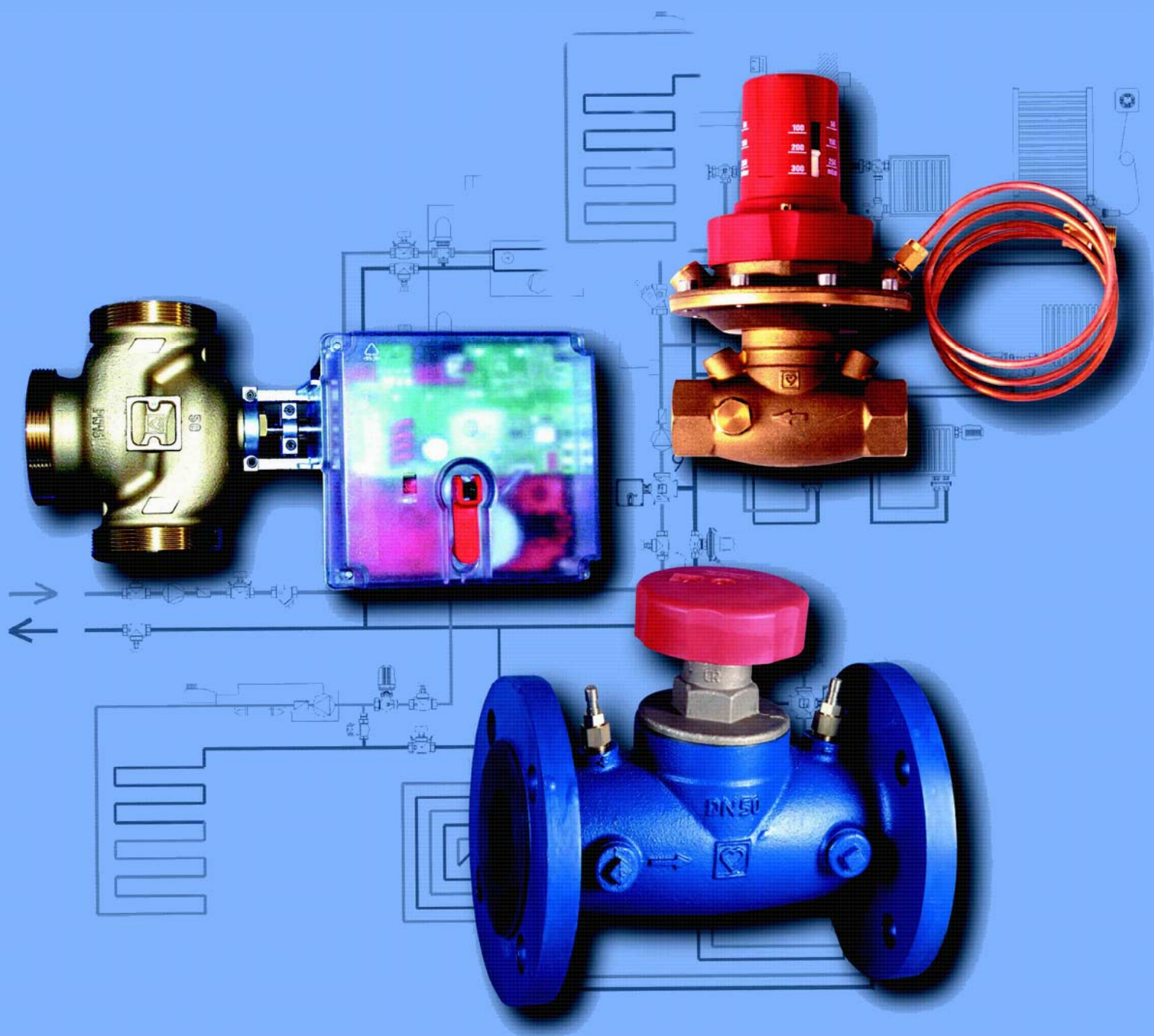


# Руководство по применению и выбору параметров регулирующей арматуры ГЕРЦ



## Предисловие

Внедрение систем отопления с принудительной циркуляцией в зданиях наряду с повышением условий температурного комфорта и выигрышем в уюте вызвало также проблемы, связанные с все более разрастающимися отопительными установками.

Трудность состояла в том, что в квартирах, наиболее удаленных от теплоцентрали, было слишком холодно, в то время как в квартирах, расположенных вблизи ТЭЦ, было намного теплее. Ясно, что вода на своем пути искала путь наименьшего сопротивления и это привело к тому, что расход горячей воды вблизи насосов при одинаковом условном проходе трубопроводов был намного выше, чем расход, протекающий по удаленным передающим трубопроводам.

