



Многообразие
тепла

Содержание

3	Программа выпуска отопительных приборов
3	Эстетика — требование сегодняшнего дня
4	Знак качества RAL
5	Панельные радиаторы
5	Конвекторы, теплые стены
6	Трубчатые радиаторы и «дизайн-радиаторы»
6	Санитарно-гигиенические требования. Радиаторы «Plan-Hygiene» и «X-Therm»
7	Выбор отопительного прибора в зависимости от архитектурно-строительной ситуации Покрытие радиаторов — возможное применение и ограничения Тепловой комфорт и выбор отопительного прибора
8	Выбор параметров теплоносителя
8	Стандарт EN 442. Тепловая мощность отопительных приборов
9	Тепловой расчет
10	Гидравлический расчет отопительных приборов
12	Закрытая система отопления
13	Требования к теплоносителю — воде
14	Определение рабочего давления отопительного прибора
15	Тепловая инерционность отопительных приборов
15	Автоматическое регулирование в системах отопления
16	Регуляторы для систем отопления
16	Термостатические регуляторы
17	Гидравлическая увязка систем отопления
19	Общие рекомендации по монтажу отопительных приборов
20	Оформление заказа и варианты исполнения отопительных приборов
22	Зависимость тепловой мощности отопительного прибора от расхода теплоносителя
24	Таблицы тепловой мощности отопительных приборов
24	Корректировочные коэффициенты для расчета мощности радиаторов
31	

Программа выпуска отопительных приборов

Отопительные приборы предназначены для передачи тепла в помещение и создания тем самым благоприятного микроклимата, не зависящего от внешних погодных условий.

В настоящее время имеется множество отопительных приборов различных конструкций, форм, размеров, цветов, позволяющих сделать выбор для решения любой задачи и на любой вкус: секционные алюминиевые, стальные, чугунные радиаторы; конвекторы, состоящие из теплообменника с кожухом; стальные панельные радиаторы; конвекторы и «теплые стены» из стального прямоугольного профиля; дизайн-радиаторы для ванных, жилых комнат и прихожих и другие.

Выбор отопительного прибора связан не только с его внешним видом и стоимостью. Конкретные условия применения отопительных приборов разнообразны в той же степени, что и архитектура зданий и проектные решения систем отопления. На их выбор и размещение могут накладываться различные ограничения, как строительно-планировочные, например геометрические размеры ниш, так и параметры теплоносителя, свойства материала отопительного прибора, а также требования соответствия внутреннему убранству и отделке помещений.

Программа выпуска отопительных приборов «Kermi» включает в себя:

- панельные радиаторы «Profil», «Profil-ventil»;
- панельные радиаторы с гладким фронтом «Plan», «Plan-ventil»;
- панельные радиаторы для особых санитарно-гигиенических требований «Plan-Hygiene»;
- панельные радиаторы с возможностью откидывания от стены для облегчения очистки «X-Therm»;
- трубчатые радиаторы «Decor-S», «Decor-V», «Decor-DIN»;
- трубчатые дизайн-радиаторы для жилых, ванных комнат, прихожих «Credo-Techno», «Credo-Duo», «Visto», «Credo-Swing», «Credo-Light», «Credo», «Centro», «Kermi Vigo», «Credo-Twist», «Credo-Uno», «Basic»;
- конвекторы, в том числе со встроенным термостатическим вентилем и/или отражающим экраном;
- вертикальные и горизонтальные «теплые стены».

Надеемся, настоящее издание поможет Вам найти оптимальное решение каждой стоящей перед Вами задачи по выбору, расчету, эксплуатации отопительных приборов и послужит хорошим дополнением имеющейся у Вас технической информации.

Эстетика — требование сегодняшнего дня

Ценность любого окружающего нас предмета складывается из его функциональности — соответствия назначению, эргономичности — удобства пользования и дизайна — соответствия внешнего вида вкусам и ожиданиям потребителя. Если первые два фактора достаточно легко поддаются оценке, причем для большинства современных отопительных приборов это близкие показатели, то на первый план выходит дизайн, и выбор определяется соотношением возможностей и запросов клиента с учетом возможных ограничений. Для отопительных приборов как элемента инженерного оборудования зданий внешний вид важен уже потому, что они почти во всех случаях постоянно находятся на виду. Желание спря-

тать, замаскировать отопительный прибор, как правило, приводит к снижению его мощности по сравнению с открытой установкой. Кроме того, в настоящее время все более возрастает значение оригинальных решений для каждой ситуации, подчеркивающих индивидуальность домовладельца.

Выбор отопительного прибора определяется, таким образом, архитектурно-строительными решениями здания, требованиями к рабочим характеристикам отопительных приборов, уровнем их стоимости, указаниями заказчика, архитектора или дизайнера по решению интерьеров.

Знак качества RAL

В настоящий момент в России предлагается более 10 марок панельных радиаторов, внешне почти неотличимых друг от друга.

В сопроводительных материалах и рекламных проспектах большинства из них имеется ссылка на стандарт EN 442. Этот стандарт содержит минимальные требования к отопительным приборам и описывает методы измерения тепловой мощности, но не контролирует полностью качество их изготовления.

Немецкий институт обеспечения качества (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.) занимается в том числе разработкой критериев оценки качества товаров и услуг.

Знак качества RAL может быть присвоен товару или услуге, в полной мере отвечающим установленным критериям общего качества.

Такие критерии разрабатываются для отдельных товаров и услуг или их групп, при этом принимаются во внимание стандарты, действующие в различных областях. При разработке критериев качества для стальных отопительных приборов полностью или частично учтены положения следующих стандартов: EN 442-1, 442-2, 442-3, EN 10131, EN 10204, EN ISO 2409, EN ISO 9002, ISO 2768-1, DIN 55900-1, 55900-2.

Знак качества стальных отопительных приборов RAL означает:

- материал (стальной лист, трубы и т.д.) полностью соответствует требованиям стандарта EN 442-1, его качество подтверждается свидетельством изготовителя или собственной испытательной лабораторией, постоянно контролируется, организация складского хранения исключает его механические повреждения или коррозию, что означает безопасность изделия, надежность и длительный срок службы;
- применяемые сварочные линии полностью исправны, обслуживаются и проверяются надлежащим образом;
- процесс сварки полностью соответствует технологии изготовления отопительных приборов с соблюдением всех конструктивных требований, таких, как длины швов, количество точек сварки и т.п.;
- окраска выполняется в соответствии с DIN 55900-1, 2 и гарантирует оптимальную защиту и привлекательный внешний вид на много лет;
- все стадии производственного процесса контролируются и полностью документируются изготовителем как доказательство качества продукции, используемые измерительные приборы и испытательные стенды ежегодно проходят метрологические поверки;

- каждый отопительный прибор подвергается испытанию избыточным давлением, превышающим заявленное изготовителем рабочее в 1,3 раза, что соответствует действующим в Германии предписаниям (DIN 18380, ч. С);
- не реже одного раза в год независимая лаборатория осуществляет обширную проверку соблюдения правил и предписаний производственного процесса, ведения документации без предварительного уведомления изготовителя, что исключает какие-либо манипуляции;
- точность определения тепловой мощности отопительных приборов в соответствии с EN 442 регулярно контролируется независимой лабораторией, позволяет осуществить оптимальный выбор отопительного прибора;
- за обнаруженные нарушения и отступления от предписаний в зависимости от их значимости изготовитель может быть лишен знака качества RAL, тем самым потребители надежно защищены от недоброкачественной продукции;
- отмеченные знаком качества RAL отопительные приборы обеспечивают выполнение всех заявленных характеристик и гарантируют максимальные удобство и безопасность для архитекторов, проектировщиков, монтажников и домовладельцев.

Знаком качества RAL отмечены следующие отопительные приборы «Kermi»: радиаторы «Profil», «Plan», «X-Therm», «Decor», дизайн-радиаторы, конвекторы.

Панельные радиаторы

Появление в 1960-х годах панельных радиаторов конструкции, близкой к современной, стало важным событием в развитии отопительной техники, значение которого подчеркивает то обстоятельство, что большинство вновь устанавливаемых в Европе радиаторов относится к этому типу.

В настоящее время панельные радиаторы занимают около 80 % рынка отопительных приборов Германии, при этом доля вентильных радиаторов увеличивается особенно быстро, достигнув примерно половины от общего количества панельных радиаторов. При всем существующем многообразии отопительных приборов именно панельные радиаторы получили наибольшее распространение благодаря отличному соотношению цена/тепловая мощность, привлекательному внешнему виду, универсальности применения, совместимости со всеми материалами, применяемыми для монтажа систем отопления.

Конвекторы, «теплые стены»

Конвекторы и «теплые стены» «Kermi» состоят из стальных замкнутых прямоугольных профилей, по которым движется теплоноситель, и ламелей для усиления конвективного теплообмена.

Профили конвекторов расположены горизонтально в 1 — 4 ряда по вертикали и в 1 — 5 рядов в глубину прибора. Применение конвекторов может быть обусловлено архитектурно-строительной ситуацией, когда пространство по высоте для размещения отопительных приборов ограничено либо только приборы минимально возможной высоты могут быть увязаны с решениями интерьера помещений, например, для большой площади остекления панорамных окон или зимнего сада.

Теплые стены могут быть вертикальными или горизонтальными с соответствующей ориентацией профилей, расположенных в 1 — 2 ряда по глубине приборов. Интерьеры с преобладанием горизонтальных или вертикальных линий в строительных конструкциях, элементах декора и предметах обстановки требуют того же и в отопительных приборах. К примеру, холлы, вестибюли, лестничные клетки могут прекрасно дополняться вертикальными «теплыми стенами».

Трубчатые радиаторы и дизайн-радиаторы

Трубчатые радиаторы «Decor» являются одной из красивейших возможностей воплощения архитектурных и дизайнерских замыслов, с многообразием цветового оформления, размеров и аксессуаров.

Модификация «Decor-V» содержит встроенный термостатический вентиль, «Decor-DIN» предназначен для замены старых радиаторов с минимальными затратами благодаря стандартным межосевым расстояниям 200, 350, 500, 900 мм.

Термин «дизайн-радиаторы» коротко и в полной мере отражает концепцию «Creative Heizkörper» — отопительных приборов, для которых в равной степени являются обязательными функциональность, удобство использования по назначению и эстетика.

Как все отопительные приборы «Kermi», дизайн-радиаторы предназначены для эксплуатации в закрытых системах отопления. Если это невозможно или связано с чрезмерными затратами, как, например, в большинстве квартир, где полотенцесушители обычно подключаются к циркуляционной линии горячего водоснабжения, могут использоваться дизайн-радиаторы, оборудованные электронагревательным элементом и заполненные на заводе теплоносителем, полностью готовые к монтажу (модели с индексом «E»). В малоквартирных или односемейных жилых зданиях с автономной системой отопления может быть целесообразным устройство дополнительного контура для отопительных приборов, размещенных в ванных комнатах, что делает возможным их круглогодичную эксплуатацию.

Санитарно-гигиенические требования. Радиаторы «Plan-Hygiene» и «X-Therm»

Все отопительные приборы «Kermi» полностью соответствуют гигиеническим нормативам, действующим на территории Российской Федерации (СанПиН, МДУ, ПДК и т.д.).

Вместе с тем, для особых требований выпускаются радиаторы «Plan-Hygiene» и «X-Therm».

Радиаторы «Plan-Hygiene», предназначенные для установки в медицинских учреждениях, состоят из одной, двух или трех панелей со свободным доступом во внутреннее пространство между ними. Регулярная очистка таких радиаторов не представляет никаких затруднений.

Радиаторы «X-Therm» ориентированы на домовладельцев, особо требовательных к чистоте, и людей, подверженных аллергическим заболеваниям. Кроме превосходного внешнего вида, «X-Therm» обладает конструктивными особенностями, среди которых — съемная верхняя крышка и возможность откинуть радиатор от стены для полной очистки со всех сторон без отключения от действующей системы отопления.



Выбор отопительного прибора в зависимости от архитектурно-строительной ситуации

Среди приемов современной архитектуры, направленных на повышение привлекательности облика, придание выразительности зданиям различного назначения в настоящее время часто используются сплошные остекленные поверхности, а также ограждающие конструкции ломаных и изогнутых форм.

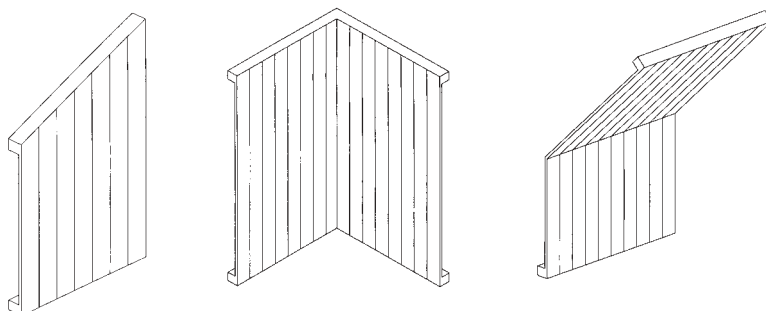
В случае сплошного остекления фасада нужно исходить из того, что использовать настенное крепление отопительного прибора невозможно и имеют место дополнительные теплопотери.

