

## 1.1. Принципиальная схема обвязки котла

На рисунке 1 представлены типовые элементы обвязки для напольного чугунного котла GT 330

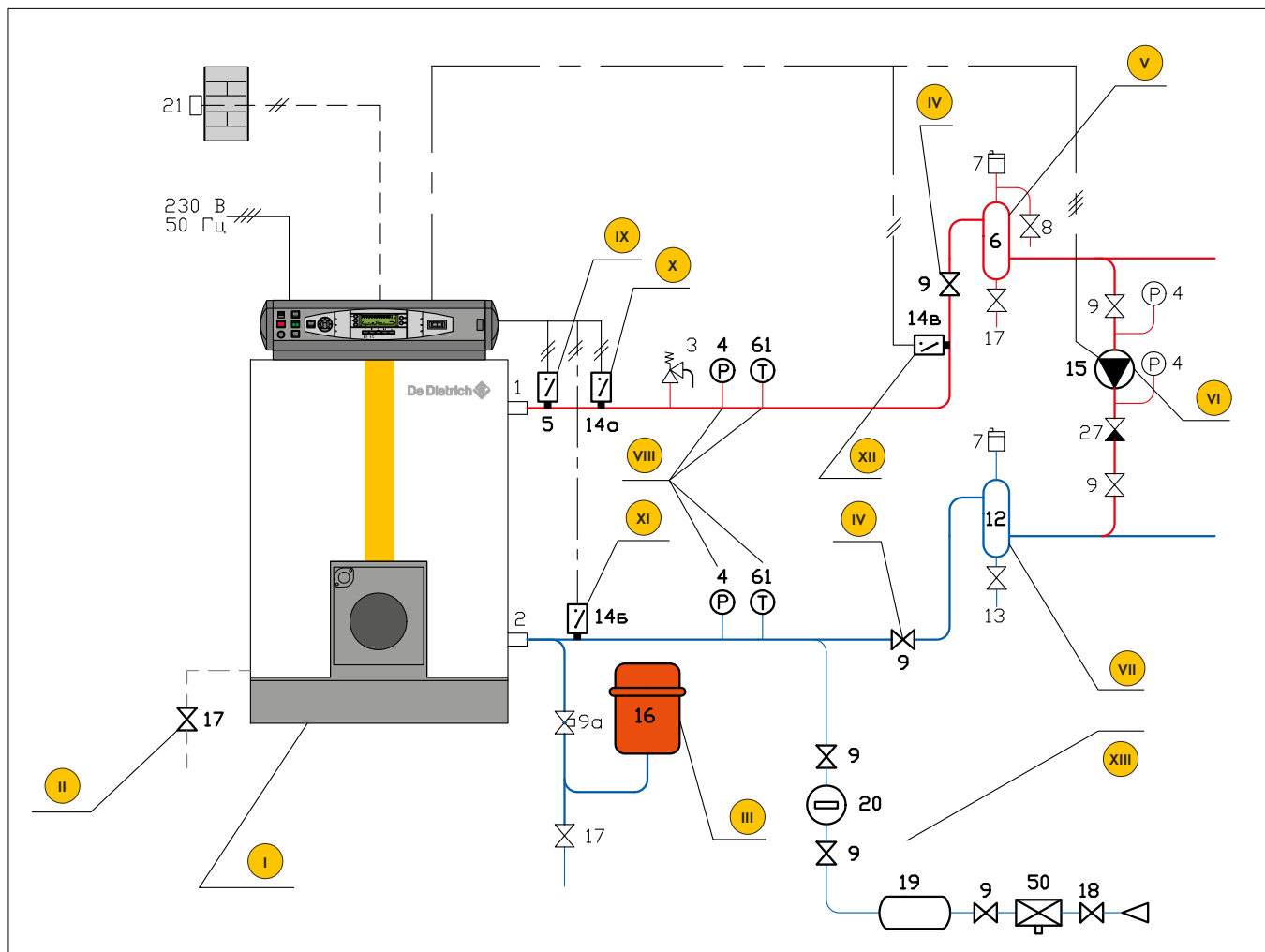


Рисунок 1.  
Гидравлическая схема с напольным чугунным котлом GT 330

Условные обозначения:

I

**Напольный чугунный котел GT 330**, на который можно установить газовую или жидкотопливную горелку. Данная схема применима и для котлов серий DTG, C и GT.

II

**Кран для заполнения и слива** (позиция 17) предназначен для первоначального заполнения системы ХОЛОДНОЙ водой и для слива котла, который находится, как правило, в самой нижней точке теплообменника. Он не должен использоваться для организации подпитки котла или системы отопления.



GT 330



DTG 330



GT 120

III

**Расширительный бак** (позиция 16). При подборе объема и модели следует руководствоваться рекомендациями производителей данного оборудования. Существуют таблицы и специальное программное обеспечение для расчета объема расширительного бака в зависимости от объема системы отопления, давления в ней, давления срабатывания предохранительного клапана, температурного режима работы и пр. Основное правило при проектировании и монтаже расширительного бака заключается в том, что между котлом и расширительным баком не должно быть никакой запорной арматуры. Для подсоединения расширительного бака можно воспользоваться специальной быстроразъемной арматурой с защитой от случайного запертия и с функцией слива (позиции 9а и 17).



Многофункциональная арматура для расширительного бака

IV

**Запорная арматура** должна устанавливаться после предохранительного клапана (группы безопасности) и до расширительного бака. Таким образом, между котлом и предохранительным клапаном (группой безопасности) не должно быть никакой запорной арматуры. Между котлом и расширительным баком также не должно быть никакой запорной арматуры.

При выборе материалов подающего и обратного трубопроводов котла следует помнить о том, что температура срабатывания защитного термостата (STB) на панелях управления для напольных котлов GT и DTG составляет 110°C.

V

Для наилучшего удаления воздуха из отопительной установки на выходе из котла необходимо предусмотреть вертикальный участок трубопровода, а также **воздухоотделитель с автоматическим и ручным воздухоотводчиками**. Воздухоотделитель может быть как заводского, так и собственного изготовления.



Воздухоотделитель заводского исполнения с автоматическим и ручным воздухоотводчиками

VI

**Насос рециркуляции** (позиция 15) должен обеспечивать минимальный расход теплоносителя через котел во время работы горелки:

- рекомендуется для котлов мощностью свыше 70 кВт;
- обязателен для котлов мощностью свыше 116 кВт, если конфигурация отопительной установки не позволяет обеспечить минимальный расход воды через котел во время работы горелки.