Спрашивалось, возможно ли искусственно вмонтированными сопротивлениями, большими вблизи насоса и уменьшающимися по мере удаления от него, изменить количество протекающей воды таким образом, чтобы на любом расстоянии от насоса существовал бы один и тот же расход теплоносителя для равных потребителей.

И тогда родилась идея гидравлической настройки.

В 70-х г.г. во времена энергетического кризиса было признано, что энергию можно экономить при помощи регулирующих клапанов. Посредством гидравлической настройки которых средние температуры в зданиях могут быть снижены, хотя это происходит в одной цепочке с повышением условий температурного комфорта отапливаемого здания.

Первенствующая цель гидравлической настройки, будь-то область отопления или охлаждения, - установить расходы при номинальных условиях в распоряжение всех потребителей тепла. Далее, перепад давления по всем контурам должен вряд ли меняться и расходы теплоносителя в точках подключения системы должны оставаться совместимыми.

Гидравлическая обвязка первичных и вторичных контуров осуществляется по одному из многочисленных вариантов схем подключения. Правильный выбор такой обвязки зависит от многих факторов. К ним относятся в т.ч. эксплуатация той соответствующей установки, как и источника энергии, которая необходима для теплоснабжения. Цель данного Руководства – пояснить важнейшие принципиальные схемы и привести примеры их расчетов.

# Содержание

1	Шаблон быстрого выбора .....	1
2	Введение.....	3
2.1	Условные обозначения.....	4
3	Принципиальные гидравлические схемы .....	5
3.1	Установки с переменным перепадом давления.....	5
3.1.1	Схема дроссельного регулирования.....	5
3.1.1.1	Пример расчета параметров.....	6
3.1.1.2	Варианты схем подключения .....	8
3.1.2	Обводное (или перепускное) регулирование.....	9
3.1.2.1	Пример расчёта параметров .....	10
3.1.2.2	Варианты схем подключения .....	12
3.1.3	Схема инжекционного регулирования с проходным клапаном.	13
3.1.3.1	Пример расчёта параметров.....	13
3.1.3.2	Варианты схем подключения .....	15
3.1.4	Схема инжекционного регулирования с трехходовым клапаном .....	16
3.1.4.1	Пример расчёта параметров .....	17
3.1.4.2	Варианты схем подключения .....	18
3.2	Принципиальные гидравлические схемы в отопительных установках с безнапорными подключениями .....	19
3.2.1	Схема регулирования с клапаном-дозатором.....	20
3.2.1.1	Пример расчёта параметров .....	21
3.2.1.2	Варианты схем подключения .....	22
3.2.2	Схема с двойным дозированием.....	24
3.2.2.1	Пример расчёта параметров.....	25
4	Литература.....	27
	Приложение.....	28

# 1 Шаблон быстрого выбора

С помощью приведенного ниже шаблона на пересечении строки конкретного случая применения и столбца конструктивного исполнения коллектора можно осуществить правильный подбор гидравлической схемы соединений (прим.: отмечено сердечком).

По схеме Случай применения	Напорный коллектор				Безнапорный коллектор	
	Дроссельное регулирование	Обводное регулирование	Инжекционное регулирование с проходным клапаном	Инжекционное регулирование с трехходовым клапаном	Дозирование обычное	Дозирование двойное
Тепловые сети	♥					
Установки на топливе	♥					
Обогревательные приборы			♥	♥	♥	
Напольное отопление			♥			
Комбинирование напольного отопления и радиаторов			♥	♥		♥
Воздухонагревательная установка		♥	♥		♥	
Охлаждающая установка		♥				
Лучевое (по зонам) регулирование	♥	♥				

Схема регулирования		Первичный контур		Вторичный контур		Примечание
		Темп-ра воды в обратном трубопроводе	Массовый расход	Темп-ра воды в подающем трубопроводе	Массовый расход	
Напорный коллектор	Дроссельное регулирование	нет	перемен.	постоян.	перемен.	Под влиянием других потребителей
	Обводное или перепускное регулирование	есть	постоян.	перемен.	перемен.	Не подвержено влиянию других потребителей
	Инжекционное регулирование с проходным клапаном	нет	перемен.	постоян.	постоян.	Возможно комбинировать напольное отопление и радиаторы
	Инжекционное регулирование с трехходовым клапаном	есть	постоян.	перемен.	постоян.	На вентиле всегда исходная температура; хорошая регулируемость
постоянного давления	Схема с простым дозированием	нет	перемен.	перемен.	перемен.	На вентиле всегда исходная температура; хорошая регулируемость
	Схема с двойным дозированием	нет	постоян.	перемен.	постоян.	Возможно комбинировать напольное отопление и радиаторы

