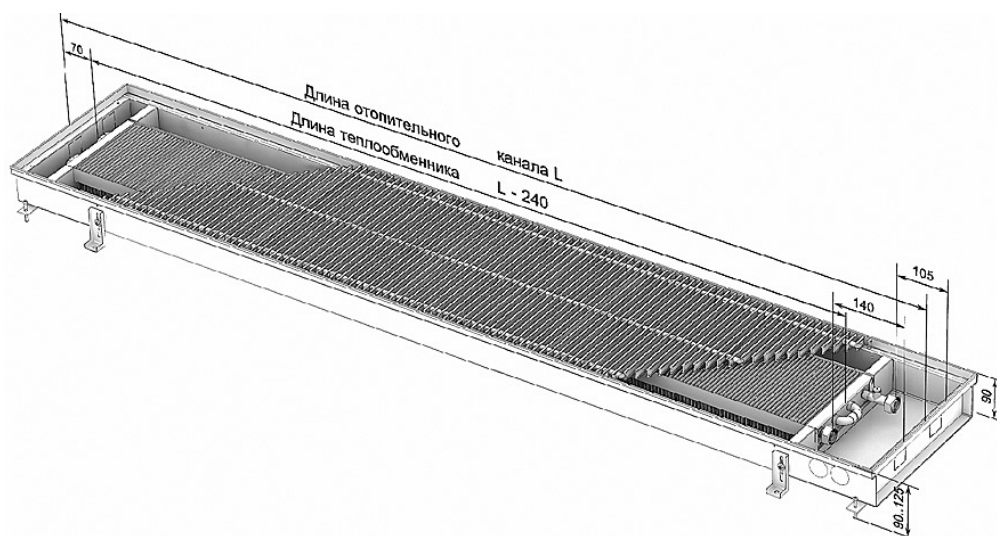


Рис. 1.15. Конвектор «VARMANN Ntherm» 370.90

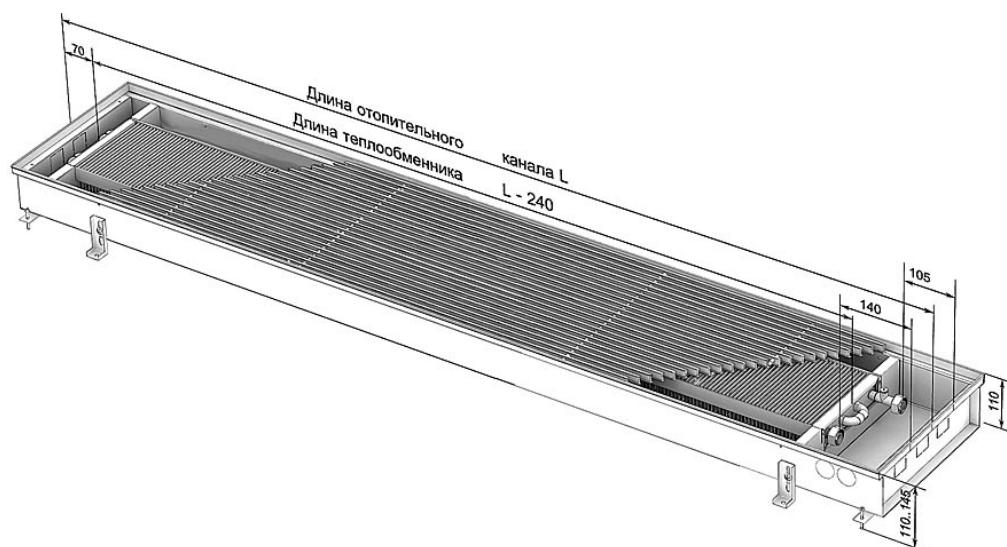


Рис. 1.16. Конвектор «VARMANN Ntherm» 370.110

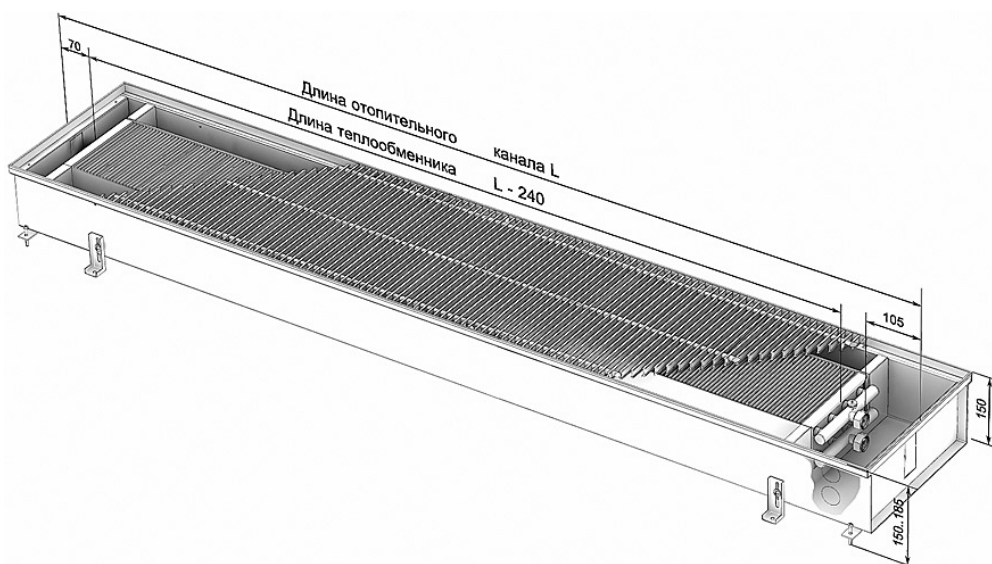


Рис. 1.17. Конвектор «VARMANN Ntherm» 370.150

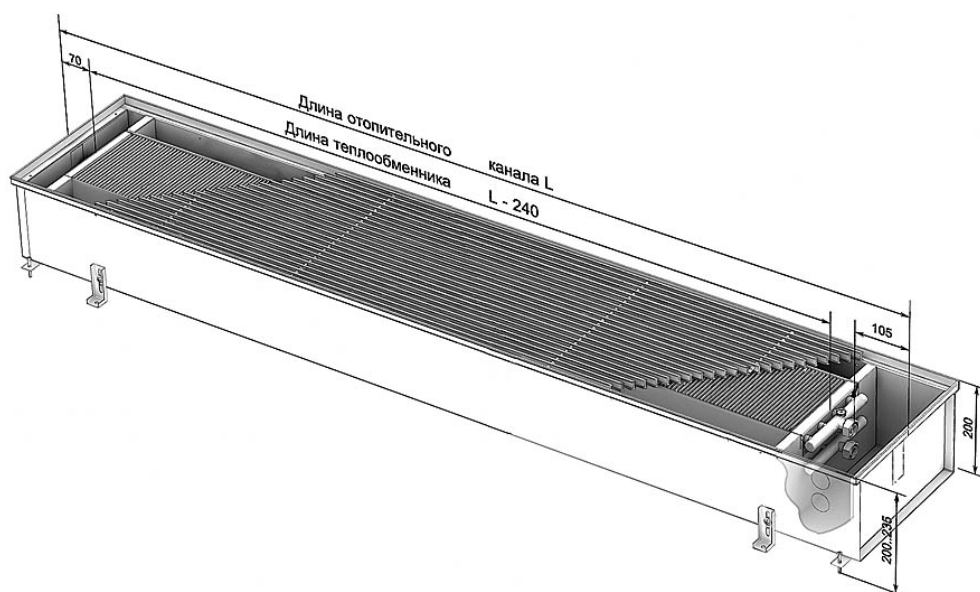


Рис. 1.18. Конвектор «VARMANN Ntherm» 370.200

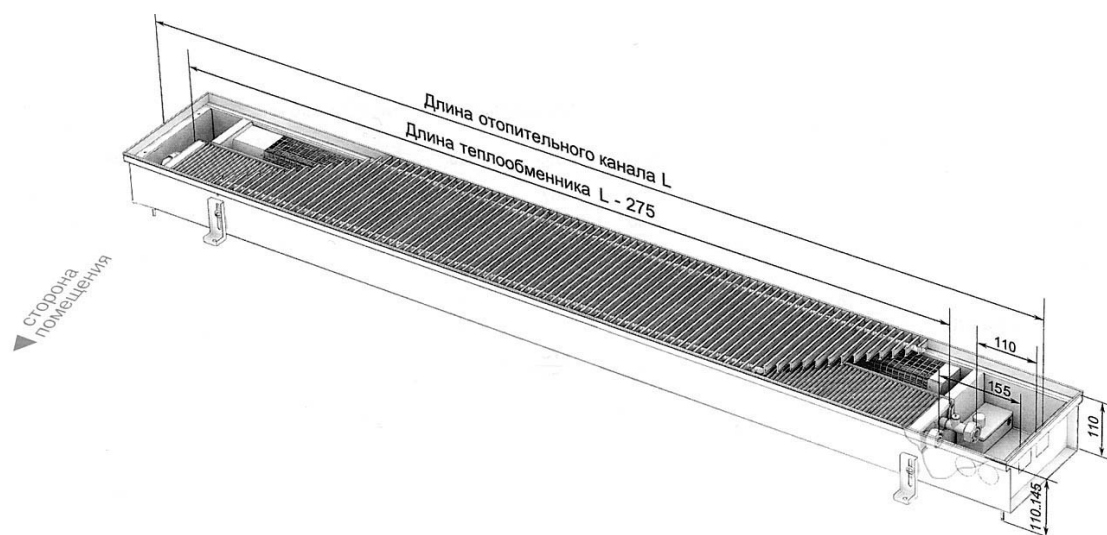


Рис. 1.19. Конвектор «VARMANN Qtherm» 250.110

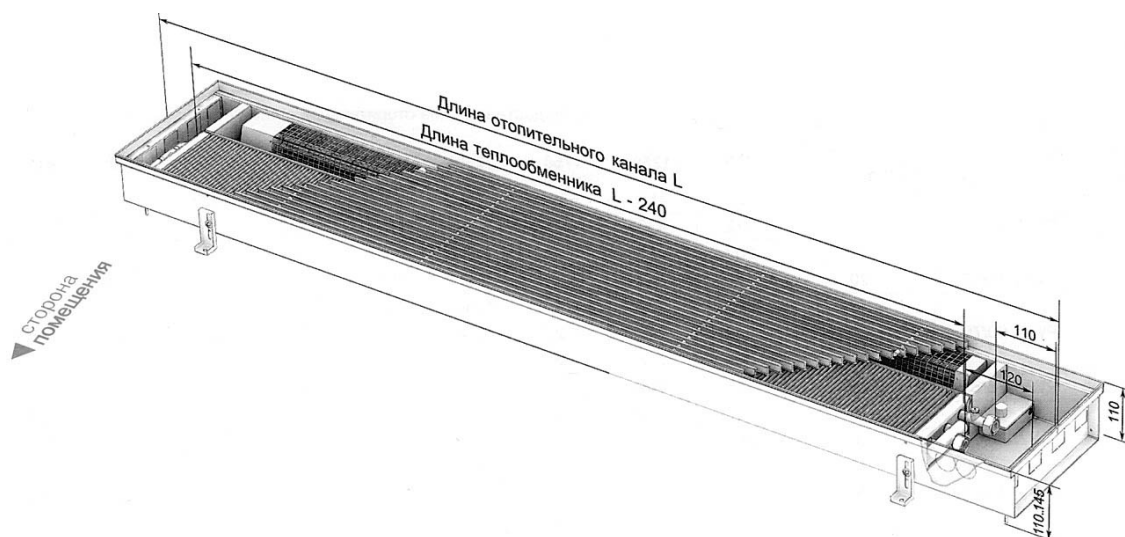


Рис. 1.20. Конвектор «VARMANN Qtherm» 310.110

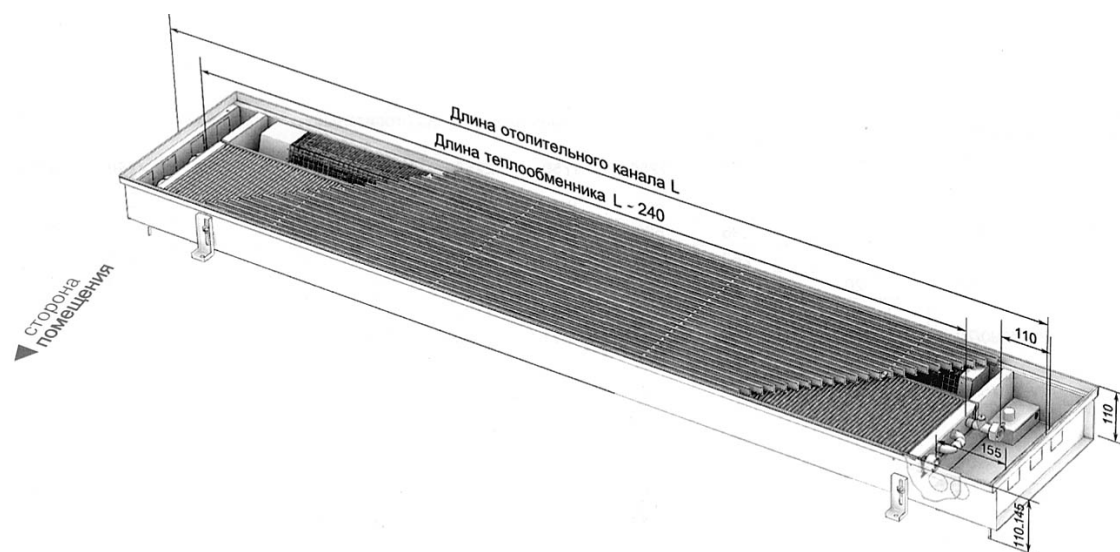


Рис. 1.21. Конвектор «VARMANN Qtherm» 370.110

Таблица 1.2. Номенклатура и технические характеристики конвекторов «VARMANN Ntherm»

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм			Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объем воды в конвекторах, л		
	Длина L	Глубина В	Высота Н					
250.90.750	750	250	90	215	0,66	0,222		
250.90.1000	1000			320	1,01	0,316		
250.90.1250	1250			426	1,36	0,41		
250.90.1500	1500			532	1,71	0,504		
250.90.1750	1750			638	2,06	0,598		
250.90.2000	2000			743	2,41	0,692		
250.90.2250	2250			845	2,76	0,786		
250.90.2500	2500			947	3,11	0,88		
250.90.2750	2750			1048	3,46	0,974		
250.90.3000	3000			1149	3,81	1,068		
250.90.3250	3250			1250	4,16	1,162		
250.90.3500	3500			1351	4,51	1,256		
250.90.3750	3750			1462	4,86	1,35		
250.90.4000	4000			1563	5,21	1,444		
250.90.4250	4250			1664	5,56	1,538		
250.90.4500	4500			1765	5,91	1,632		
250.90.4750	4750			1866	6,26	1,726		
250.90.5000	5000			1967	6,61	1,82		
250.110.750	750			250	110	252	0,66	0,222
250.110.1000	1000					374	1,01	0,316
250.110.1250	1250	498	1,36			0,41		
250.110.1500	1500	622	1,71			0,504		
250.110.1750	1750	746	2,06			0,598		
250.110.2000	2000	869	2,41			0,692		
250.110.2250	2250	989	2,76			0,786		
250.110.2500	2500	1108	3,11			0,88		
250.110.2750	2750	1226	3,46			0,974		
250.110.3000	3000	1344	3,81			1,068		
250.110.3250	3250	1462	4,16			1,162		
250.110.3500	3500	1581	4,51			1,256		
250.110.3750	3750	1711	4,86			1,35		
250.110.4000	4000	1829	5,21			1,444		
250.110.4250	4250	1947	5,56			1,538		
250.110.4500	4500	2065	5,91			1,632		
250.110.4750	4750	2183	6,26			1,726		
250.110.5000	5000	2301	6,61			1,82		
250.150.750	750	250	150			322	1,43	0,538
250.150.1000	1000					474	2,13	0,727
250.150.1250	1250			639	2,83	0,916		
250.150.1500	1500			798	3,53	1,105		

Продолжение таблицы 1.2

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм			Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в конвекторах, л
	Длина L	Глубина B	Высота H			
250.150.1750	1750	250	150	957	4,23	1,294
250.150.2000	2000			1114	4,93	1,483
250.150.2250	2250			1268	5,63	1,672
250.150.2500	2500			1420	6,33	1,861
250.150.2750	2750			1572	7,03	2,05
250.150.3000	3000			1724	7,73	2,239
250.150.3250	3250			1875	8,43	2,428
250.150.3500	3500			2026	9,13	2,617
250.150.3750	3750			2193	9,83	2,806
250.150.4000	4000			2344	10,53	2,995
250.150.4250	4250			2496	11,23	3,184
250.150.4500	4500			2648	11,93	3,373
250.150.4750	4750			2799	12,63	3,562
250.150.5000	5000			2950	13,33	3,751
250.200.750	750			250	200	361
250.200.1000	1000	531	2,13			0,727
250.200.1250	1250	716	2,83			0,916
250.200.1500	1500	894	3,53			1,105
250.200.1750	1750	1072	4,23			1,294
250.200.2000	2000	1248	4,93			1,483
250.200.2250	2250	1420	5,63			1,672
250.200.2500	2500	1590	6,33			1,861
250.200.2750	2750	1761	7,03			2,05
250.200.3000	3000	1931	7,73			2,239
250.200.3250	3250	2100	8,43			2,428
250.200.3500	3500	2269	9,13			2,617
250.200.3750	3750	2456	9,83			2,806
250.200.4000	4000	2625	10,53			2,995
250.200.4250	4250	2796	11,23			3,184
250.200.4500	4500	2966	11,93			3,373
250.200.4750	4750	3135	12,63			3,562
