

# Инструкция по проектированию



Из соображений комфорта и из санитарно-гигиенических соображений температура пола не должна превышать 27 °С, поэтому системы внутрипольного отопления – это низкотемпературные отопительные установки. Кроме того, системы внутрипольного отопления по возможности должны эксплуатироваться на температурах подачи ниже 50 °С, поскольку более высокие температуры могут вызвать повреждение покрытия пола (например, может разрушиться деревянный паркет). Благодаря большим поверхностям теплообмена, системы внутрипольного отопления могут эксплуатироваться с такими низкими температурами и все же передавать достаточное количество тепла. Системы внутрипольного отопления могут работать, используя водогрейные котлы с повышенной температурой, низко- и особо низкотемпературные котлы и конденсатные котлы.

В случае конденсатных, низкотемпературных и особо низкотемпературных котлов внутрипольное отопление должно также подключаться через смеситель.

Следует различать 3 типа конструкций систем внутрипольного отопления:

- 1.** Внутрипольное отопление, предназначенное только для поддержания равномерной температуры пола (дополнительное отопление); оно охватывает лишь очень незначительную часть теплопотребления. Отопление помещений обеспечивается радиаторами или конвекторами.
  - 2.** Внутрипольное отопление охватывает основную часть теплопотребления, дополнительные радиаторы покрывают только максимальную потребность.
  - 3.** Внутрипольное отопление является единственной системой отопления (полное отопление).
- Все три типа требуют эксплуатации при низких температурах теплоносителя.

Существуют три варианта регулирования внутрипольного отопления:

- Регулирование при постоянной температуре подачи (дополнительное отопление)
- Погодозависимое регулирование (полное отопление)
- Регулирование в зависимости от температуры помещения.

### Регулирование при постоянной температуре подачи

Этот способ регулирования может использоваться только для поддержания равномерной температуры пола. Имеется в виду постоянное регулирование, воздействующее на подающий трубопровод. Однократная установка на фиксированное значение (например, 30 °С) обеспечивает равномерную температуру подачи для системы внутрипольного отопления, независимо от потребности в тепле. Речь в данном случае идет о поддержании равномерной температуры пола или о сопровождающем обогреве, который используется обычно в бассейнах и ванных комнатах.

### Погодозависимое регулирование

Этот способ регулирования следует использовать для систем полного и „частичного” внутрипольного отопления (пункты 2 и 3). В данном случае из-за относительно равномерной температуры наружного воздуха возможно поддержание постоянного уровня температуры в жилых помещениях. Непродолжительные колебания наружной температуры компенсируются инерционностью массы пола. Поскольку инерционность внутрипольного отопления может отрицательно сказаться во время ночного понижения температуры, следует учесть фазовый сдвиг на момент ночного понижения температуры. В большинстве случаев достаточно установить время понижения температуры вперед на 2-5 часов (в зависимости от инерционности установки). То же самое относится и к повторному нагреву утром. Погодозависимое регулирование используется при полностью внутрипольном отоплении или при внутрипольном отоплении в сочетании с радиаторами, обеспечивающими покрытие максимальной потребности в тепле.

### Регулирование в зависимости от температуры помещения

Этот способ (из-за большой обогреваемой массы) не рекомендуется в качестве самостоятельного способа регулирования, т.к. весь пол представляет собой аккумулятор тепла, который регулируется с большим трудом. После фазы понижения температуры (ночью) возникает большое отклонение температуры помещения от заданного значения, это означает, что датчиком температуры помещения запрашивается слишком много энергии на отопление. Если достигнута требуемая температура помещения, значит, масса пола накопила слишком много энергии, что ведет к ощутимому перегреву помещения. В наиболее серьезных случаях это даже может привести к отключению термостата (ограничение максимальной температуры) в подающем трубопроводе системы отопления. Хотя регулятором учитывается воздействие побочного тепла в помещении (например, скопление людей, нагрев солнечными лучами и т.д.), однако такое воздействие сказывается со значительным опозданием по причине крайне низкой скорости понижения температуры пола. Согласно § 7 абз. 2 Положения об отопительных установках HeizAnIV, регулирование температуры отдельных помещений предписано и для систем внутрипольного отопления. Это регулирование обеспечивается зонными клапанами в соответствующем отопительном контуре. Погодозависимое регулирование сохраняется. Если спустя 2-3 часа влияние побочного тепла на температуру пола будет учтено, а источник побочного тепла уже, возможно, будет отсутствовать, возникнет нехватка