Для радиаторов «Profil», «Plan», «Decor», конвекторов предлагается подходящий в этом случае напольный монтаж.

Предписание по теплозащите WschVO'95 требует предусматривать для снижения теплопотерь монтаж отражающих экранов со стороны прибора, обращенной наружу, с коэффициентом теплопроводности $\lambda < 0,9$ Вт/м²С. Для радиаторов «Profil», «Plan» предусмотрен монтаж навесных экранов, для радиаторов «Decor» предлагаются элегантные экраны из безопасного высококачественного стекла, конвекторы тип ACW и KWW изготавливаются со встроенным экраном. Возможны также ситуации, когда наружное ограждение в плане представляет собой плоские поверхности, сопряженные под различными углами, или цилиндрические поверхности, например эркеры и т.п. В этих случаях, как правило, приходится устанавливать несколько небольших отопительных приборов. Фирма «Kermit» предлагает изготовление на заказ конвекторов и «теплых стен» сложной формы, с одним или несколькими поворотами под углом или изогнутых по радиусу. Помещения мансардных этажей, как правило, отличаются более сложной формой наружных ограждений, переходящих в сечении из вертикальной в наклонную плоскость. Вертикальные «теплые стены» могут повторять форму наружного ограждения, а в случае размещения на стене, примыкающей к такому ограждению (фронтоне), «теплая стена» может быть изготовлена



Конвекторы сложной формы



«Теплые стены» сложной формы

в форме трапеции с верхним коллектором, расположенным под произвольным углом в плоскости прибора.

Стандартным цветом покрытия для отопительных приборов, исключая двухцветные дизайн-радиаторы, является белый RAL 9016. Для тех случаев, когда значение имеет не только форма отопительного прибора, но и его цвет, фирма «Kermi» предлагает по заказу окраску в прочие цвета RAL (с наценкой).

Для случаев, когда возможно попадание или образование влаги на поверхности отопительных приборов, что недопустимо в соответствии со стандартом на покрытия для радиаторов DIN 55900, предлагаются специальные исполнения конвекторов и «теплых стен» как с покрытием Duroplex для бассейнов, так и оцинкованных для других помещений с агрессивной и/или влажной средой.

Покрытие радиаторов — возможное применение и ограничения

Процесс нанесения покрытия на отопительные приборы фирмы «Kermi» проводится в соответствии со стандартом DIN 55900-FWA и состоит из последовательно проводимого обезжиривания, обработки фосфатом железа, грунтовки катодной лакировкой по методу катафорезного погружения и окраски порошковыми эмалями в электростатическом поле с последующим термоотверждением. Радиаторы с покрытием по данному стандарту не предназначены для установки в помещениях с агрессивной и/или влажной средой. К таким помещениям относятся, например, бассейны, сауны, общественные туалеты, а также помещения, в которых производится влажная уборка с помощью работающих под высоким давлением машин. Кухни и ванные комнаты не относятся к помещениям с агрессивной или влажной средой. Главным условием долговечности покрытия радиаторов является предотвращение попадания или появления на их поверхности влаги, например брызг воды, конденсата, который может появиться в теплый период года при отключенной системе отопления из-за недостаточного проветривания помещений и т.п. Для очистки поверхности радиаторов пригодны средства, не содержащие абразивных веществ и не являющиеся химически агрессивными, как сильная щелочь или кислота.

Тепловой комфорт и выбор отопительного прибора

Главной задачей при проектировании системы отопления является создание таких условий внутреннего микроклимата, которые большинство постоянно или продолжительно пребывающих в здании людей, в соответствии с назначением отдельных помещений, оценивают как вполне комфортные.

Определяющим фактором для такой оценки является тепловой поток, возникающий вследствие разности температур тела человека, окружающих поверхностей и воздуха.

Достаточно широко известны исследования проф. О. Fanger, посвященные проблеме математической оценки условий комфортности.

Кроме того, показатель теплового комфорта может быть определен по Bradtke и Liese как $S=7,83 - 0,1\vartheta_L - 0,0968\vartheta_W - 0,2797p + 0,0367 (\nu(37,8 - \vartheta_L))$, где

ϑ_L — температура воздуха на высоте 0,5 м от пола;

ϑ_w — средняя температура ограждений;

p — давление водяного пара, кПа;

v — скорость движения воздуха на высоте 0,5 м от пола, м/с.

Показатель S определяет комфортность условий микроклимата в диапазоне от 1 — «слишком жарко» до 7 — «слишком холодно» с оптимальным значением, равным 4.

Вместе с тем, на практике такие сложные методы почти не применяются. Достаточной в большинстве случаев является оценка температуры помещения, равной полусумме средней температуры внутренних поверхностей ограждений и температуры воздуха.

Радиационное охлаждение тела человека вызывает больший дискомфорт по сравнению с конвективным, поэтому особое значение принимает температура внутренних поверхностей стен, окон, пола и потолка помещения. Повышение температуры ограждающих поверхностей и понижение температуры воздуха при одной и той же температуре помещения благоприятно сказывается на самочувствии человека, что физиологически связано с возрастанием доли конвективного теплообмена при сокращении лучистого. Для создания теплового комфорта важно обеспечить также максимально ровную температурную обстановку, исключая локальные зоны перегрева или переохлаждения, чему способствуют увеличение площади поверхностей нагрева и понижение температуры теплоносителя.

Кроме того, на поверхностях ограждений с пониженной температурой может возникать поток охлажденного воздуха, ниспадающий к полу и дальше вглубь помещения. Для его предотвращения отопительный прибор необходимо устанавливать под окном у наружной стены для того, чтобы восходящий поток теплого воздуха отсекал от помещения более холодный воздух у окна.

Таким образом, отопительный прибор должен устанавливаться под окном, его длина равна ширине окна, его высота определяется расстоянием от пола до низа подоконной доски с учетом допустимых расстояний от пола до низа прибора и от подоконника до верха прибора, составляющих 50 — 100 мм для однорядных и 100 — 150 для двухрядных радиаторов. Глубина прибора выбирается в зависимости от требуемой мощности.

Выбор параметров теплоносителя

Последовательное понижение нормативных температур теплоносителя, установленных в настоящее время стандартом EN 442, вызвано действием нескольких факторов.

Нефтяной кризис начала 70-х годов заставил европейских пользователей отопительного оборудования искать пути более экономного потребления различных видов природного топлива. Начиная с 1977 г., в Германии действуют законодательные предписания, последовательно повышающие требования к теплозащите зданий. Кроме экономических, действуют также природоохранные распоряжения, ограничивающие выбросы CO_2 и NO_x . Вместе с тем, существуют федеральные и земельные программы, стимулирующие применение оборудования для использования возобновляемых источников энергии — солнечных коллекторов и тепловых насосов. Использование тепловых насосов для теплоснабжения целесообразно только при пониженных температурах теплоносителя (не выше 55°C). Тепловая мощность отопительных приборов для параметров теплоносителя $55/45^\circ\text{C}$ также указывается изготовителями согласно EN 442. Все большее распространение получают конденсационные котлы, нормативный КПД которых достигает 106-109 % при сжигании газа, снижаясь с повышением температур теплоносителя. КПД котлов рассчитывается как доля тепло-

ты сгорания топлива, передаваемая потребителю, расчет ведется по низшей теплоте сгорания без учета скрытой теплоты образующихся при сжигании органического топлива водяных паров. Нормативный КПД по DIN 4702, ч.8 определяется как средняя величина по пяти измерениям в диапазоне 15 — 63% от номинальной мощности. Конденсационным называется отопительный котел, сконструированный для конденсации большей части водяных паров, содержащихся в отходящих газах. В обычных котлах, напротив, стараются свести к минимуму образование конденсата, вызывающего коррозию поверхностей нагрева, за счет повышения температуры отходящих газов (продуктов сгорания).

Применение в России такого оборудования, использующего возобновляемые источники энергии или скрытую теплоту парообразования, на фоне относительно невысоких цен на топливо, особенно природный газ, экономически неоправданно. К тому же такое понижение температур теплоносителя влечет за собой значительное увеличение площади поверхностей нагрева отопительных приборов, то есть их размеров и стоимости.

С другой стороны, по санитарно-гигиеническим требованиям нежелательно использовать для отопления жилых и общественных зданий высокотемпературный теплоноситель — перегретую воду или пар. Внутренний воздух в помещениях содержит органическую пыль, откладывающуюся и на поверхностях отопительных приборов. В том случае, когда температура внешней поверхности отопительных приборов превышает 80°C, пыль разлагается с выделением вредных веществ, в том числе окиси углерода.

Отопительные приборы фирмы «Kermit», исключая «X-Therm», могут эксплуатироваться при температуре теплоносителя, не превышающей 110°C. Для радиаторов «X-Therm» значение максимальной температуры теплоносителя составляет 90°C, что призвано обеспечить гарантированно длительный срок службы примененного полимерного материала.

Стандарт EN 442.

Тепловая мощность отопительных приборов

EN 442 — единый стандарт стран Европейского Союза, регламентирующий в том числе методы измерения тепловой мощности радиаторов.

Основной эффект введения общеевропейского стандарта заключается в появившейся вместе с ним возможности прямого и достоверного сравнения характеристик различных отопительных приборов, производимых в разных странах Европейского Союза.

Ранее испытания проводились в соответствии с национальными стандартами (например, DIN 4704, UNI 6514/87), отличными друг от друга. Соответственно различными были результаты испытаний.

В настоящее время в распоряжении проектировщиков имеются данные по тепловой мощности отопительных приборов, определенной в соответствии с DIN 4704, EN 442 и по отечественной методике (Рекомендации, выполненные ТОО «Витатерм»). Отличия при проведении испытаний по различным методикам заключаются в конструкциях испытательных кабин и выборе нормативных параметров — температур теплоносителя и воздуха в кабине:

DIN 4704 — кабина с 6 водоохлаждаемыми ограждениями, нормативные параметры 90/70/20°C;

EN 442 — 5 водоохлаждаемых ограждений, стенка, противоположная установленному в кабине прибору, не охлаждается, нормативные параметры 75/65/20°C;

НИИСТ — 4 водоохлаждаемых ограждения, не охлаждаются противоположная прибору стенка и пол кабины, приборный участок утеплен, температурный напор составляет 70°C.

Для сравнения значений тепловой мощности, полученных по различным методикам, их необходимо привести к единому значению температурного напора.

По методике НИИСТ температурный напор определяется как разность между полусуммой температур теплоносителя на входе и выходе из отопительного прибора и температурой окружающего воздуха.

Ранее неоднократно отмечалось, что действительная средняя температура теплоносителя в приборе несколько ниже среднеарифметического значения, и логарифмический способ определения температурного напора дает более точные результаты. Приведенные в таблице значения удельной мощности в соответствии с EN 442 определены по точным значениям экспонент и логарифмическим температурным напорам.

Прямое сравнение приведенных к параметрам 90/70/20°C тепловых мощностей панельных радиаторов «Kermi» показывает, что данные, полученные по отечественной методике, незначительно (на 1-2 %) выше данных, определенных в соответствии с EN 442. Отклонения такой величины находятся в пределах погрешности проводимых при испытаниях измерений.

Значения тепловой мощности по DIN 4704 превышают соответствующие данные EN 442 на 5-8 % в зависимости от типа прибора и лучистой составляющей его теплового потока. Такое расхождение является следствием различий в конструкциях испытательных кабин, когда противоположная прибору стенка кабины при ее охлаждении повышает лучистую теплоотдачу прибора и общее значение его тепловой мощности.

Тип радиатора		10	11	12	22	33
Высота, мм	Методика испытаний	Тепловая мощность, Вт/м				
	300	НИИСТ				1230
EN 442		414	696	876	1205	1749
DIN 4704		448	745	930	1276	1837
400	НИИСТ					
	EN 442	527	885	1114	1516	2204
	DIN 4704	571	947	1182	1605	2314
500	НИИСТ		1093	1367	1841	
	EN 442	642	1071	1344	1823	2642
	DIN 4704	696	1147	1427	1930	2773
600	НИИСТ		1282	1593	2146	
	EN 442	759	1257	1577	2124	3061
	DIN 4704	822	1346	1664	2249	3214
900	НИИСТ					
	EN 442	1119	1799	2180	2989	4182
	DIN 4704	1212	1926	2314	3164	4391
Сравнение результатов	НИИСТ		+2 %	+1 %	+1 %	
	DIN 4704	+8.3 %	+7.1 %	+6 %	+5.8 %	+5 %
Доля излучения в тепловом потоке		50 %	35 %	20 %	20 %	10 %

Неохлаждаемая противоположная прибору стенка кабины позволяет получить значения тепловой мощности, близкие к реальным условиям эксплуатации, когда отопительный прибор устанавливается у наружного ограждения здания, а напротив находится внутренняя стена с температурой поверхности, близкой к температуре внутреннего воздуха.