250.200.5000	5000	3304	13,33			3,751
310.90.750	750	310	90	275	1,08	0,358
310.90.1000	1000			411	1,6	0,5
310.90.1250	1250			547	2,12	0,642
310.90.1500	1500			682	2,65	0,784
310.90.1750	1750			818	3,18	0,926
310.90.2000	2000			954	3,7	1,068
310.90.2250	2250			1085	4,22	1,21
310.90.2500	2500			1216	4,75	1,351
310.90.2750	2750			1348	5,28	1,493

Продолжение таблицы 1.2

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм			Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объем воды в конвекторах, л
	Длина L	Глубина B	Высота H			
310.90.3000	3000	310	90	1479	5,8	1,634
310.90.3250	3250			1610	6,32	1,776
310.90.3500	3500			1742	6,85	1,918
310.90.3750	3750			1873	7,38	2,06
310.90.4000	4000			2004	7,9	2,201
310.90.4250	4250			2135	8,42	2,343
310.90.4500	4500			2266	8,95	2,485
310.90.4750	4750			2398	9,48	2,627
310.90.5000	5000			2529	10	2,768
310.110.750	750	310	110	322	1,08	0,358
310.110.1000	1000			481	1,6	0,5
310.110.1250	1250			640	2,12	0,642
310.110.1500	1500			798	2,65	0,784
310.110.1750	1750			957	3,18	0,926
310.110.2000	2000			1116	3,7	1,068
310.110.2250	2250			1269	4,22	1,21
310.110.2500	2500			1423	4,75	1,351
310.110.2750	2750			1577	5,28	1,493
310.110.3000	3000			1730	5,8	1,634
310.110.3250	3250			1884	6,32	1,776
310.110.3500	3500			2038	6,85	1,918
310.110.3750	3750			2191	7,38	2,06
310.110.4000	4000			2345	7,9	2,201
310.110.4250	4250			2498	8,42	2,343
310.110.4500	4500			2651	8,95	2,485
310.110.4750	4750			2806	9,48	2,627
310.110.5000	5000	2959	10	2,768		
310.150.750	750	310	150	400	2,16	0,716
310.150.1000	1000			596	3,2	1
310.150.1250	1250			793	4,24	1,284
310.150.1500	1500			989	5,3	1,568
310.150.1750	1750			1186	6,36	1,852
310.150.2000	2000			1383	7,4	2,136
310.150.2250	2250			1573	8,44	2,42
310.150.2500	2500			1763	9,5	2,702
310.150.2750	2750			1955	10,56	2,986
310.150.3000	3000			2145	11,6	3,268
310.150.3250	3250			2335	12,64	3,552
310.150.3500	3500			2526	13,7	3,836
310.150.3750	3750			2716	14,76	4,12
310.150.4000	4000			2906	15,8	4,402

Продолжение таблицы 1.2

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм			Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в конвекторах, л		
	Длина L	Глубина B	Высота H					
310.150.4250	4250	310	150	3096	16,84	4,686		
310.150.4500	4500			3286	17,9	4,97		
310.150.4750	4750			3477	18,96	5,254		
310.150.5000	5000			3667	20	5,536		
310.200.750	750	310	200	448	2,16	0,716		
310.200.1000	1000			668	3,2	1		
310.200.1250	1250			888	4,24	1,284		
310.200.1500	1500			1108	5,3	1,568		
310.200.1750	1750			1328	6,36	1,852		
310.200.2000	2000			1549	7,4	2,136		
310.200.2250	2250			1762	8,44	2,42		
310.200.2500	2500			1975	9,5	2,702		
310.200.2750	2750			2190	10,56	2,986		
310.200.3000	3000			2829	11,6	3,268		
310.200.3250	3250			2615	12,64	3,552		
310.200.3500	3500			2829	13,7	3,836		
310.200.3750	3750			3042	14,76	4,12		
310.200.4000	4000			3255	15,8	4,402		
310.200.4250	4250			3468	16,84	4,686		
310.200.4500	4500			3680	17,9	4,97		
310.200.4750	4750			3894	18,96	5,254		
310.200.5000	5000			4107	20	5,536		
370.90.750	750			370	90	367	1,43	0,478
370.90.1000	1000					548	2,13	0,667
370.90.1250	1250	729	2,83			0,856		
370.90.1500	1500	910	3,53			1,045		
370.90.1750	1750	1091	4,23			1,234		
370.90.2000	2000	1272	4,93			1,423		
370.90.2250	2250	1447	5,63			1,612		
370.90.2500	2500	1622	6,33			1,801		
370.90.2750	2750	1797	7,03			1,99		
370.90.3000	3000	1972	7,73			2,179		
370.90.3250	3250	2147	8,43			2,368		
370.90.3500	3500	2322	9,13			2,557		
370.90.3750	3750	2497	9,83			2,746		
370.90.4000	4000	2672	10,53			2,935		
370.90.4250	4250	2847	11,23			3,124		
370.90.4500	4500	3022	11,93			3,313		
370.90.4750	4750	3197	12,63			3,502		
370.90.5000	5000	3372	13,33			3,691		