Производительность насоса рециркуляции рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{\text{насоса}} = P_{\text{котла}} / (1,16 \cdot 45),$$

где  $Q_{\text{насоса}}$  — производительность насоса ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );

$P_{\text{котла}}$  — мощность котла (кВт);

1,16 — теплоемкость воды ( $\text{Вт} \cdot \text{ч} / \text{кг} \cdot \text{K}$ )  
 $\Delta T = 45 \text{K}$ .

Для многоконтурных однокотловых установок или для каскадных котельных установок рекомендуется установка термогидравлического распределителя или гидравлического разделителя. В этом случае нет необходимости в насосе рециркуляции (позиция 15), воздухоотделителе (позиция 6) и отстойнике для шлама (позиция 12), потому что через котел будет обеспечиваться номинальный расход теплоносителя, а удаление воздуха или сбор шлама будет осуществляться в термогидравлическом распределителе или гидравлическом разделителе.

VII

**Устройство для сбора шлама и грязи** может быть установлено на обратной линии до котла.

Подробнее о конструкции и размерах данного устройства — см. **раздел 1.3**.

VIII

Место установки **контрольно-измерительных приборов**:

- на выходе из котла перед запорным устройством (манометр и термометр);
- на входе в котел после запорного устройства (манометр и термометр);
- на всасывающих и нагнетательных линиях циркуляционных и подпиточных насосов (манометры).



Манометр



Термометр



Термоманометр на выходе котла

Для удобства монтажа и демонтажа манометра можно применить специальный нажимной клапан:



IX

**Реле протока** служит для проверки обеспечения минимального расхода теплоносителя через котел на котлах серий GT 430 и GT 530. Для данной серии реле протока входит в комплект поставки. При отсутствии минимального расхода теплоносителя через котел горелка этого котла включаться не будет.



Реле протока

X

**Реле максимального давления воды** (позиция 14а) — один из элементов безопасной работы котла.

Если давление в котле повысится выше заданного значения, то горелка котла не будет включаться.



Реле максимального давления воды

Для удобства монтажа и демонтажа реле давления можно применить специальный нажимной клапан:



XI

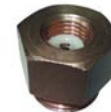
**Реле минимального давления воды** (позиция 14б) — один из элементов безопасной работы котла.

Если давление в котле опустится ниже заданного значения, то горелка котла не будет включаться.

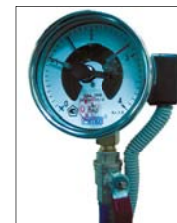


Реле минимального давления воды

Для удобства монтажа и демонтажа реле давления можно применить специальный нажимной клапан:



Реле минимального и максимального давления конструктивно может быть выполнено в одном приборе — например, в электроконтактном манометре (ЭКМ):



ЭКМ (реле минимального и максимального давления)

XII

**Реле уровня воды** (позиция 14в) — один из элементов безопасной работы котла. Настоятельно рекомендуется применять данное устройство для крышных котельных. Если котел не заполнен водой до нужного уровня, то горелка котла не будет включаться.



Реле уровня воды

XIII

На всех гидравлических схемах показано, что **подпитка** осуществляется в обратную линию котла. В таком случае необходимо следить за тем, чтобы в разогретый котел не поступало значительного количества холодной подпиточной воды. Таким образом, перед подпиткой системы отопления необходимо понизить температуру воды в котле, выключив горелку (при помощи соответствующего переключателя, котлового термостата, в ручном режиме работы панели управления и пр.). Другие варианты организации подпитки системы отопления приведены в **разделе 1.4**. Рекомендуется на линии подпитки установить водный счетчик для контроля объема системы отопления и объема подпитки за определенный период работы котельной установки.

## 1.2. Термогидравлические распределители и гидравлические разделители

Современные системы отопления как правило являются многоконтурными, т.е. состоят из нескольких гидравлических контуров отопления (**рисунок 2**). Эти контуры могут быть как низкотемпературными (напольное отопление или низкотемпературное радиаторное отопление), так и высокотемпературными (высокотемпературное радиаторное отопление, воздушное отопление, подогрев бассейна, контур нагрева емкостного водонагревателя). В некоторых случаях требуется применение трехходовых смесителей с сервоприводами (понижение температуры теплоносителя до заданного значения за счет подмешивания теплоносителя из обратной линии), которыми должна управлять автоматика котла.

С учетом особенностей работы некоторых насосов, например загрузочного насоса водонагревателя и трехходовых смесителей получается, что каждый контур системы отопления «живет своей жизнью», т.е. отбирает именно то количество нагретого теплоносителя, которое ему необходимо в данный момент. Таким образом, суммарный расход (количество используемого нагретого теплоносителя) всех контуров отопления не является постоянным, а меняется. А для котла наоборот желателен постоянный и неизменный расход теплоносителя.

Следовательно, для стабильной и корректной работы установки и системы отопления необходимо отделить друг от друга контур котла и каждый из контуров системы отопления, таким образом, сделать независимыми производство (контур котла) и потребление тепла (контур отопления).

Такую функцию гидравлического разделения выполняют **термогидравлический распределитель** и **гидравлический разделитель**, которые представляют собой вертикально установленный участок трубопровода (перемычку) большого диаметра.