Можно рекомендовать к применению данные тепловых мощностей, определенных в соответствии с EN 442 как гарантированно достоверные (не завышенные) и максимально полные по отношению к отечественной методике.

Тепловой расчет

Нормативный тепловой поток отопительного прибора по методикам НИИСТ и EN 442 определен при движении теплоносителя по схеме «сверху-вниз» и атмосферном давлении, равном 1013,3 ГПа (760 мм рт.ст.). Для определения тепловой мощности в других условиях в расчет вводятся поправки.

В соответствии с EN 442, температурный напор является логарифмической функцией и вычисляется по формуле

$$\vartheta = (t_v - t_r) / \ln[(t_v - t_i) / (t_r - t_i)], \text{ где}$$

t_v — температура теплоносителя на входе в отопительный прибор,

t_r — температура на выходе, t_i — температура воздуха в помещении.

Нормативные параметры теплоносителя составляют 75/65/20°C.

Тепловая мощность при произвольных параметрах может быть определена как

$$Q = Q_H (\vartheta / \vartheta_H)^n, \text{ где}$$

Q_H — нормативная тепловая мощность;

ϑ, ϑ_H — фактический и нормативный температурные напоры;

n — показатель степени при температурном напоре, приведенный в таблицах «Расчет мощности радиаторов/учитываемые показатели» для каждого типа и высоты радиаторов; допускается использование усредненного значения $n=1,3$.

Для упрощения расчетов EN 442 допускает определение температурного напора арифметическим способом в случае, если выполняется условие $(t_r - t_i) / (t_v - t_i) \geq 0,7$.

Все большее распространение получают двухтрубные системы отопления, при проектировании которых задаются параметрами 90/70/20°C. Значения тепловой мощности радиаторов Profil, Plan, Decor-S и конвекторов для этих параметров, соответствующие EN 442, приведены в соответствующих Приложениях. При использовании других параметров теплоносителя требуемая номинальная мощность отопительного прибора может быть определена с помощью приводимых далее корректировочных коэффициентов, в качестве исходных приняты параметры 90/70/20°C.

Зависимость тепловой мощности от схемы движения теплоносителя в общем виде приводится в Общем техническом описании 08/2000 и заключается в том, что при любых схемах подключения отопительного прибора, отличных от схемы «сверху-вниз», его тепловая мощность снижается. Наиболее значительным это снижение будет в случае подключения прибора по схеме «снизу-вверх».

Для горизонтальных систем отопления можно рекомендовать применение вентильных радиаторов, позволяющее оптимальным образом организовать движение теплоносителя в приборе.

Поправка на атмосферное давление определяется по формуле

$$Q = Q_N/b, \quad b = SA + (1-SA) \cdot (pN/p)^{2(n-1)}, \quad \text{где}$$

Q, Q_N — фактическая, нормативная тепловые мощности отопительного прибора;

b — поправка на величину атмосферного давления;

SA — доля излучения в тепловом потоке отопительного прибора;

p, pN — фактическая, нормативная величины атмосферного давления;

Для панельных радиаторов влияние атмосферного давления можно учитывать следующими коэффициентами:

Тип	SA, %	Атмосферное давление, мм рт. ст.								
		700	710	720	730	740	750	760	770	780
10	50	0.975	0.98	0.984	0.988	0.992	0.996	1.0	1.004	1.008
11	35	0.968	0.974	0.979	0.984	0.99	0.995	1.0	1.005	1.01
12, 22	20	0.961	0.968	0.974	0.981	0.987	0.994	1.0	1.006	1.013
33	10	0.956	0.964	0.971	0.978	0.986	0.993	1.0	1.007	1.014

Гидравлический расчет отопительных приборов

Потери давления на отопительных приборах обычно определяют по формулам

$$\Delta p = \zeta \omega^2 \rho / 2 \quad \text{или} \quad \Delta p = S G^2, \quad \text{где}$$

ζ — коэффициент местного сопротивления; ρ — плотность теплоносителя, кг/м³;

ω — скорость движения теплоносителя, м/с; G — расход теплоносителя, кг/с;

S — характеристика удельного сопротивления участка сети, Па/(кг/с)².

При расчете необходимо учитывать следующее:

- значения коэффициента местного сопротивления возрастают в процессе эксплуатации и в дальнейшем не остаются постоянными, увеличиваясь или уменьшаясь;
- зависимость $\Delta p = f(G)$ не является строго квадратичной.

Таким образом, значения коэффициентов местного сопротивления зависят как от состояния внутренних поверхностей отопительного прибора (наличия и характера отложений), так и от расхода теплоносителя.

ТОО «Витатерм» провело выборочные испытания панельных радиаторов «Profil-K» для условий, «близких к эксплуатационным».

Методика испытаний заключалась в том, что через установленный на стенде отопительный прибор пропускается теплоноситель с высоким содержанием растворенного кислорода до тех пор, пока значения эквивалентной шероховатости внутренней поверхности подводных стальных труб не достигнут значения 0,2 мм, принимаемого в качестве расчетного при определении потерь давления в трубопроводах согласно СНиП 2.04.05-91*. После этого проводились измерения величины Δp и определение значений ζ и S .

Расход теплоносителя	36 ... 120 кг/ч			120 ,, 540 кг/ч		
	11	12	22	11	12	22
Тип радиатора	11	12	22	11	12	22
Коэффициент сопротивления, ζ	30.0	16.9	14.4	24.0	13.5	11.5
Характеристика сопротивления S , кПа/(кг/с) ²	411	231.25	197	328.8	185	157.6

В «Общем техническом описании 08/2000» приведена зависимость $\zeta=f(G)$, действительная для отопительных приборов с чистыми внутренними поверхностями. Потери давления на отопительных приборах, определенные по этим диаграммам, существенно меньше приведенных выше значений. В то же время, абсолютная величина потери давления находится обычно в диапазоне 50...250 Па в зависимости от типа прибора и расхода теплоносителя. При расчете потерь давления в отдельных кольцах двухтрубной насосной системы отопления общая величина потери давления составляет, как правило, 10...20 кПа. Возможная неточность в определении потерь давления на отопительном приборе, в большинстве случаев не превышающая 100 Па, никак не влияет на точность расчета и не приводит к каким-либо нарушениям при эксплуатации системы отопления.

Таким образом, допустимо определение потери давления по диаграммам как более быстрое и удобное по сравнению с расчетом вручную.

В отдельных случаях, например, в гравитационных системах отопления, может быть целесообразным принимать расчетные потери давления, исходя из данных ТОО «Витатерм».

При определении падения давления на вентильных радиаторах складываются значения, полученные по соответствующим отдельным диаграммам для радиаторов и вентильных вставок.

Закрытая система отопления

Система водяного отопления, в которой теплоноситель не контактирует с атмосферным воздухом, постоянно циркулирует в замкнутом контуре и не используется непосредственно для горячего водоснабжения, является закрытой. Расширительной емкостью в такой системе является мембранный бак соответствующего объема.

Для обеспечения длительного срока службы стальных отопительных приборов они могут применяться только в закрытых системах отопления. Это требование связано с тем, что теплоноситель с большим содержанием растворенного в нем кислорода способен вызвать ускоренную коррозию на внутренних стенках отопительного прибора и значительно сократить срок его службы.

Полимерные материалы, используемые для производства труб (полиэтилен, полипропилен, полибутилен), являются газопроницаемыми. Это означает, что даже при заполнении системы деаэрированной водой концентрация растворенного кислорода, постоянно проникающего в теплоноситель через стенки полимерных труб из атмосферного воздуха, будет ограничиваться только скоростью коррозии металлических частей и деталей, связывающей кислород и приводящей к образованию шлама. Азот, составляющий большую часть атмосферы, является инертным газом и не участвует в процессах коррозии. Вследствие этого концентрация растворенного в теплоносителе азота может с течением времени значительно превысить величину, характерную для водопроводной воды, используемой обычно для заполнения и подпитки системы (в среднем приблизительно 18 мг/л при нормальных условиях). Растворимость газов в воде уменьшается с ростом температуры и снижением давления, что приводит к их переходу из растворенного в свободное состояние и может вызвать местные нарушения циркуляции теплоносителя, например, «завоздушивание» отопительных приборов верхнего этажа.

Таким образом, система отопления с разводкой из пластиковых труб, даже снабженная мембранным расширительным сосудом, строго говоря, не может считаться закрытой из-за

постоянного доступа атмосферных газов в теплоноситель.

Для того, чтобы значительно уменьшить количество проникающего в систему отопления воздуха, на стенки таких труб может наноситься слой этиленвинилалкоголя EVON (EVAL) небольшой толщины с верхним защитным покрытием. Такие трубы выполняют требования стандарта DIN 4726, ограничивающего кислородопроницаемость труб величиной 0,1 мг/л*д. Композитные (металлопластиковые) трубы, состоящие из слоев полимера и сплошного слоя алюминия, полностью исключают диффузию кислорода через их стенки.

Требования к теплоносителю — воде

Коррозия элементов систем отопления приводит к отложению на внутренних поверхностях продуктов коррозии, росту гидравлических потерь с возможным снижением расходов теплоносителя по сравнению с расчетным на различных участках. Образующиеся отложения в определенных условиях могут обладать защитными свойствами, значительно снижая скорость коррозии. Стабильность образованного покрытия зависит от постоянства химического состава теплоносителя. Изменение любого параметра может значительно увеличить скорость коррозии, теоретическое определение которой в реальных условиях невозможно из-за сложности подобной задачи.

Следствием сквозной коррозии, образования свищей являются протечки и вызванные ими повреждения строительных конструкций, отделочных материалов, мебели и т.п.

Требования, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» (п.4.8.40), направлены на гарантированное обеспечение длительной, безопасной эксплуатации систем теплоснабжения. В соответствии с ними для закрытых систем теплоснабжения:

- содержание свободной угольной кислоты 0
- значение pH 8,3 — 9,5
- содержание соединений железа, не более 0,5 мг/дм³
- содержание растворенного кислорода, не более 20 мкг/дм³
- количество взвешенных веществ, не более 5 мг/дм³

Применение разнородных материалов для монтажа систем отопления даже при выполнении всех перечисленных выше требований может привести к ускоренной коррозии отдельных элементов. Определяющим фактором в таких случаях является значение разности нормальных электродных потенциалов материалов, из которых изготовлены детали, способные образовать гальваническую пару (например, Cu-Zn, Cu-Al).

Некоторые нормы, например польский стандарт PN-93/B-04607, не рекомендуют сочетания алюминиевых отопительных приборов с медными трубами разводки системы отопления, при этом ограничения в отношении отопительных приборов из стали отсутствуют.

Определение рабочего давления отопительного прибора

Согласно EN 442-1 и DIN 18380, часть С испытательное давление должно превышать максимальное рабочее в 1,3 раза, но не менее чем на 1 бар.

В Российской Федерации отсутствует единый стандарт на отопительные приборы, содержащий общие требования, методы испытаний и т.п. Отечественные стандарты на отдельные виды отопительных приборов (радиаторы чугунные, конвекторы) устанавливают величину испытательного давления, превышающего рабочее давление в 1,5 раза. Исходя из этого, органы по сертификации отопительного оборудования на территории Российской Федерации определяют допустимое максимальное рабочее давление для всех импортных отопительных приборов величиной $2/3$ от заявленного изготовителем испытательного давления.

Значения рабочего давления для панельных радиаторов, приведенные в «Общем техническом описании 08/2000» и «Рекомендациях по применению» ТОО «Витатерм», значительно отличаются друг от друга. При определении его величины в обоих случаях исходят из предписанного изготовителем значения пробного (испытательного) давления 13 бар (1,3 МПа).

Испытания, проведенные ИЦ «Сантехоборудование» НИИСантехники, показали, что радиаторы Kermi «Profil» и «Decor-S» остаются прочными и герметичными при избыточном давлении 1,5 МПа, а стандартные конвекторы — при давлении 0,75 МПа. На основании протокола № 833 от 12 октября 2001 величину рабочего давления для панельных и трубчатых радиаторов Kermi можно принимать равной 1 МПа, а для стандартных конвекторов Kermi — 0,5 МПа.

Отопительные приборы	Панельные	Трубчатые	Конвекторы, теплые стены		
	Profil, Plan	Decor -S, -V	Стандарт	По заказу	
Рабочее давление, бар	10	10	5	6.93	10.4*
То же, EN 442, DIN 18380	10	10	5	8	12*
Испытательное давление, бар	13.0 - 15.0	13.0 - 15.0	6.5 - 7.5	10.4	15.6*

* — невозможно для вентильных конвекторов.