## 2 Введение

Гидравлическую обвязку первичных и вторичных контуров возможно осуществить по одному из многочисленных вариантов подключений. Правильный выбор такого варианта зависит от ряда факторов. К ним относятся, среди прочих: использование соответствующей установки, как и источника энергии, которая необходима для теплоснабжения. В настоящем пособии будут пояснены принципиальные схемы соединений, а также приведены их преимущества и недостатки. В основе каждая трубопроводная сеть разделена на три различные области: генератор тепловой энергии, разводка и потребитель.

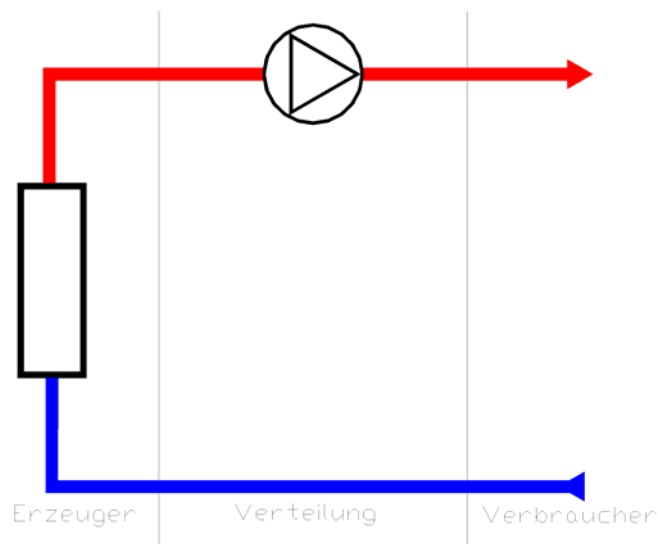


Рис. 1

Когда в распределительной сети между подающим и обратным трубопроводами возникает перепад давления, то вступают в действие напорные соединяющие элементы. На гидравлически разъединенных коллекторах, посредством гидроаккумулятора или гидравлического рассекателя, не возникает перепада давления, в этом случае речь идет о безнапорном коллекторе. Здесь используются свободные от перепада давления устройства. Область применения безнапорных коллекторов распространяется прежде всего на более малые отопительные системы. Важно учитывать, что в распоряжении каждого потребителя должен быть отдельный насос.

## 2.1 Условные обозначения

Для всех схем приняты следующие обозначения:

$\Delta p_L$	Потери давления на потребителе	[кПа]
$\Delta p_v$	Потери давления на регулирующем вентиле	[кПа]
$\Delta p_{SRV}$	Потери давления на балансировочном клапане	[кПа]
$\Delta p_{ob}$	Потери давления на запорном клапане	[кПа]
$\Delta p_{Schmu}$	Потери давления на грязеуловителе	[кПа]
$q_p$	Массовый расход в первичном контуре	[л/ч]
$q_s$	Массовый расход во вторичном контуре	[л/ч]
$t_v$	Температура в подводящем трубопроводе вторичного контура	[°C]
$t_R$	Температура в обратном трубопроводе	[°C]
$t_P$	Температура в подводящем трубопроводе первичного контура	[°C]
$\Delta H$	Напор на коллекторе	[кПа]
$\Delta p_{mv}$	Перепад давления на участке с переменным расходом теплоносителя	[кПа]

(При нескольких одного типа закладных элементах проводится индексация)

Принципиально важно для расчета:

Для расчета гидравлических схем учитываются только автоматические и регулирующие клапаны, так как потерями давления в трубопроводах (из-за незначительных длин) в противопоставлении с закладными элементами можно пренебречь.

По определению: ( Отношение падения давления на клапане к общему падению давления на участке ветви трубопровода)

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{mv} + \Delta p_v}$$

## 3 Принципиальные гидравлические схемы

### 3.1 Установки с переменным перепадом давления

Различным схемам автоматического регулирования необходим некоторый перепад давления на коллекторе. Для того чтобы правильно заложить в проект регулирующий клапан, необходимо знать перепад давления, иначе параметры клапанов будут заданы неверно.