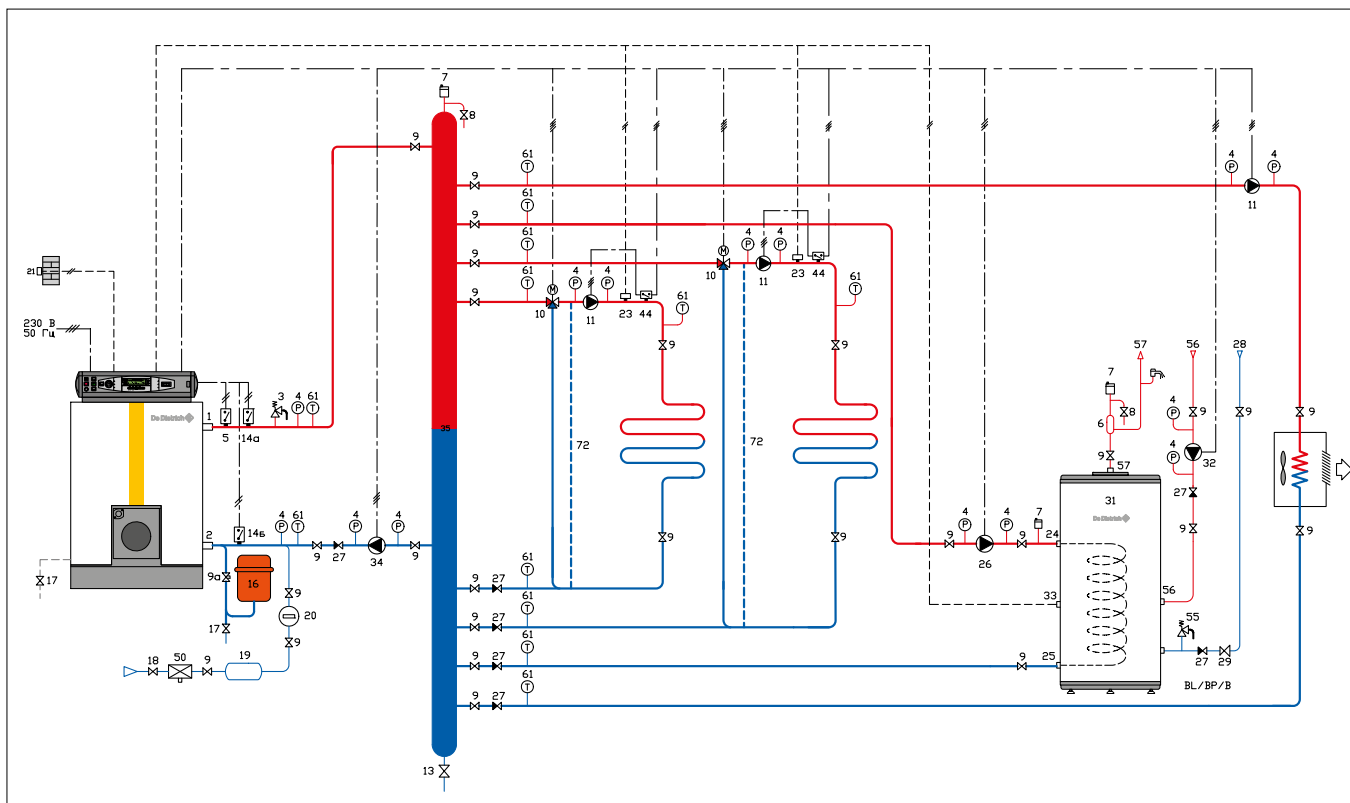


Рисунок 2.  
Однокотловая установка с термогидравлическим распределителем

## Конструкция и принцип работы

Термогидравлический распределитель и гидравлический разделитель конструктивно представляют собой вертикально установленную перемышку большого диаметра (**рисунок 3**). За счет большого диаметра (по отношению к диаметру трубопровода котлового контура) быстро гасится скорость теплоносителя в термогидравлическом распределителе (или гидравлическом разделителе). Гидравлическое сопротивление такого устройства пренебрежительно мало по отношению к сопротивлению контуров отопления и котла. Таким образом, между котлом и контурами отопления появляется буфер с практически нулевым сопротивлением, то есть контуры отопления никаким образом не будут оказывать влияние на контур котла и расход теплоносителя через котел. Функцию гидравлического разделения котлового контура и контуров отопления выполняют оба этих устройства.

**Термогидравлический распределитель** кроме разделения обеспечивает распределение подающих линий контуров отопления по температуре: в самой верхней части — самый высокотемпературный контур (греющий контур водонагревателя, подогрев бассейна, калорифера вентиляции или радиаторное отопление), чуть ниже — контур с меньшей температурой, самый нижний — низкотемпературный контур отопления (низкотемпературное радиаторное или напольное отопление). Такое же правило действует и для обратных линий контуров отопления: в самой верхней части — самая высокотемпературная (теплая) обратная линия, в самом низу — самая холодная.

**Гидравлический разделитель** выполняет функцию гидравлической развязки (разделения) котлового контура и контуров отопления. Независимость самих контуров отопления обеспечивается за счет подающего и обратного коллекторов, которые устанавливаются после гидравлического разделителя.

Для корректной работы термогидравлического распределителя и гидравлического разделителя необходимо соблюдать следующие правила:

1. Допускается только вертикальная установка термогидравлического распределителя (гидравлического разделителя).
2. Скорость движения теплоносителя в термогидравлическом распределителе (гидравлическом разделителе) не должна превышать  $0,1 \text{ м/с}$ . В таком случае скорость движения теплоносителя в подающем трубопроводе котлового контура должна быть не больше  $0,7-0,9 \text{ м/с}$ .
3. Для определения размеров термогидравлического распределителя и гидравлического разделителя необходимо использовать правило 3-х диаметров ( $3D$ ) либо специальное программное обеспечение. Между осями любых двух подсоединений к термогидравлическому распределителю (гидравлическому разделителю) должно быть расстояние не меньше чем 3 диаметра (**рисунок 3**). Из **рисунка 3** видно, что высота гидравлического разделителя гораздо меньше, чем высота термогидравлического распределителя.
4. Производительность насоса котлового контура (или в случае каскадной установки с несколькими насосами — суммарная производительность котловых насосов) должна быть больше как минимум на 10% суммарной максимальной производительности насосов вторичных контуров.
5. При использовании термогидравлического распределителя необходимо следить за тем, чтобы высокотемпературные контуры отопления подключались в верхнюю часть термогидравлического распределителя. В связи с тем, что скорость движения теплоносителя в термогидравлическом распределителе достаточно мала (меньше  $0,1 \text{ м/с}$ ), будет наблюдаться явление стратификации (расслоения) теплоносителя по температуре. Очевидно, что теплоноситель имеет более высокую температуру в верхней части термогидравлического распределителя, это необходимо учитывать при выполнении присоединения подающих линий контуров отопления.