Продолжение таблицы 1.2

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм			Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в конвекторах, л
	Длина L	Глубина В	Высота Н			
370.110.750	750	370	110	418	1,43	0,478
370.110.1000	1000			625	2,13	0,667
370.110.1250	1250			831	2,83	0,856
370.110.1500	1500			1037	3,53	1,045
370.110.1750	1750			1244	4,23	1,234
370.110.2000	2000			1450	4,93	1,423
370.110.2250	2250			1650	5,63	1,612
370.110.2500	2500			1849	6,33	1,801
370.110.2750	2750			2049	7,03	1,99
370.110.3000	3000			2248	7,73	2,179
370.110.3250	3250			2448	8,43	2,368
370.110.3500	3500			2647	9,13	2,557
370.110.3750	3750			2847	9,83	2,746
370.110.4000	4000			3046	10,53	2,935
370.110.4250	4250			3246	11,23	3,124
370.110.4500	4500			3445	11,93	3,313
370.110.4750	4750			3645	12,63	3,502
370.110.5000	5000			3844	13,33	3,691
370.150.750	750	370	150	521	2,86	1,042
370.150.1000	1000			778	4,26	1,42
370.150.1250	1250			1035	5,66	1,798
370.150.1500	1500			1292	7,06	2,176
370.150.1750	1750			1549	8,46	2,554
370.150.2000	2000			1806	9,86	2,932
370.150.2250	2250			2055	11,26	3,31
370.150.2500	2500			2303	12,66	3,688
370.150.2750	2750			2552	14,06	4,066
370.150.3000	3000			2800	15,46	4,444
370.150.3250	3250			3049	16,86	4,822
370.150.3500	3500			3297	18,26	5,2
370.150.3750	3750			3546	19,66	5,578
370.150.4000	4000			3794	21,06	5,956
370.150.4250	4250			4043	22,46	6,334
370.150.4500	4500			4291	23,86	6,712
370.150.4750	4750			4540	25,26	7,09
370.150.5000	5000			4788	26,66	7,468
370.200.750	750	370	200	591	2,86	1,042
370.200.1000	1000			883	4,26	1,42
370.200.1250	1250			1175	5,66	1,798
370.200.1500	1500			1466	7,06	2,176
370.200.1750	1750			1758	8,46	2,554

Окончание таблицы 1.2

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм			Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в конвекторах, л
	Длина L	Глубина В	Высота Н			
370.200.2000	2000	370	200	2050	9,86	2,932
370.200.2250	2250			2332	11,26	3,31
370.200.2500	2500			2614	12,66	3,688
370.200.2750	2750			2897	14,06	4,066
370.200.3000	3000			3178	15,46	4,444
370.200.3250	3250			3461	16,86	4,822
370.200.3500	3500			3742	18,26	5,2
370.200.3750	3750			4256	19,66	5,578
370.200.4000	4000			4306	21,06	5,956
370.200.4250	4250			4589	22,46	6,334
370.200.4500	4500			4870	23,86	6,712
370.200.4750	4750			5153	25,26	7,09
370.200.5000	5000			5434	26,66	7,468

Примечание: масса представительных типоразмеров конвекторов «VARMANN Ntherm» приведена в табл. 1.2.1.

Таблица 1.2.1.

Типоразмер	Масса, кг
250.90.1000	8
250.110.1000	9,3
250.150.1000	10,8
250.200.1000	13,4

Типоразмер	Масса, кг
310.90.1000	9,6
310.110.1000	11
310.150.1000	12,7
310.200.1000	15,2

Типоразмер	Масса, кг
370.90.1000	11,9
370.110.1000	13,3
370.150.1000	15,4
370.200.1000	18

Таблица 1.3. Номенклатура и технические характеристики конвекторов «VARMANN Qtherm» при высоте 110 мм

Краткое обозначение конвектора	Размеры, мм		Номинальный тепловой поток $Q_{ну}$, Вт, при скорости вращения ротора вентилятора в процентах от максимальной				Площадь поверхности нагрева F , м ²	Объём воды в конвекторах, л
	Длина L	Глубина В	Своб. конв.	30%	50%	100%		
250.110.750	750	250	244	485	664	846	1,03	0,222
250.110.1250	1250		501	995	1363	1736	2,11	0,41
250.110.1750	1750		758	1521	2062	2626	3,19	0,598
250.110.2250	2250		1015	2047	2761	3516	4,27	0,786
250.110.2750	2750		1272	2573	3460	4406	5,35	0,974
250.110.3250	3250		1529	3099	4159	5296	6,43	1,162
310.110.750	750	310	340	638	851	1064	1,54	0,358
310.110.1250	1250		695	1303	1738	2172	3,16	0,642
310.110.1750	1750		1050	1968	2624	3280	4,78	0,926
310.110.2250	2250		1404	2633	3510	4388	6,4	1,21
310.110.2750	2750		1758	3298	4397	5496	8,01	1,493
310.110.3250	3250		2113	3962	5284	6604	9,62	1,776
370.110.750	750	370	408	769	1026	1314	2,06	0,478
370.110.1250	1250		836	1576	2102	2692	4,22	0,856
370.110.1750	1750		1264	2382	3178	4070	6,38	1,234
370.110.2250	2250		1692	3189	4254	5447	8,54	1,612
370.110.2750	2750		2120	3996	5329	6824	10,7	1,99
370.110.3250	3250		2548	4802	6404	8202	12,86	2,368

Примечания.

1. Характеристики конвекторов «Qtherm» высотой 75 мм в среднем на 5% ниже значений указанных в таблице. Номинальный тепловой поток в режиме свободной конвекции для конвекторов высотой 75 мм следует принимать равным 0.

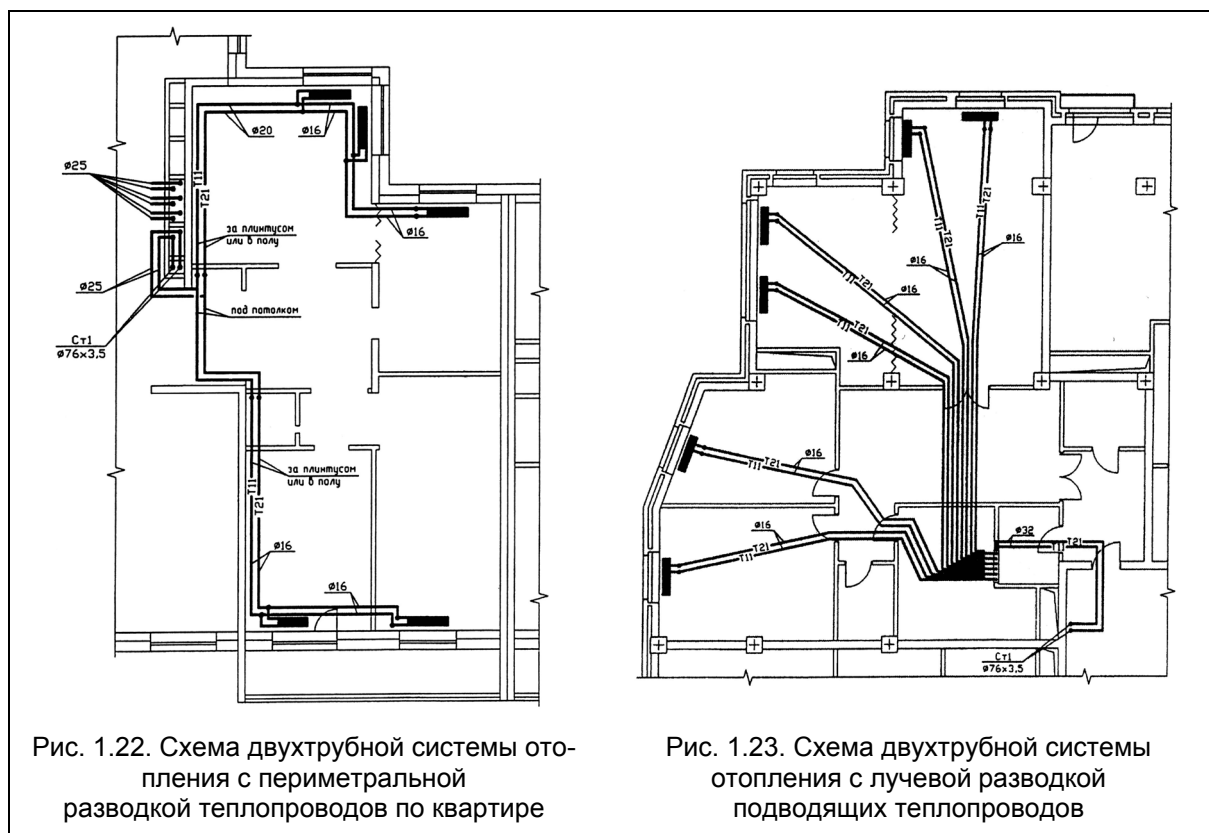
2. Масса представительных типоразмеров конвекторов «VARMANN Qtherm» равна:
 250.110.1250 - 13,6 кг;
 310.110.1250 - 15,9 кг;
 370.110.1250 - 18,3 кг.

1.12. Встроенные в пол конвекторы «VARMANN» 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 50 – 250 мм. При этом сводится к минимуму опасность запотевания или образования инея на внутренней поверхности стекла.

1.14. С учётом специфики размещения встраиваемых в пол конвекторов в качестве теплоносителя могут быть использованы низкозамерзающие жидкости. В отечественной практике хорошо себя зарекомендовали антифризы марок «Hot Stream - Тепло Вашего Дома», «Hot Stream-Тепло Вашего Дома-ЭкоПро», «DIXIS», «DIXIS TOP» и «Тёплый дом».

1.15. При выборе схемы подключения конвекторов можно ориентироваться на решения традиционной поквартирной горизонтальной разводки теплопроводов, используемой в жилых зданиях: периметральной (плинтусной) – рис. 1.22 и лучевой – рис. 1.23. С учётом опыта эксплуатации таких систем предпочтение отдаётся периметральной разводке.



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, введенные в ряде других регионов России, более жёстко требуют установку термостатов у отопительных приборов в жилых и некоторых общественных помещениях.

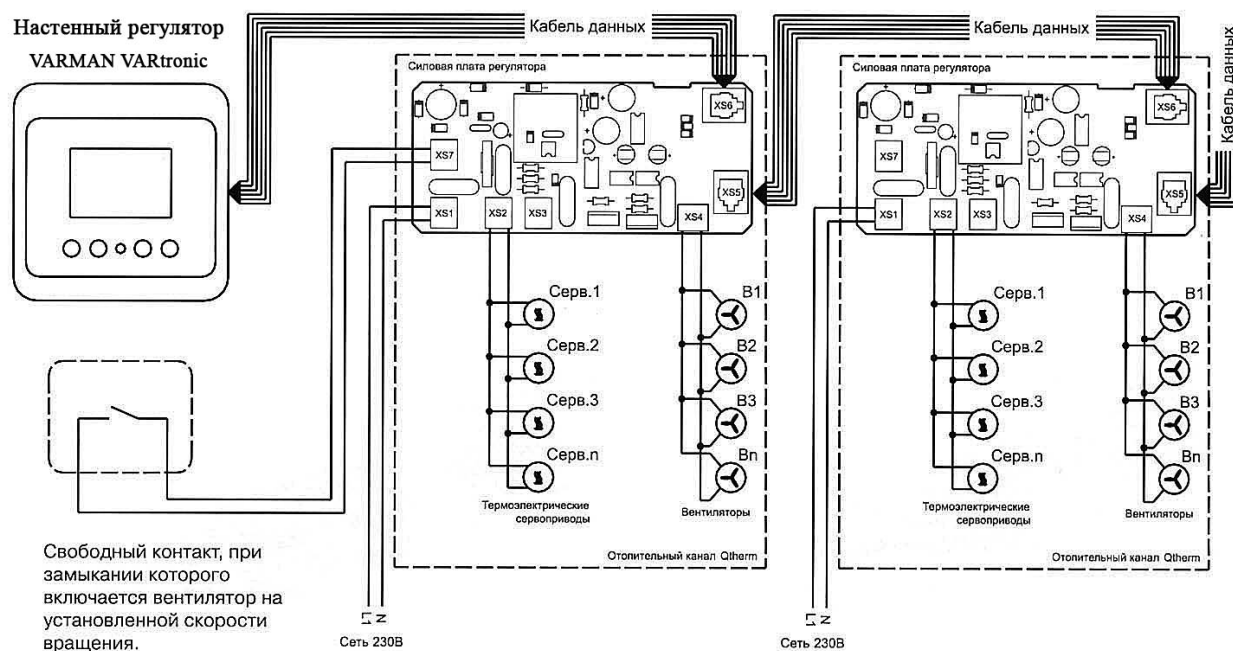
1.17. Для регулирования теплоотдачи конвекторов «VARMANN Qtherm» применяется система «VARtronic». Как указывалось ранее, входящий в базовую комплектацию микропроцессорный регулятор позволяет вручную плавно изменять скорость вращения ротора вентилятора. Для этого достаточно приподнять решётку конвектора и установить нужную скорость.

