

ТЕПЛО ОТ ПОЛА

Маргарита ТРЕТЬЯКОВА

Водяные тёплые полы давно и прочно заняли свою нишу на рынке отопления. Они более комфортны для человека, чем традиционные радиаторы и конвекторы, что делает их всё более востребованными. Тем не менее, как и любая система водяного отопления, тёплый пол требует правильно выполненного подключения к источнику тепла, расчёта параметров, а также управления теплоотдачей. Для решения этих задач разработаны линейки оборудования и арматуры, с помощью которых возможно собрать узлы подключения тёплого пола для любых помещений.



Фото: Тесе

Тёплый пол по праву можно назвать одним из самых современных и комфортных способов отапливать жилое помещение. Основное его преимущество заключается в принципе действия. Традиционные отопительные приборы — радиаторы и конвекторы — значительную долю тепла отдают воздуху. Это приводит к усилению конвекции в помещении и, как следствие, к неравномерному распределению тепла. Рабочая поверхность радиаторов и конвекторов достаточно горячая, поэтому температура нагретого ими воздуха высока. Тёплый воздух поднимается вверх, под потолок, в то время как внизу, вблизи пола, остаётся слой более холодного. В результате человек, находящийся в таком помещении, может ощущать дискомфорт (выражаясь проще, телу тепло, а ноги мёрзнут). Сидеть на таком полу не только неприятно, но и опасно для здоровья — есть риск простудиться. Кроме того, холодная поверхность пола провоцирует образование конденсата, что может послужить причиной появления плесени и других микроорганизмов.

Тёплый пол работает иначе. Температура поверхности у него меньше, чем у радиатора, а площадь — больше. В отличие

от радиаторов почти вся теплоотдача системы напольного отопления приходится на излучение ИК-волн, в то время как конвективная доля крайне мала. А поскольку источник излучения находится внизу, то нижний слой воздуха хорошо прогревается. В целом тёплый пол позволяет добиться более равномерного распределения тепла в помещении — без перегретого воздуха сверху и холодного внизу.

На тёплом полу можно без опаски сидеть, ходить по нему босиком, поэтому его широко применяют в детских комнатах и санузлах. Также его активно используют в кухнях, где нужно подогреть традиционно холодные напольные покрытия из керамической плитки или камня. Такой пол быстро высыхает, что актуально для помещений с высокой влажностью и риском выпадения конденсата, например для ванных комнат.

Поскольку температура поверхности пола при напольном отоплении лишь незначительно отличается от комнатной, возникает так называемый эффект саморегулирования: пол перестаёт излучать тепло, когда температура воздуха в комнате превышает температуру поверхности пола. В то же время теплоотдача возрастает, ког-

да температура в помещении становится ниже. У радиаторов же разница температур между излучающей тепло поверхностью и воздухом в комнате так велика, что эффект саморегулирования практически пропадает.

Как и в радиаторных системах отопления, источником тепла в водяных тёплых полах служит нагретая вода или другая жидкость (например, незамерзающая). Протекая по трубам, она отдаёт тепло окружающей среде — в данном случае стяжке пола или, если пол уложен сухим способом, специальными пластинами. Чтобы система обогревала помещение, а не межэтажные перекрытия, её укладывают поверх теплоизоляционного слоя. Трубы располагают на некотором расстоянии друг от друга, соблюдая определённый шаг укладки — таким образом достигается равномерное распределение тепла. Тёплый пол позволяет создавать в помещении зоны с различной интенсивностью обогрева. Например, если уменьшить шаг укладки, теплоотдача участка системы возрастёт (так можно обеспечить дополнительный нагрев зон с наибольшими теплопотерями — периметр комнаты, пол перед оконными проёмами или балконом). Минимальный

шаг укладки — 100 мм, при нём достигается наибольшая тепловая мощность системы напольного отопления. Максимально допустимый шаг — около 250 мм. Если расстояние между трубами увеличить, стяжка будет прогреваться неравномерно и возникнет эффект тепловых полос, когда на полу будут чередоваться нагретые и холодные участки.

От радиаторного отопления системы тёплых полов отличаются не только принципом работы, но и требованиями к теплоносителю. Радиаторный контур обычно высокотемпературный — для эффективной работы радиаторов и конвекторов за редкими исключениями требуется очень горячий теплоноситель. Однако для системы тёплого пола нужен теплоноситель более низкой температуры. Это связано с двумя основными факторами. Во-первых, в отличие от радиаторов, к поверхности которых человек прикасается редко, по полу жильцы ходят часто. Слишком горячий пол будет вызывать у людей дискомфорт. Во-вторых, многие напольные покрытия, применяемые для отделки жилых помещений (например, ламинат, паркет, ковролин), имеют ограничения на температуру пола под ними.

Оптимальная температура теплоносителя для системы тёплого пола зависит от её назначения. Для так называемого комфортного пола, призванного поддерживать безопасную и приятную для человека температуру поверхности (порядка 24–26 °С), используют теплоноситель, нагретый до 40–30 °С. Для отопительного тёплого пола, выступающего в роли основного источника тепла в помещении, нужен теплоноситель чуть более высокой температуры — 50–40 °С, при этом поверхность пола также нагревается сильнее (по принятым нормам допустим нагрев до 29 °С). Так или иначе в обоих случаях потребуется понизить температуру теплоносителя до приемлемых значений. Для этого к горячей воде из подающей линии подмешивают некоторое количество остывшей — из обратной линии. Процесс смешивания может быть организован различными способами.



Насосно-смесительный блок Oventrop Regifloor HN для комбинированных систем радиаторного и напольного отопления. Включает энергоэффективный насос с частотным управлением, смесительный узел с трёхходовым клапаном и терморегулятором с накладным датчиком, а также температурное реле отключения насоса для защиты тёплого пола от перегрева

ЦИРКУЛЯЦИЯ И ПОДГОТОВКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Готовить теплоноситель можно централизованно в самой котельной. Для этой цели служат группы быстрого монтажа (насосные группы) специального исполнения — они снабжены смесительным блоком. В группу поступает горячий теплоноситель из котла, там к нему подмешивается некоторое количество остывшего теплоносителя из обратной линии до достижения необходимой температуры.

Группа быстрого монтажа обеспечивает не только подготовку теплоносителя, но и его циркуляцию по контурам тёплого пола. Каждая такая группа оснащена насосом (входит в комплект поставки или может быть выбран на усмотрение покупателя из подходящих по параметрам моделей любого производителя) — трёхскоростным или энергоэффективным с частотным управлением. При правильном подборе группы и мощности насоса это решение позволит организовать работу как одного, так и нескольких систем тёплых полов в доме. Помимо этого, группа быстрого монтажа оборудована встроенной запорной арматурой и термометрами, что существенно ускоряет процесс её установки. Насосные группы со смесительными узлами для напольного отопления предлагают многие компании, например Caleffi, FAR, Giacomini, Herz, Hummel, Lovato, Meibes, Oventrop, Rehau.