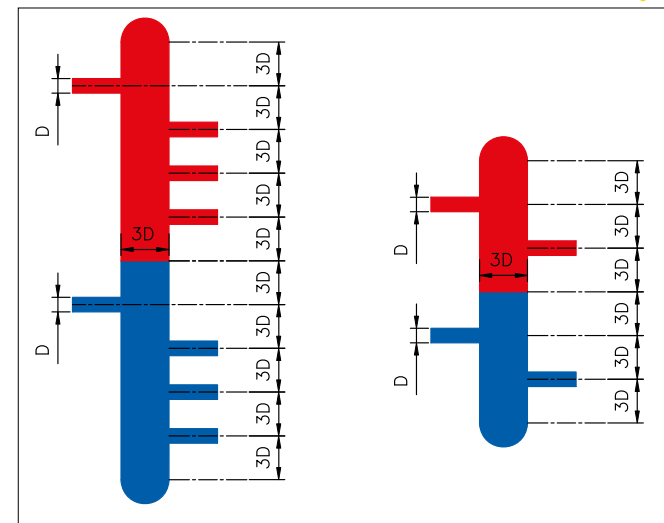


Рисунок 3.  
Схема термогидравлического распределителя (слева) и гидравлического разделителя (справа) для напольных чугунных котлов GT и DTG

На **рисунке 4** приведена типовая схема с гидравлическим разделителем для напольных чугунных котлов GT и DTG. Для того чтобы увеличить температуру воды на входе чугунного напольного котла, обратная линия котла подсоединяется выше всех обратных линий контуров отопления — искусственное завышение температуры обратной линии за счет явления стратификации в термогидравлическом распределителе и гидравлическом разделителе.

С учетом того, что в термогидравлическом распределителе и гидравлическом разделителе скорость движения теплоносителя достаточно мало, их можно использовать для эффективного удаления воздуха и шлама — достаточно лишь поставить соответствующие устройства (автоматический и ручной воздухоотводчики в верхней части, шаровый кран большого диаметра в нижней части) (**рисунк 5**).

### Особенности конструкции для конденсационных котлов

Принципиальная схема термогидравлического распределителя и гидравлического разделителя для конденсационных котлов серий MCA и C приведена на **рисунке 6**. Она выполнена с учетом правила трех диаметров, но, в отличие от классических чугунных котлов, необходимо понижать температуру воды на входе конденсационного котла. Поэтому обратная линия котла подсоединяется ниже всех обратных линий контуров отопления — искусственное занижение температуры обратной линии за счет явления стратификации в термогидравлическом распределителе и гидравлическом разделителе.