Настенные регуляторы (см. п. 1.8) позволяют регулировать тепловой поток конвектора в автоматическом режиме, изменяя скорость вращения ротора вентилятора.

Встроенный в настенный регулятор фотодатчик с функцией «ночной режим» позволяет отключать вентиляторы ночью с целью снижения уровня шума.

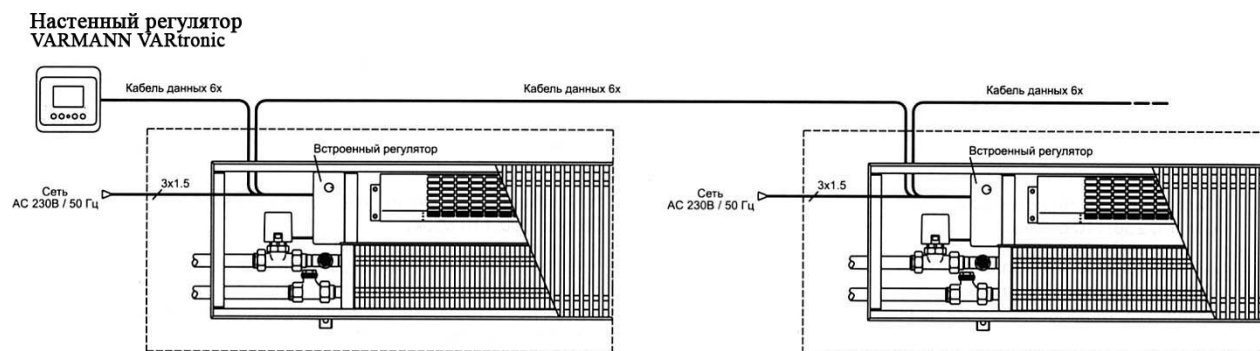
Регулирование теплоотдачи может также осуществляться путём изменения расхода теплоносителя термoeлектрическим сервоприводом (п. 1.8).

Принципиальная схема подключения конвекторов «VARMANN Qtherm» к настенному регулятору «VARtronic» показана на рис. 1.24, а схема подключения проводов - на рис. 1.25.



В качестве кабеля данных должен использоваться экранированный кабель UTP пятой категории. Настенный регулятор «VARMANN VARtronic» поставляется с коннекторами, которые обжимаются во время монтажа. Корпус отопительного канала «Qtherm» требуется заземлить.

Рис. 1.24. Принципиальная схема подключения конвекторов «VARMANN Qtherm» к настенному регулятору «VARtronic»



В указанное количество сетевых проводов включен провод заземления.

Рис. 1.25. Схема подключения проводов

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»

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

или по методу «удельных линейных потерь давления»

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

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, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$;

A - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$ (принимается по приложению 1);

$\zeta' = [(\lambda / d_{\text{вн}}) L + \Sigma \zeta]$ - приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

λ - коэффициент трения;

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

$\lambda / d_{\text{вн}}$ - 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;

M - массовый 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 $\zeta_{\text{ну}}$ и характеристик сопротивления $S_{\text{ну}}$ 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.

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 «VARMANN», в табл. 2.2 значения потерь давления в них при нормативном расходе воды через прибор $M_{\text{пр}} = 0,1$ кг/с (360 кг/ч) с температурой 65–105°C и условном диаметре присоединительных патрубков 15 мм.

**Таблица 2.1. Значения приведённых коэффициентов
местного сопротивления конвекторов $\zeta_{\text{нy}}$**

Длина корпуса кон- вектора, мм	N250.90 N250.110 Q250.75 Q250.110	N250.150 N250.200	N310.90 N310.110 Q310.75 Q310.110	N310.150 N310.200	N370.90 N370.110 Q370.75 Q370.110	N370.150 N370.200
750	8,5	10,9	14,3	9,4	17,4	8,1
1000	10,1	11,3	15,3	9,6	20,6	8,2
1250	11,7	11,7	16,3	9,8	23,8	8,3
1500	13,3	12,1	17,3	10	27	8,4
1750	14,9	12,6	18,3	10,2	30,2	8,5
2000	16,4	13	19,3	10,3	33,4	8,6
2250	18	13,4	20,3	10,5	36,6	8,7
2500	19,6	13,8	21,3	10,7	39,8	8,8
2750	21,2	14,2	22,3	10,9	43	8,9
3000	22,8	14,6	23,3	11,1	46,1	9,1
3250	24,4	15	24,3	11,3	49,3	9,2
3500	26	15,4	25,3	11,5	52,5	9,3
3750	27,6	15,8	26,3	11,7	55,7	9,4
4000	29,2	16,2	27,3	11,8	58,9	9,5
4250	30,8	16,7	28,3	12	62,1	9,6
4500	32,4	17,1	29,3	12,2	65,3	9,7
4750	34	17,5	30,3	12,4	68,5	9,8
5000	35,6	17,9	31,3	12,6	71,7	9,9

Таблица 2.2. Значения потерь давления в конвекторах ΔP , Па

Длина корпуса кон- вектора, мм	N250.90 N250.110 Q250.75 Q250.110	N250.150 N250.200	N310.90 N310.110 Q310.75 Q310.110	N310.150 N310.200	N370.90 N370.110 Q370.75 Q370.110	N370.150 N370.200
750	1151	1482	1936	1278	2370	1098
1000	1367	1538	2072	1303	2803	1112
1250	1584	1593	2208	1329	3236	1127
1500	1800	1649	2344	1354	3669	1141
1750	2017	1705	2480	1379	4102	1156
2000	2234	1760	2616	1405	4535	1171
2250	2450	1816	2752	1430	4968	1185
2500	2667	1872	2889	1456	5401	1200
2750	2883	1928	3025	1481	5835	1215
3000	3100	1983	3161	1506	6268	1229
3250	3316	2039	3297	1532	6701	1244
3500	3533	2095	3433	1567	7134	1259
3750	3749	2150	3569	1583	7567	1273
4000	3966	2206	3705	1608	8000	1288
4250	4183	2262	3842	1634	8433	1302
4500	4399	2318	3978	1659	8866	1317
4750	4616	2373	4114	1684	9299	1332
5000	4832	2429	4250	1710	9733	1346

2.5. При определении гидравлических характеристик медных труб конвекторов, устанавливаемых в системах отопления с температурой горячей воды в пределах 65–105°C, что соответствует отечественным системам отопления с наиболее характерными параметрами теплоносителя 105/70, 95/70, 90/70 и 80/60°C, при расходах теплоносителя через отопительный прибор $M_{пр}$, кг/с, отличных от нормируемого (0,1 кг/с), значения $\zeta_{ну}$ из табл. 2.1 следует умножить на поправочный коэффициент φ_3 , принимаемый по табл. 2.3.

Таблица 2.3. Поправочный коэффициент φ_3 для расчёта гидравлического сопротивления конвекторов при расходах теплоносителя $M_{пр}$ через их присоединительные патрубки, отличных от 0,1 кг/с (360 кг/ч)

$M_{пр}$		φ_3	$M_{пр}$		φ_3
кг/с	кг/ч		кг/с	кг/ч	
0,015	54	1,535	0,11	396	0,981
0,02	72	1,433	0,115	414	0,973
0,25	90	1,359	0,12	432	0,965
0,03	108	1,302	0,125	450	0,957
0,035	126	1,256	0,13	468	0,95
0,04	144	1,218	0,135	486	0,943
0,045	162	1,186	0,14	504	0,937
0,05	180	1,159	0,145	522	0,931
0,055	198	1,135	0,15	540	0,925
0,06	216	1,113	0,155	558	0,92
0,065	234	1,094	0,16	576	0,914
0,07	252	1,077	0,165	594	0,909
0,075	270	1,061	0,17	612	0,905
0,08	288	1,047	0,175	630	0,9
0,085	306	1,034	0,18	648	0,896
0,09	324	1,022	0,185	666	0,891
0,095	342	1,01	0,19	684	0,887
0,1	360	1,0	0,195	702	0,883
0,105	378	0,99	0,2	720	0,88

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

2.7. Конвекторы «VARMANN Ntherm», 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 «Данфосс» (рис. 2.2), типа «V-ехакт» 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, 2.2 и 2.3 показывают диапазоны предварительной монтажной настройки клапана регулятора в режиме 2К или 2°C (при условии пропорционального отклонения на 2К или на 2°C). Настройка на режим 2К означает, что термостат частично прикрыт и в случае превышения заданной температуры воздуха в отапливаемом помещении на 2К (2°C) он перекрывает движение воды в подводящем теплопроводе. Это общепринятое

в европейской практике условие настройки термостатов позволяет потребителю не только снижать температуру воздуха в помещении, но и по его желанию её повышать, 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°C) или на 1К (1°C), а иногда допускается настройка на 3К (3°C). Очевидно, при полностью открытом клапане гидравлическое сопротивление термостата будет меньше.

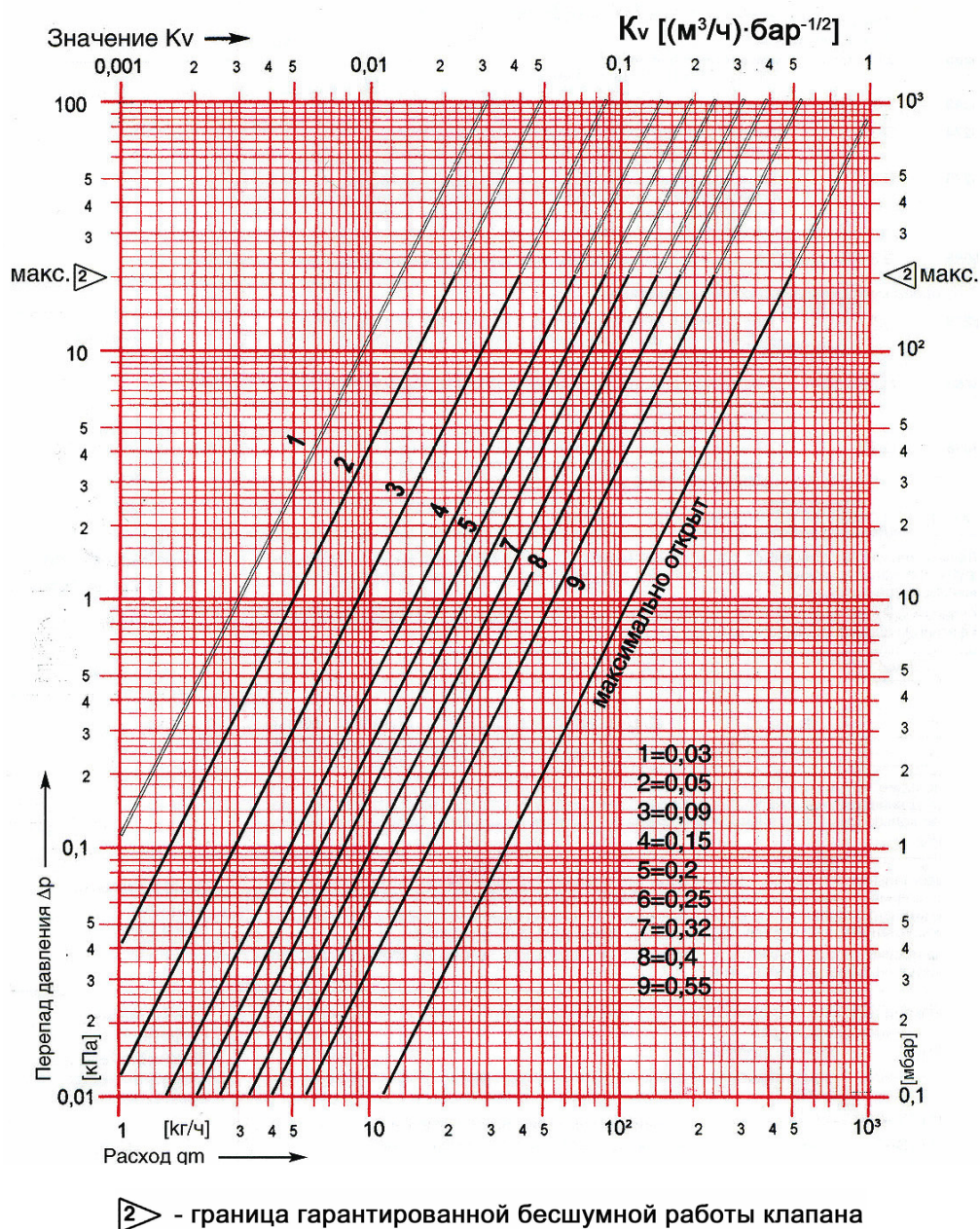


Рис. 2.1. Гидравлические характеристики термостатов «ГЕРЦ-TS-90-V» с присоединительными размерами 3/8" и 1/2" с предварительной монтажной настройкой в режиме 2К (2°C) и при полном открытии клапана