Насосные группы оснащены смесителями с трёхходовыми клапанами, управляемыми механическими терморегуляторами или электрическими сервоприводами. Такое различие обусловлено назначением тёплого пола. Группа с механическим терморегулятором снабжена погружным датчиком, встроенным в корпус группы на выходе из смесительного узла. Датчик соединён с термостатом капиллярной трубкой: когда он нагревается, жидкость внутри него расширяется, выталкивается через трубку и воздействует на шток клапана. Проходное отверстие клапана уменьшается, горячего теплоносителя в узел поступает меньше, в итоге температура воды

на выходе становится ниже. Если она опустится слишком низко, клапан, напротив, откроется.

Группы с механическими термостатами не поддерживают электронное управление работой смесительного узла. Их широко применяют с тёплыми полами, для которых не важна регулировка в соответствии с внешними факторами — такими, как температура воздуха в помещении и на улице (например, с комфортными тёплыми полами).

В группах с электроприводом процессом смешивания управляет трёхходовой (в отдельных случаях — четырёхходовой) клапан с сервоприводом. Получать команды привод может от различных устройств — от комнатных термостатов, контроллеров с погодозависимой автоматикой и т.д. Всё это делает такую группу быстрого монтажа удобным инструментом для организации не только комфортного, но и отопительного тёплого пола.

В случае если не требуется централизованная подготовка теплоносителя в котельной, используют насосно-смесительные блоки. Такой блок по составу и функциям схож с группами быстрого монтажа, но монтируется непосредственно перед распределительным коллектором тёплого пола и помещается в техническом шкафу. В состав этого узла входит насос, смесительный блок (либо с механическим термостатом, либо с электронным управлением и сервоприводом), возможно наличие также байпасной перемычки, сливного крана, термометров и т.д. Как и насосная группа, блок смешивает теплоноситель из подающей и обратной линии до достижения заданной температуры. Насосно-смесительные блоки в качестве отдельных продуктов или в связке с коллекторами присутствуют в линейках Caleffi, Giacomini, KAN, Meibes, Oventrop, Rehau, Tece, Viega и некоторых других.

Так как превышение допустимой температуры в контурах тёплого пола может привести к повреждению напольных покрытий, поддержание безопасной температуры — важная задача. Чтобы снизить



Узел подключения тёплого пола Henco с механическим термостатом с регулировкой по температуре обратной воды



Коллекторный узел Viega с нержавеющей коллекторами с термометрами, воздухоотводчиками и сливными кранами, с расходомерами на подающих отводах и клапанами — на обратных. Сервоприводы на клапанах обратного коллектора подключены к управляющему модулю



Квартирная станция Oventrop Regudis W-HTF для подключения системы напольного отопления. Станция смонтирована в стальном шкафу и оснащена насосно-смесительным узлом, распределительными коллекторами из нержавеющей стали с расходомерами (на подаче) и термостатическими вставками с приводами (на обратке), а также клеммной колодкой

площади. Кроме того, поскольку петли тёплого пола могут быть разной длины, их тепловые характеристики будут различаться. В результате каждая петля требует не только подключения к системе отопления, но и регулировки расхода теплоносителя через неё — чтобы не допустить ситуации, когда в помещении одни участки нагреты сильнее, а другие слабее.

Для подключения таких многоконтурных систем разработаны специальные распределительные коллекторы. Коллекторы монтируют парами — один предназначен для распределения горячего теплоносителя из подающей линии, другой — для сбора остывшей воды. В отличие от обычных гребёнок для водоснабжения данные коллекторы оснащены приспособлениями, позволяющими с высокой точностью отрегулировать расход теплоносителя через каждый отвод (принято считать, что при правильно отрегулированном расходе через отводы температура теплоносителя, поступающего в обратный коллектор, будет одинакова). Установлены эти приспособления обычно на подающем коллекторе. По принципу действия их подразделяют на регуляторы расхода и регулировочные вентильные вставки.

Регуляторы расхода различаются по конструкции и принципу действия. Модели поплавкового типа оснащены расходомерами — прозрачными пластиковыми колбами, каждая с нанесённой шкалой расхода и поплавком внутри. Такие регуляторы позволяют при настройке визуально определить расход через каждый контур, но требуют предварительных расчётов параметров расхода для всех петель пола. Регуляторы другого типа прозрачных колб с возможностью визуального контроля не имеют — корпус подобной модели непрозрачный и размечен насечками от 0 до 10. Настройка такого регулятора достаточно проста. При укладке труб тёплого пола длины всех петель замеряют и записывают, а затем пропорционально полученным результатам выставляют уровни расхода для каждого контура (принимая за наибольшее значение — 10 — самую длинную петлю в системе). Вентильные вставки настраивают иначе. Расход воды через них при каждом обороте рассчитан производителем, все данные собраны в таблицы. Поэтому при настройке вентиля для работы с определённым контуром достаточно в соответствии с расчётной таблицей открыть вентиль на необходимое количество оборотов. Однако в последнее время вентильные вставки применяются реже, чем регуляторы расхода.

На обратном коллекторе обычно смонтированы термостатические вставки с клапанами. В зависимости от выбранного типа управления тёплым полом на них

устанавливают либо механические термостаты, либо сервоприводы. Задача этих элементов — поддержание определённой температуры воздуха или пола. В частности, они нужны для того, чтобы при одинаковом теплоносителе в контурах системы тёплых полов у пользователей была возможность понизить температуру в одних помещениях, сохранив более тёплый климат в других. Клапаны во вставках ограничивают пропускную способность контуров, в результате чего мощность отдельных петель уменьшается.

На рынке представлены коллекторы разной комплектации. В одних случаях они поставляются по отдельности и без дополнительного оборудования, в других — в виде собранных коллекторных узлов с несущими шинами, установленными расходомерами или регулировочными вентилями, запорными кранами. Также коллекторы для тёплого пола обычно оснащают воздухоотводчиками, которые необходимы для стравливания воздуха во избежание завоздушивания контуров в системе. В состав коллекторного блока могут входить и сливные краны.

Так как системы тёплого пола различаются количеством контуров, коллекторы выпускают с разным числом отводов — двумя, тремя и т.д. Максимальное число отводов у каждого производителя своё, но обычно 10 и более. Существуют также модульные коллекторы, состоящие из нескольких собранных вместе частей. Возможность комбинировать модули с разным числом отводов позволяет создавать коллекторы для любого количества контуров тёплого пола.