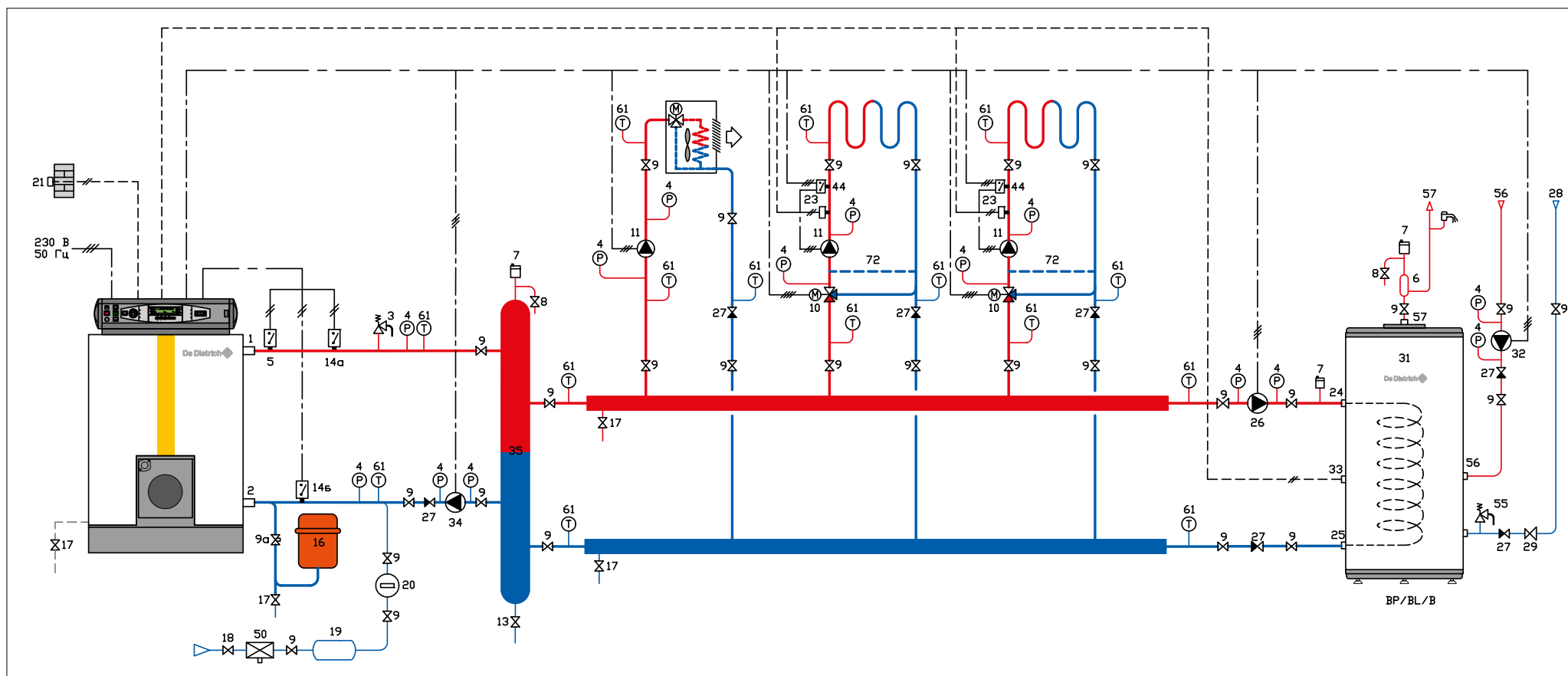


Рисунок 4.  
Однокотловая установка с гидравлическим разделителем и коллекторами

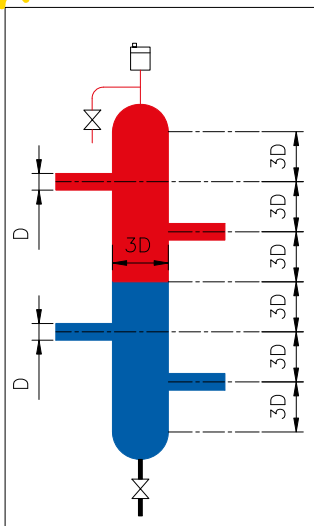


Рисунок 5.  
Удаление воздуха и сбор шлама в гидравлическом разделителе

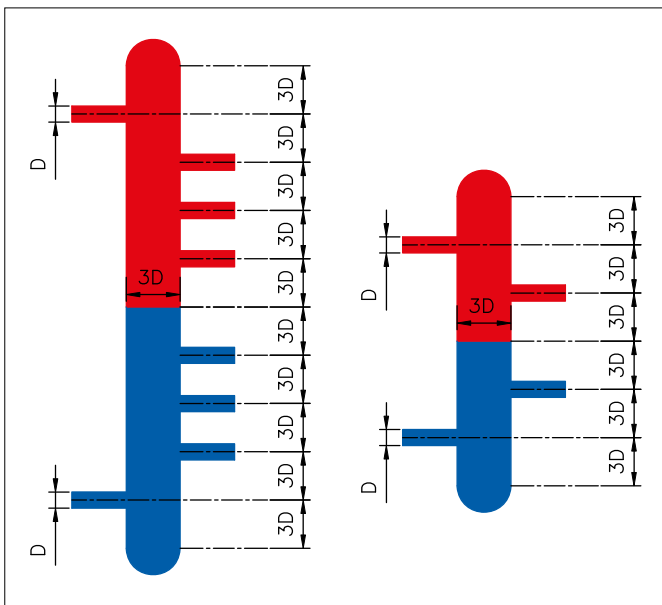


Рисунок 6.  
Схема термогидравлического распределителя (слева) и гидравлического разделителя (справа) для конденсационных котлов MS и C

### Методы расчета размеров

Для определения диаметров термогидравлического распределителя и гидравлического разделителя (размер  $3D$ ), а также диаметра подающего трубопровода котлового контура (размер  $D$ ) можно использовать график, приведенный на **рисунке 7**.

Как видно из этого графика, скорость движения теплоносителя в термогидравлическом распределителе или гидравлическом разделителе равна  $0,1$  м/с, а в подающем трубопроводе котлового контура —  $1$  м/с.

Действительный диаметр подающего трубопровода котлового контура и термогидравлического распределителя или гидравлического разделителя следует выбирать из стандартного типоряда диаметра труб, причем действительный диаметр должен быть немного больше, чем диаметр, рассчитанный по графику (т.е. из стандартного типоряда выбирается ближайший больший диаметр по отношению к расчетному значению). В этом случае скорости движения теплоносителя в котловом контуре и в термогидравлическом распределителе (гидравлическом разделителе) будут немного меньше, чем приведенные на графике ( $0,1$  м/с и  $1$  м/с).

Для данного графика расход теплоносителя в котловом контуре рассчитывается для  $\Delta T = 15$  К. Для правильной работы термогидравлического распределителя (гидравлического разделителя) необходимо, чтобы расход теплоносителя в котловом контуре был больше как минимум на  $10\%$  максимального суммарного расхода в контурах отопления. Следовательно, расчетная  $\Delta T$  для контуров отопления должна быть больше или равна  $15$  К. Это соответствует **высокотемпературным системам** отопления: например, системам радиаторного отопления с расчетным температурным режимом  $80^\circ\text{C}/60^\circ\text{C}$  или  $95^\circ\text{C}/70^\circ\text{C}$  и им подобным, где температурный перепад на отопительном приборе ( $\Delta T$ ) составляет  $20$  К или  $25$  К. Он может быть равен и  $15$  К, если мощность котельного оборудования была выбрана с определенным запасом ( $10\%$ — $30\%$ ). Только в таких случаях расход в первичном контуре будет больше, чем суммарный расход во вторичных контурах.

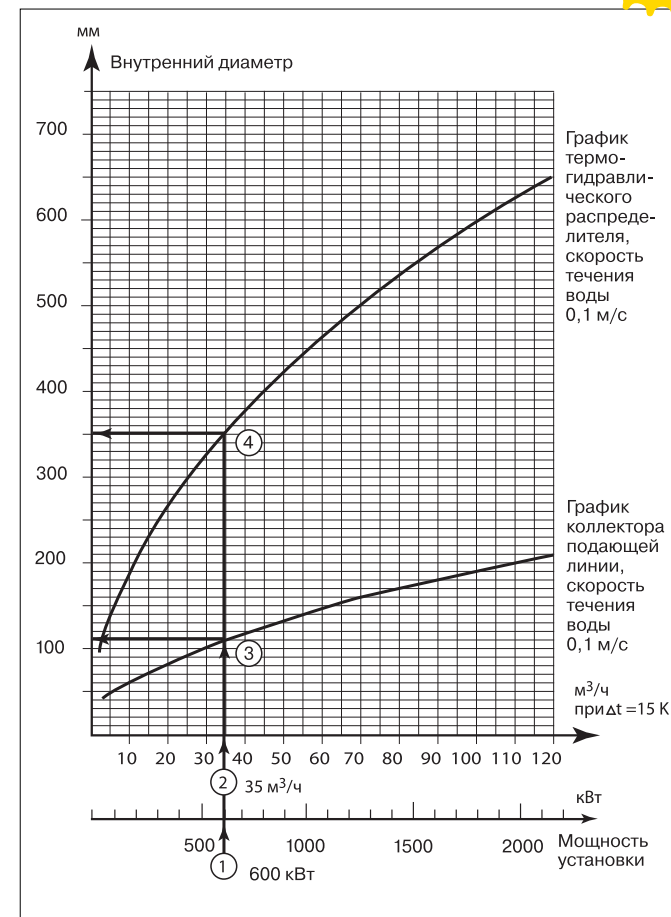


Рисунок 7.  
График для определения внутреннего диаметра термогидравлического распределителя и гидравлического разделителя

## Особенности расчета для низкотемпературных систем.

### Подбор насосов

Низкотемпературные системы отопления с  $\Delta T$  порядка 5K...15K — это, как правило, системы напольного отопления или системы низкотемпературного радиаторного отопления. Напольное отопление может использоваться в качестве основного даже с обычным напольным чугунным котлом. Низкотемпературное отопление наиболее благоприятно для эффективной работы настенных и напольных конденсационных котлов, которые становятся более распространенными в качестве источников тепла для систем отопления. Именно для таких случаев необходимо привести методику расчета расхода и подбора производительности насоса (или насосов) котлового контура:

1. Расходы рассчитываются для каждого из контуров отопления с учетом его особенностей ( $\Delta T$  и пр.).
2. Определяется максимальный суммарный расход контуров отопления с учетом наличия или отсутствия приоритета ГВС и прочих особенностей.
3. **Расход в котловом контуре равен рассчитанному максимальному суммарному расходу контуров отопления умноженному на коэффициент 1,1.** Исходя из этого расхода (а не мощности котла) по графику можно определить диаметр подающего трубопровода котлового контура и диаметр термогидравлического распределителя (гидравлического разделителя).
4. Если в котловом контуре один насос, то его производительность в рабочей точке должна быть чуть больше или равна рассчитанному расходу в котловом контуре.
5. Если речь идет о каскадной установке из нескольких котлов одинаковой мощности, где у каждого котла есть свой циркуляционный насос, то рассчитанный расход в котловом контуре должен обеспечиваться при работе всех циркуляционных насосов котлов. Таким образом, для рабочей точки каскада суммарная производительность всех насосов должна быть чуть больше или равна расходу в котловом контуре. Далее необходимо сделать гидравлический расчет котлового контура. Зная рабочую точку всего каскада, можно определить производительность для каждого насоса в своей рабочей точке — это будет суммарная производительность насосов в рабочей точке каскада, разделенная на количество насосов (котлов). Зная производительность каждого насоса и его напор в рабочей точке (он равен напору для рабочей точки каскада), подбирается модель насоса.

На рисунке 8 приведен пример определения рабочей точки насосов для каскада из 2 котлов одинаковой мощности.  $Q_{\text{каскада}}$  — это рассчитанный расход в котловом контуре, т.е. суммарная производительность двух насосов. После гидравлического расчета первичного контура имеем рабочую точку каскада ( $Q_{\text{каскада}}$  и  $H$ ).  $H$  — это сопротивление первичного контура для рабочей точки каскада. Так как котлы (и насосы) имеют одинаковую мощность (производительность), то рабочая точка для каждого насоса — это  $H$  и  $Q_{\text{каскада}}/2$ . Исходя из этих данных подбирается модель насоса.

6. Если речь идет о каскадной установке из нескольких котлов разной мощности, где у каждого котла есть свой циркуляционный насос, то методика расчета аналогична предыдущему случаю. Отличие заключается в том, что котловые насосы будут иметь разную производительность. В первом приближении можно считать, что расходы насосов соотносятся так же, как и мощности котлов:  

$$Q_1/Q_2 = P_1/P_2,$$
 где  $Q_1$  и  $Q_2$  — производительность насоса 1 и насоса 2 в рабочей точке каскада,  
 $P_1$  и  $P_2$  — номинальная мощность котла 1 и котла 2.

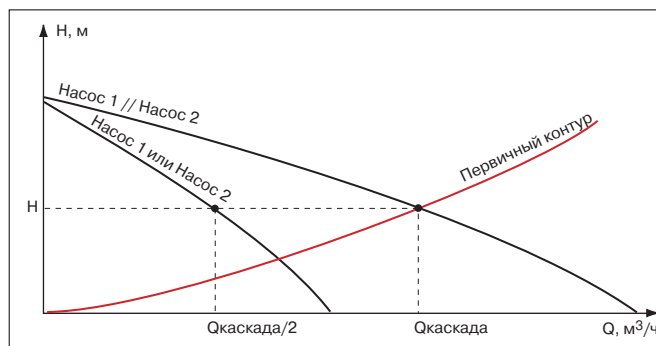


Рисунок 8. Определение рабочей точки насоса для каскада из 2 котлов одинаковой мощности

На рисунке 9 приведен пример определения рабочей точки насосов для каскада из 2 котлов разной мощности.

$Q_{\text{каскада}}$  — это рассчитанный расход в котловом контуре, т.е. суммарная производительность двух насосов. После гидравлического расчета первичного контура имеем рабочую точку каскада ( $Q_{\text{каскада}}$  и  $H$ ).  $H$  — это сопротивление первичного контура для рабочей точки каскада. Зная, что  $Q_{\text{каскада}} = Q_1 + Q_2$  и соотношение  $Q_1/Q_2 = P_1/P_2$ , рассчитываются производительности насосов  $Q_1$  и  $Q_2$ . Для рабочей точки каждого насоса ( $Q_1, H$ ) и ( $Q_2, H$ ) подбираются модели насосов.

Для сложных случаев существуют специальное программное обеспечение.

Однако **основные принципы расчета остаются неизменными:**

- для определения размеров используется правило 3-х диаметров (3D);
- скорость движения воды в подающем трубопроводе котлового контура от 0,7 до 0,9 м/с;
- скорость движения воды в термогидравлическом распределителе (гидравлическом разделителе) не больше 0,1 м/с;
- расход в котловом контуре больше как минимум на 10% максимального суммарного расхода в контурах отопления;
- термогидравлический распределитель и гидравлический разделитель устанавливаются вертикально.

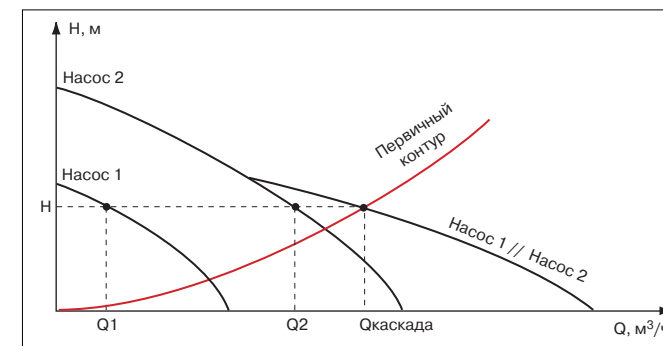


Рисунок 9. Определение рабочей точки насоса для каскада из 2 котлов разной мощности

### 1.3. Воздухоотделители и шламособорники

В случае отсутствия термогидравлического распределителя или гидравлического разделителя рекомендуется установить воздухоотделитель для удаления воздуха из отопительной установки и шламособорник для сбора грязи и шлама. Воздухоотделитель устанавливается после котла, шламособорник — до котла. Оба эти устройства могут быть как заводского исполнения, так и собственного изготовления. На **рисунках 10 и 11** показаны размеры воздухоотделителя и шламособорника. Скорость движения теплоносителя в этих устройствах должна быть не больше 0,1 м/с. Автоматический и ручной воздухоотводчики, установленные на шламособорнике, используются для удаления воздуха во время первоначального заполнения отопительной установки.