тепла, которая опять-таки может компенсироваться очень медленно. Таким образом, для двух систем внутрипольного отопления (пункты 2 и 3) необходимо предусмотреть погодозависимое регулирование. Напротив, для внутрипольного отопления по пункту 1 может использоваться регулирование при постоянной температуре подачи, которое настраивается на фиксированное значение, например, 30 °С. Однако в этом случае все же возможно и использование погодозависимого регулирования. Каким образом достигается необходимая для внутрипольного отопления низкая температура подачи, если водогрейный котел работает при более высокой температуре (например, 60 °С)? Требуемая низкая температура подачи достигается регулированием с помощью смесителя: в смесителе к горячей котловой воде подмешивается охлажденный возвращающийся теплоноситель. В данном случае может использоваться как 3-ходовой, так и 4-ходовой смеситель. Кроме того, можно установить дорогой 3-ходовой смесительный клапан, но в случае „Внутрипольного отопления” совершенно достаточно одного смесителя. Эффективность смешивания обеспечивается 3-ходовым смесителем. Помимо этого, при внутрипольном отоплении должна учитываться очень низкая температура обратного потока. Это в полной мере может быть использовано при применении газовых конденсатных модулей в противовес водогрейным котлам с повышенной температурой или низко- или особо низкотемпературным котлам (только в сочетании с 3-ходовыми смесителями или 3-ходовыми смесительными клапанами) (см. также инструкцию по проектированию соответствующего водогрейного котла). В случае водогрейных котлов, которые не могут использоваться в режиме программируемой теплогенерации, необходимо следить за тем, чтобы температура обратного потока не опускалась ниже 55 – 60 °С, в противном случае существует опасность низкотемпературной коррозии. Слишком низкие температуры обратной магистрали должны предотвращаться примесиванием в обратный поток через 4-ходовой смеситель. Благодаря 4-ходовому смесителю (рис. 1) создаются два контура: котловой и отопительный. В котловом контуре, согласно позиции поворотного запорного органа (рис. 2), к холодной воде из обратного трубопровода системы отопления примешивается горячая котловая вода. На основании этого в случае системы внутрипольного отопления, которая подсоединяется к водогрейному котлу напрямую, следует использовать 4-ходовой смеситель с тем же основным проходом, что и присоединенный отопительный контур.

В случае водогрейных котлов с рабочими температурами мин. 75 – 80 °С предварительная регулировка смесителя должна производиться в диапазоне между позициями „5” и „6”.

При расчете размеров смесителя зачастую обращают внимание лишь на характеристику регулировки подачи и не учитывают температуру обратного потока, в итоге больше не обеспечивается требуемое увеличение обратного потока. Поэтому расположение „4-ходовой смеситель и байпас” (рис. 3) не рекомендуется.

В случае расположения „4-ходовой смеситель и байпас” предпочтительнее использовать регулировочную характеристику смесителя, но при этом больше не обеспечивается увеличение обратного потока.

При этом размер смесителя вычисляется по  $\Delta T$  котлового контура, а байпас по  $\Delta T$  отопительного контура (подробнее см. в разделе о 3-ходовом смесителе). Испытания показали, что 4-ходовой смеситель срабатывал на открывание до макс. положения регулирования „4” при следующих конструктивных данных: размер смесителя = поперечное сечение трубопроводной сети, чтобы достичь уровня температуры в отопительном контуре 50/40 °С; при этом температура обратной магистрали едва достигает 60 °С (при температуре котловой воды 80 °С). Даже незначительное открывание байпаса ведет к понижению температуры обратной магистрали до значений ниже 50 °С.

**Указание:** При использовании специального 4-ходового смесителя отопительного контура мы рекомендуем установить между водогрейным котлом и установкой линию выравнивания давления с дроссельным байпасом (рис. 4).

### Термостат (ограничение максимальной температуры)

Ограничение термостатом температуры подачи до максимального значения (ограничение максимальной температуры) предотвращает нежелательные последствия локального перегрева (например, для покрытия пола). Подпружиненный обратный клапан препятствует дальнейшей циркуляции (вызываемой естественной циркуляцией) при срабатывании термостата (ограничение максимальной температуры), который соединен с циркуляционным насосом контура и этот клапан задействуется в случае выхода из строя электропривода смесителя или при случайном открывании смесителя.