Тепловая инерционность отопительных приборов

Перенос тепла от теплоносителя в помещение осуществляется: от теплоносителя к внутренней поверхности стенки прибора конвекцией и теплопроводностью, через стенку только теплопроводностью, от наружной поверхности в помещение конвекцией, излучением и теплопроводностью. Для металлических отопительных приборов (радиаторов) термическое сопротивление стенки, как и сопротивление тепловосприятию на внутренней поверхности, пренебрежимо мало, и общий коэффициент теплопередачи определяется в основном теплообменом на внешней поверхности. Основными факторами, определяющими процесс теплообмена, будут площадь и форма внешней поверхности отопительного прибора или его элемента. Физические свойства материала, технологические особенности производства и расчетные эксплуатационные характеристики определяют количество металла, необходимое для изготовления отопительного прибора, и его внутренний объем. Тепловая инерция, в свою очередь, зависит от металлоемкости отопительного прибора и внутреннего объема, заполненного теплоносителем.

Приборы с низкой тепловой инерцией относительно быстро реагируют на изменение температуры и расхода проходящего через них теплоносителя и хорошо сочетаются с устройствами автоматического регулирования.

Стальные отопительные приборы с низкой тепловой инерцией полностью отвечают требованиям сегодняшнего дня.

Исключениями из сделанного выше допущения будут поверхности нагрева, состоящие, например, из оребренных или замоноличенных одиночных труб, для которых характер движения теплоносителя является существенным фактором при определении их тепловой мощности.

Автоматическое регулирование в системах отопления

Стандарт DIN 19226 определяет понятия регулирования и управления следующим образом:

«Регулирование — регулирующее воздействие — это процесс, при котором определенная величина — величина, подлежащая регулированию (регулируемая величина), постоянно регистрируется, сравнивается с другой величиной — задающей величиной — и в зависимости от результата этого сравнения подвергается воздействию в смысле ее сближения с задающей величиной. Имеющая при этом место цепочка действий совершается в пределах замкнутого контура — контура регулирования».

«Управление — управляющее воздействие — это процесс внутри какой-либо системы, при котором одна или несколько величин в качестве входных воздействуют на другие величины в качестве выходных на основании свойственных данной системе закономерностей. Характерным для управления является то, что процесс активного воздействия осуществляется без обратной связи через отдельное передаточное звено или цепь управления».

Таким образом, отличие регулирующего устройства от управляющего заключается в наличии обратной связи. Типичный пример управляющего устройства — таймер, осуществляющий включение и выключение насоса циркуляции ГВС в зависимости от времени суток.

Современные требования к системам отопления заключаются в том, что температура в помещениях с длительным пребыванием людей должна постоянно поддерживаться на комфортном уровне с незначительными отклонениями, а затраты тепловой энергии — точно соответствовать потребностям в любой момент времени.

Для этого в течение всего отопительного периода необходимо осуществлять качественное регулирование (управление) параметров теплоносителя, т.е. изменять его температуру в зависимости от температуры наружного воздуха. Кроме того, при определении мощности системы отопления не учитываются теплоступления от бытовых и осветительных приборов, солнечной радиации, находящихся в помещении людей. Посторонние источники тепла способны повысить температуру воздуха в помещении в среднем на 2÷6К. Их действие не поддается прогнозированию и проявляется в разной степени для разных помещений одного и того же здания в зависимости от назначения и использования помещения, архитектурно-планировочных решений, ориентации ограждений по сторонам света и их массивности и т.д. Своевременное и соразмерное снижение мощности системы отопления в отдельных помещениях позволит поддержать стабильной их температуру, обеспечивая комфортные условия и экономию энергоресурсов. С этой целью в дополнение к качественному регулированию системы отопления в целом каждый отопительный прибор может

быть оборудован термостатическим вентилем — устройством для индивидуального количественного регулирования расхода теплоносителя.

Влияние расхода теплоносителя на тепловую мощность заключается в том, что при постоянной температуре теплоносителя на входе в отопительный прибор температура на выходе и величина температурного напора снижаются с уменьшением расхода и наоборот. Эта зависимость не является линейной функцией, поскольку мощность отопительного прибора определяется экспонентой температурного напора. Приведенные ниже значения определены для следующих условий — исходные параметры 90/70/20°C, показатель степени при температурном напоре $n=1,3$, температуры теплоносителя на входе в прибор и окружающего воздуха постоянны.

G, %	40	20	60	70	80	85	90	95	100	105	110
Q, %	76.5	83.2	88.2	92.1	95.3	96.6	97.9	99	100	100.9	101.8
Δt , °C	38.3	33.3	29.4	26.3	23.8	22.7	21.7	20.8	20	19.2	18.5

G — расход теплоносителя в процентах от номинального, соответствующего необходимому для получения заданных расчетных параметров теплоносителя из выражения

$$G=Q/c*\Delta t, \text{ где}$$

Q — номинальная тепловая мощность при определенных параметрах;

Δt — значение перепада температур теплоносителя на отопительном приборе;

c — характеристика теплоносителя (теплоемкость).

При постоянном расходе и качественном регулировании параметров теплоносителя изменение тепловой мощности отопительного прибора от температурного напора графически отражает почти прямая наклонная линия, незначительно зависящая от такой характеристики прибора, как показатель степени при температурном напоре. График отклоняется вверх от прямой линии в своей начальной части тем сильнее, чем больше значение экспоненты.

В переходный период года (в начале и конце отопительного сезона) при эксплуатации погодозависимой системы отопления с отопительными приборами разных видов мощность тех из них, которые характеризуются большим значением экспоненты при температурном напоре, будет несколько меньше требуемой. При использовании конвекторов и других видов отопительных приборов в одном контуре системы отопления (смешанная установка) рекомендуется увеличить тепловую мощность конвекторов на 8-12 % по отношению к расчетной. В противном случае автоматическое уменьшение температуры подающей линии при повышении температуры наружного воздуха вызовет непропорциональное снижение мощности конвекторов по отношению к другим отопительным приборам, связанное с различиями их характеристик (экспонент).

С помощью t_v и G можно изменять тепловую мощность одного и того же отопительного прибора в очень широких пределах. Иллюстрацией этого является приводимая ниже диаграмма зависимости относительной мощности Q/Q_n от относительного расхода G/G_n для разных значений (t_v-t_i) . В качестве исходных приняты параметры 90/70/20°C, соответствующие точке пересечения единичных значений относительных мощности и расхода с линиями $t_v-t_i=70\text{K}$ и $\Delta t=20\text{K}$. Эта диаграмма является наглядным дополнением к таблице корректировочных коэффициентов для подбора отопительного прибора по требуемой мощности при произвольных параметрах теплоносителя, но, в отличие от нее, решает обратную задачу — показывает, как изменится мощность прибора относительно номинальной при изме-

нении параметров теплоносителя, и определяет требуемый расход. Как и таблица, диаграмма построена по усредненному значению экспоненты при температурном напоре $n=1,3$. Параллельно оси относительного расхода в процентах на диаграмме показана шкала удельного расхода, позволяющая получить требуемый расход в л/час умножением соответствующего значения по этой шкале на мощность отопительного прибора в кВт при параметрах 90/70/20°C (номинальную мощность).

Линии графика (t_v-t_i) отличаются друг от друга положением по высоте на диаграмме и углом наклона касательной из начала координат, асимптотически приближаясь с увеличением расхода к предельному значению $Q=Q_H((t_v-t_i)/\vartheta_H)^n$ каждая. При этом одному значению относительной мощности может соответствовать несколько значений относительного расхода, принадлежащих разным линиям (t_v-t_i) . Отличать их друг от друга будет наклон касательных к этим линиям, проведенных в соответствующих точках, который характеризует степень изменения относительной мощности при малом изменении относительного расхода. При проектировании контуров с переменным расходом и автоматическим регулированием необходимо учитывать, насколько значительны изменения величины dQ/dG во всем эксплуатационном диапазоне значений расхода для принятых параметров теплоносителя.

Для оценки параметров теплоносителя, используемых в качестве расчетных, можно использовать показатель «термической эффективности» отопительного прибора, определяемый как $\Phi=(t_v-t_r)/(t_v-t_i)$ (R.Petitjean). Чем выше температура в подающей линии и чем ниже перепад температур теплоносителя на отопительном приборе, тем ниже величина термической эффективности и тем больше диапазон изменений величины dQ/dG при разных значениях расхода.

Регуляторы для систем отопления

Для регулирования в системах отопления может применяться большое количество самых разнообразных устройств, которые можно классифицировать по следующим признакам:

- назначение (регулирование давления, температуры, объема, расхода, числа оборотов);
- вид вспомогательной энергии (пневматическая, гидравлическая, электрическая, комбинированная);
- действие исполнительного устройства (непостоянное, например двухпозиционное, и постоянное, или непрерывное с возможностью плавного изменения регулирующей величины);
- изменение регулируемой величины (фиксированное, изменяемое, изменяемое по таймеру значение);
- алгоритм изменения регулирующей величины (пропорциональный П, интегральный И, ПИ, пропорционально-дифференциальный ПД, ПИД).

Каждый из регуляторов имеет свои преимущества и недостатки, обуславливающие их распространенность в той или иной области.

В качестве объекта регулирования рассматривается контур, образованный регулятором, исполнительным устройством, помещением и установленном в нем отопительным прибором. Задачей регулятора будет поддержание заданной температуры.

П-регулятор вырабатывает управляющее воздействие, пропорциональное разности между фактической и заданной температурой воздуха. При изменении значения регулирующей величины, которой является разность температур, регулятор пропорционально изменяет управляющее воздействие.

При появлении посторонних теплопоступлений и увеличении температуры воздуха в помещении регулятор снижает расход теплоносителя. Недостатком работы такого регулятора является то, что при длительном воздействии теплового возмущения регулятор не может обеспечить поддержание заданной температуры с высокой точностью. Контур регулирования будет находиться в равновесии при некотором повышении температуры по сравнению с заданной на регуляторе (величина постоянного рассогласования) и соответствующем снижении расхода теплоносителя.

Применение: термостат, установленный на отопительном приборе; термостат котла, управляющий включением горелки. Для функционирования этих устройств не требуется источник энергии, они отличаются сравнительной простотой и невысокой стоимостью.

Управляющее воздействие *И-регулятора* определяется интегралом разности температур воздуха, увеличиваясь до тех пор, пока заданная и фактическая температуры не совпадут. В таком регуляторе скорость изменения регулирующей величины (подъема штока клапана относительно седла) пропорциональна рассогласованию. *И-регулятор* избавлен от неточности, свойственной *П-регулятору*, но является очень инерционным устройством и в системах отопления почти не применяется.

Высокими точностью и быстродействием и обладают *ПИ-регуляторы*, объединяющие преимущества *П-* и *И-регуляторов*.

Применение: управление смесителями системы отопления, реже — индивидуальное регулирование тепловой мощности отопительного прибора, например регулятор Raumtronic, и управление работой горелки.

ПИД-регуляторы являются наиболее сложными устройствами, применение которых в системах отопления является исключением. Такой регулятор отличается очень высоким быстродействием, отслеживая дополнительно скорость изменения регулирующей величины, и работает без постоянной величины рассогласования благодаря интегральной составляющей.

Термостатические регуляторы

Термостатический клапан является пропорциональным регулятором, не требующим вспомогательной энергии. Его назначением является регулирование расхода теплоносителя через отопительный прибор в зависимости от характера дополнительных теплопоступлений.

Управляющим воздействием регулятора является изменение положения штока/тарелки клапана относительно седла. Гидравлические характеристики клапана могут быть определены при фиксированном положении штока, когда некоторое повышение температуры воздуха, воспринимаемое термостатом, приводит к его полному закрытию. Такое повышение температуры называется пропорциональным отклонением термостатического клапана и обозначается X_p . В отличие от него, пропорциональным диапазоном термостатического клапана является область изменения регулирующей величины, то есть разности между фактической и заданной температурами воздуха, которой соответствует полный диапазон пропорционального изменения положения штока от полного закрытия до полного откры-

тия. Для большинства термостатических вентилей разных изготовителей величина диапазона пропорциональности составляет 6-8К.

Подбор термостатического вентиля производится по значениям его пропускной способности k_v или коэффициенту местного сопротивления $Zeta$. Пропускная способность вентиля определяется по выражению $k_v=Q/\sqrt{\Delta p}$ и численно равна расходу в м³/час при перепаде давления на нем в 1 бар.

Принимаемая в расчете величина k_v ($Zeta$) должна определяться по характеристикам изготовителя при значении X_p , составляющем 1 — 2К. Постоянное рассогласование для пропорционального регулятора составляет 1/2 X_p . Выбранное значение X_p , превышающее 2К, снизит точность поддержания температуры воздуха в помещении; значение, меньшее 1К, способно нарушить стабильность регулирования, не повысив точность поддержания температуры, и вызвать произвольные автоколебания штока. Таким образом, точность поддержания температуры помещения с помощью термостатических регуляторов теоретически составляет + 1К. В действительности колебания температуры воздуха могут достигать 3К и более из-за большого количества неблагоприятных воздействий. В то же время, правильная оценка и учет таких воздействий на стадии проектирования будет способствовать максимальной эффективности применения термостатов.

Прежде всего нужно отметить определенную инерционность элементов контура регулирования, в первую очередь отопительного прибора, поскольку термостат достаточно медленно вырабатывает регулирующее воздействие. Использование термостатических регуляторов, установленных, к примеру, на чугунных отопительных приборах, вряд ли можно считать оправданным.