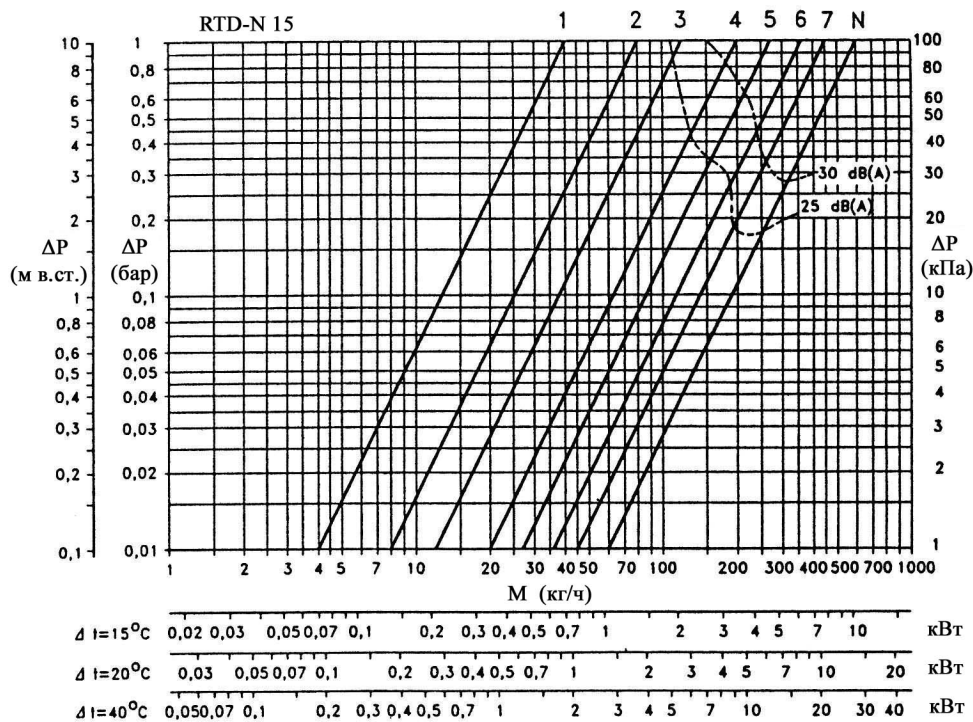


Рис. 2.2. Гидравлические характеристики термостатов «Данфосс»: RTD-N 15 при различных уровнях монтажной настройки клапана для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм

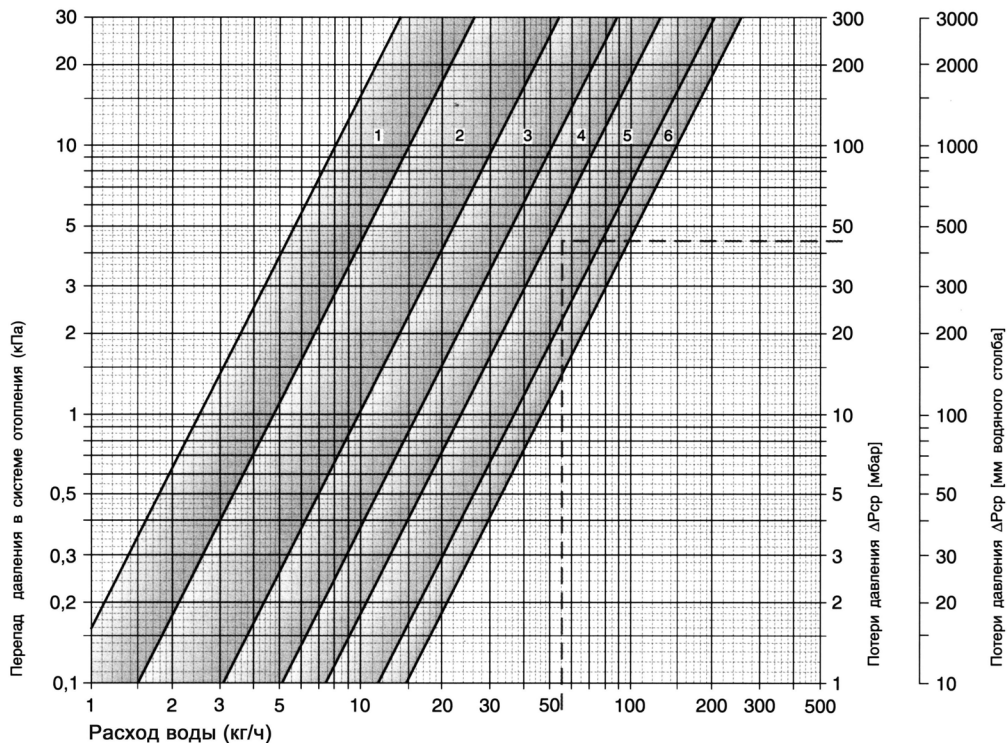


Рис. 2.3. Гидравлические характеристики термостатов «V-еxакт» завода «Heimeier» при различных уровнях предварительной настройки для двухтрубных систем отопления с подводками d_y 15 мм

Обращаем внимание, что, согласно данным ООО «Витатерм», монтажная регулировка термостатов для двухтрубных систем отопления с предварительной настройкой 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.

В связи с этим в двухтрубных системах отопления ООО «Витатерм» рекомендует на подающей подводке к отопительному прибору устанавливать простейший термостат без устройства для предварительной монтажной настройки, а на обратной подводке запорно-регулирующий клапан, позволяющий обеспечивать монтажную преднастройку.

Фирма «VARMANN» для реализации этой идеи предлагает использовать собственную запорно-регулирующую арматуру (рис. 2.4). Соответствующие гидравлические характеристики термостатов (проходного – тип 701301, углового – 701302 и осевого – тип 701303) приведены по данным завода-изготовителя на рис. 2.5, а запорно-регулирующих клапанов (прямого – тип 701311 и углового – тип 701312) – на рис. 2.6. Вся указанная арматура характеризуется диаметром условного прохода $d_y 15$ и оснащена накидной гайкой с внутренней резьбой $G \frac{3}{4}$. Размеры этих термостатов и клапанов приведены в каталоге [6] фирмы «VARMANN».

Отметим, что общий перепад давления на подводках к конвектору определяется как сумма перепадов давлений непосредственно в конвекторе (см. табл. 2.1), термостате (см. рис. 2.5) и в запорно-регулирующем клапане (см. рис. 2.6).

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 неперевышения допустимых шумовых характеристик в жилых помещениях рекомендуется подбирать термостаты и проверять их преднастройку таким образом, чтобы максимальный перепад давлений теплоносителя в отопительном приборе не превышал 0,02-0,025 МПа (2–2,5 м вод. ст.) при характерных для отечественной практики перепадах температур (обычно до 25°C) и при соответствующих расходах теплоносителя. Как правило, эта рекомендация выполняется, если мощность прибора 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.

2.8. 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 гид-

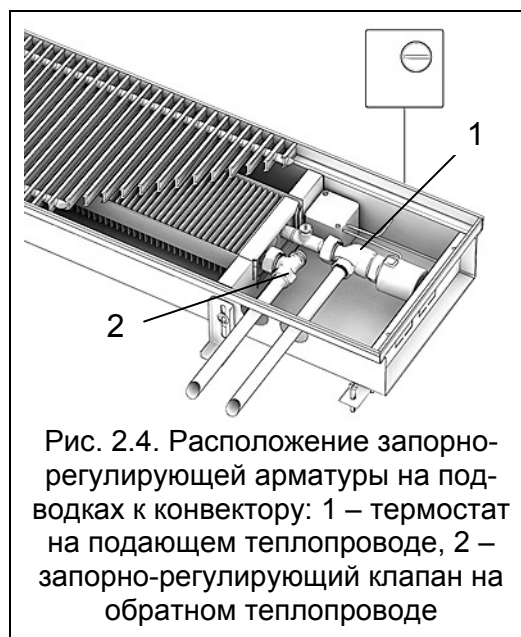
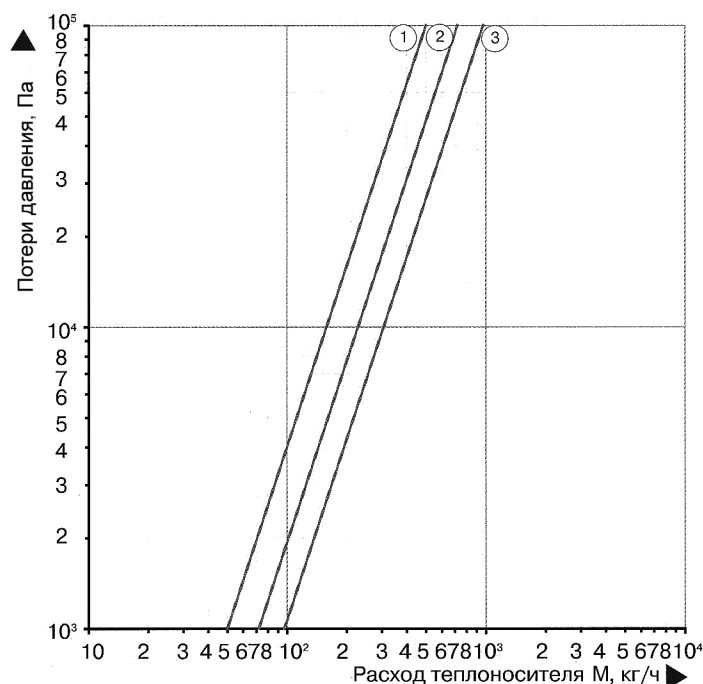


Рис. 2.4. Расположение запорно-регулирующей арматуры на подводках к конвектору: 1 – термостат на подающем теплопроводе, 2 – запорно-регулирующий клапан на обратном теплопроводе

равлического сопротивления, например, типа «HERZ-TS-E» со стандартной или специальной головкой фирмы «HERZ Armaturen» (ход штока в режиме 2K соответственно 0,44 и 0,7 мм), типа RTD-G15 фирмы «Данфосс», завода «Heimeier», типа AZ и M фирмы «Oventrop», типа H фирмы «Honeywell», а также термостаты фирмы «VARMANN».