ТЕПЛО ПОД КОНТРОЛЕМ

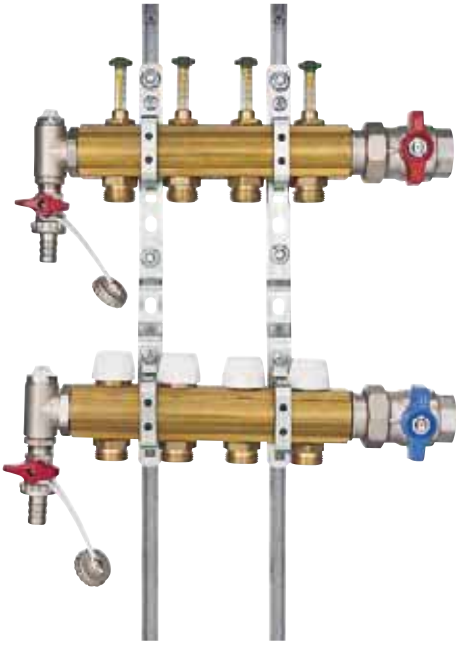
Как и любой современный прибор отопления система тёплого пола нуждается в контроле и управлении. Только в этом случае она действительно будет работать эффективно и справляться с возложенными на неё задачами. Однако принципы управления тёплым полом зависят от назначения системы. Комфортный и отопительный полы требуют различного подхода.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

С увеличением длины контура тёплого пола растёт гидравлическое сопротивление в трубе и увеличивается перепад температур на входе в петлю и на выходе из неё. Поэтому при укладке пола учитывают ограничения на длину петли: в зависимости от диаметра трубы максимально её допустимая длина составляет 80–100 м для 16-миллиметровой трубы, 120 м — для 18-миллиметровой и т.д. Восьмидесятиметровый контур может обогреть лишь небольшую площадь пола — от 7 до 14 м² в зависимости от шага укладки, поэтому в больших помещениях такой пол формируют из нескольких контуров, чтобы обеспечить равномерный нагрев по всей

Группа быстрого монтажа Caleffi с трёхходовым смесительным клапаном обеспечивает понижение температуры теплоносителя и его циркуляцию в контурах тёплого пола. Оснащена сервоприводом для управления смесительным клапаном, шаровыми запорными кранами и термометрами на подающей и обратной линиях, обратным клапаном, термоизоляционным кожухом и циркуляционным насосом



Основная задача комфортного пола, как мы уже говорили, — поддержание приятной и безопасной для человека температуры поверхности. На нём можно сидеть, ходить по нему босиком без риска для здоровья. Поэтому в случае такой системы важно контролировать температуру пола, а не воздуха. Реализовано это может быть разными способами.

Для точного определения температуры применяют специальные датчики. Датчик, снабжённый кабелем, помещают в трубку, проложенную в толще пола. Место расположения датчика рассчитывают заранее, на стадии укладки труб, так как он не должен находиться слишком близко к трубе — это будет искажать получаемые им данные. Датчик размещают у самой поверхности пола, чтобы он мог получать более точные данные о её температуре. По кабелю сигнал от датчика передаётся на управляющий термостат или контроллер, который, в свою очередь, отдаёт команду сервоприводам на отводах коллекторов тёплого пола.

Отопительный пол требует иного подхода к управлению. В отличие от комфортного, он принимает на себя всю нагрузку по отоплению помещения и поддержанию комфортного климата, то есть является заменой радиаторам и конвекторам (в некоторых случаях — работает в связке с радиаторами, которые служат вспомогательными источниками тепла на случай, если мощности тёплого пола в сильные морозы не хватит). Поэтому основным параметром, определяющим работу отопительного тёплого пола, становится температура не пола, а воздуха. Соответственно, для контроля системы в этом случае применяются термостаты со встроенными датчиками воздуха. Термостаты размещают в помещениях, следуя определённым правилам: располагают их вдали от источников тепла и солнечных лучей — во избежание искажения данных, а также избегают влажных мест, где конденсат мог бы повредить электронику. На термостате за-

Коллекторный узел Honeywell для подключения контуров тёплого пола. Подающий и обратный коллекторы смонтированы на кронштейне и оснащены сливными кранами, воздухоотводчиками, а также запорными кранами. На подающем коллекторе установлены расходомеры, на обратном — вставки для сервоприводов или механических термостатов

дают желаемую температуру воздуха, при отклонении от неё прибор даст команду открыть или закрыть клапаны на контурах.

Использование электронных систем управления тёплым полом предполагает объединение в сеть множества компонентов — термостатов, сервоприводов и т.д. Для удобства организации такой сети применяют клеммные (коммутационные) колодки — они позволяют выполнить все необходимые соединения между компонентами (например, обеспечить взаимодействие между одним комнатным термостатом и несколькими сервоприводами на контурах тёплого пола, проложенных в этом помещении). Как правило, клеммную колодку монтируют в шкаф вместе с распределительными коллекторами и соединяют с сервоприводами на коллекторных отводах.

Колодки могут управлять тёплыми полами как в одном помещении, так и в нескольких. При необходимости коммутационную колодку дополняют опциональным оборудованием, которое расширит её функционал. Например, существуют так называемые насосные модули, позволяющие управлять насосом. Если все контуры тёплого пола перекрыты и теплоноситель не циркулирует по ним, контроллер сможет подать команду на отключение насоса (что особенно актуально при использовании трёхскоростного насоса, который в отличие от энергоэффективных моделей с частотным управлением не способен сам подстраиваться под изменения гидравлики в системе). Впрочем, функция управления насосом иногда встроена в базовый вариант колодки и не требует специальных модулей. Также существуют блоки расширения — они будут полезны, если к колодке нужно подключить больше термостатов или сервоприводов, чем на ней имеется разъёмов.

Производители выпускают целые линейки клеммных колодок и термостатов для систем тёплого пола. Среди них можно выбрать более бюджетные модели с минимумом функций либо дорогостоящие и многофункциональные варианты. Функционал варьирует от простого поддержания заданной на термостате температуры до возможностей программирования режимов работы в течение дня, дней недели, в отсутствие людей в помещениях, дистанционного управления системой напольного отопления (в том числе через удалённый компьютер, планшет или смартфон) и т.д.

Различают два вида связи между термостатами и клеммными колодками — проводную и беспроводную. Проводной термостат соединён с колодкой с помощью кабеля. Беспроводные модели транслируют сигнал посредством радиосвязи. У каждого из этих типов термостатов есть

свои достоинства и недостатки. Например, беспроводные устройства дают большую свободу в выборе места установки термостата, так как не требуется протягивать туда провода. Они хорошо подойдут для монтажа в помещении, где стены уже полностью отделаны и штробы для укладки кабелей делать нежелательно. В то же время модели с радиосигналом отличаются более высокой стоимостью по сравнению с проводными аналогами.

Тёплые полы могут эффективно применяться и в сочетании с погодозависимым управлением. В этом случае в систему интегрируют контроллер, который отслеживает изменения температуры воздуха за пределами дома и в соответствии с полученными данными регулирует процесс смешивания теплоносителя на подаче. Контроллер управляет трёхходовым клапаном смесительного узла в системе и понижает температуру теплоносителя, если на улице потеплело и нет необходимости в высокой мощности системы напольного отопления, а в морозную погоду — наоборот, делает теплоноситель более горячим.