На точность регулирования отрицательно влияют изменения перепада давления на термостатическом вентиле. При проектировании двухтрубных насосных систем отопления, как правило, величину перепада давления на вентиле задают равной 6÷10 кПа. Гидравлическая характеристика термостатического вентиля, то есть зависимость расхода через вентиль от величины подъема штока при постоянном перепаде давления, чаще всего является модифицированной равнопроцентной, то есть приближенно обратной характеристике отопительного прибора. Такая характеристика позволяет линеаризовать общую для контура регулирования зависимость тепловой мощности на выходе контура регулирования от подъема штока клапана, соответствующего разности фактической и заданной температур воздуха на входе. Необходимым для этого условием является постоянная величина перепада давления на вентиле. Изменение перепада давления в n раз вызывает изменение расхода через вентиль при одном и том же положении штока в np раз независимо от величины управляющего воздействия — разности температур воздуха, искажая характеристики контура регулирования.

Как отмечалось ранее, зависимость мощности отопительного прибора от расхода теплоносителя при постоянных температурах теплоносителя на входе в прибор и окружающего воздуха не является линейной, а представляет собой наклонную кривую с выпуклостью вверх. Отклонение от прямой наклонной линии тем больше, чем ниже показатель термической эффективности Φ , при использовании пропорционального регулятора его значение должно быть не менее $\Phi=0,25$ (R.Petitjean) по условию стабильности контура регулирования, что определяет минимальный перепад температуры теплоносителя в отопительном приборе $\Delta T_{\min}=\Phi*(t_v-t_i)$, например $\Delta T=0,25*(90-20)=17,5^\circ\text{C}$, допустимые расчетные параметры теплоносителя и воздуха в помещении 90/72,5/20°C. Чем больше значение Φ , тем более линейна зависимость мощности прибора от расхода теплоносителя.

Среди других причин, снижающих точность поддержания температуры воздуха в помещении, можно перечислить следующие, не рассматриваемые подробно в данном материале:

- гистерезис термостата, вызванный трением в его подвижных частях. Одной и той же температуре воздуха при открытии и закрытии вентиля соответствуют разные положения штока;
- влияние увеличивающегося перепада давления на вентиле, стремящегося приподнять шток и искажающего гидравлические характеристики из-за некоторой эластичности механизма управляющего устройства — термостатической головки;
- влияние температуры окружающего воздуха, образуемого близко расположенными поверхностями отопительного прибора и подводками к нему, на которых устанавливается термостатический вентиль.

Большое значение имеет также правильный выбор места расположения датчика температуры (по рекомендациям изготовителей).

При эксплуатации системы отопления с постоянной повышенной температурой теплоносителя в течение всего отопительного периода термостатические вентили не смогут обеспечить приемлемую точность поддержания температуры воздуха в помещениях. Большую часть отопительного периода системы отопления эксплуатируются в режимах частичной нагрузки по сравнению с расчетными теплотермиями. Термостат в таких условиях работает не как пропорциональный, а как двухпозиционный регулятор с положениями закрыто-открыто, вызывая постоянные колебания температуры воздуха.

Гидравлическая увязка систем отопления

Рассматривая отдельный контур системы отопления, образованный отопительным прибором, термостатическим вентилем и сетью трубопроводов, легко определить, что при постоянном перепаде давления на контуре потери давления на отопительном приборе и трубопроводах при снижении расхода, вызванном закрытием вентиля, будут снижаться, при соответствующем росте перепада давления на вентиле. Следствием этого является не только возможное появление шума в установке, но и нарушение характеристик регулирования контура.

Увеличение перепада давления вызывает рост расхода теплоносителя через контур. Это увеличение может быть значительным, так как часть термостатических клапанов в системе отопления в любой момент времени может быть закрыта, вызывая увеличение расхода в остальных контурах системы. В крайнем случае, на термостатический вентиль будет передаваться полный напор, развиваемый насосом при минимальном расходе, поэтому в системах отопления предпочтительно применение циркуляционных насосов с максимально плоской рабочей характеристикой или с электронным управлением по алгоритмам Δp -с и Δp -v. Максимальный перепад давления в системе отопления с термостатическими регуляторами не должен превышать 20 кПа. Для оценки и предотвращения возможных негативных последствий используется коэффициент, численно равный отношению проектного значения перепада давления на вентиле к располагаемому перепаду давления в контуре или величине напора циркуляционного насоса (встречающиеся обозначения «а», «β»). В дословном переводе название этого параметра звучит как «авторитет вентиля». Величина «авторитета» прямо характеризует степень стабильности контура регулирования, поэтому для лучшего отражения физического смысла этого параметра он может называться «стабильностью» вентиля.



Decor-S



Decor-V





Конвекторы



Программа «Студио»



Techno



Visto



Vigo

Программа «Классик»



Duo



Swing



Twist



Light



Credo



Uno

Экстра-класс

Комфорт-класс

Компакт-класс



Centro



Basic

Рекомендованные значения составляют 0,5÷0,7, минимально допустимым считается значение 0,3.

Для улучшения условий работы термостатических вентилей необходимо стремиться к тому, чтобы потери давления в трубопроводной сети при расчетном расходе были как можно меньшими и не превышали, по возможности, 100 Па/м.

При эксплуатации системы отопления в различных режимах для дополнительной экономии энергии, например с ночным понижением температуры, переход в режим нормальной эксплуатации может вызвать дополнительные проблемы. Понижение температуры воздуха осуществляется за счет понижения температуры теплоносителя и вызывает открытие всех термостатических вентилей. При последующем повышении температуры теплоносителя все вентили первоначально остаются открытыми, но расход становится различным во всех контурах системы: максимальный через участки вблизи от циркуляционного насоса, где располагаемый перепад давления максимален, и минимальный через наиболее удаленные, неблагоприятно расположенные контуры, для которых потери давления в трубопроводах больше из-за их протяженности.

Для режима натопа характерно, что для прогрева воздуха и последующего повышения температуры внутренних поверхностей ограждений требуется значительный промежуток времени, зависящий от массивности и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, текущего резерва мощности системы отопления (отношение установленной мощности к необходимой для поддержания расчетных параметров внутреннего микроклимата) и погодных условий, величины ночного снижения температуры. Для помещений, обслуживаемых неблагоприятно расположенными контурами, требуемое для натопа время в условиях недостаточного расхода теплоносителя чрезмерно увеличивается. Избежать этой ситуации возможно только с применением дополнительной арматуры: балансировочных вентилей, обеспечивающих необходимый расход теплоносителя в разных контурах системы при открытых термостатических вентилях, регуляторов расхода и регуляторов перепада давления. В небольших системах отопления, как правило, достаточно использовать термостатические вентили с предварительной настройкой и, при необходимости, перепускной клапан, установленный на максимально допустимый перепад давления в системе (не более 20 кПа). Термостатические вентили с преднастройкой позволяют обеспечить требуемые перепады давления в контурах системы при расчетных расходах. Увязка производится с помощью дросселирующего устройства, дополнительно расположенного в корпусе вентиля, по диаграммам изготовителя арматуры. Предварительная настройка позволяет эффективно ограничить максимальный расход через термостатический вентиль, так как потери на дросселе также увеличиваются по квадратичному закону. Необходимо учитывать, что как вентили с преднастройкой, так и балансировочные вентили, как правило, не могут обеспечить высокую точность настройки на требуемый расход в первой трети своего рабочего диапазона. Кроме того, введение в гидравлическую схему дополнительных сопротивлений снижает «авторитет» вентилей. Для вентилей с преднастройкой действительное значение авторитета будет определяться произведением «внешнего авторитета», равного отношению перепада давления на вентиле к перепаду на контуре, на «внутренний авторитет», равный отношению перепада давления на штоке к полному перепаду давления на вентиле, включая дросселирующее устройство:

$$a = a_{\text{внешн}} * a_{\text{внутр.}}$$

«Внутренний авторитет» можно определить по тем же диаграммам предварительной настройки вентилей. Как правило, такие диаграммы строятся в логарифмических координа-

тах с расходом по оси абсцисс и потерями давления по оси ординат. Для известных расчетных параметров контура (расход, потеря давления) обычно принимается ближайшая линия настройки. Вертикальная линия, опущенная из выбранной точки к значению расхода, в месте пересечения с последней линией настройки (но не характеристики K_{vs}) покажет потерю давления на штоке вентиля при требуемом X_p , остальная величина потери давления при расчетном расходе будут приходиться на дроссель.

Предварительная настройка может привести к значительному снижению «авторитета» вентиля, поэтому их применение в больших системах отопления желательно вместе с использованием регуляторов перепада давления.

Погодозависимое качественное регулирование системы отопления позволит избежать при эксплуатации системы значительных колебаний перепадов давления, вызываемых одновременным закрытием термостатических вентиля.

Общие рекомендации по монтажу отопительных приборов

Возможные варианты и технология монтажа отопительных приборов «Kermi» подробно описаны в технической документации.

Стандарт DIN 55900 «Покрытия радиаторов — термины, требования, испытания» требует обеспечить защиту радиаторов от механических повреждений, попадания влаги и воздействия агрессивных сред (свежий цементный раствор, застывающий бетон и т.п.). Сохранение упаковки до окончания строительных работ способно защитить радиатор лишь от воздействия агрессивных сред, но не от механических повреждений. Механические воздействия, неаккуратное обращение способны повредить как радиатор, так и только его упаковку, следствием чего может быть повреждение покрытия радиатора.

Для вентильных радиаторов рекомендуется 2-ступенчатый монтаж, полностью исключающий риск повреждения радиатора при проведении строительных работ вплоть до их полного окончания:

- 1) с помощью шаблона определяется монтажное положение присоединительных узлов, устанавливаемых и подключаемых к системе отопления;
- 2) по завершении отделочных работ монтируются отопительные приборы.

Система отопления может быть предварительно испытана на гидравлическую плотность без отопительных приборов.

На присоединительном узле до окончательного монтажа радиатора рекомендуется сохранять защитные пластиковые колпачки для того, чтобы исключить попадание посторонних механических частиц в систему отопления.

Оформление заказа и варианты исполнения отопительных приборов

Оформление заказа заключается в составлении спецификации с применением буквенно-цифровых обозначений, представляющей собой подробное описание отопительного прибора.

Спецификации различны для каждого типа отопительного прибора.

1. Панельные радиаторы «Profil», «Plan», «Plan-Hygiene», «X-Therm»

Спецификация состоит последовательно из трех букв и шести цифр
Пример составления спецификации:

<input type="checkbox"/>	F - радиатор с волнистым фронтом «Profil»; P - радиатор с гладким фронтом «Plan»
<input type="checkbox"/>	K - общее обозначение, исключая «Plan-Hygiene» и «X-Therm»; H - гигиенический «Plan-Hygiene» (только сочетание PH_); X = «X-Therm», только со встроенным термостатическим вентилем (только _XV)
<input type="checkbox"/>	O - без встроенной арматуры, присоединительные отверстия сбоку; V - со встроенным термостатическим вентилем, подключение снизу справа
<input type="checkbox"/>	Две цифры обозначения типа радиатора (10, 11, 12, 22 или 33)
<input type="checkbox"/>	Высота радиатора в дециметрах
<input type="checkbox"/>	Длина радиатора в дециметрах

F K V 22 05 14

Профильный вентильный радиатор, тип 22, высота 500 мм, длина 1400 мм.

Стандартным является расположение вентильной вставки в корпусе радиатора справа. Подключение снизу слева возможно без увеличения цены, оговаривается при заказе дополнительно. Стандартный цвет — белый RAL 9016, другие цвета RAL указываются по желанию, заказ выполняется с наценкой (по запросу).

В поставку включена заглушка, воздухоотводчик, настенное крепление. Для радиаторов со встроенной арматурой заказываются дополнительно термостатическая головка и нижнее присоединение, другие принадлежности — по соответствующему каталогу.

Для замены радиаторов со стандартным межцентровым расстоянием предлагается «адаптер-D» (ZHDA0000). С его помощью, удалив предварительно вентильную вставку, можно подключить вентильный радиатор сбоку, используя существующие подводки к отопительному прибору без переделок.

2. Трубчатые радиаторы «Decor»

Спецификация состоит последовательно из трех букв, восьми цифр и трех букв

□□□	DOV - радиатор со встроенной термостатической арматурой «Decor-V»; DOO - радиатор «Decor-S»; DDO - радиатор «Decor-D», предназначенный для замены ранее установленного отопительного прибора в существующей системе отопления со стандартным межцентровым расстоянием
□□	две цифры обозначения типа радиатора (первая - общее количество трубок в элементе, вторая - количество изогнутых трубок);
□□□	высота радиатора в сантиметрах
□□□	количество элементов (от 4 до 10, от 14 до 22 с шагом два элемента, от 22 до 34 с шагом 4 элемента, 40, 44, 50, 56, 64 элемента)
□□□	цвет по выбору из 14 по гамме цветов - наценка 15% или цвета RAL - наценка 30%. Белый RAL 9016 (стандарт) не указывается

Пример составления спецификации:

DOO 31 050 026 ROT

Трубчатый радиатор «Decor-S», тип 31, высота 500 мм, 26 элементов (длина 1196 мм), цвет — по гамме цветов, красный RAL 3003.

