

Рисунки дают общий обзор о наиболее часто используемых схемах гидравлического подключения.

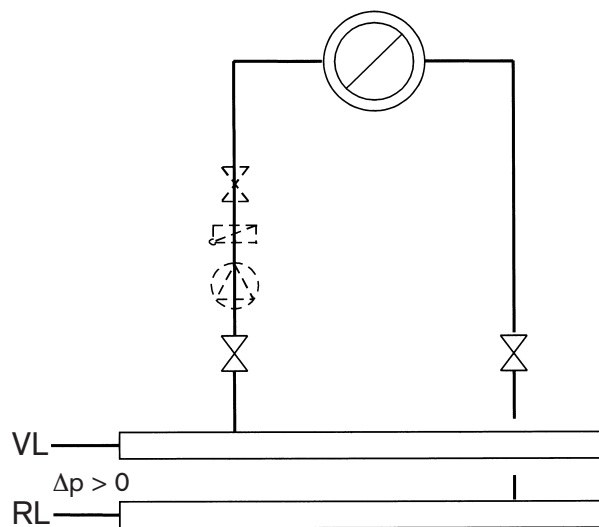
### Отопительный контур без смесителя

Если в отопительном контуре начальная температура теплоносителя прямо зависит от температуры подачи отопительной установки, то такой контур носит название отопительного контура без смесителя.

Циркуляцию теплоносителя в отопительном контуре обеспечивает встроенный в отопительной установке циркуляционный насос или отдельный насос отопительного контура.

Наилучшим решением является применение циркуляционного насоса с электронной регулировкой, ограничивающего подъем давления при закрытии термостатических вентилей; в противном случае возможно появление шума в вентилях отопительных элементов.

Если устанавливается гидравлический отделитель или разводка отопления без разницы давлений между подачей и возвратом ( $\Delta p = 0$ ), то необходимо подключить насос контура котла, если в отопительной установке конденсационного типа не встроен циркуляционный насос.



**VL** – подача отопления  
**RL** – возврат отопления

### Отопительный контур со смесителем

Для изменения температуры тепла потребителя (в отопительном контуре) относительно температуры теплоносителя в разводке отопления, необходим отопительный контур со смесителем.

Задачей смесителя является уменьшение температуры подачи с целью достижения постоянного потока тепла в отопительном контуре как при полной, так и при частичной нагрузке.

### Преимущества отопительного контура со смесителем:

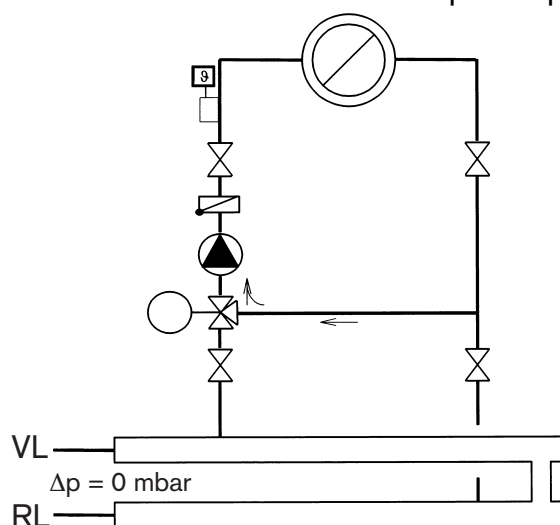
- различные температуры систем между потребителем и производителем тепла,
- возможны многие отопительные контуры (потребители) с различными профилями температур и времени,

- предназначен для системы с разводкой отопления без разницы давления между подачей и возвратом или с гидравлическим отделителем ( $\Delta p = 0$ ).

### Внимание:

в отопительной системе с разводкой отопления, где имеется разница давления между подачей и возвратом, не рекомендуется использовать подключение этого отопительного контура ( $\Delta p > 0$ ).

Насос отопительного котла создает давление в контуре отопления и во входе смесителя это давление негативно влияет на качество регулировки. Встроенный в отопительный котел насос (насос котла) и насос отопительного контура в этом случае соединены последовательно, по причине чего полностью нарушается регулирующая смесительная характеристика кривая и увеличивается энергопотребление.

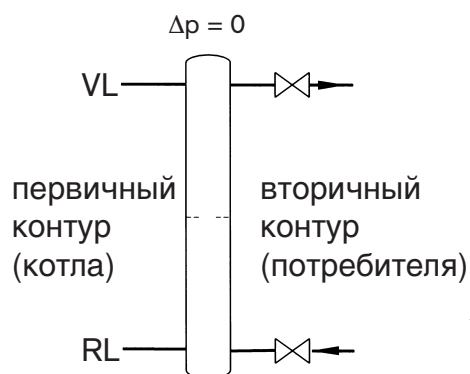
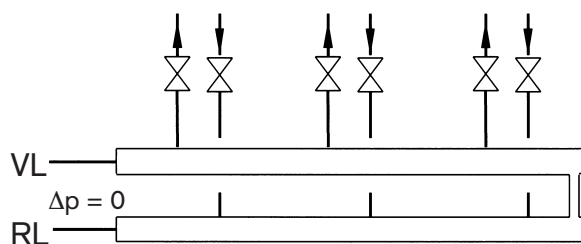


**VL** – подача отопления  
**RL** – возврат отопления

### Разводка отопления без разницы давления, гидравлический отделитель

Разводка отопления без разницы давления и гидравлический отделитель гидравлически не различаются. Все же, используя разводку без разницы давления, температура подачи производителя тепла идентична температуре отопительного контура, а при использовании гидравлического отделителя температуры могут отличаться.

Эти элементы отопительной системы устраняют взаимодействие между контуром отопления и производителем тепла. Это особенно важно, если имеются несколько отопительных установок и контуров отопления с сильно отличающимися запросами тепла (отопительные контуры со смесителями).



**VL** – подача отопления  
**RL** – возврат отопления

### Вентиль перелива

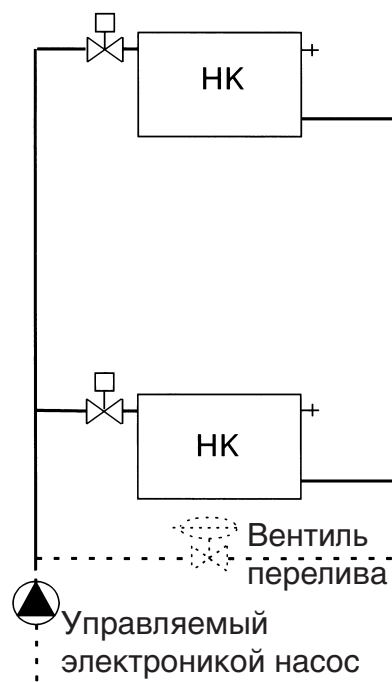
Для регулировки гидравлики системы отопления раньше на каждый последний нагревательный элемент устанавливался вентиль перелива. В зависимости от места монтажа вентиля перелива возможно повышение температуры возврата отопительной системы, вследствие чего эффективность установок конденсационного типа может снижаться.

Лучшим решением является применение насоса с электроникой регулировкой. При запросах тепла свыше 50 kW, согласно правилам HeizANLV, необходимо устанавливать только регулируемые насосы.

**В большинстве случаев при использовании отопительных установок конденсационного типа необходимо отказаться от монтажа вентиля перелива.**

Согласно правилам VOB предполагается гидравлическое отделение отопительной системы. Для достижения неизменного соотношения давлений следует установить регулируемые вентили стояка и регулируемые насосы.

Вентили перелива допустимо использовать только для очень маленьких отопительных контуров. В этом случае повышение температуры возврата незначительно и влияние на эффективность установки конденсационного типа очень незначительно, она практически не снижается.

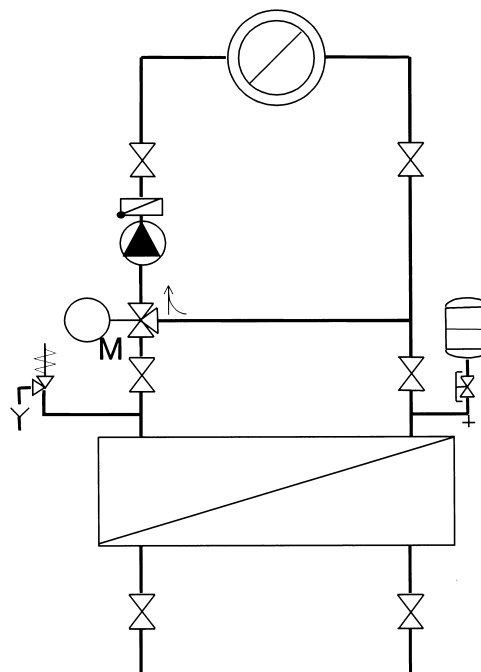


### Теплообменник

Теплообменник - это самый сильный отделитель системы, применяемый в отопительной технике. Он отделяет не только гидравлически, но и используемые в системе химические вещества и системы с отличающимися давлениями.

#### Применение:

1. При использовании в отопительном контуре трубопроводов из различных материалов, например из диффузно неплотных труб.
2. При использовании в отопительном контуре различных химических смесей против замерзания, в контуре котла - обычная отопительная вода.
3. При использовании в условиях различающихся давлений, например в системах централизованного теплоснабжения. Принимать во внимание коэффициент полезного действия теплообменника (данные производителя).



### Каскады отопительных установок

Принимать во внимание, что до гидравлического отделителя звенья трубопровода должны быть короткими. В каскадах отопительных установок тепловой поток меняется.

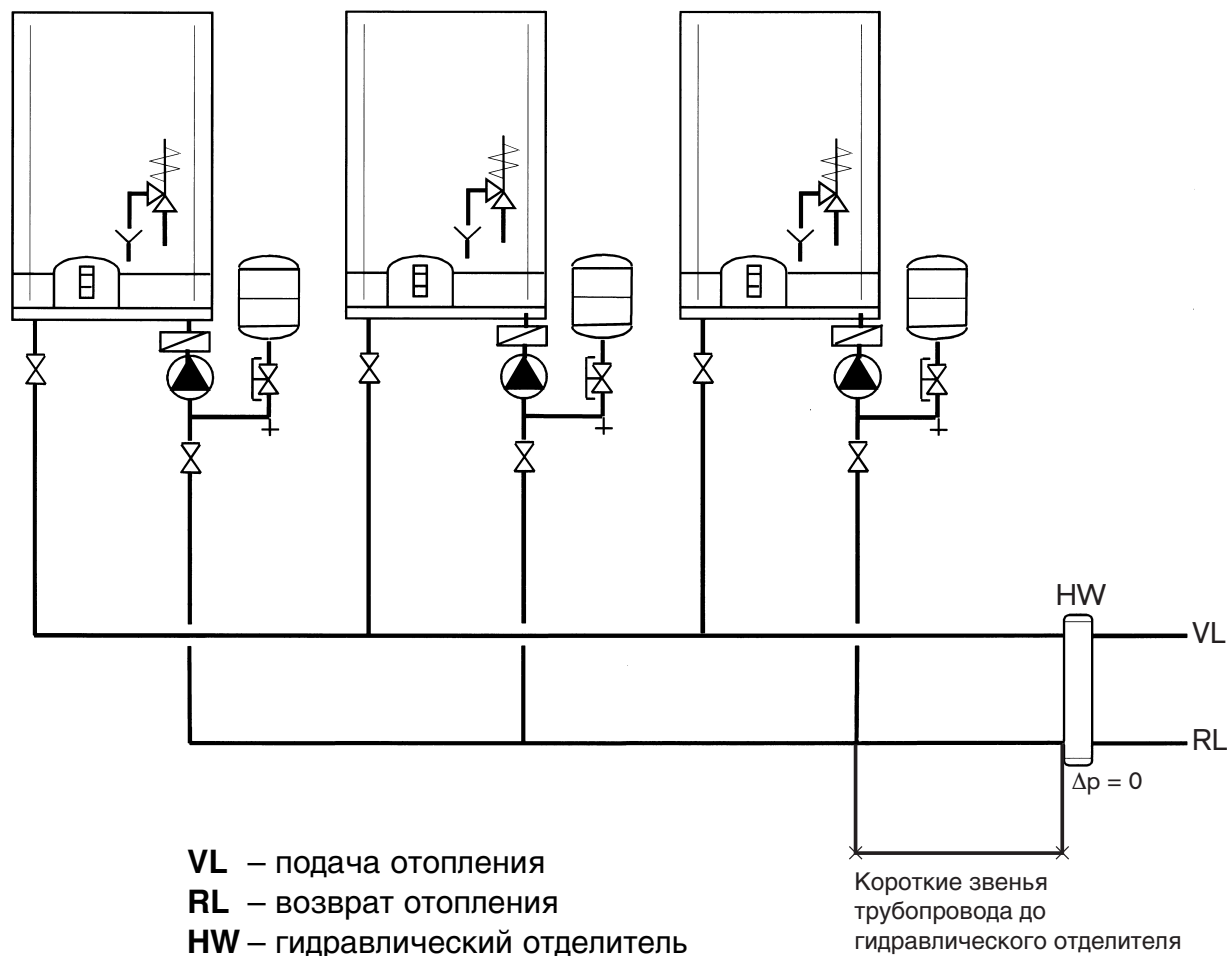
Каскады регулируются при полной нагрузке (регулирующие вентили, "Taco-Setter").