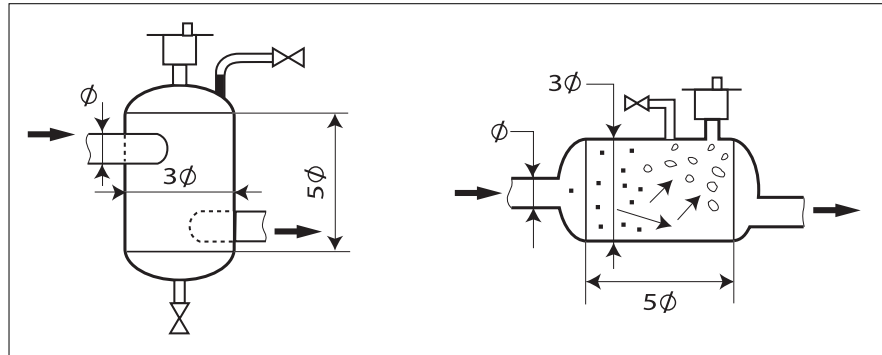


Рисунок 10.  
Размеры воздухоотделителя

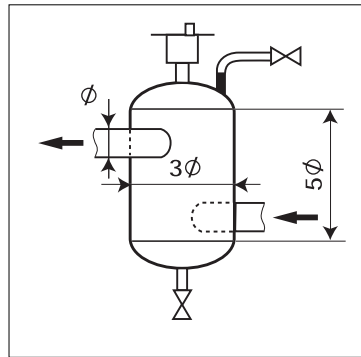


Рисунок 11.  
Размеры шламособорника



## 1.4. Подпитка отопительной установки

В данном разделе приведены рекомендуемые схемы организации подпитки отопительной установки и пояснения к ним.

На линии подпитки отопительной установки рекомендуется устанавливать **водный счетчик**. Он позволяет определить объем воды при первоначальном заполнении и контролировать объем подпитки для данной установки. Знание объема отопительной установки дает возможность проверить правильность подбора расширительного бака. Также объем подпиточной воды дает информацию о возможных утечках в отопительной установке.

На всех гидравлических схемах, приведенных в альбоме, показано, что первоначальное заполнение и подпитка отопительной установки производится в обратную линию котла (**рисунок 12**).

При выборе такого технического решения следует помнить, что подпитка отопительной установки должна быть всегда **контролируемой**, следует избегать подачи большого количества холодной подпиточной воды в разогретый чугунный котел.

Ниже приведены несколько вариантов организации подпитки, позволяющие исключить риск попадания холодной подпиточной воды в разогретый котел.