При монтаже с распределителем (рис. 5) напротив, может использоваться 3-ходовой смеситель с байпасом. При правильном расчете байпаса смеситель может работать полностью используя свой диапазон регулирования „1”-„10”.

В случае низко- и особо низкотемпературных котлов расчет параметров смесителя осуществляется только после расчета установки. При этом следует учесть, что в случае только одного отопительного контура (контур внутриспольного отопления)

температура котловой воды приблизительно равна температуре подачи теплоносителя; это означает, что байпас не требуется. Следовательно, смеситель может работать полностью используя свой диапазон регулирования. Обычно рассчитанное поперечное сечение трубы соответствует выбранному размеру смесителя. Монтаж производится согласно рис. 1.

В случае установок с нагревательными приборами двух типов, имеющими разный температурный уровень (радиатор и внутриспольное отопление) следует действовать согласно следующему примеру.

**Указание:** Для того чтобы при использовании пластиковых тепловых труб датчиком температуры подачи обеспечивалось точное измерение температуры, прямо за смесителем должна быть установлена 1 – 1,5-метровая металлическая труба.

Датчик температуры подачи на этой трубе должен быть закреплен как можно дальше от смесителя.

Расчет параметров 3-ходового смесителя производится согласно разности температур между температурой котловой воды (или температурой подачи теплоносителя отопительного контура с радиаторами) и температурой возврата теплоносителя контура внутриспольного отопления (рис. 6).

### Примеры расчета параметров

Количество воды в котловом контуре определяется следующим образом

$$\dot{m}_{\text{котла}} = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{\text{котла}}}$$

где

$\dot{m}_{\text{котла}}$  = расход циркулирующей воды за час

$Q$  = тепловая мощность отопительного контура

$c$  = удельная теплоемкость теплоносителя (чаще всего вода  $c = 1,163 \cdot 10^{-3} \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ )

$\Delta T_{\text{котла}}$  = температура котловой воды – температура возврата теплоносителя

**Пример:** Какого размера должен быть выбранный 3-ходовой смеситель?

дано:  $Q = 24 \text{ кВт}$

Температура котловой воды = 60 °С

Температура подачи контура

внутриспольного отопления = 50 °С

Температура обратного потока

контура внутриспольного

отопления = 42 °С

$$\text{имеем: } \dot{m}_{\text{котла}} = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{\text{котла}}}$$

$$= \frac{24}{1,163 \cdot 10^{-3} \cdot (60 - 42)}$$

$$= 1146 \text{ кг/ч} = 1,15 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для поперечного сечения байпаса в большинстве случаев выбирается поперечное сечение трубопроводной сети.

Расход воды через байпас вычисляется по уравнению

$$\dot{m}_{\text{конт.ВПО}} = \dot{m}_{\text{котла}} + \dot{m}_{\text{байпаса}}$$

с

$$\dot{m}_{\text{байпаса}} = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{\text{конт.ВПО}}} - \dot{m}_{\text{котла}}$$

**Пример:** Какое поперечное сечение должно быть выбрано для байпаса?

дано: значения как в предыдущем примере

имеем:

$$\dot{m}_{\text{байпаса}} = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{\text{конт.ВПО}}} - \dot{m}_{\text{котла}}$$

$$= \frac{24}{1,163 \cdot 10^{-3} \cdot (50 - 42)} - 1146$$

$$= 2580 - 1146$$

$$= 1434 \text{ кг/ч} = 1,43 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Установка в данном примере должна иметь следующие поперечные сечения:

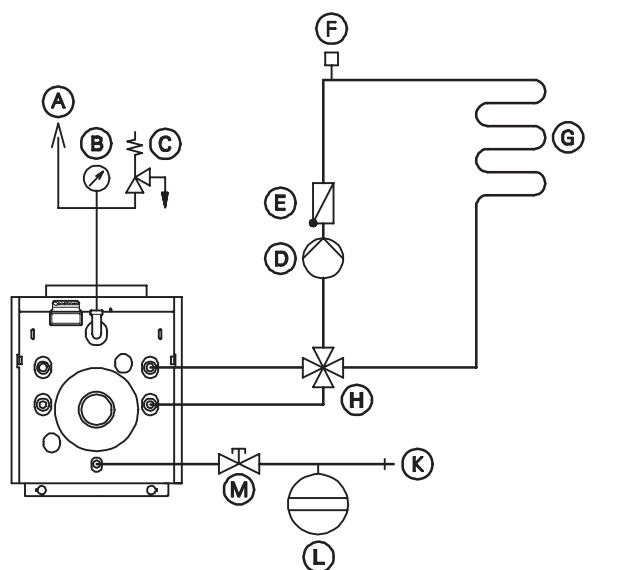
	Расход	Поперечное сечение
Трубопроводная сеть	2,58 м <sup>3</sup> /ч	R 1 1/4
Смеситель	1,15 м <sup>3</sup> /ч	R 1
Байпас	1,43 м <sup>3</sup> /ч	R 1

Вентиль в байпасе должен регулироваться по соответствующему соотношению давлений.

Так как при таком положении подъем температуры обратной магистрали без дополнительных мер не обеспечивается, должно быть предусмотрено еще одно устройство. Повышение температуры обратного потока может происходить за счет использования байпасного насоса (рис. 8).

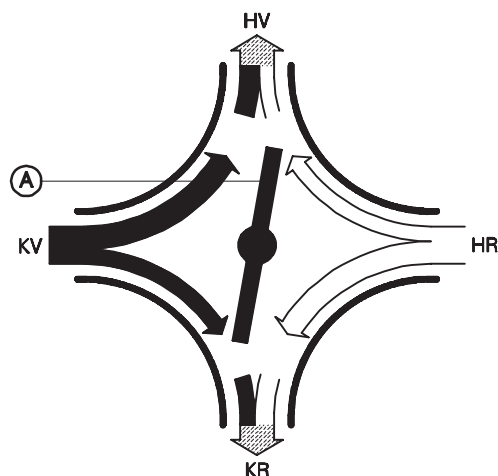
Другая возможность повышения температуры обратного потока – схема впрыскивания. Но для этого требуется два насоса (рис. 9).

В таком случае 3-ходовой вентиль должен работать как распределительный клапан и рассчитываться на соответствующие разности давлений (поэтому 3-ходовой смеситель из программы поставок Viessmann для этого не годится). Следует предпочесть конструкцию установки с 3-ходовым смесителем и байпасом и с повышением температуры обратного потока байпасным насосом.



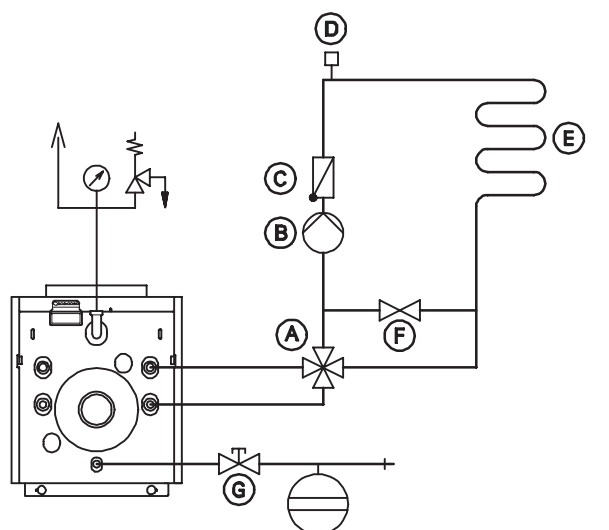
- (A) Воздушник
- (B) Манометр
- (C) Предохранительный клапан
- (D) Цирконасос контура
- (E) Подпружиненный обратный клапан
- (F) Термостат (ограничение макс. температуры)
- (G) Контур внутривольного отопления
- (H) 4-ходовой смеситель с электроприводом смесителя или контроллером отопительных контуров
- (K) Сливной патрубок
- (L) Расширительный сосуд
- (M) Колпачковый клапан