Для избежания циркуляции теплоносителя при неработающих установках под воздействием гравитации, в возврате следует установить противоклапан. Если в подачу и возврат не

устанавливается запорная арматура, то следует предусмотреть один расширительный бак для контура котла.

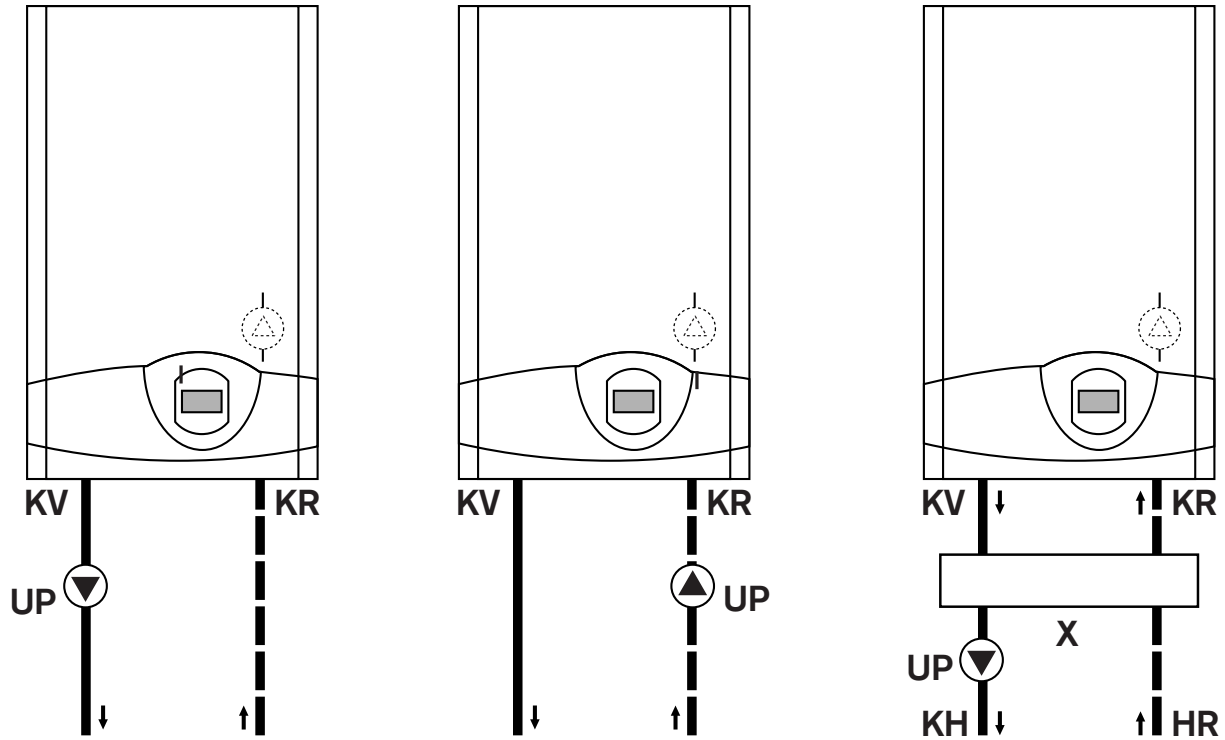
При выборе насоса контура котла следует иметь ввиду, что насосу приходится преодолевать падение давления только до гидравлического отделителя. В гидравлическом отделителе  $\Delta p = 0$ .

Рассчитывая трубопроводы, имейте ввиду, что максимальная скорость потока теплоносителя до гидравлического отделителя  $v = 1,2$  м/с. При такой скорости поток еще ламинарен.



# Гидравлика и автоматика

## Обзор гидравлических подключений



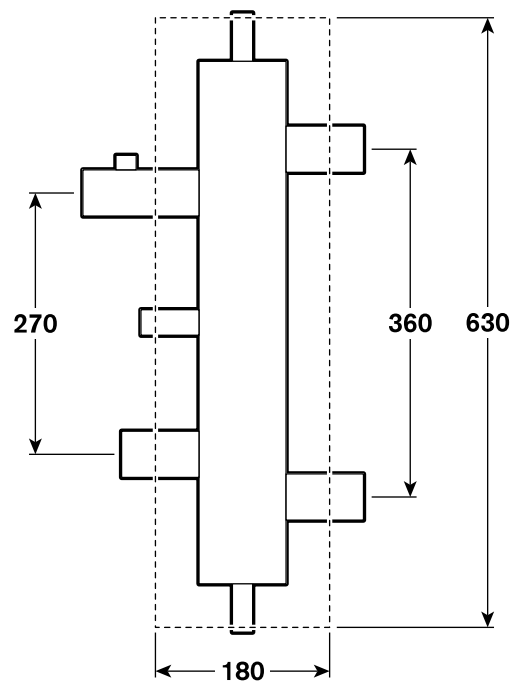
- KV** – подача котла
- KR** – возврат котла
- UP** – циркуляционный насос (система отопления)
- HV** – подача отопления
- KR** – возврат отопления
- X** – гидравлический отделитель НВ или теплообменник в зависимости от вида системы отопления

До сих пор в отопительных установках конденсационного типа используемый гидравлический переключатель переключался давлением с насоса. Сейчас гидравлический переключатель снабжен электроприводом.

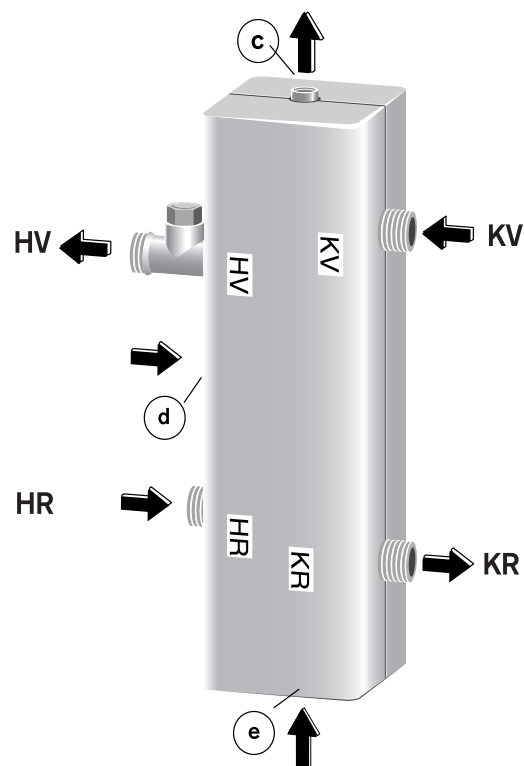
Поэтому, если это гидравлически возможно, циркуляционный насос можно включать последовательно с насосом отопительной установки. При этом сбои в процессе переключения с отопления на приготовление горячей воды (и наоборот) не появляются.

# Гидравлика и автоматика

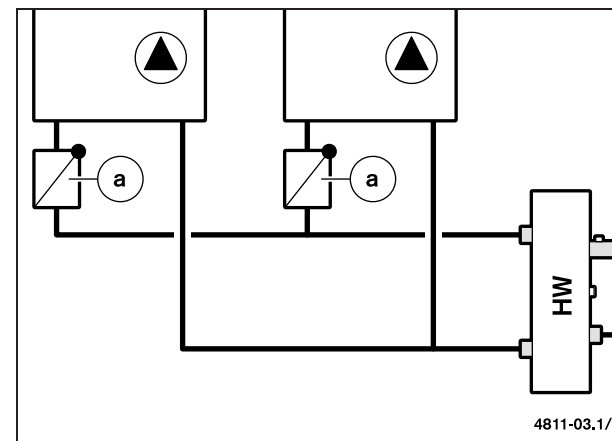
## Гидравлический отделитель



4811-01.1/0



6 720 604 811-02.20



4811-03.1/0

**KV** – подача контура котла отопления  
**KR** – возврат контура котла отопления  
**HV** – подача системы отопления  
**HR** – возврат системы отопления

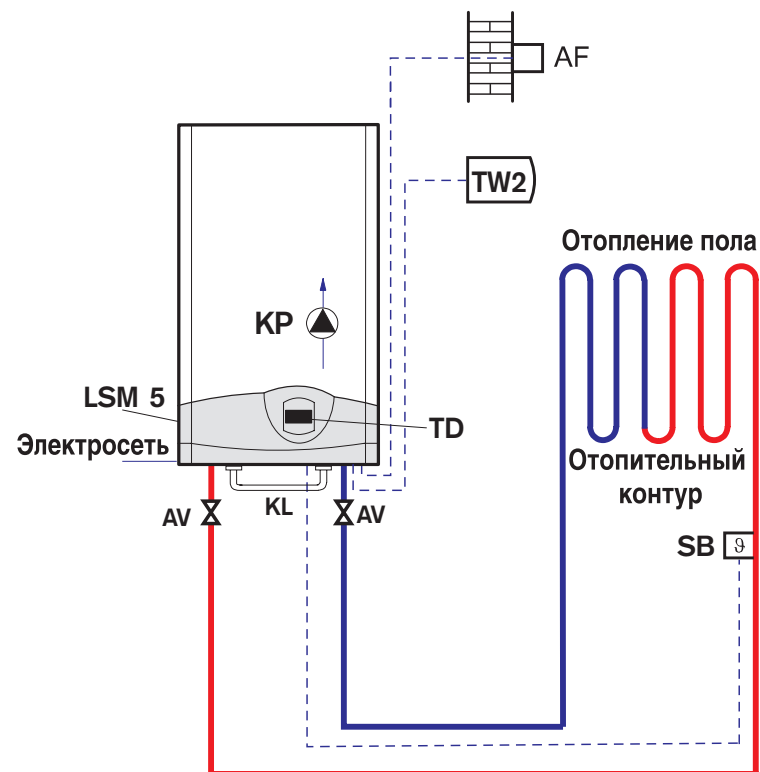
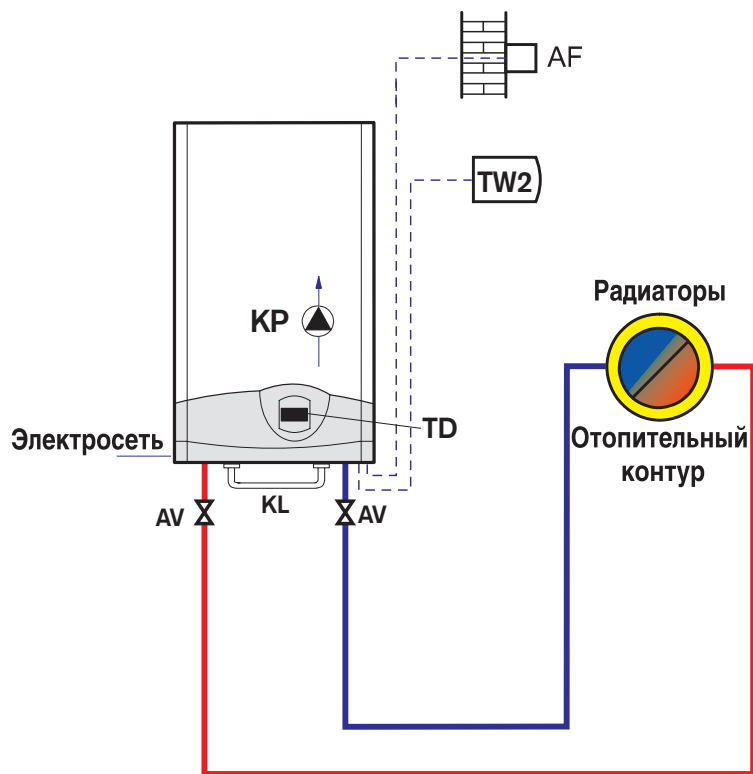
**a** – односторонний клапан  
**c** – воздушник  
**d** – место подключения дополнительного расширительного бака  
**e** – опорожнение



# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок

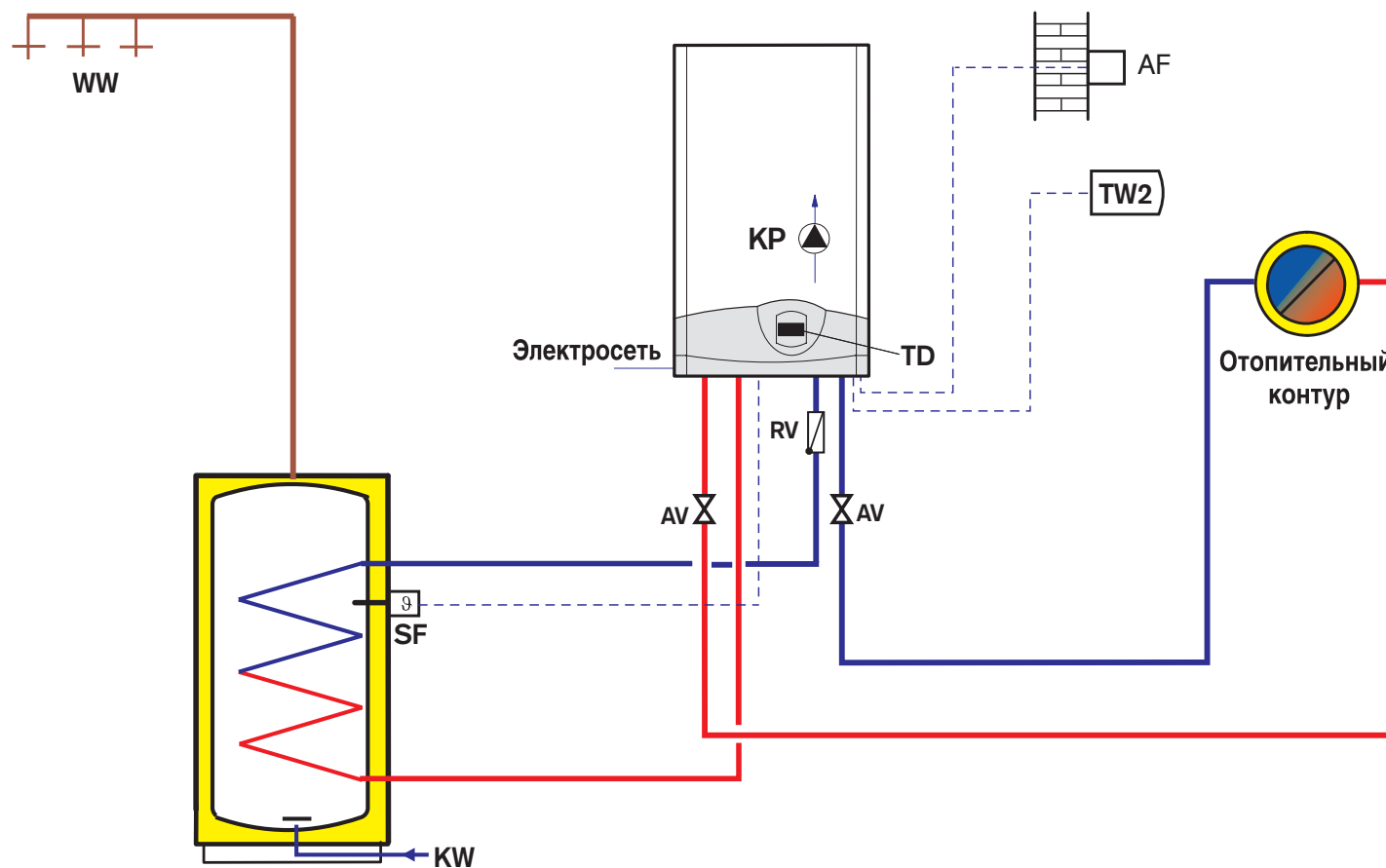
### с одним контуром отопления



# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок

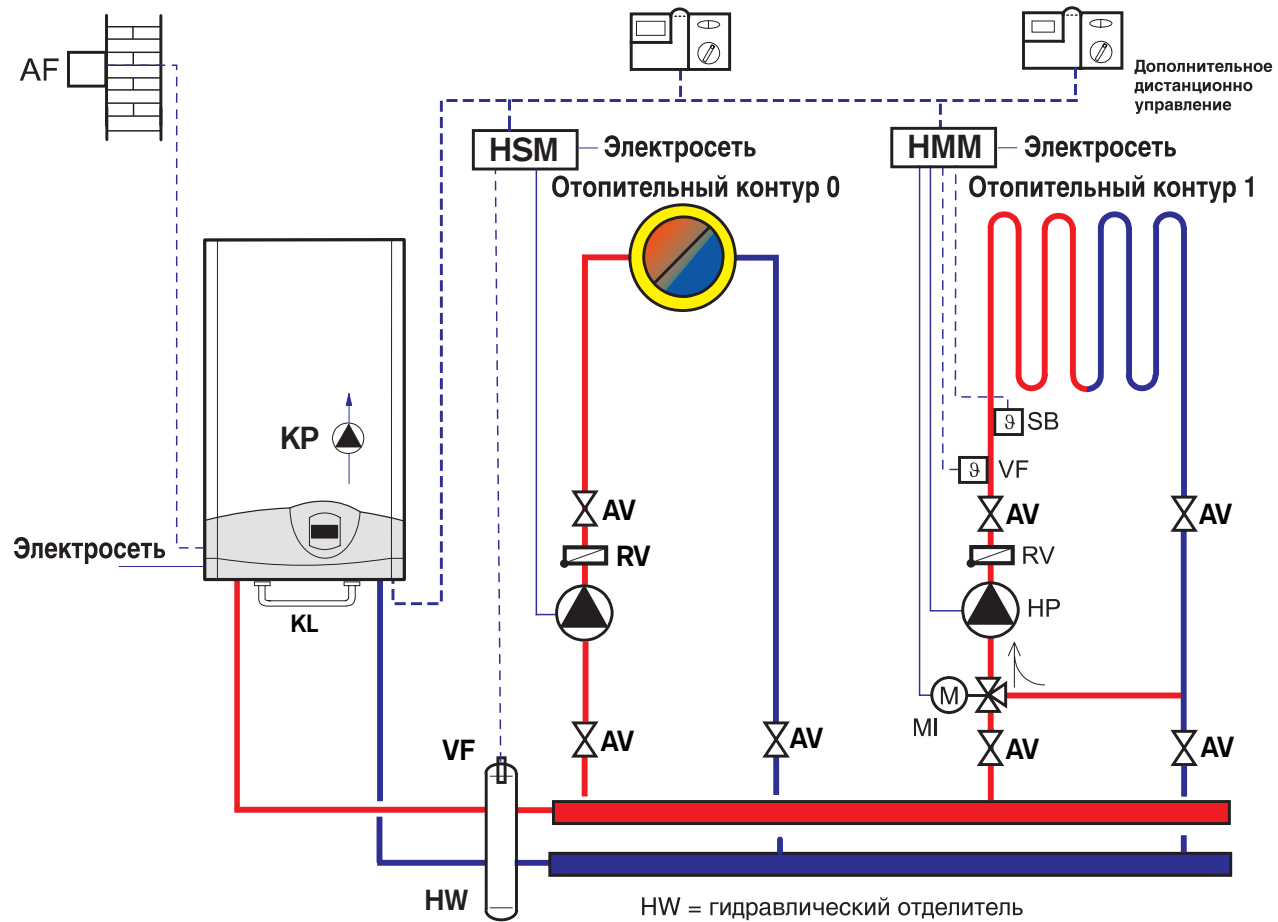
с одним контуром отопления и баком горячей воды



# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок

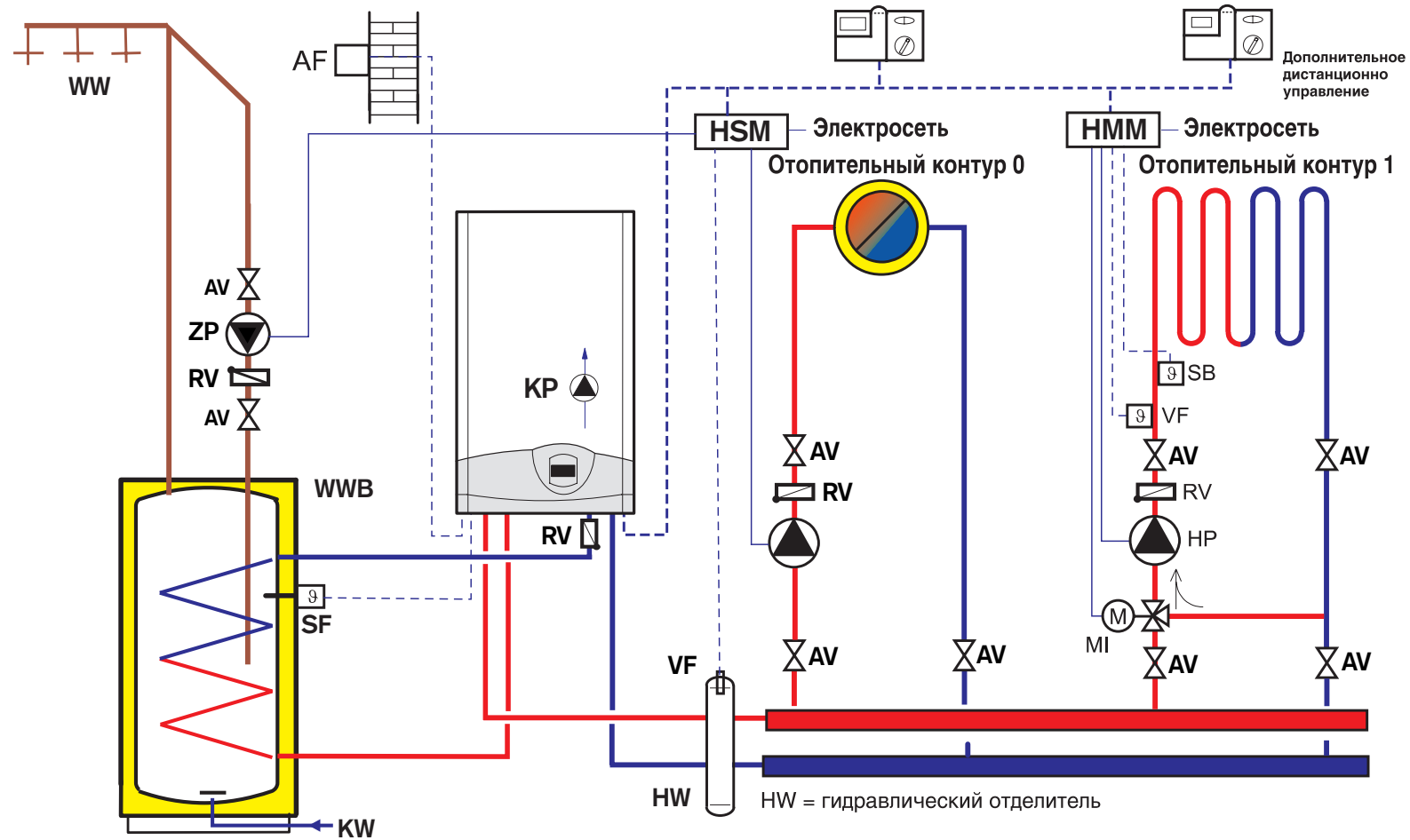
### с двумя контурами отопления



# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок

с двумя контурами отопления и баком горячей воды

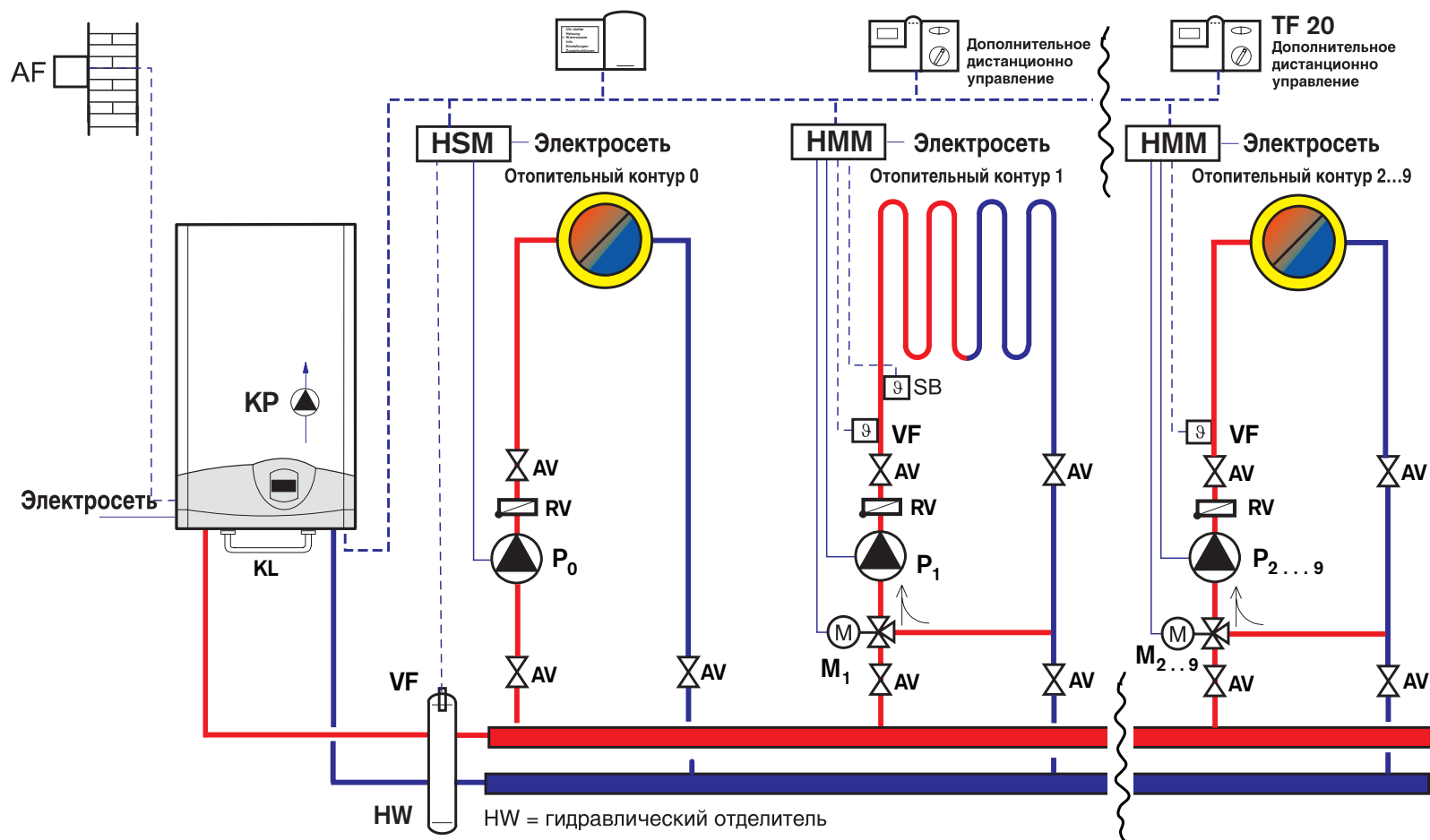


# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок



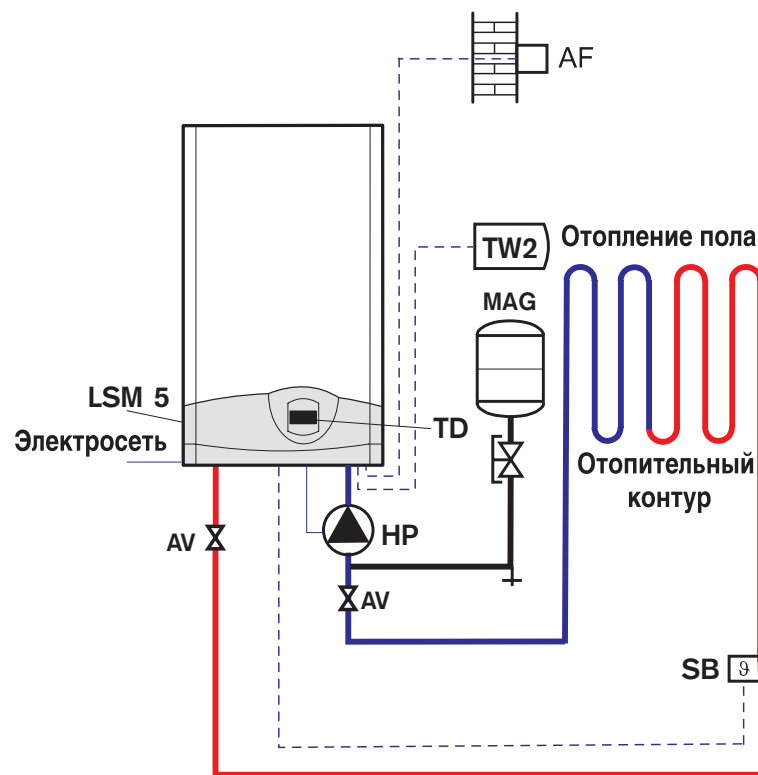
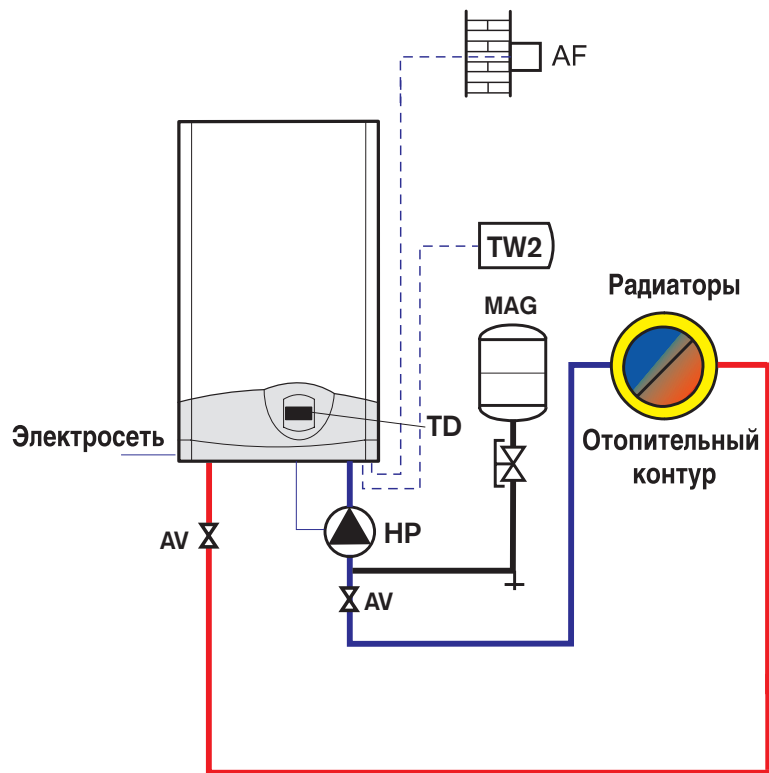
### с тремя и более контурами отопления



# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок

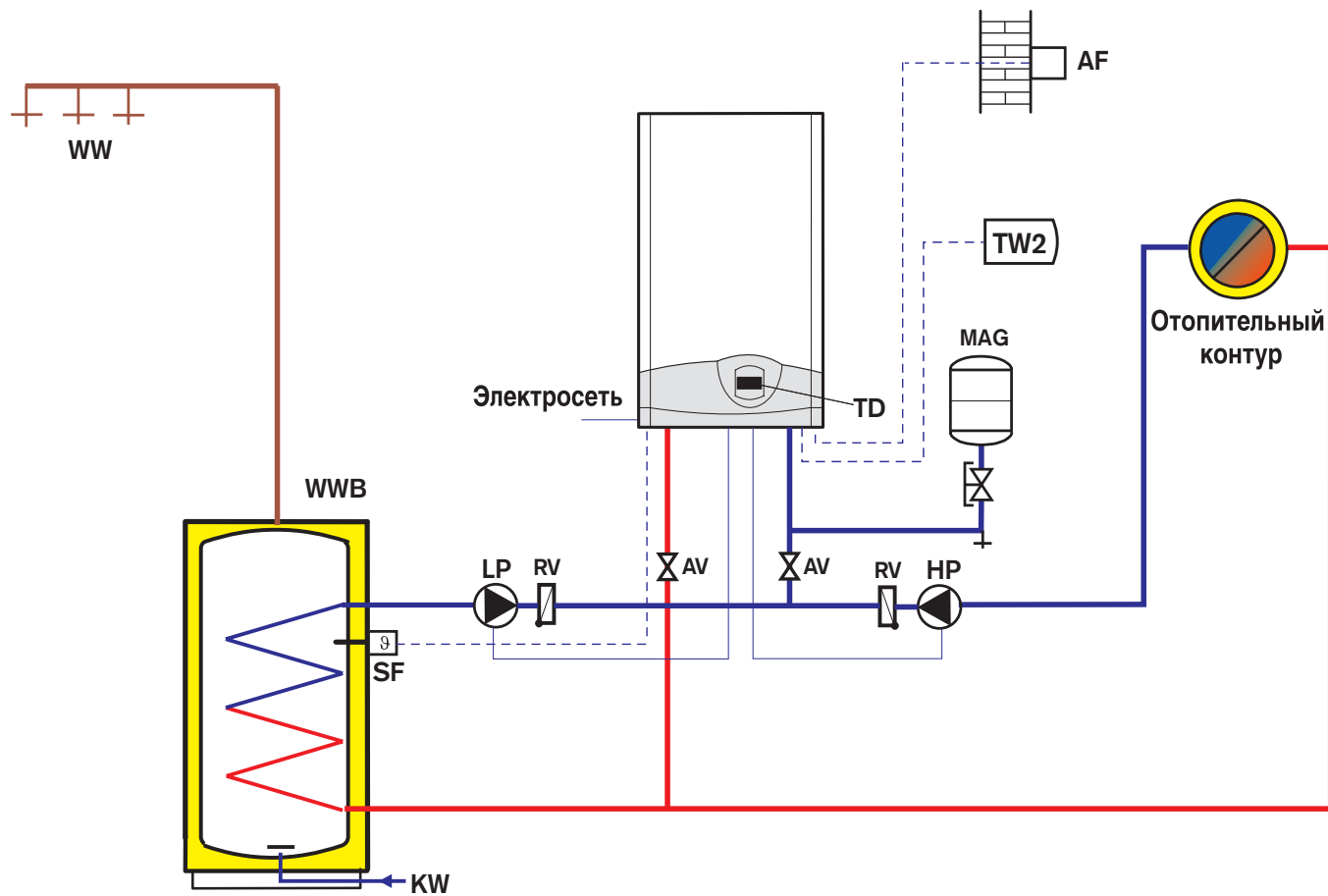
### с одним контуром отопления



# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок

с одним контуром отопления и баком горячей воды

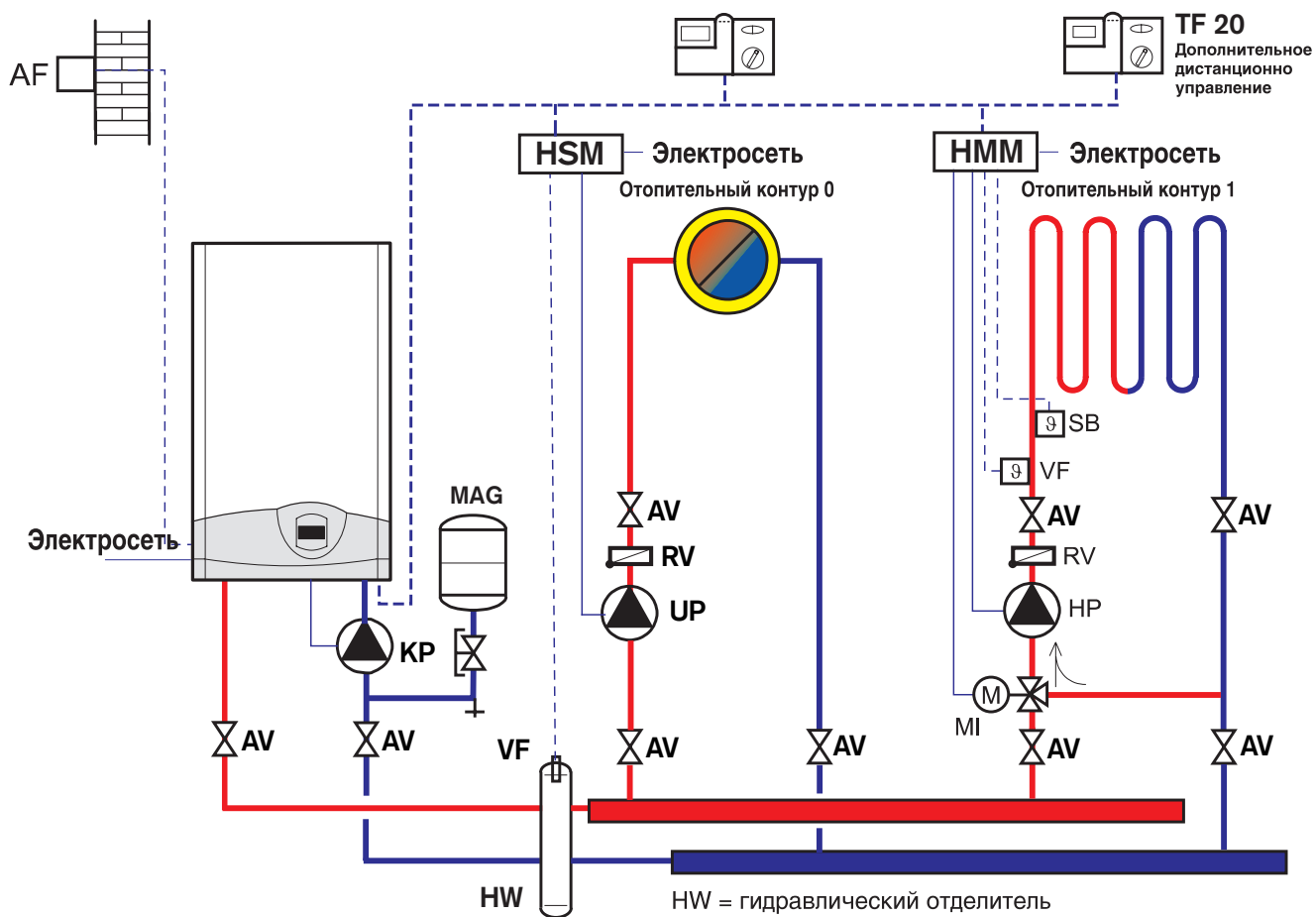


# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для установок



### с двумя контурами отопления

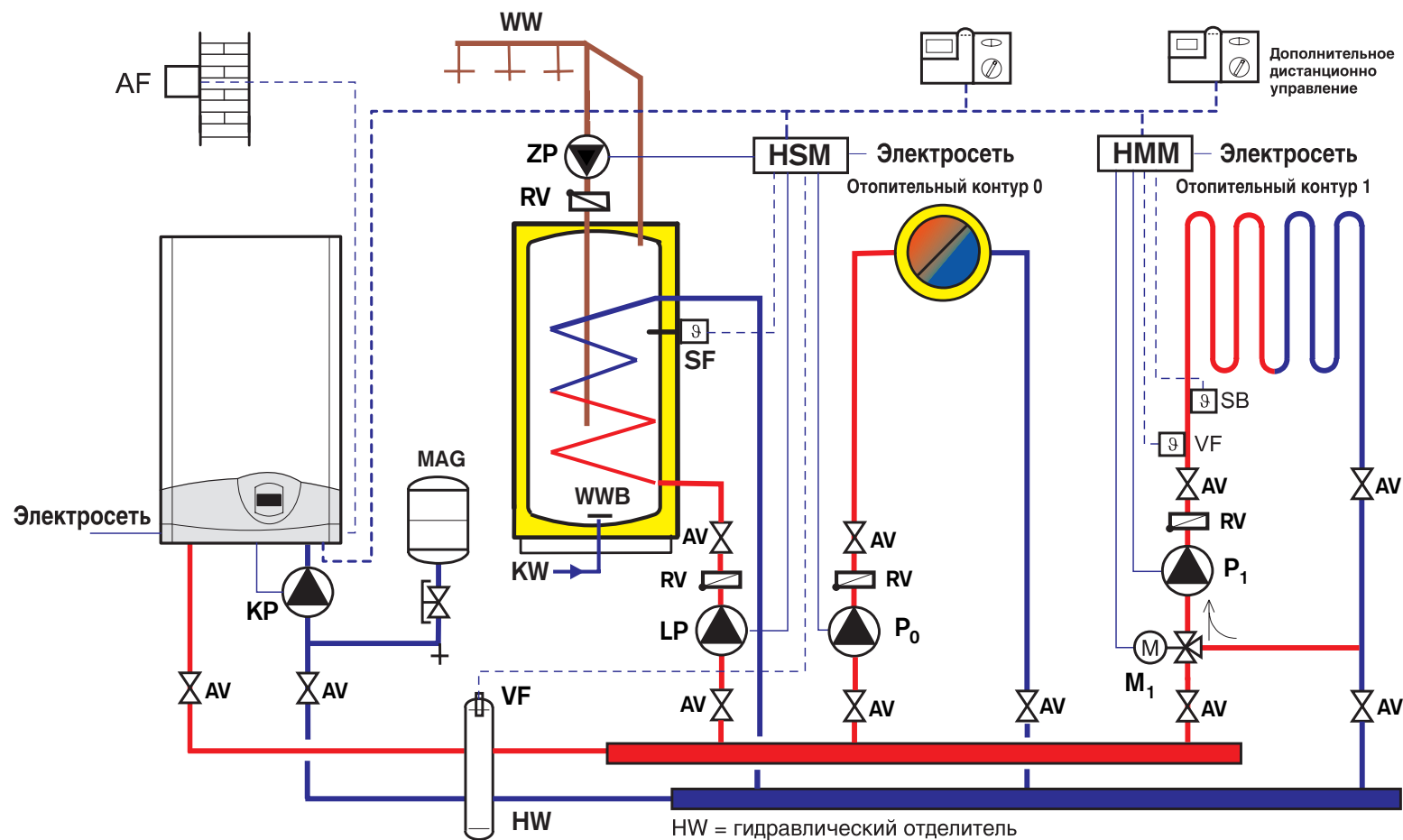




# Гидравлика и автоматика

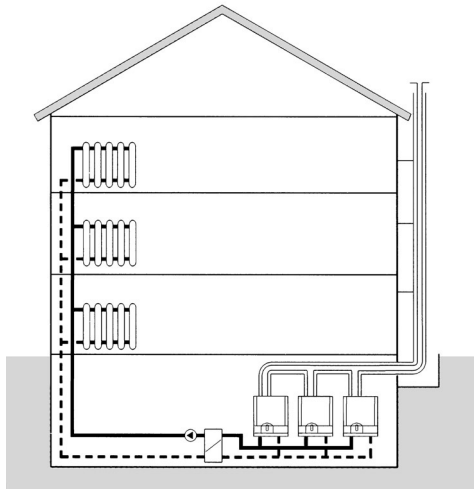
## Принципиальные схемы обвязки для установок

ZBR 11-42 A с двумя контурами отопления и баком горячей воды



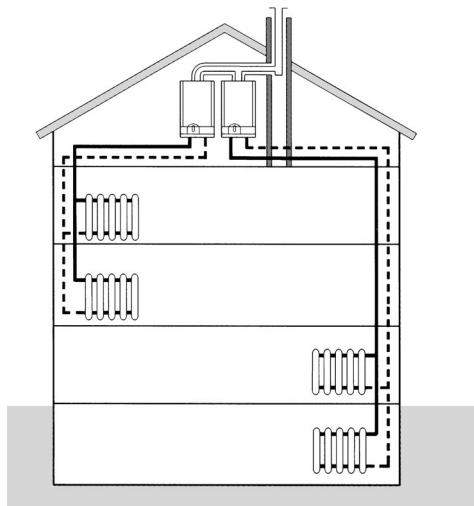
# Гидравлика и автоматика

## Принципиальные схемы обвязки для каскадов установок



### **Гидравлические и по отводу дымовых газов** каскады

предназначены только для газовых отопительных установок конденсационного типа с базовым оснащением

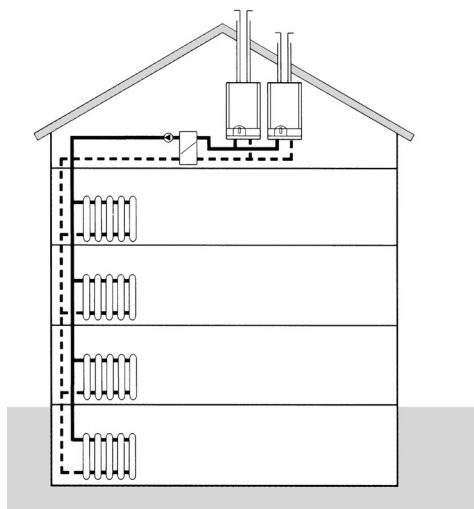


### **Каскады по отводу дымовых газов**

можно создать из отопительных установок как с базовым, так и с полным оснащением

Каждая

установка обслуживает один гидравлически замкнутый отопительный контур. Для отвода дымовых газов предназначен общий коллектор; подача необходимого для горения воздуха осуществляется через общий трубопровод.



### **Гидравлический каскад** можно

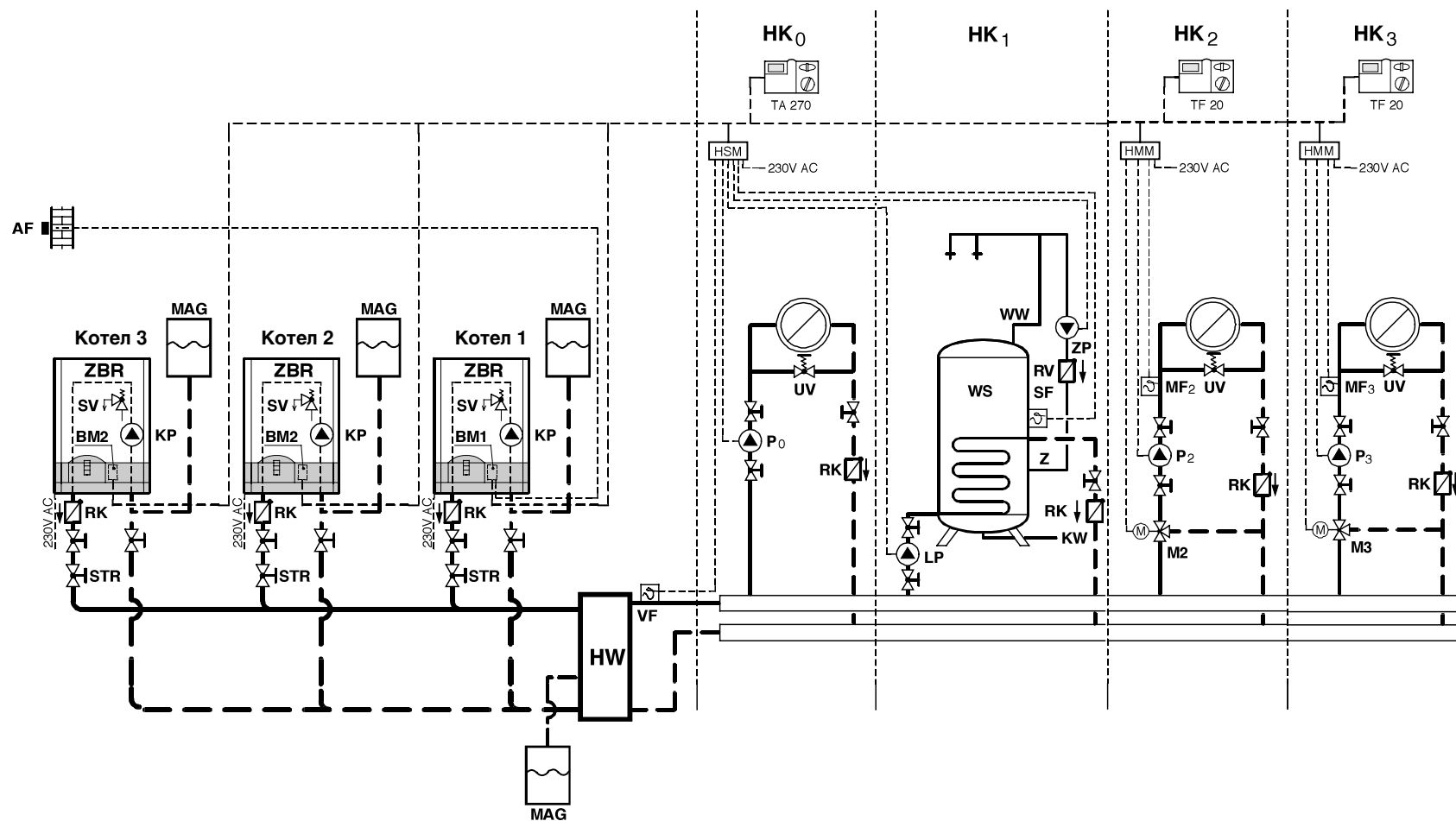
создать из отопительных установок как с базовым, так и с полным оснащением

Он обслуживает общую отопительную сеть. Каждая установка подключена к принадлежностям по отводу дымовых газов (например, двойная труба дымовых газов/воздуха через крышу). В таком каскаде возможно объединение отопительных установок с общей максимальной мощностью тепла в 150 kW.