Степень влияния уличной температуры воздуха на климат внутри помещений напрямую зависит от качества теплоизоляции дома. Чем хуже теплоизоляция, тем значительнее теплопотери и тем выше должна быть теплоотдача системы отопления. А при хорошей теплоизоляции можно обходиться меньшей отопительной мощностью. Подобные закономерности учтены разработчиками погодозависимых контроллеров, поэтому пользователям достаточно выбрать более подходящую кривую поддержания климата из нескольких заложенных в память устройств вариантов. Оптимальную для конкретного дома кривую определяют опытным путем — специалисты рекомендуют в течение года корректировать настройки контроллера, чтобы на основании накопленной статистики можно было понять, какой режим наиболее подходит в данном случае.

Для анализа данных контроллер снабжают датчиком уличной температуры (его располагают снаружи дома) и датчиком температуры теплоносителя в подающей линии. Возможно также оснастить его датчиком температуры воздуха, который позволит контроллеру изменять режимы



Насосно-смесительный блок Meibes F36 монтируют перед коллекторным узлом. Блок поддерживает заданную температуру теплоносителя при помощи механического термостата с погружным или накладным датчиком. Оборудован температурным реле, отключающим насос, для защиты пола от перегрева

работы в соответствии с изменениями климата в доме. Однако следует принимать во внимание, что контроллер соединяется только с одним таким датчиком. Поэтому для более корректной работы системы тёплого пола устанавливать датчик лучше в том помещении, где по каким-то причинам температура воздуха обычно самая низкая. В этом случае контроллер будет поддерживать температуру теплоносителя на достаточном уровне для отопления даже в наиболее холодном месте дома, в то время как в других помещениях, где обычно климат теплее и не нужна максимальная мощность тёплого пола, теплоотдачу контуров можно просто понизить с помощью клапанов на обратном коллекторе.

ОДИН КОНТУР — ОДНО РЕШЕНИЕ

Для небольших помещений некоторые производители (например, Giacomini, Meibes, Oventrop) предлагают отдельное специализированное решение — регулировочный короб. Он представляет собой компактный узел для подключения одного контура тёплого пола. Регулировочный короб — достаточно специфический продукт, обладающий рядом преимуществ и недостатков, которые вытекают из принципов его работы и монтажа.

Короб предназначен для установки на обратную линию обычного контура радиаторного отопления (при условии, что температура теплоносителя там не превышает 55 °С). При этом контур тёплого пола подключён параллельно основному, а циркуляция жидкости в нём обеспечивается тем же насосом, что и в радиаторном. При закрытии клапана в коробе теплоноситель продолжит циркулировать по радиаторному контуру, поэтому насос не будет испытывать лишнюю нагрузку.

Таким образом, короб позволяет создать систему тёплого пола без использования отдельного насосного и смесительного

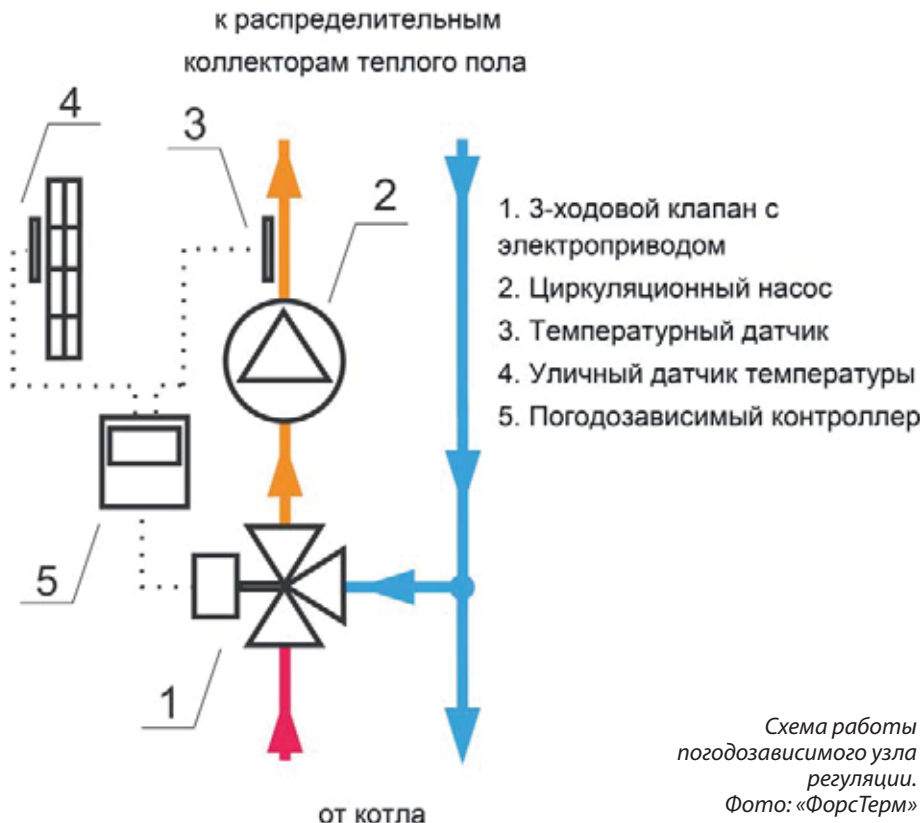


Схема работы погодозависимого узла регулирования.
Фото: «ФорсТерм»

оборудования. Не требуется ему и распределительный коллектор. С другой стороны, из-за того, что короб служит для работы только одной петли, площадь тёплого пола в этом случае будет невелика. Общая длина трубы в петле, подключённой через регулировочный короб, не должна превышать 80 м. Поэтому подобные решения наиболее востребованы при организации тёплого пола в помещениях малой площади — ванных комнатах, кухнях и т.д.

Регулировочный короб комплектуется термостатическим клапаном и термоголовой, обеспечивающими поддержание заданной температуры. Существуют раз-

личные исполнения коробов, комплектация которых зависит от назначения тёплого пола. Так, для комфортного пола разработаны модели с термоголовками, реагирующими на температуру теплоносителя. Если температура выше установленной, термоголова срабатывает и уменьшает проходное отверстие клапана вплоть до его закрытия. Циркуляция теплоносителя в петле замедляется, а вода постепенно остывает, пока её температура не опустится ниже выставленного на термоголовке значения. Тогда клапан вновь откроется. Короб с такой термоголовой способен поддерживать температуру пола на заданном уровне. Сама термоголова при этом может находиться как снаружи корпуса, так и внутри его — в последнем случае для установки температуры крышку корпуса снимают, а после настройки закрывают.