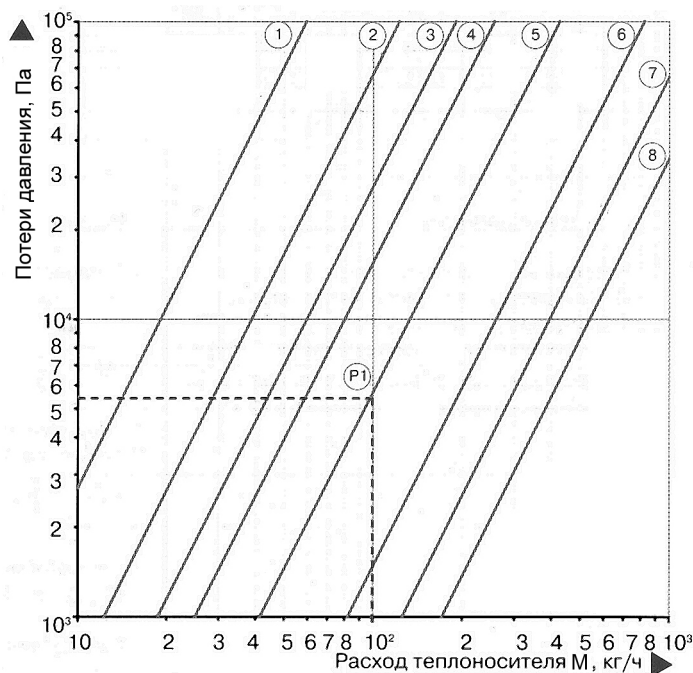
Характеристика термостата

№ линии	Пропорциональное отклонение
1	1K
2	2K
3	3K

№ линии	Значения k_v , $(\text{м}^3/\text{ч})(\text{бар})^{-1/2}$
1	0,5
2	0,95
3	1,25
$k_{vs} = 3,5 (\text{м}^3/\text{ч})(\text{бар})^{-1/2}$	

Гидравлические характеристики приведены по данным завода-изготовителя

Рис. 2.5. Гидравлические характеристики термостата «VARMANN» d_y 15 для двухтрубных систем отопления (без устройства для монтажной преднастройки)



Характеристика клапана

Значения преднастройки	Значения k_v , $(\text{м}^3/\text{ч})(\text{бар})^{-1/2}$	№ линии
0,25	0,060	1
0,5	0,126	2
0,75	0,190	3
1	0,250	4
1,5	0,420	5
2	0,819	6
3	1,236	7
4	1,700	8

Примечания.

1. Значения преднастройки определяются количеством оборотов шестигранника от положения «полностью закрыт».

2. Гидравлические характеристики приведены по данным завода-изготовителя.

Рис. 2.6. Гидравлические характеристики запорно-регулирующего клапана «VARMANN» d_y 15 с предварительной настройкой, устанавливаемого на обратной подводке.

Пример: при расходе теплоносителя через клапан $M=100$ кг/ч и значении преднастройки 1,5 перепад давления на клапане равный 5500 Па, определяется пересечением линии № 5 в точке P1

2.9. Гидравлические характеристики регулирующей арматуры в отечественной практике обычно представлены, как указывалось, коэффициентом местного сопротивления ζ и характеристикой сопротивления S или перепадом (потерями) давления ΔP на рассматриваемом участке при различных расходах теплоносителя M и различных уровнях предварительной монтажной и текущей настроечной регулировок. При нахождении гидравлических характеристик термостатов $\zeta = \zeta'$.

За рубежом (согласно EN 215) для характеристики термостатов используются расходные коэффициенты (пропускная способность) K_v и K_{vs} . Первый определяет расход теплоносителя M в $m^3/ч$ при определённом положении устройства предварительной монтажной настройки и подъёме шпинделя, соответствующем настроечному режиму (пропорциональному отклонению) на 0,5, 1, 2, 3 или 5 °С (обычно на 2 °С), второй - при максимальном подъёме шпинделя (при снятых термостатической головке и защитном колпачке) и максимальном открытии устройства для монтажной настройки при перепаде давления на клапане ΔP равном 1 бару (0,1 МПа). Эти расходные коэффициенты приведены в таблицах рис. 2.5 и 2.6.

Значение K_v (и K_{vs} при указанных выше условиях) вычисляют по формуле

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{\Delta P}} \quad (m^3/ч)(бар)^{-1/2}. \quad (2.3)$$

Следует отметить, что эту формулу используют весьма своеобразно, т.к. фактически вольно обращаются с размерностью: M в $m^3/ч$ (в некоторых изданиях в $t/ч$, тогда вместо K_v следует, как указывалось, принимать обозначение K_m) и ΔP в барах, причём в проспектах и каталогах чаще показывают K_v (или K_m) не по полной размерности, а лишь как расходную характеристику – $m^3/ч$ (или $t/ч$) – без учёта размерности перепада давления.

После преобразования формул (2.1), (2.2) и (2.3), имеем

$$K_v = \frac{M}{\sqrt{A \cdot \zeta \cdot M^2}}, \quad (m^3/ч)(бар)^{-1/2}, \quad (2.4)$$

затем, устраняя несоответствия в размерностях и принимая значения A по приложению 1, имеем

$$\zeta = \frac{c_1}{K_v^2} \quad (2.5)$$

или для полного открытия клапана

$$\zeta_{vs} = \frac{c_1}{K_{vs}^2}, \quad (2.6)$$

где c_1 – коэффициент, устраняющий несоответствие в размерностях использованных в формуле аргументов (с некоторой погрешностью из-за температурного фактора).

В первом приближении с допустимой для практических гидравлических расчётов погрешностью можно принять при d_v 15 мм $c_1 = 97,3$ при условии, что находимый при испытаниях расход теплоносителя определяется в $кг/с$, перепад давления ΔP при тех же испытаниях определяется в Па, а температура теплоносителя в среднем равна 50°С.

Очевидно, что из тех же формул можно получить

$$S = \frac{c_2}{K_v^2}, \quad Па/(кг/с)^2, \quad (2.7)$$

$$S_{vs} = \frac{c_2}{K_{vs}^2}, \quad Па/(кг/с)^2. \quad (2.8)$$

Значения c_1 и c_2 зависят также от температуры теплоносителя при испытаниях, причём $c_2=1,37 \cdot c_1$ при $d_y 15$, т.е. $c_2=133,3$. Очевидно, что размерность S соответствует указанной для уравнения (2.1).

Следует учесть, что принятый при определении K_v перепад давления на клапане в 1 бар не всегда практически выполним: максимальный перепад давления на клапане обычно не должен превышать 0,2-0,3 бар. Отметим, что рекомендуемый предел этого перепада для большинства конструкций термостатов составляет от 0,1 до 0,2 бар, иначе нарушается нормальная работа термостата, в частности эквивалентный уровень шума, как указывалось, может превышать 25 дБ(А). Поэтому, согласно EN 215, в качестве нормативного перепада принят $\Delta P=0,1$ бар (0,01 МПа), а номинальное значение расходных коэффициентов K_v или K_{vs} определяется расчётным способом по формуле (2.3), хотя при этом вносится погрешность из-за неквадратичности зависимости перепада давления от расхода теплоносителя, различной у разных термостатов.

Согласно российским нормативам, ориентированным на однотрубные системы отопления, расход теплоносителя через отопительный прибор $M_{пр}$ принят равным 0,1 кг/с (360 кг/ч) [7], [12]. Очевидно, что при монтаже термостата у отопительного прибора в однотрубной системе и необходимой при этом установке замыкающего участка доля теплоносителя, проходящего через прибор $M_{пр}$, существенно меньше 0,1 кг/с и определяется коэффициентом затекания $\alpha_{пр}$ согласно зависимости

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст}, \quad (2.9)$$

где $M_{ст}$ – массный расход теплоносителя по магистрали или стояку однотрубной системы отопления при одностороннем подключении узла отопительного прибора, кг/с.

Согласно данным ООО «Витатерм» значения коэффициента затекания при использовании термостатов относительно низкого гидравлического сопротивления ($\zeta=20-65$) находятся обычно в пределах 0,15-0,35, т.е. характерный расход через прибор в этих условиях должен составлять 50-120 кг/ч.

При использовании «Н-образных» клапанов с их помощью значения $\alpha_{пр}$ можно увеличить до 0,4 - 0,9, но рекомендуется ограничивать значением 0,5.

Подробные сведения о термостатах и запорно-регулирующей арматуре можно получить в представительствах соответствующих фирм, а также в ООО «Витатерм» (номера телефонов указаны на стр. 2 настоящих рекомендаций).

2.10. 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.

2.11. 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].

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

2.13. 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.

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

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

$$Q = Q_{н\text{у}} \cdot (\Theta/70)^{1+n} \cdot (M_{н\text{р}}/0,1)^m \cdot q \cdot b = Q_{н\text{у}} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b = K_{н\text{у}} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot q \cdot b, \quad (3.1)$$

где $Q_{н\text{у}}$ - номинальный тепловой поток конвектора при нормальных условиях, принимаемый по табл. 1.2 и 1.3, Вт;

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

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_n = t_n - \frac{\Delta t_{н\text{р}}}{2} - t_n. \quad (3.2.)$$

Здесь

t_n и t_k - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в конвекторе, °С;

t_n - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в помещении $t_{в}$, °С;

$\Delta t_{н\text{р}}$ - перепад температур теплоносителя между входом и выходом конвектора, °С;

70 - нормированный температурный напор, °С;

n и m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя принимаются в зависимости от высоты конвекторов по таб. 3.1;

$M_{н\text{р}}$ – 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. 3.2 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. 3.3);

$\varphi_2 = (M_{н\text{р}}/0,1)^m$ – 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. 3.4);

q - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока конвектора при отличии расчётной скорости

вращения ротора вентилятора от максимальной (принимается по табл. 3.5 только для конвекторов «Qtherm»);

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

$$K_{ny} = Q_{ny} / (F \cdot 70), \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}), \quad (3.3)$$

где F – площадь наружной поверхности теплообмена конвектора, м^2 (принимается по табл. 1.2 и 1.3).

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

$$K = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot (M_{np}/0,1)^m \cdot q \cdot b = K_{ny} \cdot (\Theta/70)^n \cdot \varphi_2 \cdot q \cdot b. \quad (3.4)$$

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 и перекрытий. 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.

Таблица 3.1. Усреднённые значения показателей степени n и m

Тип конвектора	Высота конвектора, мм	Режим работы конвектора	n	m
«Ntherm»	90 110	Свободная конвекция	0,4	0,05
	150 и 200		0,43	0,05
«Qtherm»	75	Свободная конвекция	-	-
	110		0,47	0,05
	75 и 110	Вынужденная конвекция	0,08	0,1

Примечание: значения n и m конвекторов «Qtherm» при различных скоростях вращения ротора вентилятора изменяются незначительно, поэтому с допустимой для практических расчётов погрешностью их можно принять одинаковыми в диапазоне изменения скорости 30-100% от максимального значения.