В поставку включена заглушка, воздухоотводчик, настенное крепление. Для радиаторов со встроенной арматурой заказываются дополнительно термостатическая головка и нижнее присоединение, другие принадлежности — по соответствующему каталогу.

Радиаторы, для которых в таблице тепловой мощности указано «цена и тепловая мощность — по запросу», из-за своих размеров поставляются частями и окончательно собираются перед монтажом с помощью включенных в поставку соединительных элементов.

3. Дизайн-радиаторы

Спецификация состоит последовательно из трех букв, восьми цифр и четырех букв (при необходимости, дополнительно трех букв для обозначения второго цвета двухцветных радиаторов Credo-Duo или буквы, соответствующей выбранному варианту электроподключения модели дизайн-радиатора с индексом -E).

Модель	Стандарт	Встроенная арматура	Дист. управление, программирование	Только электропотребление
Credo-Techno	CTV20		CTI20	
Credo-Duo	CDV20			
Visto	CVW10, CVW20			
Credo-Swing	CS010	CSV10	CSI10	CSE10
Credo-Light	CL010	CLV10	CLI10	CLE10
Credo	C0010	C0V10	C0I10	C0E12
Centro	E0010			E0E10
Kermi Vigo	DBO21			
Credo-Twist	CW010	CWV10	CWI10	CWE10
Credo-Uno	E0012			E0E12
Basic	B0010			B0E10

Полный индекс дизайн-радиатора содержит следующие обозначения (по порядку слева направо):

две буквы, соответствующие модели дизайн-радиатора;

третья буква обозначает его исполнение:

O — для работы только в системе отопления без встроенной арматуры;

V — то же, со встроенной термостатической арматурой;

I — с дистанционным управлением, программатором (пультом управления) и ТЭНом для поддержания заданной температуры в помещении и использования радиатора по назначению (сушка полотенец, простыней, одежды и т.п.) независимо от времени года;

E — для работы независимо от системы отопления, радиатор оборудован ТЭНом и заполнен теплоносителем, готов к монтажу, питание ТЭНа осуществляется кабелем, проложенном скрыто под штукатуркой или открыто от настенного программируемого блока управления (по выбору).

Две следующие цифры соответствуют расположению в плане нагревательных элементов радиатора — 10 для одно- и 20 для двухрядного расположения (друг за другом), исключения — радиаторы Vigo, тип 21, и Credo-Uno, тип 12.

Две группы цифр по три знака указывают (округленно) высоту и ширину радиатора в сантиметрах. Последние знаки (от четырех до семи) содержат следующую информацию: три буквы обозначают цвет радиатора, четвертая буква K=Керми, следующие три буквы обозначают второй цвет (цвет панели радиатора Credo-Duo) либо пятая буква указывает способ кабельного соединения и подачи питания на блок управления (радиатор Credo-Duo в этом исполнении не поставляется):

- ТЭН расположен слева или справа с открыто проложенным кабелем к блоку управления, снабженному вилкой на задней части корпуса для установки на розетке (вариант А — слева или В — справа);
- кабель прокладывается скрыто под штукатуркой, питающие провода от электросети заводятся по прилагаемой схеме на колодку в корпусе блока, установленного на стене возле радиатора (С — слева или D — справа).

Пример составления спецификации:

CSE10 090 075 BLA K, A

Дизайн-радиатор Credo-Swing только для электропотребления, высота 878 мм, длина 746 мм, цвет синий ультрамарин, комнатный программируемый термостат с вилкой, прокладка кабеля открытая, ТЭН расположен в левой колонке радиатора.

Аксессуары для повышения удобства пользования дизайн-радиаторами, например держатели полотенец, полки и т.д., содержатся в соответствующем каталоге и заказываются дополнительно.

Термостатические головки и присоединительные узлы для дизайн-радиаторов со встроенной термостатической арматурой не входят в объем поставки и заказываются дополнительно.

Комплекты для настенного монтажа дизайн-радиаторов входят в объем поставки. Радиаторы Centro и Basic могут быть установлены на пол перпендикулярно, визуально разделяя помещение на части; монтажный комплект для такой установки заказывается дополнительно («Raumteiler»).

4. Конвекторы и «теплые стены»

Для упрощения оформления и обработки заказа на конвекторы и «теплые стены» предназначен формуляр, заполнение которого по всем пунктам является составлением спецификации. При общей форме его заполнение имеет свои особенности для различных типов, моделей, схем присоединения отопительных приборов.

Кол-во	Тип	Высота мм	Высота ламелей	Длина мм	Присоединения				Схема подключения	Цвет	P _{раб}	Крышка		Цена
					1	2	3	4				5	6	
1	ACW35	210		1500	1/2	1/2	1/2	1/2	140	9016	8	X		
1	АНН22-1	560	140	3000	1/2	3/4	1/2	3/4	681	9016	12		X	

Поля с 1 по 4 указывают диаметры резьбовых отверстий для присоединения прибора к системе отопления, установки заглушки для его опорожнения и воздухоотводчика по их приблизительному взаимному расположению. Каждому полю соответствует присоединение, расположенное:

- 1 — левый верхний угол, 2 — левый нижний угол,
- 3 — правый верхний угол, 4 — правый нижний угол.

Для конвекторов диаметр присоединений составляет только 1/2", для теплых стен возможны диаметры 1/2" (стандарт), 3/8", 3/4" для раздельного подключения подающей и обратной подводок и только 1/2" для одноузлового подключения с использованием специальной арматуры различных изготовителей (возможные названия — четырехходовой или ланцетный вентиль, вентиль Рапира).

Поле 5 содержит индекс схемы подключения, состоящий из трех цифр, точно определяющий взаимное расположение подключений отопительного прибора:

первая цифра — расположение присоединения подающей подводки;

вторая цифра — расположение присоединения обратной подводки;

третья цифра — расположение присоединений.

Используемые обозначения:

первая, вторая цифра	третья цифра
1, 2 на левой стенке сверху, внизу	0 сбоку
3, 4 на правой стенке сверху, внизу	1 снизу
5, 7 сверху слева, справа	2 сверху, только для «теплых стен»
6, 8 снизу слева, справа	6 друг за другом снизу (на виде
9 снизу ближе к центру прибора	спереди может быть показано
относительно позиций 6 или 8	только одно присоединение)

Эскизы, индексы схем подключения, расположение присоединений, расстояния между ними и т. п. приводятся в соответствующих технических каталогах.

Поле 6 содержит четырехзначный индекс цвета RAL, в который окрашивается отопительный прибор. Стандартным является RAL 9016, без наценки выполняется окраска в белый цвет RAL 9010, окраска в другие цвета RAL выполняется с наценкой 10 %.

В поле 7 указывается рабочее давление, при котором может эксплуатироваться отопительный прибор. Значение рабочего давления указывается в соответствии с EN 442 и DIN 18380! Наценка за исполнение на повышенное рабочее давление составляет 8 % за 8 бар и 12 % за 12 бар.

При заказе прибора с верхней декоративной крышкой необходимо учитывать снижение мощности, составляющее 5 — 7%. Для конвекторов и теплых стен также действует ограничение минимального расхода, составляющего 55 % от нормативного (соответствующего параметрам при испытаниях по EN 442), для предотвращения значительного снижения тепловой мощности.

Конвекторы тип KOV, KWW оборудованы встроенной термостатической арматурой аналогично радиаторам «Profil-V», «Plan-V».

Исполнение BAGUV для конвекторов и горизонтальных «теплых стен» исключено из приведенного выше формуляра, при необходимости указывается дополнительно. Это исполнение заключается в фиксации верхней крышки отопительного прибора для повышения его травмобезопасности при установке таких приборов в детских дошкольных учреждениях и школах. Радиаторы «Profil» (кроме типа 10), «Plan», «Decor», вертикальные «теплые стены» соответствуют требованиям BAGUV, для радиаторов «X-Therm» предусмотрены дополнительные фиксаторы.

Специальные исполнения конвекторов и теплых стен, такие, как оцинкованные или с покрытием «Дуроплекс», нестандартные размеры и формы, также указываются дополнительно. Для заказа отопительного прибора нестандартной формы необходимо приложить эскиз, на котором должны быть показаны:

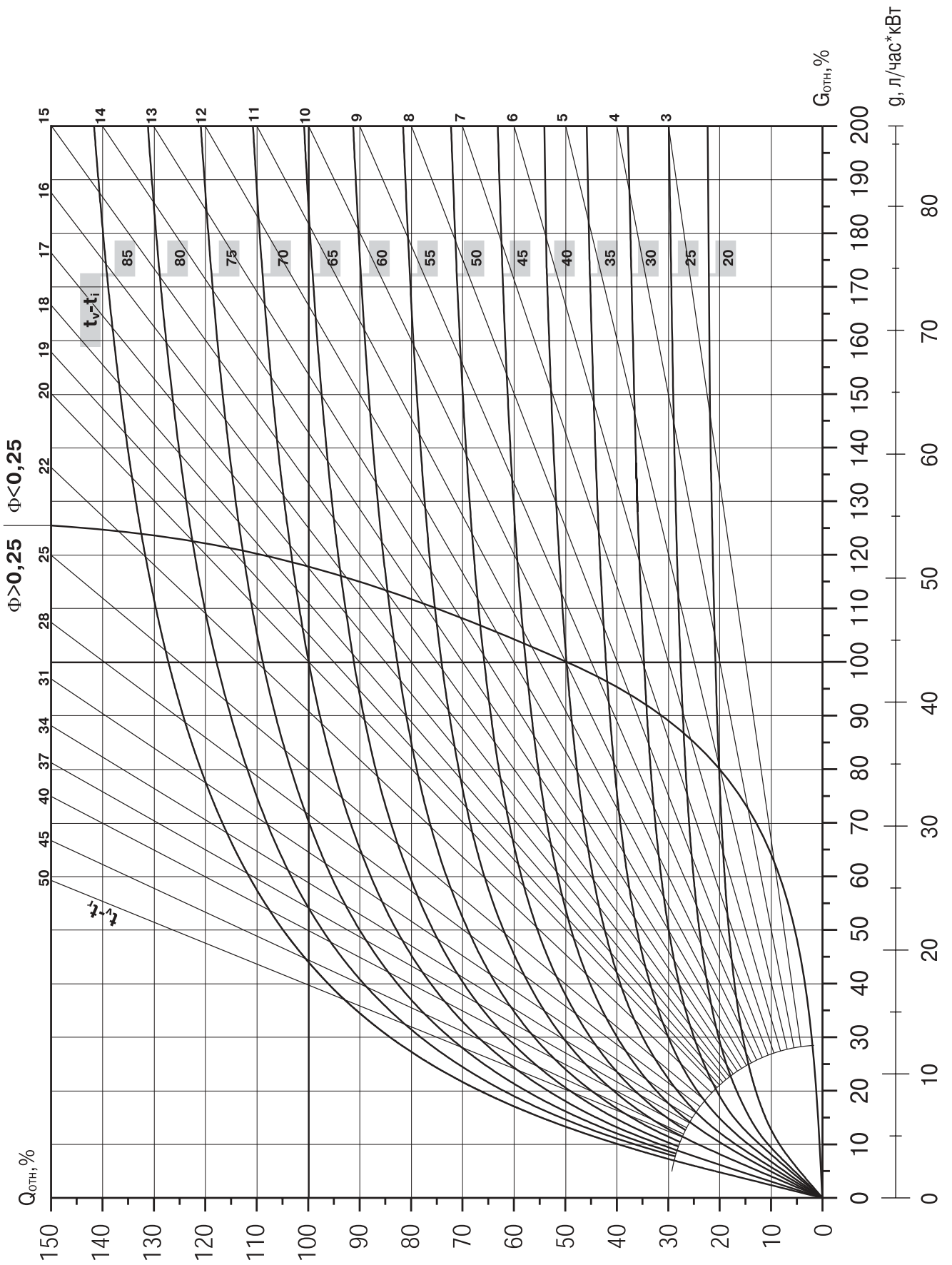
Оформление заказа и варианты исполнения отопительных приборов

- для изогнутых приборов — наружный радиус и длина по наружной стороне;
- для приборов с поворотами — углы поворота и длины участков по внешней (большей) стороне.