# Гидравлика и автоматика

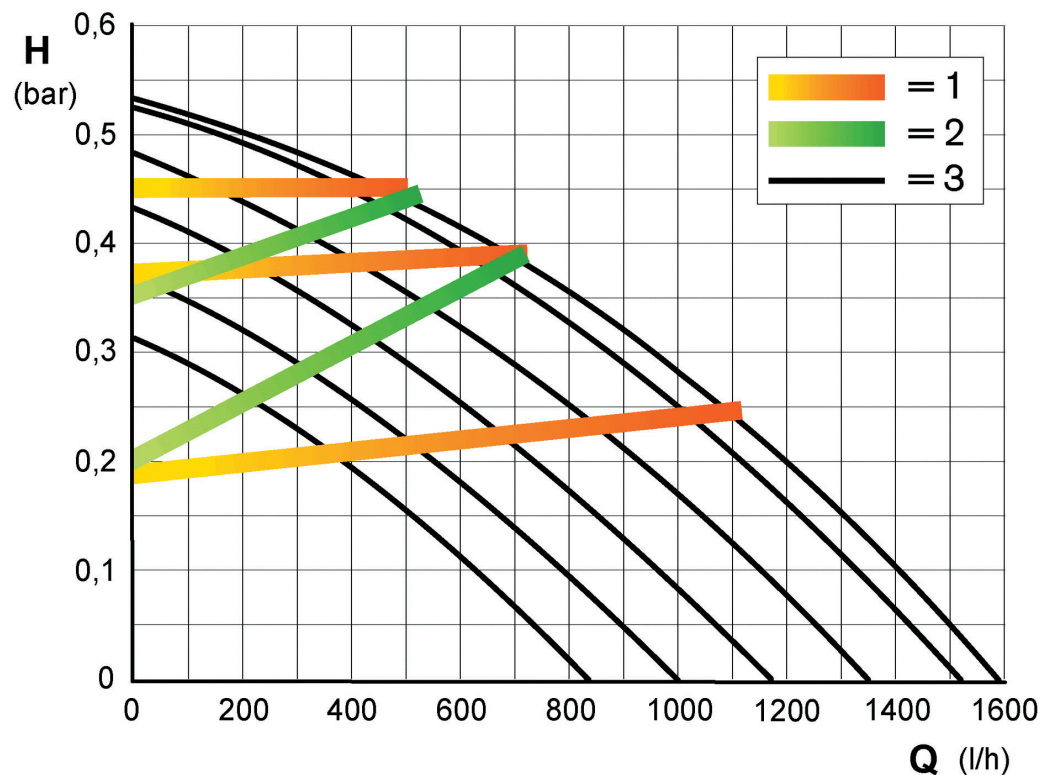
## Принципиальные схемы обвязки для каскадов установок

### Каскадное подключение ZBR



# Оптимизация гидравлики

## Управляемый электроникой насос для установок



I = 3 характерные кривые постоянного давления

II = 2 характерные кривые пропорционального давления

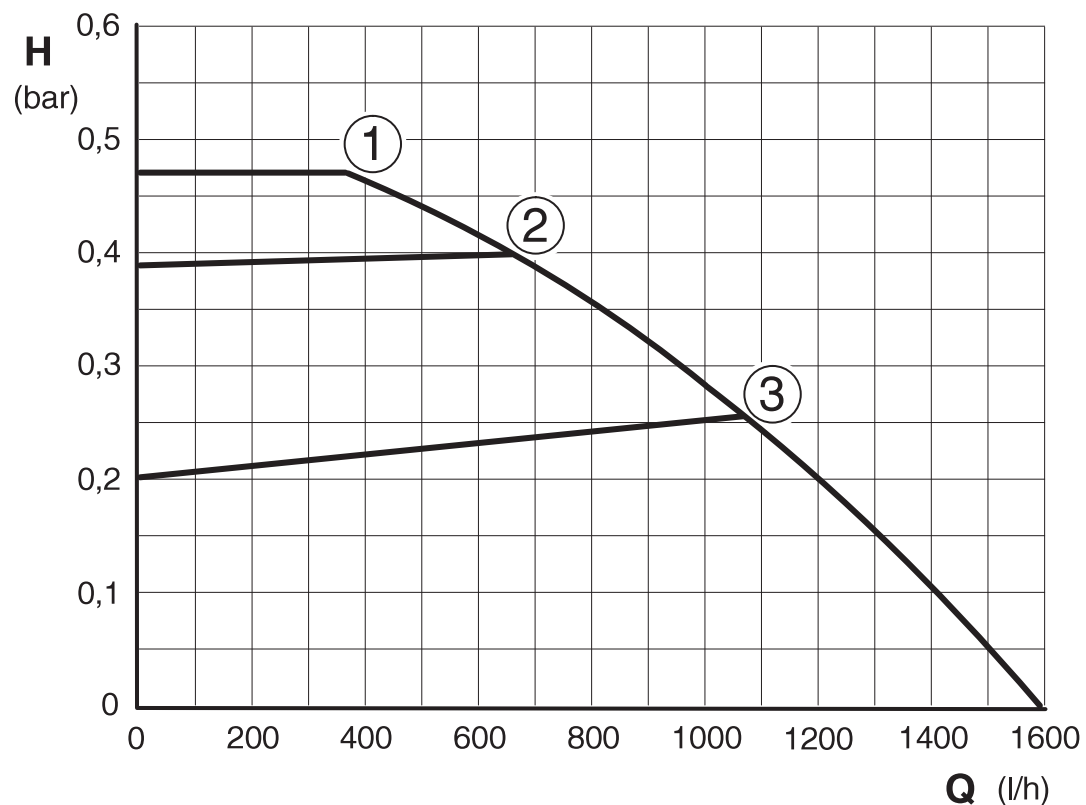
III = 6 ступеней насоса

### Управляемый электроникой насос обеспечивает комфортабельную и экономичную работу отопительной системы

1. Автоматическое приспособление мощности насоса к изменяющимся условиям работы отопительной системы.
2. Рабочий режим с переменным числом оборотов, т. е. управляемый электроникой насос автоматически обеспечивает необходимое количество воды и вместе с тем снижает расход электроэнергии.
3. Две характерные кривые пропорционального давления и три характерные кривые постоянного давления обеспечивают всестороннее применение.
4. Управление с автоматикой *Heatronic* и поясняющий текст на текстовом дисплее котла *Serapur*. Защита от блокировки насоса. Предупреждение о работе без воды.

# Оптимизация гидравлики

Управляемый электроникой насос для установок



- ① – постоянное высокое давление
- ② – постоянное среднее давление
- ③ – постоянное низкое давление

## Характерные кривые постоянного давления

Регулировка разницы постоянного давления – при снижении протока циркуляционной воды высота подъема насоса остается постоянной.

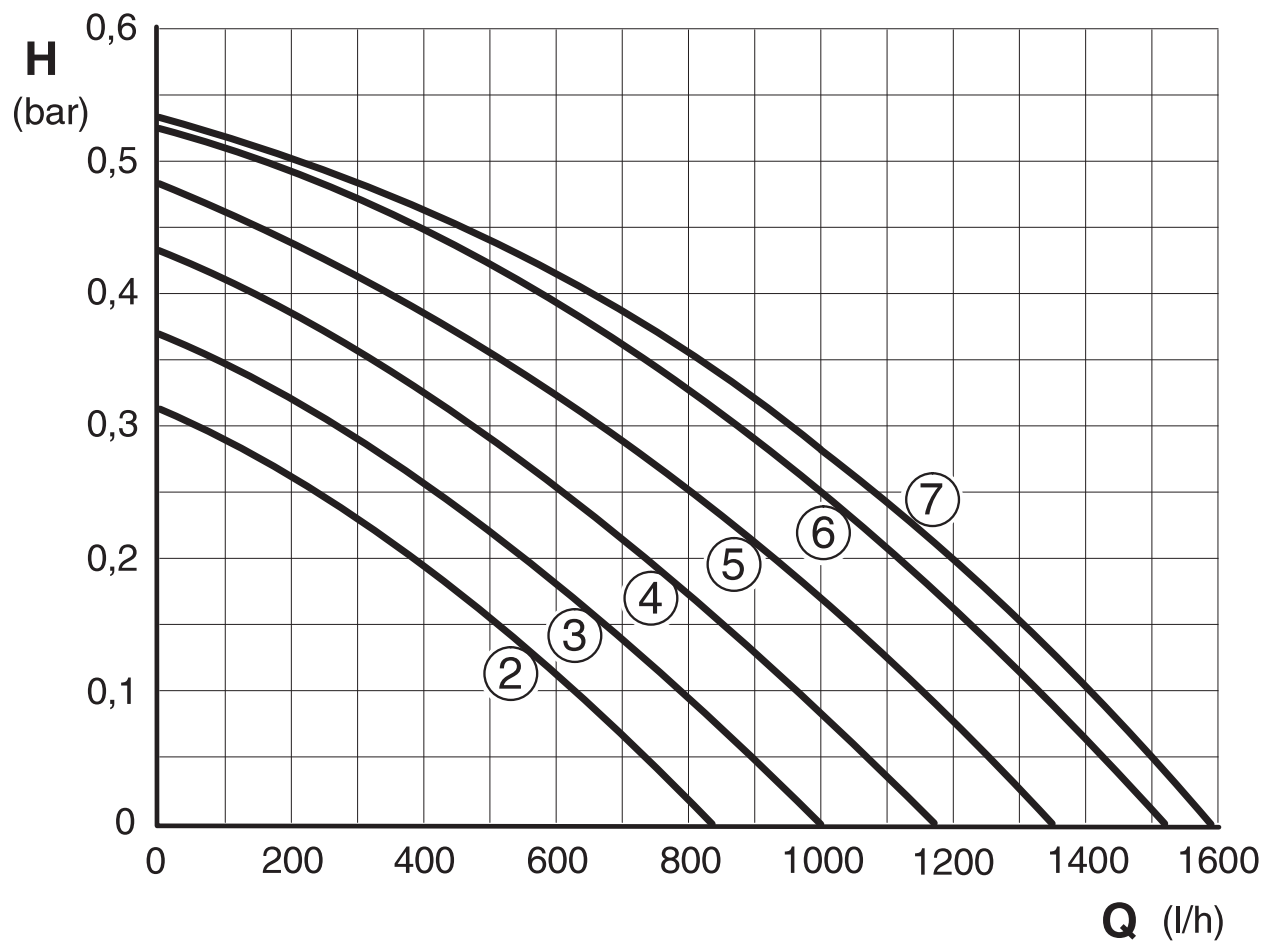
Применение – для систем с низким перепадом давления в трубопроводах контура котла и отопительных контурах.

# Оптимизация гидравлики

Управляемый электроникой насос для установок

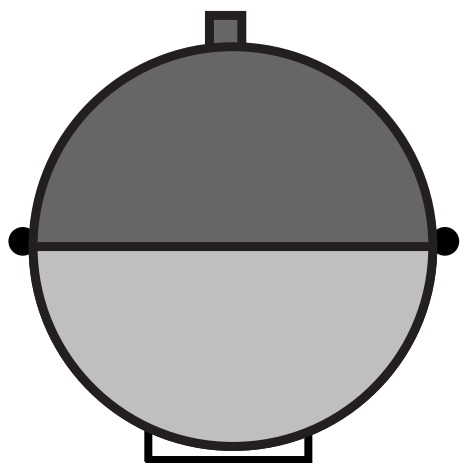


Устанавливаемые вручную ступени насоса

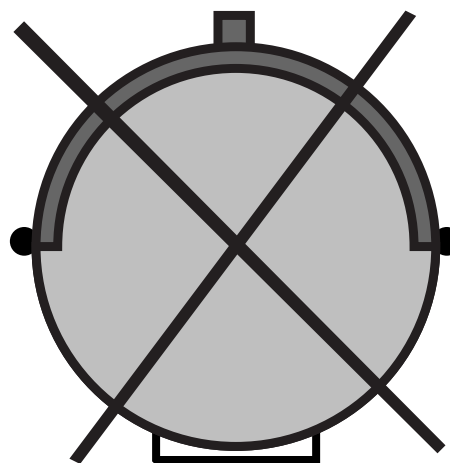


# Оптимизация гидравлики

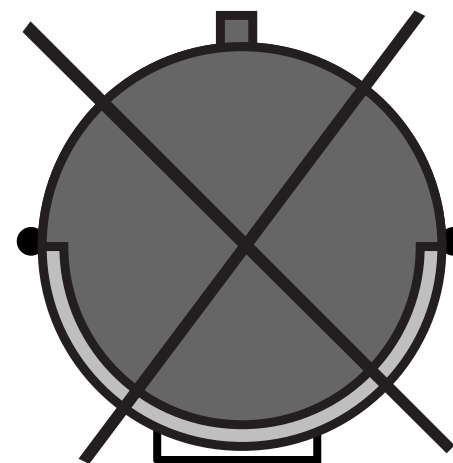
Рабочие положения расширительных баков мембранного типа