Если тёплый пол выполняет отопительные функции, применяют короб с термоголовой, реагирующей на температуру воздуха. Обычно у такого короба термоголова расположена за пределами корпуса, чтобы свободно контактировать с воздухом в помещении.

Существуют также гибридные варианты регулировочных коробов с возможностью регулировки по температуре и пола, и воздуха. В этом случае управление тёплым полом происходит по температуре воздуха, но если при этом возникнет риск перегрева пола, термоголова сработает и снизит мощность контура, чтобы не допустить повреждения напольного покрытия.

Некоторые модели коробов не оборудованы термоголовками и предназначены для простой ручной регулировки пропускной способности тёплого пола.

Конструктивно регулировочный короб представляет собой узел подключения с двумя патрубками (для подсоединения к системе отопления) и интегрированным термостатическим клапаном. Узел



Модульная конструкция пластиковых коллекторов Тесе позволяет собирать коллекторы с любым количеством отводов, соединяя элементы с 2, 3 или 4 отводами на каждом. Отводы на подающем коллекторе оснащены расходомерами, на обратном — встраиваемыми клапанами. Коллекторы могут быть дополнены узлами подключения с термометрами и сливными кранами

компактный, как правило, помещённый в аккуратный кожух, и занимает меньше места, чем шкаф для подключения многоконтурной системы тёплого пола. Термостатическая головка, управляющая клапаном, чаще всего входит в комплект, однако существуют модели и без неё — они позволяют выбрать и установить произвольную термоголовку. Также узел обычно оборудован воздухоотводчиком — это необходимо для того, чтобы в контуре тёплого пола не скапливался воздух, что может привести к образованию воздушной пробки и прекращению циркуляции жидкости в трубе.

К преимуществам регулировочного корпуса отнесём также возможность регулировки работы тёплого пола без использования электронных термостатов. Это удобно при организации таких полов во влажных помещениях, где есть ограничения на применение электроники, чувствительной к влажности.

КВАРТИРНЫЕ СТАНЦИИ

Ещё одно специализированное решение, с помощью которого подключают тёплые полы, — квартирные станции децентрализованного теплоснабжения с возможностью подключения к ним систем тёплых полов. Такие станции призваны упростить разводку коммуникаций в многоквартирных домах, они позволяют снизить количество магистралей, питающих здание, до трёх — холодного водоснабжения, подающей и обратной линии отопления. В каждой квартире дома монтируют станцию и подключают её к магистралям. Станция обеспечивает функционирование как системы отопления в квартире, так и горячего водоснабжения. Для подготовки горячей воды станция оснащена теплообменником, где происходит нагрев воды из магистрали ХВС от теплоносителя системы отопления. При этом нагрев холодной воды для бытовых нужд происходит не постоянно, а только тогда, когда

жильцы пользуются горячей водой — открывают смесители в ванной комнате или кухне. В такие периоды станция останавливает снабжение системы отопления теплом и переключается в режим ГВС. В остальное же время станция работает в режиме отопления.

Для работы с системой тёплых полов станцию оборудуют насосно-смесительным блоком, который путем смешивания снижает температуру теплоносителя. В одних моделях, представленных на рынке, подобный блок уже входит в состав станции, в других является дополнительной опцией, устанавливаемой по требованию. Как и в случае насосных групп, возможна комплектация станции насосно-смесительным блоком с механическим термостатом или с электроприводом. Также к станции подсоединяют блок с распределительными коллекторами для задачи теплоносителя на несколько контуров. Коллекторы оснащены расходомерами и клапанами,

Royal Thermo

Арматура и автоматика для тёплого пола



Royal Thermo предлагает полный спектр комплектующих для создания системы напольного отопления — от труб и фитингов до сборных узлов для подключения тёплого пола и управляющей им автоматики.

Для распределения теплоносителя по контурам тёплого пола в линейке Royal Thermo предусмотрен коллекторный узел, собранный на кронштейнах и готовый к монтажу на стене или в шкафу. Коллекторы выполнены из латуни марки CW617N и защищены от воздействия внешней среды никелевым покрытием. Подающий коллектор расположен снизу, каждый отвод на нём снабжён расходомером с прозрачной колбой и шкалой для определения расхода теплоносителя через данный контур. С помощью расходомеров возможно отрегулировать расход теплоносителя через все контуры таким образом, чтобы теплоотдача петель тёплого пола была равномерна. Обратный коллектор, установленный сверху, оснащён вставками с клапанами для монтажа сервоприводов. Для удобства монтажа на корпус каждого коллектора нанесена маркировка, указывающая на его назначение: на подающем коллекторе маркировка красная, что соответствует высокой температуре теплоносителя в нём, на обратном — синяя. Коллекторные узлы Royal Thermo могут включать разное количество отводов — от 2 до 12, что позволяет применять их как для небольших тёплых полов, так и для обширных многоконтурных систем напольного отопления. На каждом коллекторе смонтированы воздухоотводчики, а также

сливные краны, которые будут полезны при заполнении системы теплоносителем или при её опорожнении.

К коллектору подсоединяется насосно-смесительный блок Royal Mix, задача которого — подготовить теплоноситель для контуров тёплого пола и поддерживать его циркуляцию в системе. Блок оборудован смесительным узлом, в котором к горячему теплоносителю из подающей линии подмешивается остывший из обратной линии. Процессом управляет трёхходовой клапан с механическим термостатом. На выходе из смесительного узла в корпус блока вмонтирована гильза с погружным датчиком, соединённым с термостатом капиллярной трубкой. Конструкция блока включает байпас для протока теплоносителя в обход коллекторов тёплого пола — для защиты насоса от перегрузки при закрытии клапанов коллектора. Помимо этого, насосно-смесительный блок оборудован термометрами, воздухоотводчиком и сливным краном. Как и коллекторы, корпус блока изготовлен из латуни CW617N с никелевым покрытием. Royal Mix поставляется без насоса, поэтому пользователь может выбрать для оснащения системы тёплого пола любой подходящий по рабочим характеристикам циркуляционный насос с монтажной длиной 180 мм.

Для управления теплоотдачей тёплого

пола и контроля климата в отапливаемом помещении на клапанах обратного коллектора устанавливают термоэлектрические сервоприводы. В системах тёплого пола Royal Thermo применяются сервоприводы итальянского производства, выполненные в ударопрочном корпусе из пластика ABS. Приводы питаются от сети с напряжением 230 В, их время срабатывания составляет 75 секунд. Сервоприводы работают в связке с комнатным термостатом, на котором пользователь задаёт желаемую температуру воздуха. Если температура в помещении превысила это значение, термостат посылает сервоприводу команду на закрытие клапана, тот срабатывает и останавливает циркуляцию теплоносителя в контуре. Когда температура воздуха станет ниже выставленного на термостате значения, сервопривод получит команду и откроется. Поочередное открытие и закрытие клапанов обеспечивает поддержание температуры на заданном уровне. Использование группы термостатов, установленных в разных помещениях, позволяет контролировать климат в нескольких комнатах, даже если отапливающие их контуры тёплого пола подключены к одному и тому же коллектору.