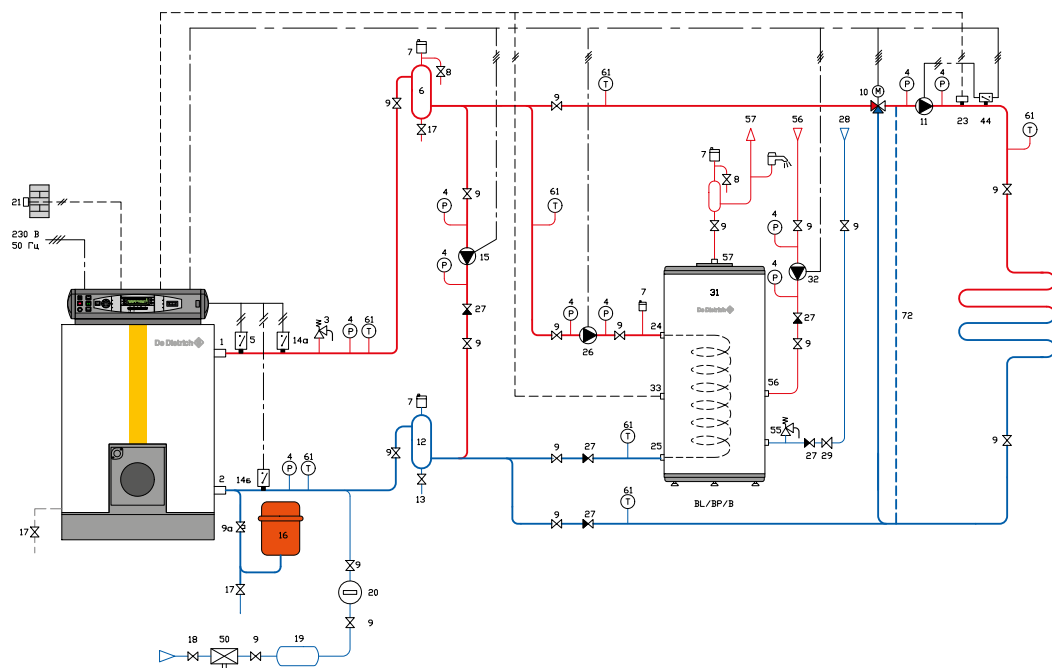


Рисунок 12.  
Подпитка отопительной установки в обратную линию котла

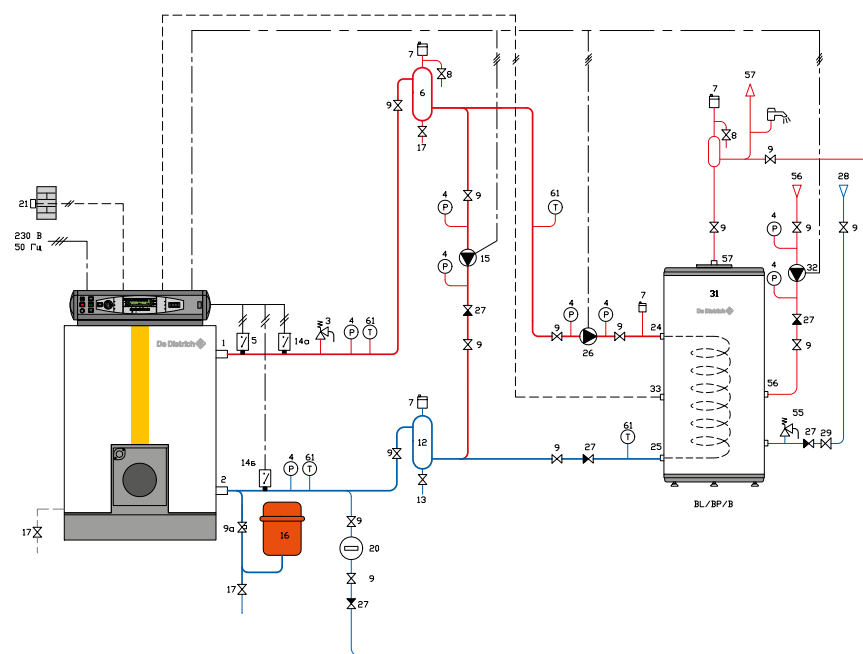


Рисунок 13.  
Подпитка отопительной установки через водонагреватель

### 1. Подпитка горячей водой через водонагреватель (рисунок 13)

Преимущества данного технического решения:

- В водонагревателе работающей установки всегда находится горячая вода, т.е. подпитка системы холодной водой исключена.
- Давление в системе горячего водоснабжения как правило больше, чем в системе отопления. Поэтому для организации такой линии подпитки потребуется добавить всего лишь 2 шаровых крана и обратный клапан, чтобы избежать попадания теплоносителя из системы отопления в систему горячего водоснабжения.

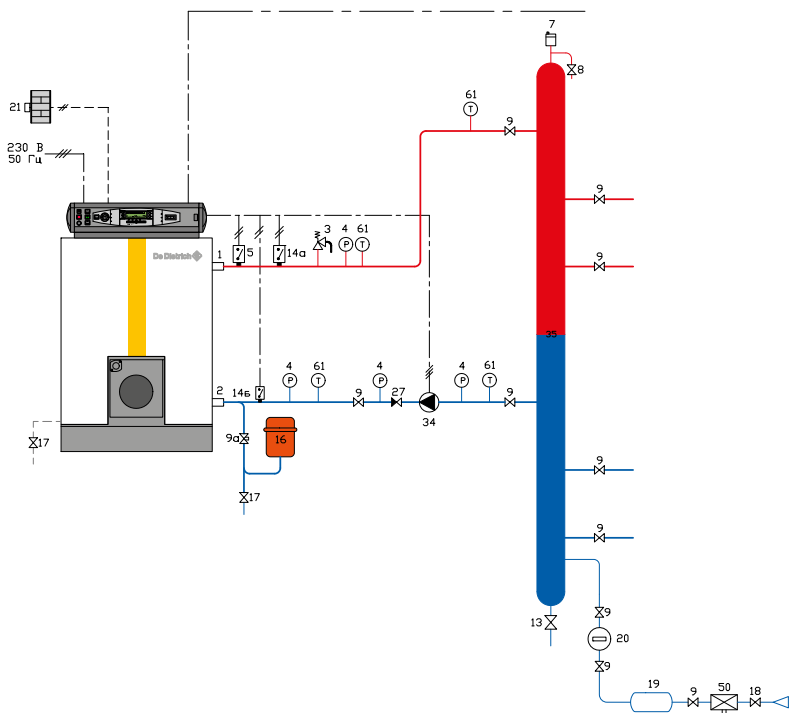


Рисунок 14.  
Подпитка отопительной установки в термогидравлический распределитель

### 2. Подпитка отопительной установки в термогидравлический распределитель (или гидравлический разделитель) (рисунок 14)

В этом случае в термогидравлическом распределителе (гидравлическом разделителе) происходит перемешивание холодной подпиточной воды с теплоносителем из обратных линий контуров отопления, т.е. в разогретый котел попадет уже теплая (разбавленная) подпиточная вода.

### 3. Подпитка отопительной установки в обратный коллектор (рисунок 15)

В этом случае перемешивание холодной подпиточной воды и теплоносителя из системы отопления происходит в обратном коллекторе, т.е. возможность попадания холодной воды в разогретый котел также исключена.

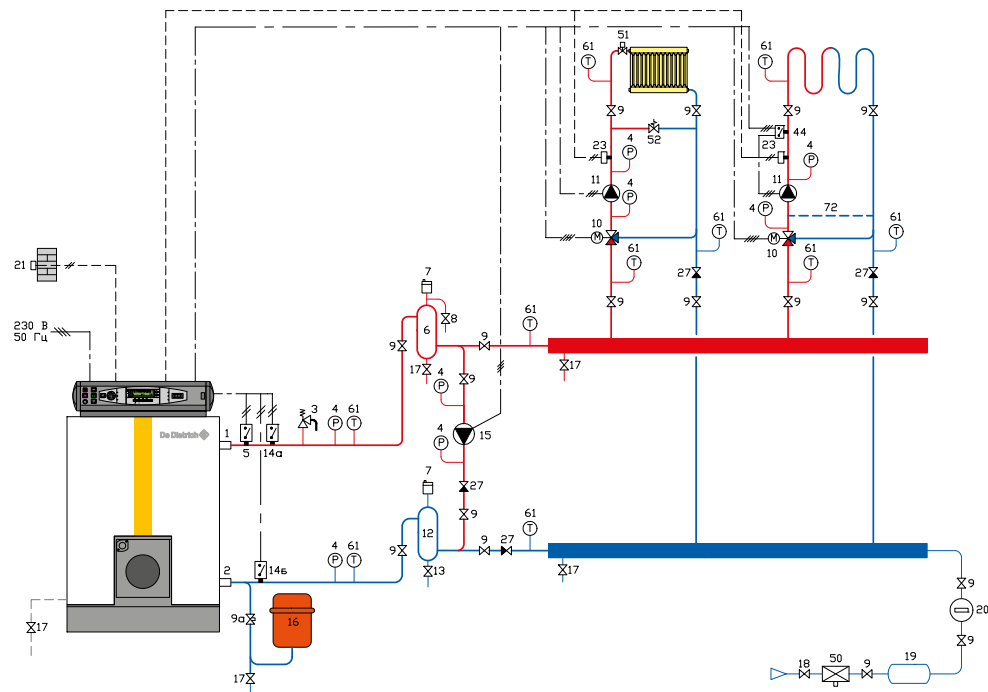


Рисунок 15.  
Подпитка отопительной установки в обратный коллектор