а) в правильно выбранном баке вода и азот находятся в равновесии



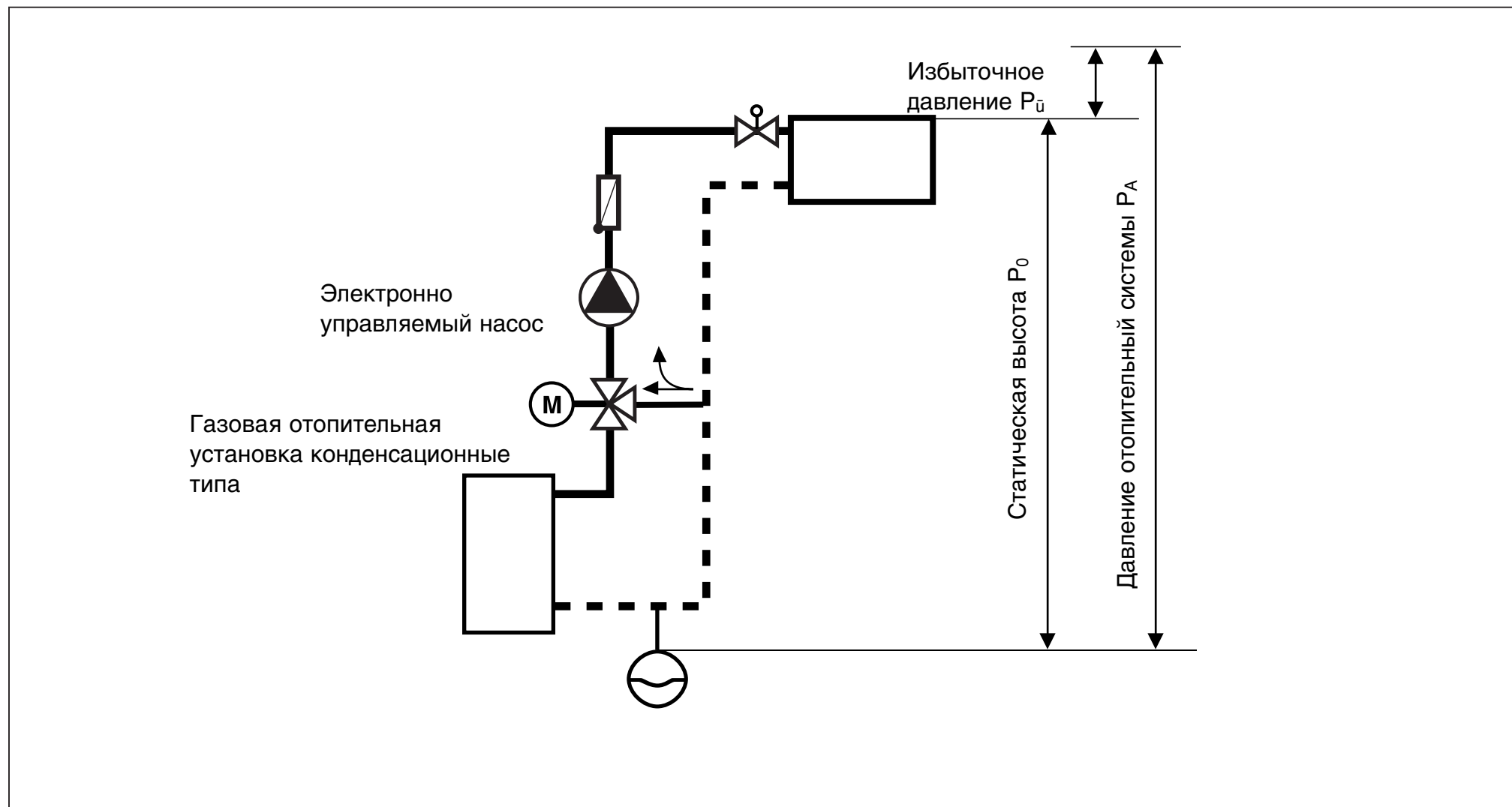
б) предварительное давление слишком высоко, положение поставки



в) предварительное давление слишком низко

# Оптимизация гидравлики

Правильное определение предварительного давления расширительных баков мембранного типа





# Оптимизация гидравлики

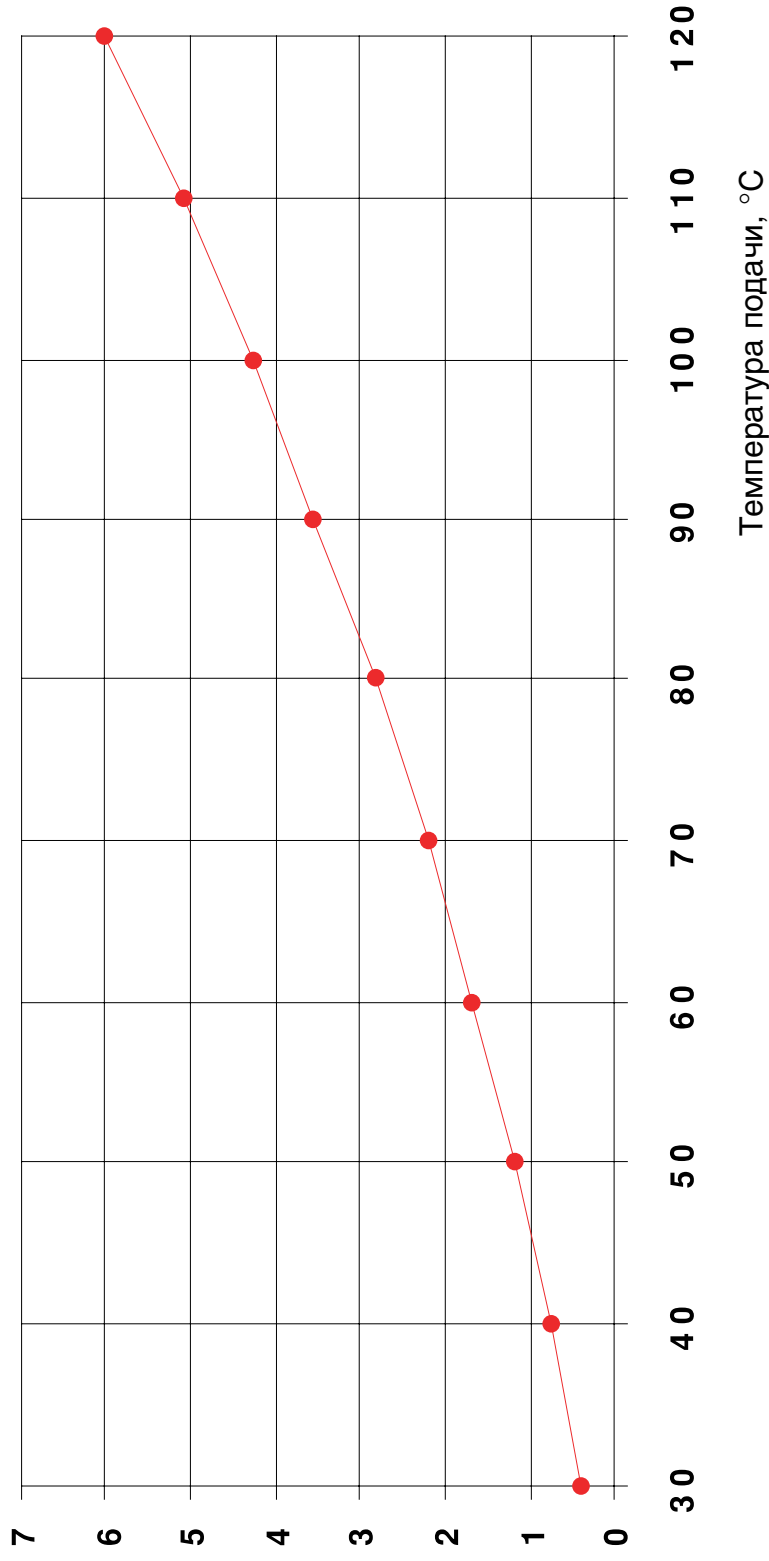
## Определение объема расширительного бака мембранного типа

Номинальный объем расширительного бака должен быть достаточным для принятия начального объема  $V_v$  и расширительного объема  $V_e$ . Согласно 1 части DIN 4807, допустимая температура подачи производителя есть температура нагрева для расчета объема расширительного бака мембранного типа.

$$V_e = \frac{V_A \cdot n}{100}$$

$V_A$  = водовместимость  
отопительной системы  
 $V_e$  = расширительный объем  
 $V_v$  = первоначальный объем  
(при холодной  
отопительной системе)  
 $n$  = расширение отопитель-  
ной воды в процентах

Диаграмма: расширение отопительной воды в n процентах



# Оптимизация гидравлики

## Определение объема расширительного бака мембранного типа

Коэффициент фактора давления  $D_f$  определяется по статической высоте отопительной системы  $P_0$  и конечному давлению отопительной системы:

$$D_f = \frac{P_e - P_0}{P_e + 1}$$

$D_f$  = фактор давления

$P_0$  = статическая высота

$P_e$  = конечное давление отопительной системы

$$P_e = P_{sv} - d_{pa}$$

$P_{sv}$  = давление срабатывания предохранительного вентиля

$d_{pa}$  = разница рабочего давления:

до 5 bar = 0,5 bar.

Зная коэффициент фактора давления  $D_f$  возможно определить полезный объем расширительного бака мембранного типа:

$$V_n = \frac{V_e + V_v}{D_f}$$

$V_e$  = расширительный объем

$D_f$  = фактор давления

$V_v$  = начальный объем

$$V_v = \frac{V_A \cdot v}{100}$$

$V_A$  = общий объем отопительной системы в литрах

$v$  = в процентах от вместимости отопительной системы, когда вода холодна между 0,5% и 1,0%

# Оптимизация гидравлики

Определение объема расширительного бака мембранного типа

<b>Пример расчета:</b>	Мощность отопления	$Q_H = 26 \text{ kW}$
	Температура подачи	$t_v = 45 \text{ }^\circ\text{C}$
	Макс. рабочее давление	$P_e = 2,5 \text{ bar}$ ( $P_{sv} - 0,5 = 3,0 - 0,5$ )
	Статическая высота системы	$H = 5 \text{ m}$
	Давление срабатывания предохранительного вентиля	$P_{sv} = 3,0 \text{ bar}$
	Вид отопления	отопление пола
	Предварительное давление РБМ	$0,75 \text{ bar}$

**Вместимость отопительной системы:**  $V_A = 500 \text{ l}$

**Расширительный объем  $V_e$ :** 
$$V_e = \frac{V_A \cdot n}{100} = \frac{500 \cdot 0,9}{100} = 4,50 \text{ l}$$

**Фактор давления  $D_f$ :** 
$$D_f = \frac{P_e - P_0}{P_e + 1} = \frac{2,5 - 0,5}{2,5 + 1,0} = 0,57$$

**Полезный объем  $V_n$ :** 
$$V_n = \frac{V_e + V_v}{D_f} = \frac{4,5 + 5}{0,57} = 16,67 \Rightarrow 18 \text{ l}$$
 объем бака

# Оптимизация гидравлики

## Определение параметров трехстороннего смесителя

В проектировочных указаниях трехстороннего смесителя DWM на диаграммах параметров предусматривается минимальная скорость потока теплоносителя 0,3 м/с и максимальная скорость потока теплоносителя от 1,0 – 1,25 м/с. При меньших или больших скоростях потока ухудшается качество регулировки и появляются шумы потока.

### Важно:

**Трехсторонний смеситель DWM Junkers можно монтировать только в подачу отопления!**

Для облегчения выбора смесителя и определения соразмерности созданы

таблицы и графики выбора, позволяющие приблизительно соразмерить смесители. Эти данные относятся к стандартным гидравлическим схемам (см. раздел "Принципиальные схемы обвязки"). В особых гидравлических условиях следует принимать во внимание параметры соответствующей установки.

В основе таблиц и графиков выбора лежат потери давления 0,3 – 4 кПа.

Для получения хорошего качества регулировки, перепад давления в смесителе должно почти равняться перепаду давления в части т. н. "меняющейся величины" отопительной системы (например, контур радиаторов с термостатическими вентилями).

### Разница температур 10 К

Количество тепла	4 – 14 kW	6,5 – 22,5 kW	10,5 – 35 kW	17,5 – 60 kW	25 – 80 kW
Тип смесителя	DWM 20	DWM 25	DWM 32	DWM 40	DWM 50

### Разница температур 15 К

Количество тепла	5 – 21 kW	9 – 33 kW	15 – 56 kW	26 – 87 kW	36,5 – 118 kW
Тип смесителя	DWM 20	DWM 25	DWM 32	DWM 40	DWM 50

### Разница температур 20 К

Количество тепла	8 – 28 kW	13 – 47 kW	22 – 72 kW	35 – 118 kW	49 – 158 kW
Тип смесителя	DWM 20	DWM 25	DWM 32	DWM 40	DWM 50

Соразмерность смесителя показана на двух примерах.

### Первый пример

Расход тепла в отопительном контуре  $Q = 8 \text{ kW}$  и разница температуры – 10 К.

### Решение

Из выбранной таблицы следует, что можно использовать смеситель типа DWM 15 или

DWM 20. Т. к. у смесителя DWM 15 потери давления находятся около 30 mbar, а у смесителя DWM 20 – у границы 13 mbar, то следует отдать предпочтение смесителю меньшего размера с более перепадом падением давления.

# Оптимизация гидравлики

## Определение параметров трехстороннего смесителя

### Рекомендация

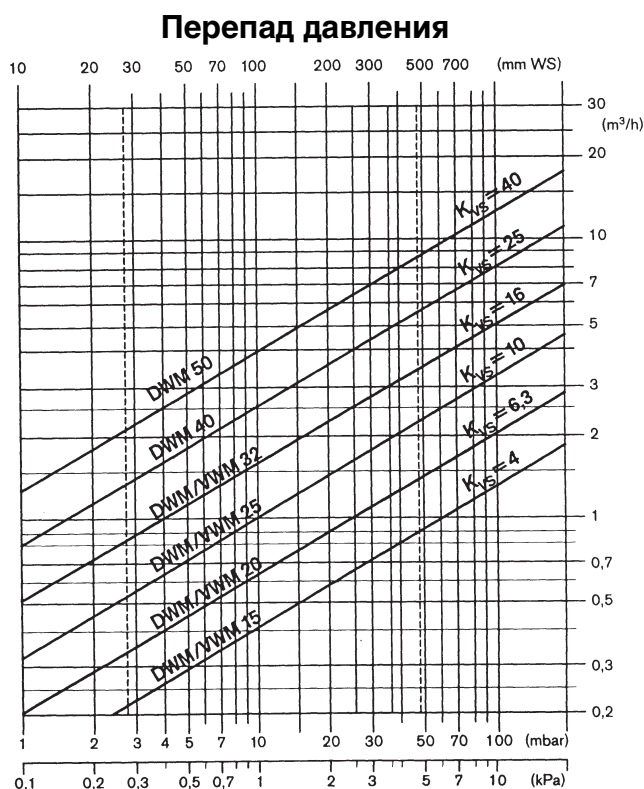
Номинальный внутренний диаметр лучше выбрать на одну размерность меньше. На практике это означает, что номинальный внутренний диаметр смесителя меньше, чем диаметр трубопровода на один номинальный внутренний диаметр.