ЦЕНА: коллекторы с расходомерами — от 6520 руб., насосно-смесительный блок — 13 951 руб., сервопривод — 1914 руб., комнатный термостат — от 1100 руб.

а также воздухоотводчиками. Квартирные станции децентрализованного теплоснабжения, поддерживающие работу с тёплыми полами, предлагают, в частности, компании Meibes и Oventrop.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

Если регулировочный короб чаще всего представляет собой готовое решение, то коллекторные узлы, состоящие из множества элементов, часто требуют подбора и монтажа элементов для создания функционирующей системы. Чтобы упростить этот процесс, производители систем тёплых полов или арматуры для них предлагают обширные линейки продуктов, включающие разнообразные компоненты для создания тех или иных решений. Это позволяет потребителям приобрести все нужные части узла в рамках одной марки, а не искать их в разных местах и адаптировать друг к другу. Большинство компаний, выпускающих системы тёплых полов, мо-

гут удовлетворить потребности покупателей в насосно-смесительном оборудовании (группах быстрого монтажа или насосно-смесительных блоках, а нередко — и того, и другого), распределительных коллекторах, автоматике для управления тёплыми полами и даже шкафов для монтажа этих компонентов. В некоторых случаях часть оборудования поставляется в частично собранном виде (например, коллекторные блоки) — из таких узлов легче собирать систему.

Отдельные производители предлагают и полностью готовые узлы, включающие все необходимые компоненты и собранные в заводских условиях. Так как каждая система тёплого пола по-своему уникальна и требует определённого количества отводов для подсоединения контуров к коллектору, для таких узлов существует несколько вариантов исполнения — с разным числом отводов для труб и разной производительностью насосов.

Помимо готовых узлов для тёплого пола, существуют также комплексные решения для комбинированного подключения радиаторного контура и тёплых полов. В подобном узле горячий теплоноситель высокотемпературного контура поступает сначала в гребёнку с отводами для радиаторов, а затем в насосно-смесительный блок, где к нему подмешивается остывшая вода из обратной линии. После насосно-смесительного блока располагаются распределительные коллекторы, раздающие теплоноситель по контурам пола. Такие решения особенно хорошо подходят для работы с настенными котлами, так как дают возможность поддерживать одновременно системы радиаторного и напольного отопления, используя лишь предустановленный котловой насос и насос узла. Подобные комплексные узлы в сборе можно найти в ассортименте Caleffi, FAR и других компаний.

FAR 3587

Узел регулирующий для систем напольного и радиаторного отопления с термостатическим смесителем

FAR 3587 — готовое комплексное решение для подключения к котловому контуру системы тёплого пола и высокотемпературных отопительных приборов (радиаторов). Узел поставляется уже собранным и помещён в стальной шкаф. Он включает все необходимые элементы для правильного функционирования комбинированной системы отопления.

На входе в узел и выходе из него установлены шаровые краны с биметаллическими термометрами. Далее теплоноситель попадает в подающий коллектор высокотемпературного контура. Через его отводы вода раздётся в систему радиаторного отопления. Отводы подающего коллектора оснащены запорно-регулирующими клапанами высокой точности настройки. В отводы обратного коллектора радиаторной системы отопления встроены клапаны, на которые можно установить электротермические головки для автоматического регулирования теплового режима в помещении через комнатный термостат. После коллекторов радиаторного контура смонтирован байпас — по нему часть остывшего теплоносителя из обратного коллектора тёплого пола возвращается в котловую контур. Другая часть жидкости из обратного коллектора поступает в насосно-смесительный блок. В блоке происходит смешивание горячего теплоносителя из подающей линии и остывшего — из обратной линии напольного отопления, чтобы в результате на входе в распределительный коллектор напольного отопления поступала вода определённой температуры. Узел оснащён термостатическим смесителем, обеспечивающим качественный способ регулирования. На регулировочную ручку смесителя нанесена разметка под регулировку температуры в диапазоне настройки от 18 до 56 °С. В конструкцию насосно-смесительного блока также входит предохранительный термостат с погружным датчиком, он призван отключить насос, если температура теплоносителя после смесителя окажется выше установленной и, следовательно, может повредить систему напольного отопления. На термостате



можно выставить температуру в пределах от 10 до 90 °С.

Распределительные коллекторы напольного отопления укомплектованы промежуточными блоками, в состав которых входят сливные краны, биметаллические термометры со шкалой от 0 до +80 °С и автоматические воздухоотводчики.

В FAR 3587 применяются хромированные латунные блочные коллекторы с фланцевым соединением между блоками. Подающий коллектор с запорно-регулирующими клапанами и со встроенными расходомерами расположен снизу. В отводы обратного коллектора радиаторной системы отопления встроены клапаны, на которые можно установить электротермические головки для автоматического регулирования тепловым режимом в помещении через комнатный термостат.

В торце обратного коллектора дополнительно установлен ручной воздухоотводчик.

FAR выпускает узлы 3587 с различным количеством отводов на коллекторах. Так, на коллекторах высокотемпературного радиаторного контура может быть 2 или 3 отвода. Минимальное количество отводов на распределительных коллекторах для подключения тёплого пола — 3, максимальное — 10 (для узлов с тремя отводами на радиаторы) или 11 (для узлов с двумя отводами на радиаторы). Присоединительный диаметр отводов — 3/4" (тип «евроконус»), узла в целом — 1".

Узел поставляется без насоса. Опционально возможно заказать для узла насос класса энергоэффективности А или В с монтажной длиной 130 мм.

ЦЕНА: от 70 000 руб.

FAR 3591

Узел регулирующий для систем напольного и радиаторного отопления с моторизованным смесительным краном

Узел 3591 относится к обширному семейству сборных готовых узлов FAR для тёплых полов, предустановленных в стальных коллекторных шкафах. Данная модель представляет собой комбинированный узел, с помощью которого можно быстро подключить не только систему тёплого пола, но и радиаторы.

Коллекторы радиаторных контуров установлены в самом начале узла, куда через шаровый кран с установленным термометром поступает горячий теплоноситель. Отсюда он распределяется по двум—трём—четырёх—пяти (в зависимости от исполнения узла) отводам. Отводы подающего коллектора оснащены запорно-регулирующими клапанами, обратного — терморегулирующими.