Рис. 1  
Водогрейный котел с 4-ходовым смесителем



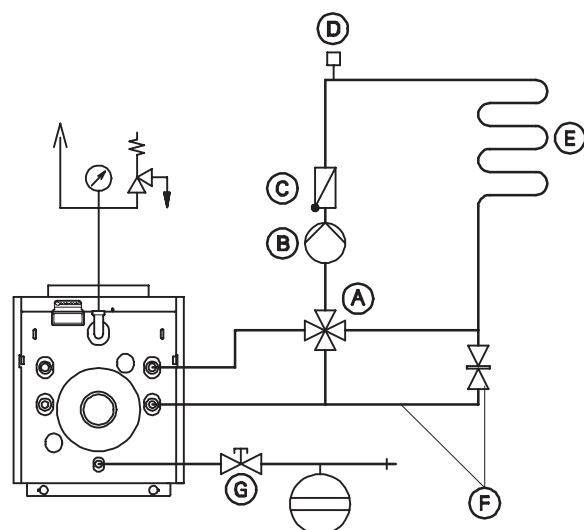
- HR Обратный трубопровод системы отопления
- HV Подающий трубопровод системы отопления (отрегулированная температура)
- KR Обратный трубопровод (повышенная температура)
- KV Подающий трубопровод
- (A) Поворотный запорный орган

Рис. 2  
Процесс смешения в 4-ходовом смесителе



- (A) 4-ходовой смеситель
- (B) Цирконасос контура
- (C) Подпружиненный обратный клапан
- (D) Термостат (ограничение макс. температуры)
- (E) Контур внутривольного отопления
- (F) Байпас
- (G) Колпачковый клапан

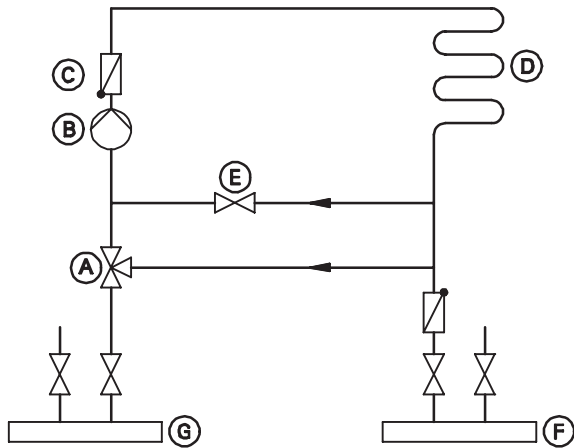
Рис. 3  
Водогрейный котел с 4-ходовым смесителем и байпасом (рекомендуется редко)



- (A) Специальный 4-ходовой смеситель отопительного контура
- (B) Цирконасос контура
- (C) Подпружиненный обратный клапан
- (D) Термостат (ограничение макс. температуры)
- (E) Контур внутривольного отопления
- (F) Дроссельный байпас
- (G) Колпачковый клапан

Рис. 4  
Водогрейный котел со специальным 4-ходовым смесителем отопительного контура и линией выравнивания давления

# Регулирование систем внутрипольного отопления



- Ⓐ 3-ходовой смеситель
- Ⓑ Циркуляционный насос
- Ⓒ Подпружиненный обратный клапан
- Ⓓ Контур внутрипольного отопления
- Ⓔ Байпас
- Ⓕ Распределительная гребенка обратной магистрали
- Ⓖ Распределительная гребенка подающей магистрали