### Второй пример

В каскаде котлов с несколькими отопительными контурами расход тепла в третьем отопительном контуре равен 54 kW. Разница температуры 20 K.

### Решение

Из выбранной таблицы следует, что можно использовать смеситель типа DWM 32.



Проток

циркуляционный  
воды

$$V = \frac{Q}{1,163 \times \Delta t}$$

**Q** – количество тепла,  
**1,163** – коэффициент (теплоемкость и плотность воды)

**Δt** – разница температур между подачей и возвратом

**Kvs** – характеристика смесителя, указывающая на проток воды в m³/h, если смеситель открыт полностью

**Перерасчет единиц:**

1 kW = 860 kcal/h  
= 3600 kJ/h

1 bar = 10 mWs  
= 100 kPa

1 mbar = 10 mm WS

# Оптимизация гидравлики

## Рекомендации по установке отопления пола

### Рекомендуемые температуры

Отопление пола означает, что происходит нагрев поверхности. Поверхность пола для переноса необходимого количества энергии намного больше поверхности нагревательных элементов отопительной системы, поэтому температура подачи теплоносителя снижена.

Рекомендуется температура подачи в 40 – 50 °С (максимально 55 °С) и разница температуры между подачей и возвратом в 5 – 10 К.

При температурах отопительной системы в 40/30 °С отопительные котлы конденсационного типа *Serapur* полностью используют эффект конденсации.

В качестве проводника тепла используется слой цементобетона (т. н. "черный пол"). Это природный материал, поэтому недопустимы, во избежание трещин и сдвигов, значительные температурные перепады в слое цементобетона.

**Максимальные** температуры поверхности пола (по DIN 4725):

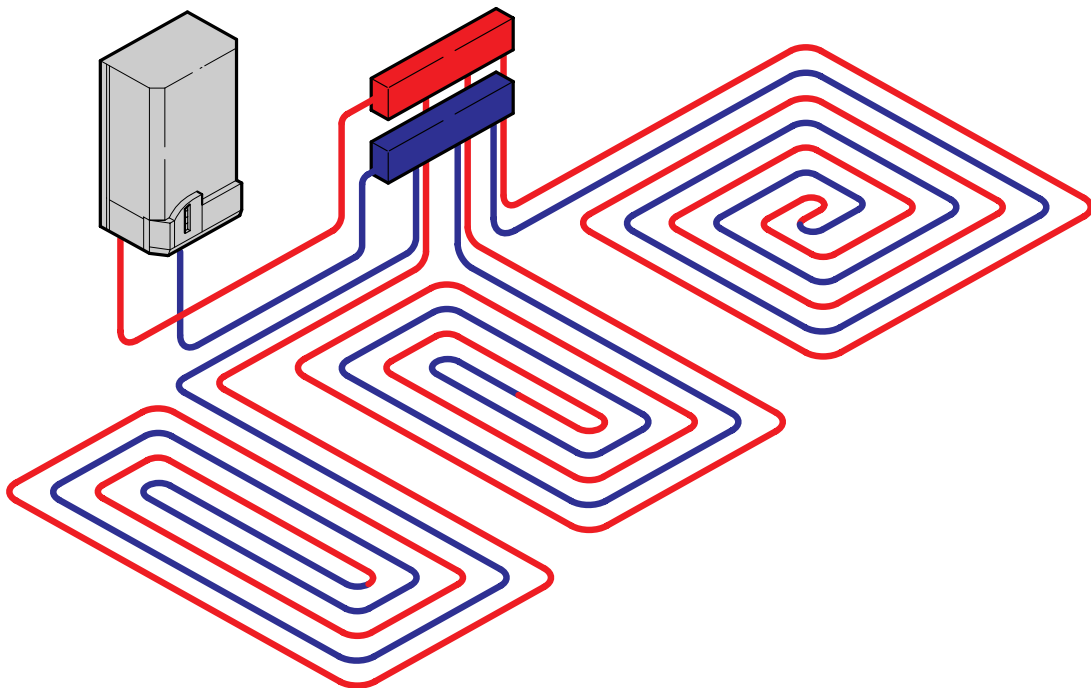
Жилые помещения, магазины (зона расположения)	27 (29*) °С
Ванные комнаты	33 °С
Бордюры (вдоль наружных стен, окон)	35 °С

\* При минимальной температуре наружного воздуха, что встречается кратковременно в отопительный период.

Большое значение в создании отопления пола имеет материал покрытия пола. Его теплопроводное сопротивление  $d/\lambda$  не должно быть больше 0,15 м<sup>2</sup> К/Вт, в противном случае рассчитанная температура подачи теплоносителя будет слишком высока.

### Например:

Керамическая плитка	10 mm	$d/\lambda = 0,02 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$
PVC	6 mm	$d/\lambda = 0,04 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$
Паркет	12 mm	$d/\lambda = 0,06 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$



# Оптимизация гидравлики

## Рекомендации по установке отопления пола

### Вид конструкции

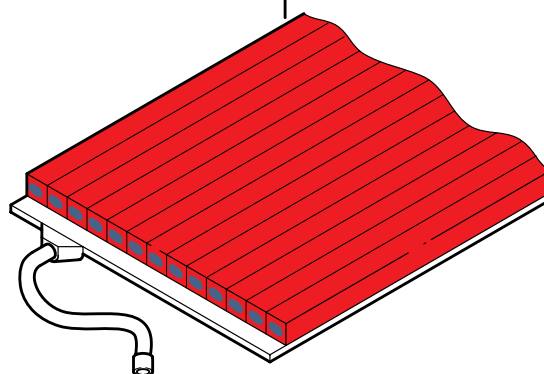
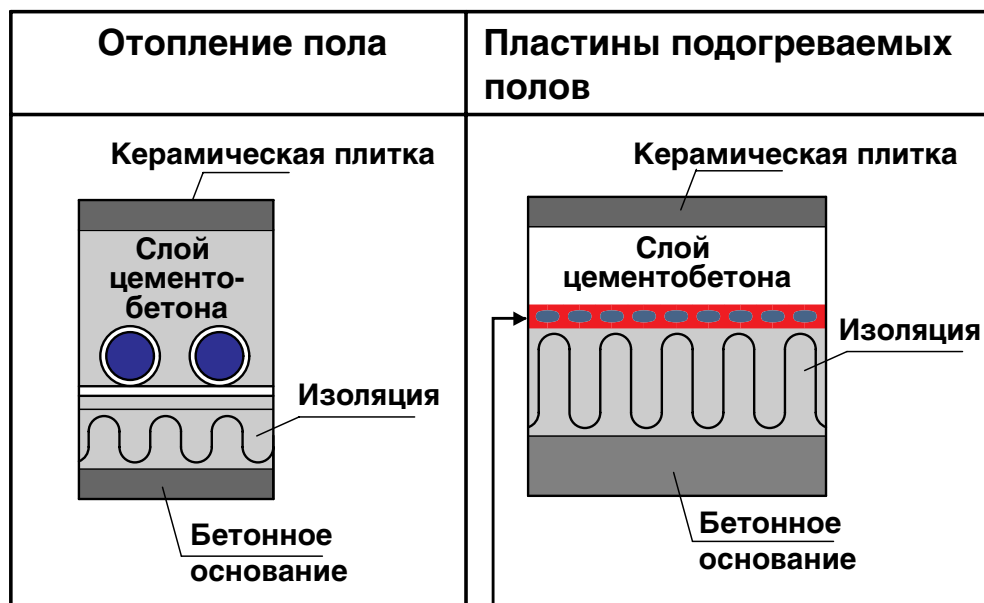
На практике используются различные конструкции размещения труб в слое цементобетона или пластины заводского производства с трубами, т. н. "климатические полы" (*Klimaboden*).

### Трубы

Наиболее распространенной в отоплении пола конструкцией является погружение труб в слой цементобетона, т.н. влажное исполнение или на специальные изоляционные пластины, т. н. сухое исполнение.

На практике применяются медные или синтетические (пластмассовые) трубы. Диаметр труб от 14 до 17 мм. Принимая во внимание потери давления, максимальная длина труб в одном отопительном контуре равна 120 м. По этой причине максимальные длины пластмассовых труб в рулоне равны 120 м или 240 м.

Для избежания увеличения потерь давления максимальная скорость потока теплоносителя в пластмассовых трубах равна 0,6 м/с.



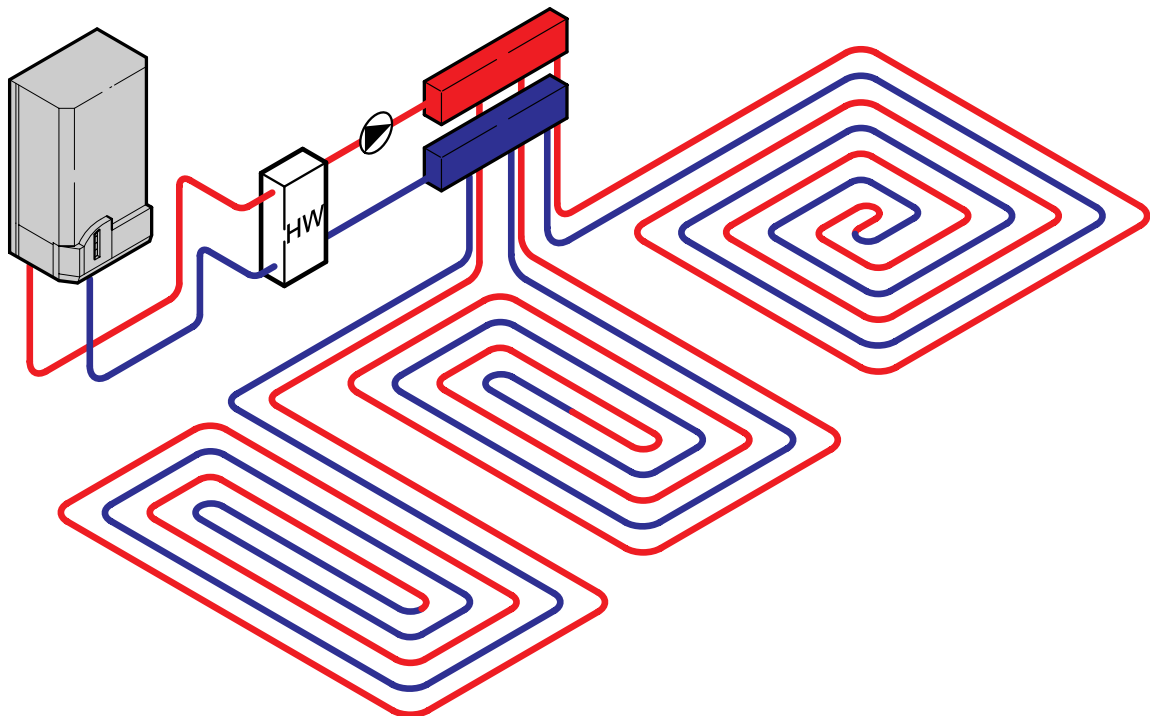
# Оптимизация гидравлики

## Рекомендации по установке отопления пола

### Гидравлическое отделение

Отдельные контуры отопления пола подключаются параллельно. Т. к. вода всегда находит **путь с наименьшим сопротивлением**, то для конструкции такого вида особенно важно **гидравлически разделить отдельные контуры отопления**. Вследствие этого каждый отопительный контур получает необходимое количество тепла (количество воды) для отопления помещения.

Если проектом предполагается **только отопление пола**, то котлы конденсационного типа *Cerapur* ZSBR/ZWBR/ZBR можно напрямую подключить к контурам отопления пола без гидравлического отделителя.





# Оптимизация гидравлики

## Рекомендации по установке отопления пола

При создании отопительной системы из пластин подогрева пола (*Klimaboden*), отопительные котлы *Junkers* всегда следует отделять от этого контура с помощью теплообменника, так как возможно засорение трубок пластин продуктами коррозии.

При смене отопительного котла имейте в виду, что к стальным отопительным котлам пластины климатического пола можно подсоединять напрямую.

У газовых отопительных котлов *Junkers* внутреннее сопротивление не является доминирующим. Все же следует иметь в виду, что **у газовых отопительных котлов (кроме котлов *Serapur*) ниже значение температуры точки росы, позволяющее избежать коррозию, равно примерно 40 °С.**

По этой причине для достижения низких температур в контуры отопления пола следует устанавливать **смеситель**.