Перед поступлением в коллекторы системы напольного отопления теплоноситель подготавливается в насосно-смесительном блоке, где в процессе смешивания с остывшей водой из обратной линии его температура понижается до требуемого значения. FAR 3591 оборудован трёхходовым смесителем с сервоприводом, который позволяет реализовать погодозависимое управление системой напольного отопления. Он совместим с опциональными электронными контроллерами: одна модель (с погружным датчиком температуры, датчиком температуры наружного воздуха и комнатным датчиком температуры и влажности) служит для погодозависимого управления системой в режимах отопления и охлаждения, другая (с погружным и наружным датчиками температуры) — для управления только системой отопления. В модели узла предусмотрен байпас с тройником и крестовиной, который обеспечивает возврат остывшего теплоносителя из контуров тёплого пола в обратную линию котла.

Распределительные коллекторы для тёплого пола, входящие в состав узла



FAR 3591, имеют блочную конструкцию с фланцевыми соединениями. Коллекторы установлены на кронштейнах: снизу — подающий коллектор с запорно-регулирующими клапанами и встроенными расходомерами, сверху — обратный с терморегулирующими клапанами. Количество отводов для петель тёплого пола может составлять от 5 до 10, присоединительный диаметр отводов — $\frac{3}{4}$ " , соединение — «евроконус».

В состав FAR 3591 включены шаровые краны с установленными термометрами (в месте подсоединения узла к котловому контуру), а также блоки с термометрами, сливными кранами и автоматическими воздухоотводчиками (расположены меж-

ду насосно-смесительным блоком и коллекторами тёплого пола). Узел дополнен предохранительным термостатом, отслеживающим температуру теплоносителя, поступающего в коллекторы напольного отопления, и выключающим насос при превышении заданной безопасной для системы температуры. FAR 3591 предназначен для работы с насосом длиной 130 мм. Сам насос в комплектацию узла не входит, но может быть заказан в виде опции или приобретён отдельно.

Внутри шкафа смонтирована пластиковая коробка для электрических подключений. При необходимости коробку легко извлечь.

ЦЕНА: от 80 000 руб.

Meibes RTL-BoxTH

Регулировочный короб для тёплого пола

Короб RTL-BoxTH представляет собой простое и удобное решение для создания системы напольного отопления с рабочей площадью до 12 м². Модель позволяет подключить контур тёплого пола напрямую к системе радиаторного отопления без использования специального насосно-смесительного оборудования. Монтируют короб на обратной линии радиаторного контура, куда теплоноситель поступает уже менее горячим, чем на подаче.

Интенсивность теплоотдачи пола легко регулировать с помощью термостатического клапана, установленного в коробе. RTL-BoxTH оснащён механическим термостатом, реагирующим на температуру обратного потока в контуре тёплого пола. В случае превышения заданной температуры термостатический клапан постепенно закрывается, его проходное сечение уменьшается, что приводит к снижению расхода теплоносителя и, как следствие, падению теплоотдачи пола. Также в состав узла входит ручной воздухоотводчик и сливной кла-

пан — для заполнения контура или слива теплоносителя. Трубы контура тёплого пола подсоединяют к RTL-BoxTH посредством цанговых фитингов с переходником на резьбу. Присоединительный диаметр узла — $\frac{3}{4}$ " с внешней резьбой («евроконус»).

Кожух короба выполнен из пластика и адаптирован для монтажа в гипсокартонную перегородку. Таким образом, после завершения отделочных работ короб будет находиться внутри стены. Модель комплектуется пластиковой лицевой крышкой белого цвета. Термоголовка клапана расположена горизонтально, при закрытии кожуха лицевой крышкой она остаётся снаружи, поэтому можно изменять температурные настройки короба, не снимая крышку.

RTL-BoxTH поставляется в двух исполнениях — Standard и Exclusiv. RTL-BoxTH Exclusiv отличается от более экономичной модели Standard установленным на подающем отводе регулятором расхода поплавкового типа. Расходомер имеет



прозрачный корпус с нанесённой шкалой, он позволяет визуально определить расход через контур, что упрощает настройку тёплого пола.

ЦЕНА: RTL-BoxTH Standard — 6450 руб., RTL-BoxTH Exclusiv — 8600 руб.

Caleffi 182 002

Группа регуляции системы тёплого пола

Компания Caleffi выпускает арматуру для подключения систем напольного отопления как в качестве отдельных продуктов, так и в виде готовых комплексных решений. Группа регуляции 182 002 — одно из них. Она поставляется полностью собранной в заводских условиях и готовой к установке.

Особенность группы заключается в том, что она служит для подключения не только контура тёплого пола, но и высокотемпературного контура для питания радиаторов или конвекторов водяного отопления. На входе в группу расположены два латунных коллектора первичного контура — подающий и обратный — для распределения теплоносителя по радиаторным контурам. На отводах подающего коллектора смонтированы клапаны, на которые возможно установить терморегулирующую арматуру. Затем горячий теплоноситель поступает в насосно-смесительный узел, где к нему подмешивается остывший из обратной линии. Процессом смешивания управляет механический термостат, задача которого — поддерживать заданную температуру теплоносителя на выходе. Границы возможностей регулировки температуры термостатом — от 25 до 55 °С.

В группе предусмотрен перепускной клапан, который выполняет функцию гидравлического разделителя для первичного контура, где циркуляцию обеспечивает котловой насос, и контура тёплого пола, функционирующего за счёт отдельного насоса. Перепускной клапан позволяет поддерживать циркуляцию в первичном контуре в случае, если движение теплоносителя в системе тёплого пола прекращено из-за перекрытия клапанов или отключения насоса.

Циркуляцию теплоносителя в контурах тёплого пола, подключённых к группе, обеспечивает предустановленный насос. В группе применяется энергоэффективный



насос Grundfos Alpha2 с частотным управлением, способный реагировать на изменение условий в системе отопления и в соответствии с ними выбирать оптимальный режим для работы. Также группа комплектуется предохранительным блоком, отключающим насос при перекрытии контуров тёплого пола клапанами — для защиты от холостого хода.

К насосно-смесительному узлу подсоединены распределительные коллекторы системы напольного отопления, выполненные из композитного материала. В отводы подающего коллектора встроены регуляторы расхода поплавкового типа — каждый с измерительной шкалой на прозрачной колбе, наглядно отображающей расход. На обратном коллекторе в отводах смонтированы клапаны, которые по желанию пользователя можно дополнить сервоприводами или другой регулирующей арматурой. Каждый из коллекторов дополнен узлом со сливным краном, используемым для

первичного заполнения контуров теплоносителем, и автоматическими воздухоотводчиками — для удаления воздуха в процессе эксплуатации тёплого пола.

Комплекующие смонтированы в ревизионном шкафу, оснащённом напольными опорами. Перфорация в торцевых стенках шкафа облегчает крепление к профилю для гипсокартонных перегородок. В нижней части шкафа установлена панель, скрывающая разводку труб. Лицевую поверхность панели снабдили сеткой для упрощения отделочных работ.