Рис. 5  
Распределитель с 3-ходовым смесителем и байпасом

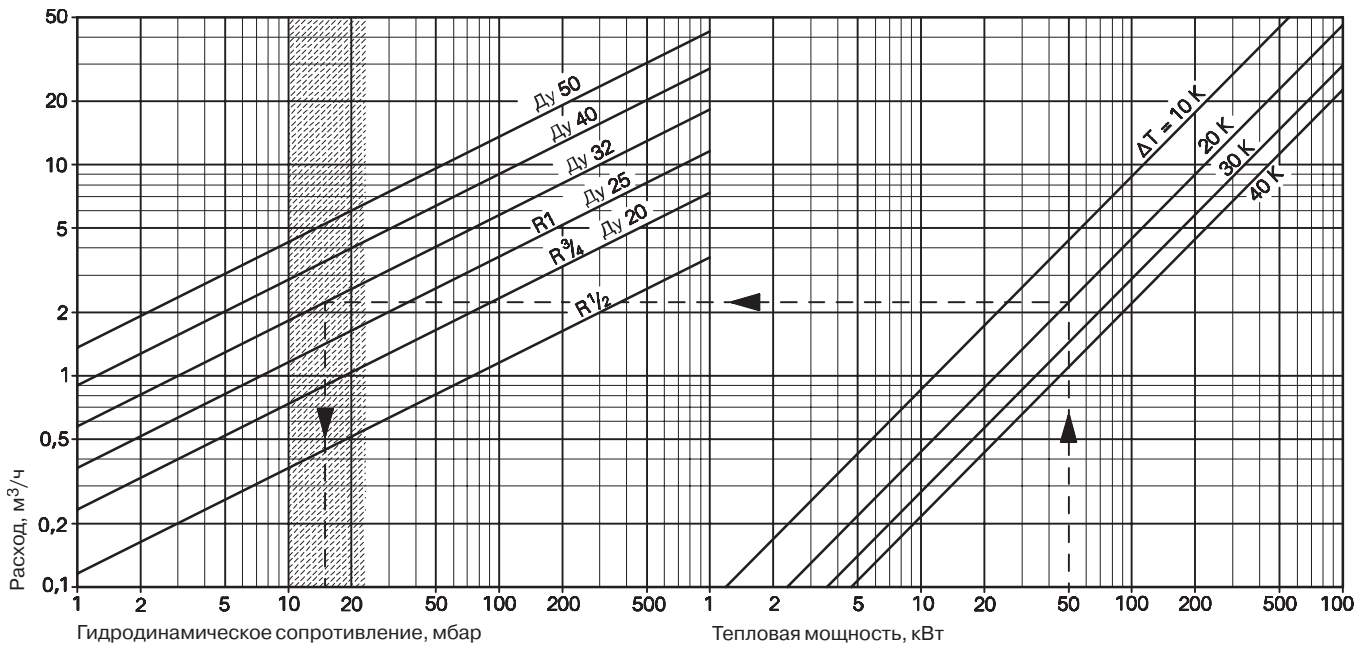
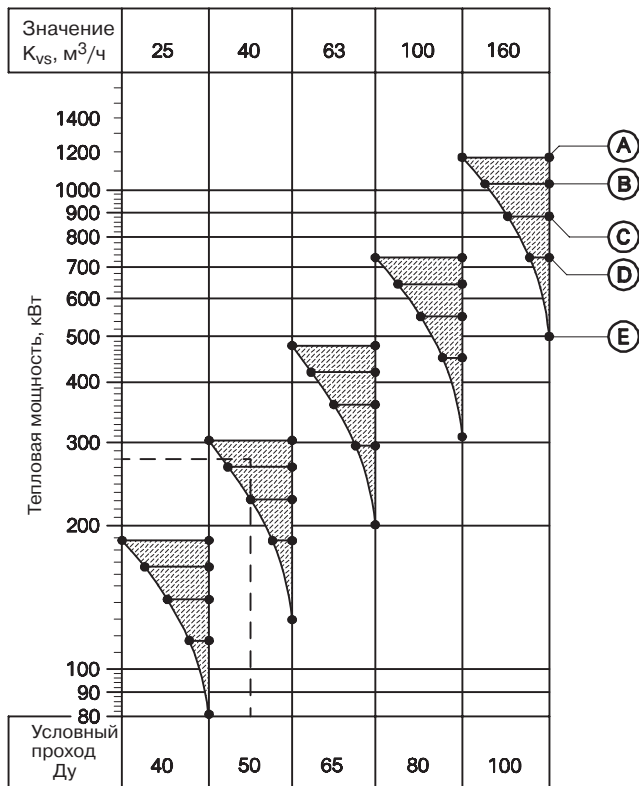


Рис. 6  
Определение условного прохода и гидродинамического сопротивления 3-ходового смесителя отопительного контура и специального 3-ходового смесителя отопительного контура фирмы Viessmann

## Регулирование систем внутрипольного отопления



Гидродинамические сопротивления

- Ⓐ = 100 мбар
- Ⓑ = 80 мбар
- Ⓒ = 60 мбар
- Ⓓ = 40 мбар
- Ⓔ = 20 мбар

Рис. 7

Определение условного прохода и гидродинамического сопротивления 3-ходового смесителя отопительного контура с фланцами для  $\Delta T = 20 \text{ K}$

Необходимо избегать гидродинамического сопротивления менее 40 мбар, в таких случаях необходимо использовать смеситель следующего (меньшего) типоразмера.