Таблица 3.2. Значения поправочного коэффициента b (для конвекторов всех моделей)

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		0,947	0,954	0,961	0,968	0,975	0,983	0,992	1	1,015

Таблица 3.3. Значения поправочного коэффициента φ_1

Θ , °C	Значения φ_1 для конвекторов			
	«Ntherm» высотой 90 и 110 мм	«Ntherm» высотой 150 и 200 мм	«Qtherm» высо- той 110 мм в ре- жиме свободной конвекции	«Qtherm» высотой 75 и 110 мм в ре- жиме вынужден- ной конвекции
44	0,522	0,515	0,505	0,666
46	0,556	0,549	0,539	0,635
48	0,59	0,583	0,574	0,665
50	0,624	0,618	0,61	0,695
52	0,66	0,654	0,646	0,725
54	0,695	0,69	0,683	0,756
56	0,732	0,727	0,72	0,786
58	0,769	0,764	0,758	0,816
60	0,806	0,802	0,797	0,847
62	0,844	0,841	0,837	0,877
64	0,882	0,88	0,876	0,908
66	0,921	0,919	0,917	0,938
68	0,96	0,959	0,958	0,969
70	1	1	1	1
72	1,04	1,041	1,042	1,031
74	1,081	1,083	1,085	1,062
76	1,122	1,125	1,128	1,093
78	1,164	1,167	1,172	1,124
80	1,206	1,21	1,217	1,155
82	1,248	1,254	1,262	1,186
84	1,291	1,298	1,307	1,218
86	1,334	1,342	1,353	1,249
88	1,378	1,387	1,4	1,28
90	1,422	1,432	1,447	1,312

Таблица 3.4. Значения поправочного коэффициента φ_2

$M_{пр}$		Значения φ_2 для конвекторов		$M_{пр}$		Значения φ_2 для конвекторов	
		«Ntherm» и «Qtherm» в режиме свободной конвекции	«Qtherm» в режиме вынужден- ной кон- векции			«Ntherm» и «Qtherm» в режиме свободной конвекции	«Qtherm» в режиме вынужден- ной кон- векции
кг/с	кг/ч			кг/с	кг/ч		
0,015	54	0,91	0,827	0,08	288	0,989	0,978
0,02	72	0,923	0,851	0,09	324	0,995	0,99
0,03	108	0,942	0,887	0,1	360	1	1
0,04	144	0,955	0,912	0,125	450	1,011	1,023
0,05	180	0,966	0,933	0,15	540	1,02	1,041
0,06	216	0,975	0,95	0,175	630	1,028	1,058
0,07	252	0,982	0,965	0,2	720	1,035	1,072

Таблица 3.5. Значения поправочного коэффициента q для конвекторов «Qtherm»

Скорость вращения ротора вентилятора в % от максимальной	q	Скорость вращения ротора вентилятора в % от максимальной	q	Скорость вращения ротора вентилятора в % от максимальной	q
30	0,6	55	0,82	80	0,94
35	0,65	60	0,85	85	0,96
40	0,7	65	0,88	90	0,98
45	0,75	70	0,9	95	0,99
50	0,79	75	0,92	100	1

Примечание: настройка на необходимый «процент скорости вращения ротора» по отношению к максимальной скорости вращения осуществляется согласно цифровым указаниям в % на пульте установки скорости вращения ротора конвектора.

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.

Необходимо отметить, что если подбирать конвектор «VARMANN Qtherm» нестандартной длины, то часть нагревательного элемента, которая не обдувается воздухом от вентилятора, работает фактически в режиме свободной конвекции. В этом случае тепловой поток от части теплообменника, не перекрытой вентилятором, принимается равным теплоотдаче при выключенном вентиляторе.

3.6. При подборе следует учитывать, что в случае использования воздуховыпускной решётки с поперечными алюминиевыми планками (перьями) тепловой поток конвекторов «VARMANN Ntherm», уменьшается из-за некоторого перегрева поступающего к нагревательному элементу воздуха.

Усреднённые значения поправочного коэффициента, учитывающего влияние конструкции воздуховыпускной решётки конвекторов «VARMANN Ntherm» на их номинальный тепловой поток $Q_{ну}$ (см. табл. 1.2), приведены в табл. 3.6.

Для конвекторов «VARMANN Qtherm» влияние конструкции решётки на тепловой поток учитывается только при работе в режиме свободной конвекции (см. табл. 1.3). При включённых вентиляторах поправку согласно табл. 3.6 можно не учитывать.

**Таблица 3.6. Поправочный коэффициент к значению $Q_{н\text{у}}$ (табл. 1.2)
(для конвекторов «VARMANN Ntherm»)**

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

3.7. При выполнении конвектора по дуге (например, для установки в эркерах) тепловые характеристики снижаются в среднем на 10% из-за веерности оребрения и, как следствие, неравномерного распределения потока воздуха по глубине конвектора.

3.8. Дальность вертикальной струи над встроенным в пол конвектором достигает обычно 2 – 2,5 м при работе в режиме свободной конвекции.

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

3.9. 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 «VARMANN»

4.1. Монтаж конвекторов «VARMANN» 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, упакованными в сборе (с решёткой) в термоусадочную плёнку.

4.3. Монтаж конвекторов «VARMANN» рекомендуется вести в следующем порядке (на рис. 4.1 - 4.8 условно показаны конвекторы «VARMANN Ntherm» за исключением рис. 4.6):

- снять упаковку с конвектора;
- разместить конвектор в помещении в соответствии с требованиями проекта системы отопления; рекомендуемое расстояние от остекления до края конвектора должно находиться в пределах 50...250 мм (рис. 4.1); гардины не должны находиться над конвектором;

- установить кронштейны (ножки) для фиксации конвектора;
- снять декоративную решётку;
- регулировочными винтами по уровнемеру установить корпус конвектора в горизонтальной плоскости; его верх должен располагаться на уровне нулевой отметки чистого пола (рис. 4.2);

- закрепить винтами ножки для фиксации конвектора в полу и убедиться, что конвектор закреплён жёстко (рис. 4.3);

- снять заглушки с корпуса конвектора со стороны подвода теплопроводов;

- установить корпус терморегулирующего клапана (3) на подающую линию и запорный или запорно-регулирующий клапан (4) на обратную линию; подключить подающий (1) и обратный (2) теплопроводы (рис. 4.4);

- провести гидравлические испытания системы;

- оснастить корпус терморегулирующего клапана одним из трёх возможных вариантов приводов: ручным (поз. 5 на рис. 4.5 А), термостатическим элементом с дистанционным

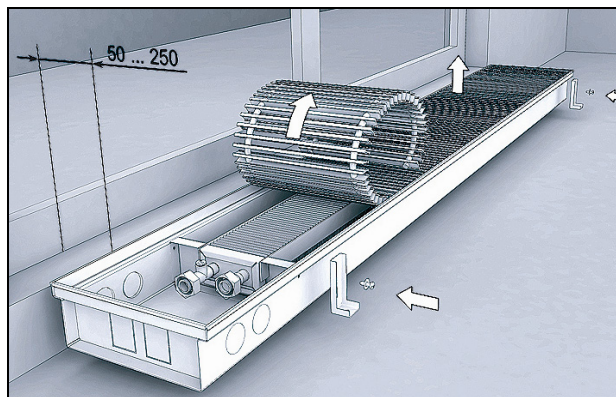


Рис. 4.1. Установка конвектора «VARMANN Ntherm»

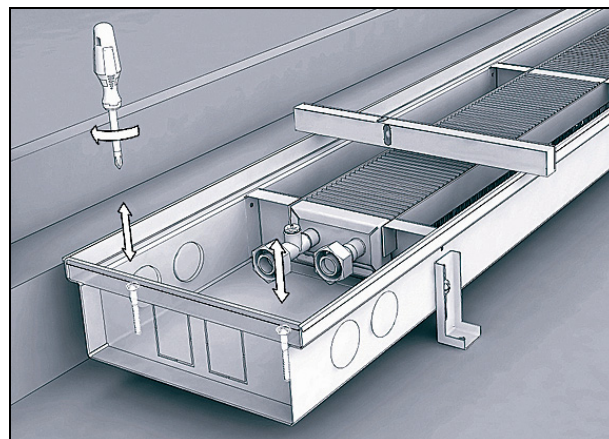


Рис. 4.2. Нивелировка (юстировка) конвектора

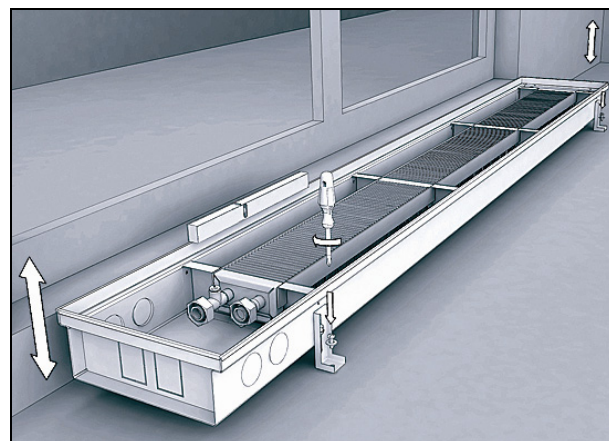


Рис. 4.3. Фиксация (закрепление) конвектора

управлением (поз. 6 на рис. 4.5 В) или термоэлектрическим сервоприводом (поз 7 и 8 на рис. 4.5 С) согласно принятой при проектировании схеме регулирования теплового потока конвектора. Схема В применяется только для конвекторов «VAR-MANN Ntherm»;

- при монтаже конвекторов «Qtherm» подвести силовой провод и коммуникационный кабель, а затем подключить их согласно инструкции по электрическим подключениям (рис. 4.6).

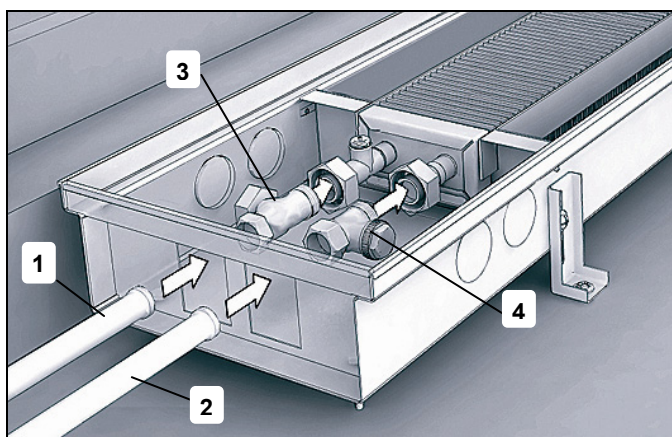


Рис. 4.4. Монтаж клапанов и подвода теплопроводов:

- 1 – подающий теплопровод,
- 2 – обратный теплопровод,
- 3 – терморегулирующий клапан,
- 4 – запорно-регулирующий клапан

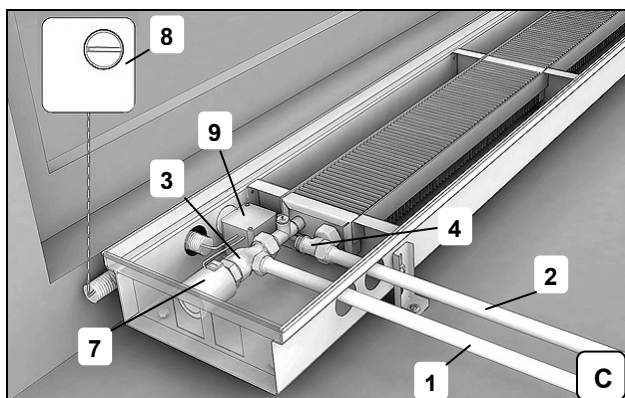
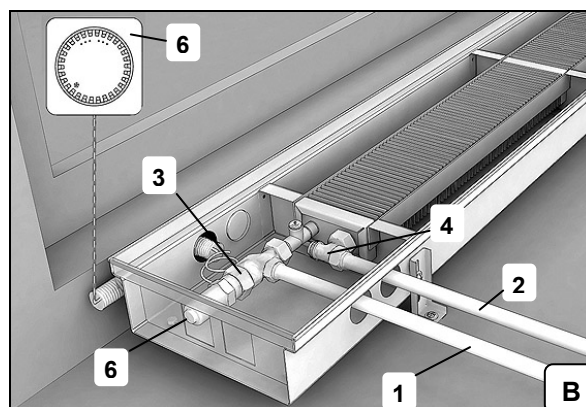
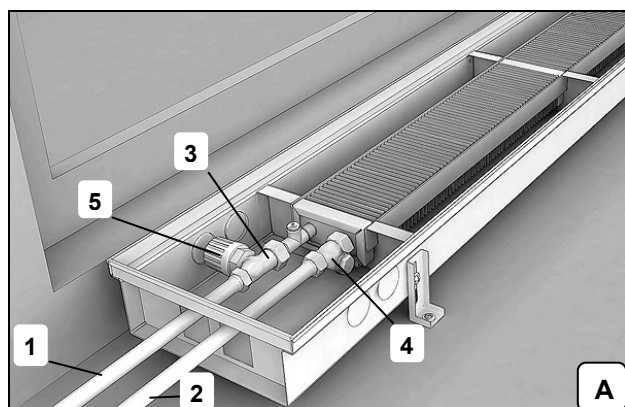


Рис. 4.5. Монтаж приводов при различных схемах регулирования:

- 1 – подающий теплопровод, 2 – обратный теплопровод, 3 – терморегулирующий клапан, 4 – запорно-регулирующий клапан, 5 – термостатический элемент термостата, 6 – термостатический элемент с выносным датчиком дистанционного управления, 7 – термоэлектрический сервопривод, 8 – выносной датчик термостата, 9 – клеммная коробка

Перед заливкой пола бетоном, следует:

- проверить правильность установки конвектора на уровне пола, надёжность фиксации конвектора, правильность подключения теплопроводов и клапанов, а также работоспособность системы регулирования;

- закрыть и уплотнить все отверстия в корпусе (во избежание попадания жидкого бетона внутрь);

- выполнить тепловую изоляцию теплопроводов;

- накрыть конвектор защитной крышкой (в комплект не входит) - рис. 4.7.