В бланке формуляра заполнены строки, соответствующие:

- конвектор «Kermi», исполнение WSVO'95, со встроенным отражающим экраном для установки перед остеклением, тип ACW35, высота 210 мм, длина 1500 мм, рабочее давление 8 бар (по DIN 18380), подключение разностороннее сверху вниз, слева направо (по диагонали) с расположением присоединений на боковых плоскостях конвектора, подающее присоединение 1/2" в позиции 1, обратное присоединение 1/2" в позиции 4, воздухоотводчик 1/2" в позиции 3, заглушка 1/2" в позиции 2, цвет 9016, с крышкой;
- горизонтальная «теплая стена» тип АНН22-1, высота 560 мм, длина 3000 мм, высота ламелей 140 мм, рабочее давление 12 бар (по DIN 18380), подключение разностороннее снизу вниз с расположением присоединений в нижней плоскости прибора, подающее присоединение 3/4" в позиции 6, обратное присоединение 3/4" в позиции 8, воздухоотводчик 1/2" в позиции 3, цвет 9016, без крышки.

Зависимость тепловой мощности от расхода теплоносителя



Тепловая мощность профильных панельных радиаторов для параметров 90/70/20° C по EN 442

Высота	300					400					500					600					900				
Тип	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33
Длина	Тепловая мощность, Ватт																								
400	167	273	360	480	693	212	347	448	605	876	257	419	534	723	1046	302	490	618	837	1205	438	700	872	1156	1625
500	209	342	451	601	866	265	434	561	757	1095	322	524	667	904	1308	378	613	773	1047	1506	548	875	1090	1445	2032
600	250	410	541	721	1039	318	520	673	908	1313	386	629	800	1085	1569	454	735	927	1256	1807	657	1049	1308	1734	2438
700	292	478	631	841	1212	371	607	785	1059	1532	450	734	934	1266	1831	529	858	1082	1465	2108	767	1224	1526	2023	2844
800	334	546	721	961	1386	424	694	897	1210	1751	514	838	1067	1446	2092	605	980	1236	1674	2410	876	1399	1744	2312	3250
900	375	615	811	1081	1559	477	780	1009	1362	1970	579	943	1201	1627	2354	680	1103	1391	1884	2711	986	1574	1962	2601	3657
1000	417	683	901	1201	1732	530	867	1121	1513	2189	643	1048	1334	1808	2615	756	1225	1545	2093	3012	1095	1749	2180	2890	4063
1200	500	820	1081	1441	2078	636	1040	1345	1816	2627	772	1258	1601	2170	3138	907	1470	1854	2512	3614	1314	2099	2616	3468	4876
1400	584	956	1261	1681	2425	742	1214	1569	2118	3065	900	1467	1868	2531	3661	1058	1715	2163	2930	4217	1533	2449	3052	4046	5688
1600	667	1093	1442	1922	2771	848	1387	1794	2421	3502	1029	1677	2134	2893	4184	1210	1960	2472	3349	4819	1752	2798	3488	4624	6501
1800	751	1229	1622	2162	3118	954	1561	2018	2723	3940	1157	1886	2401	3254	4707	1361	2205	2781	3767	5422	1971	3148	3924	5202	7313
2000	834	1366	1802	2402	3464	1060	1734	2242	3026	4378	1286	2096	2668	3616	5230	1512	2450	3090	4186	6024	2190	3498	4360	5780	8126
2300	959	1571	2072	2762	3984	1219	1994	2578	3480	5035	1479	2410	3068	4158	6015	1739	2818	3554	4814	6928	2519	4023	5014	6647	9345
2600	1084	1776	2343	3123	4503	1378	2254	2915	3934	5691	1672	2725	3468	4701	6799	1966	3185	4017	5442	7831	2847	4547	5668	7514	10564
3000	1251	2049	2703	3603	5196	1590	2601	3363	4539	6567	1929	3144	4002	5424	7845	2268	3675	4635	6279	9036	3285	5247	6540	8670	12189



Тепловая мощность гладких панельных радиаторов для параметров 90/70/20° C по EN 442

Высота	305					405					505					605					905				
Тип	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33
Длина	Тепловая мощность, Ватт																								
405	147	247	335	460	660	188	314	411	574	815	228	380	488	684	969	266	446	567	791	1123	380	643	820	1108	1609
505	183	308	418	574	823	234	391	513	716	1017	284	474	609	852	1208	332	556	706	987	1400	474	801	1022	1382	2006
605	219	369	501	687	986	280	469	615	857	1218	340	568	729	1021	1447	398	666	846	1182	1678	567	960	1225	1656	2404
705	255	430	584	801	1149	326	546	716	999	1419	396	662	850	1190	1686	464	776	986	1378	1955	661	1119	1427	1930	2801
805	291	491	667	914	1312	373	624	818	1141	1620	452	756	970	1359	1926	530	886	1126	1573	2232	755	1278	1629	2203	3198
905	328	552	749	1028	1475	419	701	919	1282	1822	509	850	1090	1528	2165	595	996	1266	1768	2510	849	1436	1832	2477	3596
1005	364	613	832	1142	1638	465	779	1021	1424	2023	565	944	1211	1696	2404	661	1107	1406	1964	2787	943	1595	2034	2751	3993
1205	436	735	998	1369	1964	558	934	1224	1707	2426	677	1131	1452	2034	2882	793	1327	1686	2355	3341	1130	1912	2439	3298	4787
1405	509	857	1163	1596	2290	651	1089	1427	1991	2828	790	1319	1693	2372	3361	924	1547	1966	2745	3896	1318	2230	2844	3845	5582
1605	581	979	1329	1823	2616	743	1244	1631	2274	3231	902	1507	1934	2709	3839	1056	1767	2245	3136	4451	1505	2547	3249	4393	6377
1805	653	1101	1495	2050	2942	836	1399	1834	2558	3633	1014	1695	2175	3047	4318	1188	1987	2525	3527	5005	1693	2865	3653	4940	7171
2005	726	1223	1660	2278	3268	928	1554	2037	2841	4036	1127	1883	2416	3384	4796	1319	2208	2805	3918	5560	1881	3182	4058	5488	7966
2305	834	1406	1909	2618	3757	1067	1786	2342	3266	4640	1295	2164	2777	3891	5514	1517	2538	3225	4504	6392	2162	3658	4665	6309	9158
2605	943	1589	2157	2959	4246	1206	2019	2647	3691	5244	1464	2446	3139	4397	6231	1714	2868	3644	5090	7224	2443	4134	5273	7130	10350
3005	1088	1833	2488	3414	4898	1391	2325	3053	4258	6049	1689	2822	3621	5072	7188	1977	3309	4204	5872	8333	2819	4769	6082	8225	11939



Тепловая мощность конвекторов для параметров 90/70/20° C по EN 442

Длина, мм			600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
Высота, мм	Тип	n	Тепловая мощность, Вт												
140	AC034	1,267	744	992	1240	1488	1736	1984	2232	2480	2728	2976	3224	3472	3720
	AC046	1,278	1018	1358	1697	2036	2376	2715	3055	3394	3733	4073	4412	4752	5091
	ACW23	1,260	528	704	880	1056	1232	1408	1584	1760	1936	2112	2288	2464	2640
	ACW35	1,254	836	1114	1393	1672	1950	2229	2507	2786	3065	3343	3622	3900	4179
210	AC034	1,356	1006	1341	1676	2011	2346	2682	3017	3352	3687	4022	4358	4693	5028
	AC046	1,364	1401	1868	2335	2802	3269	3736	4203	4670	5137	5604	6071	6538	7005
	ACW23	1,315	707	943	1179	1415	1651	1886	2122	2358	2594	2830	3065	3301	3537
	ACW35	1,316	1115	1487	1859	2231	2603	2974	3346	3718	4090	4462	4833	5205	5577



**Тепловая мощность радиаторов Decor-S
для параметров 90/70/20° C по EN 442**

N	L, мм	BH 200, тип							BH 300, тип						
		10	21	32	31	42	41	52	10	21	32	31	42	41	52
4	184	60	95	131	135	172	181	214	81	135	188	190	243	250	298
6	276	90	142	197	202	258	258	321	121	203	282	285	365	374	448
8	368	120	190	262	269	344	344	428	161	270	376	379	486	499	597
10	460	150	237	328	337	430	430	536	201	338	470	474	608	624	746
14	644	210	332	459	471	602	602	750	282	473	659	664	851	873	1044
16	736	240	379	524	539	688	688	857	322	540	753	759	973	998	1194
18	828	270	427	590	606	774	774	964	363	608	847	854	1095	1123	1343
20	920	300	474	655	673	860	860	1071	403	675	941	949	1216	1248	1492
22	1012	330	521	721	741	946	946	1178	443	743	1035	1043	1338	1372	1641
26	1196	391	616	852	875	1117	1117	1392	524	878	1223	1233	1581	1622	1940
30	1380	451	711	983	1010	1289	1289	1607	604	1013	1411	1423	1824	1871	2238
34	1564	511	806	1114	1145	1461	1461	1821	685	1148	1599	1613	2068	2121	2536
40	1840	601	948	1311	1347	1719	1719	2142	806	1351	1882	1897	2432	2495	2984
44	2024	661	1043	1442	1481	1891	1891	2356	886	1486	2070	2087	2676	2745	3282
50	2300	751	1185	1639	1684	2149	2149	2678	1007	1689	2352	2372	3041	3119	3730
56	2576	841	1327	1835	1886	2407	2407	2999	1128	1891	2634	2656	3405	3493	4178
64	2944	961	1517	2097	2155	2751	2751	3427	1289	2161	3011	3036	3892	3992	4774
		BH 350, тип							BH 400, тип						
N	L, мм	90	154	216	216	277	283	339	100	173	243	242	310	315	379
4	184	90	154	216	216	277	283	339	100	173	243	242	310	315	379
6	276	135	231	324	324	416	424	508	149	260	364	363	466	473	568
8	368	180	308	431	432	554	565	678	199	347	485	484	621	631	758
10	460	225	385	539	540	693	707	847	249	433	607	605	776	788	947
14	644	315	539	755	756	970	989	1186	348	606	850	847	1086	1104	1326
16	736	360	616	863	864	1108	1131	1355	398	693	971	968	1242	1261	1515
18	828	405	694	971	972	1247	1272	1525	448	780	1092	1089	1397	1419	1705
20	920	450	771	1079	1080	1385	1413	1694	498	866	1214	1210	1552	1577	1894
22	1012	495	848	1186	1188	1524	1555	1864	547	953	1335	1331	1707	1734	2083
26	1196	585	1002	1402	1405	1801	1837	2202	647	1126	1578	1573	2018	2050	2462
30	1380	675	1156	1618	1621	2078	2120	2541	746	1300	1820	1815	2328	2365	2841
34	1564	765	1310	1834	1837	2355	2402	2880	846	1473	2063	2057	2638	2680	3220
40	1840	900	1541	2157	2161	2770	2826	3388	995	1733	2427	2420	3104	3153	3788
44	2024	990	1695	2373	2377	3047	3109	3727	1095	1906	2670	2662	3414	3469	4167
50	2300	1126	1927	2697	2701	3463	3533	4236	1244	2166	3034	3025	3880	3942	4735
56	2576	1261	2158	3020	3025	3879	3957	4744	1393	2426	3398	3387	4346	4414	5303
64	2944	1441	2466	3452	3457	4433	4522	5421	1592	2772	3884	3871	4966	5045	6061
		BH 450, тип							BH 500, тип						
N	L, мм	109	192	269	267	343	347	418	119	210	296	292	376	378	456
4	184	109	192	269	267	343	347	418	119	210	296	292	376	378	456
6	276	164	288	404	401	515	521	627	179	316	444	438	564	568	685
8	368	219	384	539	535	687	694	836	238	421	592	585	752	757	913
10	460	274	480	673	669	858	868	1045	298	526	740	731	939	946	1141
14	644	383	671	942	936	1202	1215	1462	417	737	1036	1023	1315	1325	1597
16	736	438	767	1077	1070	1373	1389	1671	476	842	1184	1169	1503	1514	1826
18	828	493	863	1212	1203	1545	1562	1880	536	947	1331	1315	1691	1703	2054
20	920	547	959	1346	1337	1717	1736	2089	595	1052	1479	1462	1879	1892	2282
22	1012	602	1055	1481	1471	1888	1909	2298	655	1157	1627	1608	2067	2082	2510
26	1196	712	1247	1750	1738	2232	2257	2716	774	1368	1923	1900	2442	2460	2967
30	1380	821	1439	2020	2006	2575	2604	3134	893	1578	2219	2192	2818	2839	3423
34	1564	931	1630	2289	2273	2919	2951	3552	1012	1789	2515	2485	3194	3217	3879
40	1840	1095	1918	2693	2674	3434	3472	4178	1190	2104	2959	2923	3758	3785	4564
44	2024	1204	2110	2962	2941	3777	3819	4596	1309	2315	3255	3216	4133	4163	5020
50	2300	1369	2398	3366	3343	4292	4340	5223	1488	2631	3699	3654	4697	4731	5705
56	2576	1533	2685	3770	3744	4807	4860	5850	1666	2946	4142	4092	5261	5299	6390
64	2944	1752	3069	4308	4278	5494	5555	6685	1904	3367	4734	4677	6012	6056	7302