Пример:

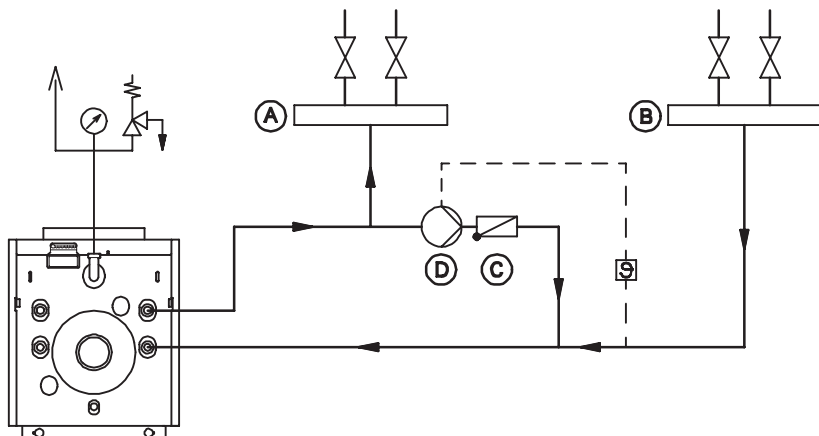
Тепловая мощность  
отопительного контура: 280 кВт  
Разность температур  
(сетевая вода)  $\Delta T$ : 20 K  
Смеситель: Ду 50  
Гидродинамическое  
сопротивление: ок. 80 мбар

Для других разностей температур ( $\Delta T_{\text{нов.}}$ ) требуемый условный проход смесителя и гидродинамическое сопротивление можно определить через рассчитанную тепловую мощность ( $Q_{\text{нов.}}$ ) при постоянном массовом расходе:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{нов.}} &= \frac{Q_{\text{тек.}} \cdot \Delta T_{\text{тек.}}}{\Delta T_{\text{нов.}}} \\
 &= \frac{280 \text{ кВт} \cdot 20 \text{ K}}{10 \text{ K}} \\
 &= 560 \text{ кВт}
 \end{aligned}$$

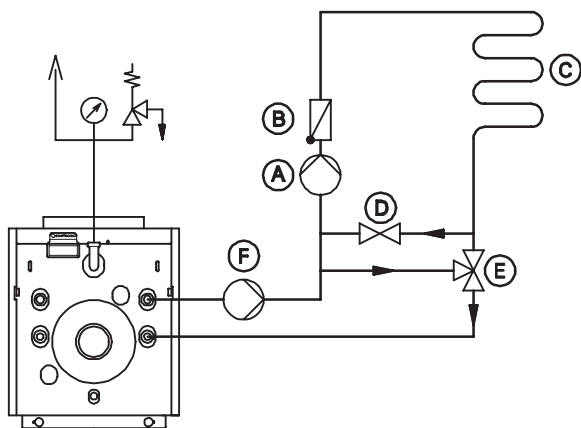
Тепловая мощность  
отопительного контура: 560 кВт  
Смеситель: Ду 80  
Гидродинамическое  
сопротивление: ок. 60 мбар

## Регулирование систем внутрипольного отопления



- Ⓐ Распределительная гребенка подающей магистрали
- Ⓑ Распределительная гребенка обратной магистрали
- Ⓒ Подпружиненный обратный клапан
- Ⓓ Байпасный насос

Рис. 8  
Повышение температуры обратного потока  
с помощью байпасного насоса



- Ⓐ Циркнасос контура
- Ⓑ Подпружиненный обратный клапан
- Ⓒ Контур внутрипольного отопления
- Ⓓ Байпас
- Ⓔ 3-ходовой вентиль
- Ⓕ Циркуляционный насос

Рис. 9  
Схема впрыскивания

Viessmann Werke GmbH & Co  
D-35107 Allendorf

Представительство в Москве  
Ул. Вешних Вод 64  
Россия - 129339 Москва  
Тел. (факс): (095) 182 46 92

Представительство в Санкт-Петербурге  
Ул. Торжковская 5  
Россия - 197342 Санкт-Петербург  
Тел. (факс): (812) 242 01 63 или 246 60 52