Caleffi выпускает группы серии 182 002 с различным количеством отводов для контуров тёплого пола — от 3 до 13, каждый с присоединительным диаметром 3/4" («евроконус»). Число отводов на коллекторах первичного контура при этом фиксированное — по два на подающем и обратном, также с диаметром подключения 3/4". Присоединительный диаметр группы — 1".

ЦЕНА: от 45 080 руб.

FAR 3563

Коллекторный узел для тёплого пола

Узел FAR 3563 состоит из двух распределительных коллекторов для подключения труб системы напольного отопления, смонтированных на кронштейне. Коллекторы представляют собой сборные конструкции из фланцевых блоков с двумя или тремя отводами, соединённых вместе до достижения нужного количества отводов в целом. Места соединения уплотнены кольцами O-ring. Коллекторы выполнены из латуни, наружная поверхность хромирована. Присоединительный размер коллектора — 1" (внутренняя резьба).

Подающий коллектор установлен внизу узла, обратный — сверху. Поскольку для правильной работы тёплого пола необходимо регулировать расход теплоносителя через все контуры системы, на подающем коллекторе предусмотрены расходомеры поплавкового типа с прозрачными колбами и нанесёнными на их стенки шкалами — так можно визуально определить расход теплоносителя через каждый отвод и выставить нужное значение (в пределах

от 0 до 5 л/мин). В свою очередь, обратный коллектор снабжён терморегулирующими клапанами с целью последующей установки электротермических головок для управления теплоотдачей контуров. Отводы с метрической резьбой 24×19 позволяют присоединять трубы контуров тёплого пола диаметром до 20 мм. Возможно подключение медных труб, а также полимерных из сшитого полиэтилена (PEX) и металлополимерных (армированных алюминиевым слоем). Расстояние между центрами отводов 50 мм. FAR предлагает узлы 3563 с коллекторами, имеющими разное количество отводов — от 3 до 12 на каждом.

Помимо собственно коллекторов, в конструкцию узла входят два дополнительных блока — по одному на каждом коллекторе. В составе такого блока — биметаллический термометр, автоматический воздухоотводчик и сливной кран с шаровым запорным вентилем и штуцером для подсоединения дренажной трубы.

ЦЕНА: от 20 000 руб.



FAR 3567

Узел регулирующий для систем напольного и радиаторного отопления с термостатическим смесителем

ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ДИАМЕТР УЗЛА: 1" (внутр. резьба)
ОТВОДЫ: M24x19 (наружная резьба)
МЕЖСЕКОВЕЕ РАССТОЯНИЕ ОТВОДОВ НА КОЛЛЕКТОРАХ: 50 мм
ДИАПАЗОН ТЕРМОСТАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ: от 18 до 55 °С
КОЛ-ВО ОТВОДОВ РАДИАТОРНОГО ОТОПЛЕНИЯ: 2 3
КОЛ-ВО ОТВОДОВ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ: 3-11 3-10
ЦЕНА: от 69 000 руб.

У сборных узлов FAR есть несколько преимуществ. Во-первых, это готовые решения: вся арматура уже смонтирована в стальном шкафу, остаётся только подключить её к котловому контуру, отрегулировать расход теплоносителя и установить автоматику. Во-вторых, заводская сборка гарантирует качество соединений элементов и их оптимальную конфигурацию. Узел 3567 примечателен ещё и тем, что с его помощью реально обеспечить работу сразу двух систем отопления — радиаторной и напольной.

В радиаторный контур теплоноситель попадает из распределительного коллектора, расположенного на входе в узел, а за циркуляцию в нём отвечает котловый насос. В свою очередь, в систему напольно-

го отопления теплоноситель поступает через насосно-смесительный блок, который выполняет две функции — понижает температуру воды и поддерживает её циркуляцию. Для корректной совместной работы двух контуров узел снабдили байпасом и крестовиной, через которые часть остывшего теплоносителя из системы тёплого пола перетекает в обратную линию первичного контура, а излишки горячего возвращаются к котлу. Пропускная способность байпаса регулируется с помощью шестигранного ключа.

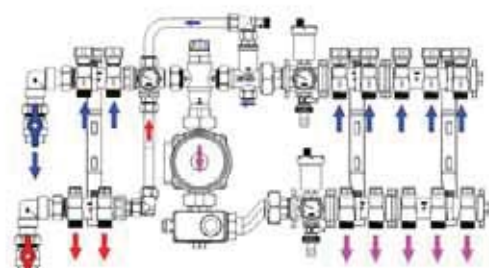
Узел оснащён термостатическим смесительным узлом, где происходит подмес остывшего теплоносителя из обратной линии тёплого пола к горячему. Температуру устанавливают с помощью головки с нанесёнными делениями от 0 до 5. Термостат позволяет поддерживать любую температуру в пределах от 18 до 55 °С. FAR 3567 комплектуется также предохранительным термостатом, отключающим насос при опасности перегрева. Узел поставляется без насоса, но допускает установку любого циркуляционного насоса длиной 130 мм. Его можно также заказать как опцию.

Для коллекторного узла тёплого пола не-

обходимо обеспечить возможность заполнения системы при пуске и отведения воздуха. В FAR 3567 эти функции выполняют блоки, установленные перед коллекторами напольного отопления. Каждый такой блок имеет сливной кран, воздухоотводчик и термометр.

FAR комплектует сборные узлы фланцевыми блочными коллекторами. Блоки имеют по два или три отвода, соответственно различные их комбинации позволяют получить любое необходимое число отводов. На подающем коллекторе установлены расходомеры с прозрачными колбами с нанесёнными шкалами для визуального контроля настройки. Обратный коллектор оборудован терморегулирующими клапанами для последующего монтажа на них термоэлектроприводов (приводы в комплектацию узла не входят, их заказывают отдельно).

Отводы коллекторов — с метрической резьбой M24x19. Линейка FAR 3567 включает модели с разным числом отводов: два на радиаторный контур и от трёх до одиннадцати на тёплый пол либо три на радиаторы и от двух до десяти — на напольное отопление.



Конструкция узла с использованием насосно-смесительного блока и байпаса с крестовиной позволяет одновременно функционировать двум контурам отопления — высокотемпературному радиаторному и низкотемпературному контуру тёплого пола



В точках соединения узла с котловым контуром установлены латунные запорные краны со встроенными термометрами, с помощью которых можно быстро отсечь узел от системы



Промежуточный узел FAR оборудован биметаллическим термометром со шкалой от 0 до 80 °С, отображающим температуру линии, автоматическим воздухоотводчиком и сливным краном со штуцером

Предохранительный термостат защищает систему напольного отопления от перегрева — выключает насос при превышении заданной температуры. Температуру выставляют в пределах от 10 до 90 °С простым поворотом ручки



Латунные фланцевые коллекторы FAR состоят из собранных вместе блоков по два или три отвода. Герметичность соединений между блоками обеспечивает уплотнение O-Ring. На подающем коллекторе — расходомеры, на обратном — терморегулирующие клапаны