**Тепловая мощность радиаторов Decor-S
для параметров 90/70/20° C по EN 442**

N	L, мм	BH 550, тип							BH 600, тип						
		10	21	32	31	42	41	52	10	21	32	31	42	41	52
4	184	128	229	322	317	408	409	495	138	247	356	342	440	440	531
6	276	193	344	483	476	612	614	742	207	371	533	513	660	661	796
8	368	257	458	644	634	816	819	989	276	495	711	683	880	881	1062
10	460	321	573	805	793	1020	1024	1237	345	618	889	854	1100	1101	1327
14	644	450	802	1127	1110	1429	1433	1731	483	866	1244	1196	1540	1541	1858
16	736	514	916	1288	1269	1633	1638	1978	552	989	1422	1367	1760	1761	2123
18	828	578	1031	1449	1428	1837	1842	2226	621	1113	1600	1538	1981	1982	2388
20	920	642	1146	1610	1586	2041	2047	2473	690	1237	1778	1708	2201	2202	2654
22	1012	707	1260	1771	1745	2245	2252	2720	759	1360	1955	1879	2421	2422	2919
26	1196	835	1489	2092	2062	2653	2661	3215	897	1608	2311	2221	2861	2862	3450
30	1380	964	1718	2414	2379	3061	3071	3710	1035	1855	2666	2563	3301	3303	3981
34	1564	1092	1948	2736	2697	3469	3480	4204	1173	2102	3022	2904	3741	3743	4511
40	1840	1285	2291	3219	3172	4082	4094	4946	1380	2473	3555	3417	4401	4404	5308
44	2024	1413	2520	3541	3490	4490	4503	5441	1518	2721	3911	3758	4841	4844	5838
50	2300	1606	2864	4024	3966	5102	5118	6183	1725	3092	4444	4271	5502	5505	6635
56	2576	1799	3208	4507	4441	5714	5732	6924	1931	3462	4977	4784	6162	6165	7431
64	2944	2056	3666	5151	5076	6531	6550	7914	2207	3957	5688	5467	7042	7046	8492
		BH 750, тип							BH 900, тип						
4	184	167	302	424	414	536	530	645	197	355	498	485	627	619	754
6	276	251	452	636	621	804	795	967	295	533	748	727	941	929	1132
8	368	334	603	847	828	1071	1061	1290	393	710	997	969	1255	1239	1509
10	460	418	754	1059	1035	1339	1326	1612	492	888	1246	1212	1569	1549	1886
14	644	585	1055	1483	1450	1875	1856	2257	688	1243	1745	1697	2196	2168	2641
16	736	668	1206	1695	1657	2143	2121	2580	786	1420	1994	1939	2510	2478	3018
18	828	752	1357	1907	1864	2411	2386	2902	885	1598	2243	2181	2823	2788	3395
20	920	835	1508	2118	2071	2678	2652	3224	983	1775	2492	2424	3137	3097	3772
22	1012	919	1658	2330	2278	2946	2917	3547	1081	1953	2742	2666	3451	3407	4150
26	1196	1086	1960	2754	2692	3482	3447	4192	1278	2308	3240	3151	4078	4027	4904
30	1380	1253	2261	3178	3106	4018	3977	4837	1475	2663	3739	3635	4706	4646	5659
34	1564	1420	2563	3601	3520	4553	4508	5481	1671	3018	4237	4120	5333	5266	6413
40	1840	1670	3015	4237	4142	5357	5303	6449	1966	3550	4985	4847	6274	6195	7545
44	2024	1837	3317	4660	4556	5892	5834	7094	2163	3905	5483	5332	6901	6814	8299
50	2300	2088	3769	5296	5177	6696	6629	8061	2458	4438	6231	6059	7843	7744	9431
56	2576	2338	4221	5932	5798	7500	7424	9028	2752	4970	6979	6786	8784	8673	10563
64	2944	2672	4824	6779	6627	8571	8485	10318	3146	5680	7976	7756	10038	9912	12072
		BH 1000, тип							BH 1200, тип						
4	184	217	391	546	534	689	683	828	262	460	647	620	806	795	995
6	276	326	586	819	801	1033	1024	1242	393	690	971	930	1209	1193	1492
8	368	434	782	1092	1068	1377	1365	1656	524	921	1294	1240	1612	1590	1990
10	460	543	977	1366	1335	1722	1707	2069	655	1151	1618	1551	2014	1988	2487
14	644	760	1368	1912	1869	2410	2389	2897	916	1611	2265	2171	2820	2783	3482
16	736	869	1563	2185	2136	2754	2730	3311	1047	1841	2589	2481	3223	3180	3979
18	828	977	1758	2458	2402	3099	3072	3725	1178	2071	2912	2791	3626	3578	4477
20	920	1086	1954	2731	2669	3443	3413	4139	1309	2302	3236	3101	4029	3976	4974
22	1012	1195	2149	3004	2936	3787	3754	4553	1440	2532	3560	3411	4432	4373	5471
26	1196	1412	2540	3550	3470	4476	4437	5380	Цена и тепловая мощность по запросу						
30	1380	1629	2931	4097	4004	5165	5120	6208							
34	1564	1846	3321	4643	4538	5853	5802	7036							
40	1840	2172	3908	5462	5339	6886	6826	8278							
44	2024	2389	4298	6008	5873	7575	7509	9105							
50	2300	2715	4885	6828	6674	8608	8533	10347							
56	2576	3041	5471	7647	7474	9640	9556	11589							
64	2944	3475	6252	8739	8542	11018	10922	13244							



**Тепловая мощность радиаторов Decor-S
для параметров 90/70/20° C по EN 442**

N	L, мм	BH 1500, тип								BH 1800, тип					
		10	21	32	31	42	41	52	10	21	32	31	42	41	52
4	184	328	564	789	757	985	964	1231	393	670	932	890	1164	1137	1444
6	276	491	846	1184	1136	1477	1445	1846	590	1005	1398	1334	1745	1705	2166
8	368	655	1129	1578	1515	1969	1927	2461	787	1341	1864	1779	2327	2274	2889
10	460	819	1411	1973	1894	2461	2409	3077	983	1676	2329	2224	2909	2842	3611
14	644	1146	1975	2762	2651	3446	3372	4307	1377	2346	3261	3113	4072	3979	5055
16	736	1310	2257	3157	3030	3938	3854	4922	1573	2681	3727	3558	4654	4547	5777
18	828	1474	2539	3551	3409	4430	4336	5538	1770	3016	4193	4003	5236	5116	6499
20	920	1638	2821	3946	3787	4923	4818	6153	1967	3352	4659	4448	5818	5684	7222
22	1012	1801	3104	4341	4166	5415	5299	6768	2163	3687	5125	4892	6400	6252	7944
26	1196	Цена и тепловая мощность по запросу													
64	2944														
N	L, мм	BH 2000, тип								BH 2500, тип					
		10	21	32	31	42	41	52	10	21	32	31	42	41	52
4	184	437	740	1021	981	1280	1244	1581	546	916	1250	1199	1572	1534	1870
6	276	655	1111	1532	1471	1920	1865	2372	819	1374	1875	1799	2358	2301	2804
8	368	873	1481	2043	1962	2560	2487	3162	1093	1832	2499	2398	3144	3068	3739
10	460	1091	1851	2553	2452	3199	3109	3953	1366	2290	3124	2998	3930	3835	4674
14	644	1528	2592	3575	3433	4479	4352	5534	1912	3205	4374	4197	5502	5369	6543
16	736	1746	2962	4085	3923	5119	4974	6324	2185	3663	4999	4797	6288	6136	7478
18	828	1965	3332	4596	4414	5759	5596	7115	2458	4121	5624	5396	7074	6903	8413
20	920	2183	3702	5107	4904	6399	6218	7905	2731	4579	6248	5996	7860	7670	9348
22	1012	2401	4073	5617	5395	7039	6839	8696	3005	5037	6873	6595	8646	8437	10282
26	1196	Цена и тепловая мощность по запросу													
64	2944														
N	L, мм	BH 2800, тип								BH 3000, тип					
		10	21	32	31	42	41	52	10	21	32	31	42	41	52
4	184	607	1026	1383	1331	1748	1714	2016	652	1096	1472	1422	1864	1829	2101
6	276	910	1539	2075	1997	2622	2571	3024	978	1643	2207	2133	2795	2743	3152
8	368	1214	2052	2766	2662	3496	3428	4032	1304	2191	2943	2844	3727	3657	4203
10	460	1517	2565	3458	3328	4370	4285	5039	1631	2739	3679	3556	4659	4571	5253
14	644	2124	3590	4841	4659	6118	6000	7055	2283	3835	5151	4978	6523	6400	7355
16	736	2427	4103	5532	5324	6992	6857	8063	2609	4383	5887	5689	7454	7314	8405
18	828	2731	4616	6224	5990	7866	7714	9071	2935	4930	6622	6400	8386	8229	9456
20	920	3034	5129	6915	6655	8740	8571	10079	3261	5478	7358	7111	9318	9143	10507
22	1012	3338	5642	7607	7321	9614	9428	11087	3587	6026	8094	7822	10250	10057	11557
26	1196	Цена и тепловая мощность по запросу													
64	2944														

BH - монтажная высота радиатора
N - количество элементов



Корректировочные коэффициенты
для расчета мощности радиаторов

Параметры теплоносителя		Температура воздуха в помещении, °С						
t_v	t_r	10	12	15	18	20	22	24
110	90	0,59	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73
	80	0,64	0,66	0,69	0,73	0,75	0,78	0,81
	70	0,70	0,72	0,76	0,81	0,84	0,87	0,91
	60	0,78	0,81	0,86	0,91	0,95	1,00	1,05
	50	0,88	0,92	0,99	1,06	1,12	1,18	1,25
105	80	0,66	0,68	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84
	70	0,72	0,75	0,79	0,84	0,87	0,91	0,95
	60	0,81	0,84	0,89	0,95	0,99	1,04	1,09
	50	0,92	0,96	1,03	1,11	1,17	1,23	1,31
100	80	0,68	0,71	0,74	0,79	0,82	0,85	0,88
	70	0,75	0,78	0,83	0,88	0,91	0,95	0,99
	60	0,84	0,87	0,93	0,99	1,04	1,09	1,15
	55	0,89	0,93	0,99	1,07	1,12	1,18	1,25
	50	0,95	1,00	1,07	1,16	1,22	1,29	1,37
95	80	0,71	0,74	0,78	0,82	0,85	0,89	0,92
	70	0,78	0,81	0,86	0,91	0,95	1,00	1,04
	60	0,87	0,91	0,97	1,04	1,09	1,14	1,20
	55	0,93	0,97	1,04	1,12	1,18	1,24	1,31
	50	0,99	1,04	1,12	1,21	1,28	1,36	1,44
90	80	0,74	0,77	0,81	0,86	0,89	0,93	0,97
	75	0,78	0,81	0,85	0,90	0,94	0,98	1,03
	70	0,82	0,85	0,90	0,96	1,00	1,05	1,10
	65	0,86	0,90	0,95	1,02	1,07	1,12	1,17
	60	0,91	0,95	1,02	1,09	1,14	1,20	1,27
	55	0,97	1,01	1,09	1,17	1,24	1,31	1,38
	50	1,04	1,09	1,18	1,27	1,35	1,43	1,53
85	75	0,81	0,84	0,89	0,95	0,99	1,04	1,08
	70	0,85	0,89	0,94	1,01	1,05	1,10	1,16
	65	0,90	0,94	1,00	1,07	1,12	1,18	1,24
	60	0,95	1,00	1,07	1,15	1,21	1,27	1,34
	55	1,02	1,06	1,14	1,24	1,30	1,38	1,46
	50	1,09	1,14	1,24	1,34	1,43	1,52	1,62
80	70	0,89	0,93	0,99	1,06	1,11	1,16	1,23
	65	0,94	0,98	1,05	1,13	1,19	1,25	1,32
	60	1,00	1,05	1,12	1,21	1,27	1,35	1,42
	55	1,07	1,12	1,21	1,31	1,38	1,46	1,56
	50	1,14	1,20	1,30	1,42	1,51	1,61	1,72
75	65	0,99	1,04	1,11	1,19	1,26	1,33	1,40
	60	1,05	1,10	1,19	1,28	1,35	1,43	1,52
	55	1,12	1,18	1,27	1,38	1,47	1,56	1,66
	50	1,21	1,27	1,38	1,51	1,61	1,72	1,85
70	45	1,30	1,38	1,51	1,67	1,79	1,92	2,08
	60	1,11	1,17	1,26	1,36	1,44	1,53	1,63
	55	1,19	1,25	1,35	1,48	1,57	1,67	1,79
65	50	1,27	1,35	1,47	1,61	1,72	1,85	1,99
	55	1,26	1,33	1,44	1,58	1,68	1,80	1,94
	50	1,35	1,43	1,57	1,73	1,85	1,99	2,15
	45	1,47	1,56	1,72	1,91	2,07	2,24	2,44

DIN EN **EURONORM**
442



KerMi GmbH
Pankofen-Bahnhof 1
D-94447 Plattling
Tel. + 49 (0) 99 31 / 50 10
Fax + 49 (0) 99 31 / 30 75

www.kerMi.de