После заливки пола бетоном (рис. 4.7), затвердевания раствора, укладки покрытия пола и окончания отделочных работ снять защитную крышку и уложить декоративную решётку (рис. 4.8).

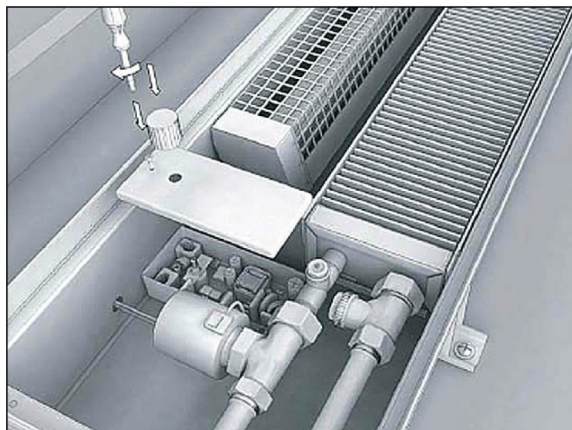


Рис. 4.6. Размещение узла электрического управления в коробе конвектора «Qtherm»

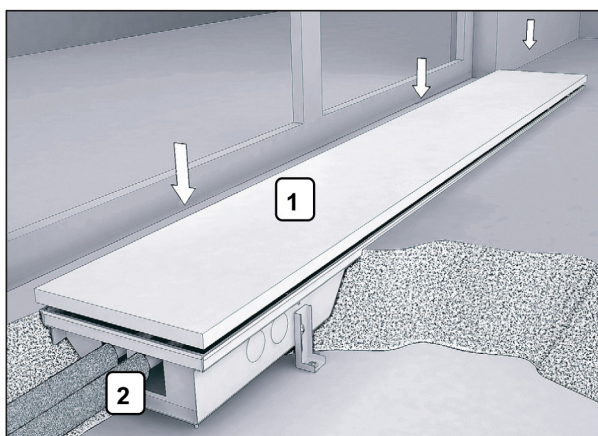


Рис. 4.7. Заливка бетонного пола:
1 – защитная крышка, 2 – тепловая изоляция

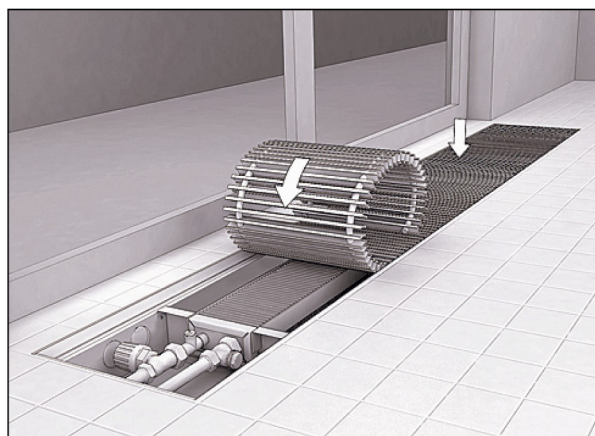


Рис. 4.8. Установка декоративной решётки

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. Монтаж конвекторов «Ntherm» длиной свыше 3000 мм, состоящих из составных коробов, осуществляется согласно специальной «Инструкции», разработанной ООО «Варманн» (реквизиты указаны в п. 1.1).

4.6. Конвекторы «VARMANN» 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 «Варманн».

4.8. При монтаже систем отопления с конвекторами следует учитывать особенности соединения труб из различных материалов и учитывать их, в частности, согласно рекомендациям [19], [20].

4.9. В системах отопления с конвекторами «VARMANN» рекомендуется теплопроводы выполнять из медных труб или из металлополимерных труб или полимерных труб с защитным противодиффузионным слоем. В случае применения полимерных труб рекомендуется использовать пресс-фитинги и руководствоваться специальной технической литературой [14], [19], а при применении медных труб рекомендуется учитывать требования стандарта АВОК СТО НП «АВОК» 6.3.1-2007 [21].

5. Основные требования к эксплуатации конвекторов «VARMANN»

5.1. При первичном заполнении системы отопления водой с конвекторов «VARMANN Ntherm» должны быть сняты термостатические головки, чтобы обеспечить максимальное открытие клапана термостата и тем самым удаление воздуха из конвектора.

5.2. При запуске системы отопления при плохом прогреве конвектора из-за его завоздушивания следует удалить воздух из конвектора. Удаление воздуха из конвектора должно 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 корпуса. 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 «VARMANN» следует эксплуатировать в системах отопления с теплоносителем, отвечающим требованиям [5]. Во избежание коррозии медных труб рекомендуется поддерживать следующие характеристики теплоносителя (горячей воды): значение pH=7,5-9,0, соотношение $\text{HCO}_3/\text{SO}_4 > 1$, содержание хлорида $< 50 \text{ мг/дм}^3$, содержание твёрдых веществ $< 7 \text{ мг/дм}^3$.

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 1,5 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. Рекомендуется для этой цели использовать также эпоксидные эмали или эмали на основе растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров.

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

Из используемых в России марок антифриза, как указывалось, заслуживают внимания незамерзающие теплоносители «Hot Stream - Тепло Вашего Дома», «Тёплый дом» и «DIXIS-30» с наиболее оптимальным для отечественных условий эксплуатации соотношением гликоля и воды. Заслуживают внимания также антифризы «Hot Stream-Тепло Вашего Дома-ЭкоПро» и «DIXIS TOP» на пропиленгликолевой основе.

5.12. Если фирма, выпускающая термостаты, разрешает их применять в системах, заполненных низкотемпературным 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. Использовать отопительные приборы и теплопроводы систем отопления в качестве токоведущих и заземляющих устройств **не допускается**.

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 конвекторов «VARMANN *Ntherm*», встраиваемых в конструкцию пола, производства ООО «Варманн» (г. Москва) / 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. Конвекторы, встраиваемые в пол. Технические данные и цены 2009. Каталог фирмы «VARMANN», 2009.
7. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде/ Г.А.Бершидский, В.И.Сасин, В.А.Сотченко.- М.: НИИСантехники, 1984.
8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
9. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению. М., 1999.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление / Под редакцией И.Г.Староверова.- М.: Стройиздат, 1990.
11. Сканава 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. 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.
20. ВСН 69-97. Ведомственные строительные нормы. Инструкция по проектированию и монтажу систем отопления зданий из металлополимерных труб. М., 1998.
21. 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.

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, 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

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

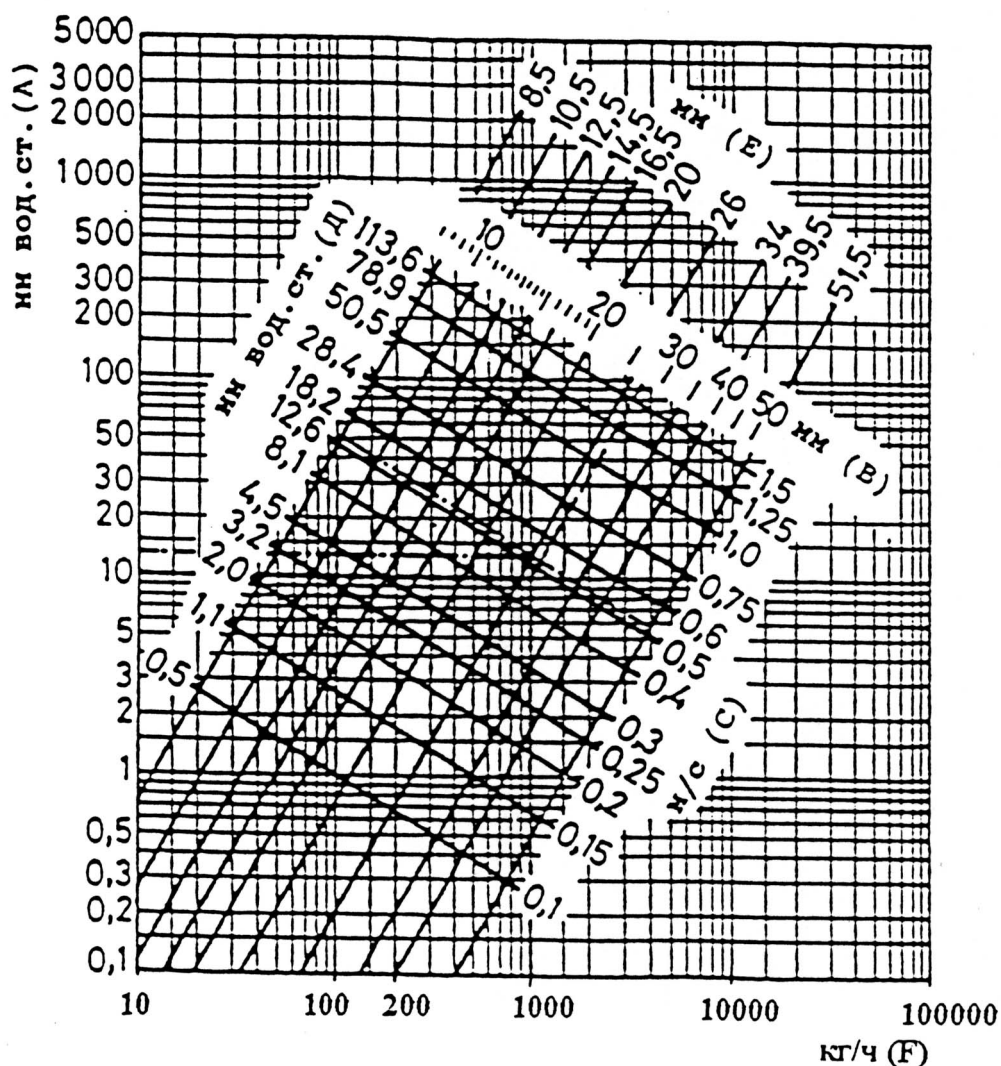
где $\varphi_{4(50)}$ - поправочный коэффициент при средней температуре теплоносителя 50°C;

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

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 , °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_n , 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 многорядных горизонтальных 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_n большем или равном 2,

принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных. Тепловой поток многорядных по высоте подводок и магистралей, оси которых расположены в одной вертикальной плоскости, при $S/d_n \leq 2$ рекомендуется увеличивать в среднем в 1,2.

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

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