Подлежат рассмотрению четыре типа таких принципиальных схем.

#### 3.1.1 Схема дроссельного регулирования

При таком типе гидравлической схемы регулирования осуществляется согласование мощности объемного расхода путем дросселирования. В этом случае регулирующие клапаны отвечают за изменение объемного расхода в контуре регулирования с тем чтобы, например, воздействовать на тепловую мощность теплоносителя.

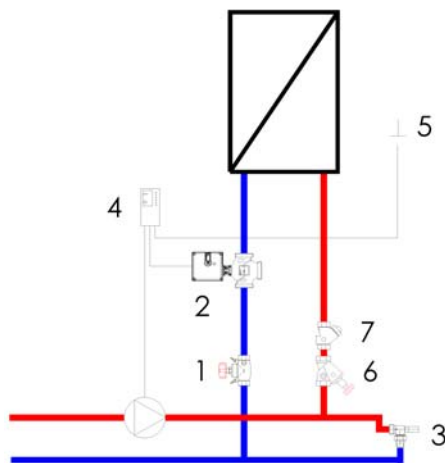


Рис 2

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Регулирующий клапан с приводом	4037+7712		
3	Перепускной клапан	4004	4115	4112
4	Электронный регулятор температуры	7793		
5	Датчик температуры			
6	Запорный вентиль	4115	4112	4215
7	Грязеуловитель	4111		

**Особенность:** Количество воды в первичном и вторичном контурах- величина переменная, а температура: величина переменная в первичном контуре и постоянная во вторичном контуре. Регулировка производительности осуществляется путем изменения количества протекающей жидкости.

**Преимущества:** Зарегистрирован высокий разнос характеристики. К тому же эта схема регулирования пригодна для установок работающих на топливе и тепловых сетях.

**Недостатки:** При нескольких схемах дроссельного регулирования в трубопроводной сети рабочая точка насоса смещается путем изменения длины хода насоса. Возникающее колебание изменения величины перепада давления воздействует на каждый отдельный потребитель.



Регулирующий клапан в подводящем трубопроводе служит для поддержания постоянного значения величины перепада давления, а также для ограничения количества протекающей воды. Этим обеспечивается надежное регулирование без воздействия. Дроссельное регулирование находит свое применение повсюду, где требуются низкие температуры воды в обратном трубопроводе и переменные значения объемных расходов. Температурная характеристика отмечается снижением температуры воды в обратном трубопроводе при понижении нагрузки.

Эта схема автоматического регулирования типична для случаев при :

- разводке подачи воды от теплоцентралей ;
- подсоединении к буферу-накопителю ;
- при подключении вторичного контура к установкам, работающим на топливе.

Дополнительные области применения :

- регулировка по зонам (лучевое регулирование) в радиаторных установках и в системах напольного отопления при регулируемой температуре воды в подающем трубопроводе в зависимости от температуры наружного воздуха;
- при небольших вторичных подогревателях и воздухоохладителях любых размеров.

### 3.1.1.1 Пример расчета параметров

Q = 70 кВт  
 $t_V = 90^\circ\text{C}$   
 $t_R = 50^\circ\text{C}$   
 $\Delta p_L = 10 \text{ кПа}$   
 $\Delta H = 30 \text{ кПа}$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = 3600 \cdot \frac{70}{4,19 \cdot (90 - 50)} = 1504 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе.

Условие 1:  $\Delta p_v \geq \Delta p_L$  (Перепад давления через регулировочный клапан должен быть больше или равен перепаду давления через потребитель)

Шаг 1: Расчет минимального значения действительного перепада давления:

Условие 2:  $\Delta H \geq \Delta H_{\min}$  (Действительное значение перепада давления на коллекторе должно быть больше или равно минимально требуемому значению перепада давления)

$$\Delta H_{\min} = \Delta p_{V, \min} + \Delta p_L + \Delta p_{SRV} + \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu} \quad \Delta p_{SRV} \text{ минимум } 3 \text{ кПа}$$

Для расчета потерь давления через запорный клапан (артикул 4115) и через грязеуловитель (с размером ячеек решета по артикулю 4111) были внесены значения  $K_{v,S}$  для размера 1".

$$\Delta H_{\min} = 10 + 10 + 3 + 0,7 + 1,2 = 24,9 \text{ [кПа]}$$

Так как  $\Delta H = 30$  кПа – 2-е условие выполнено .

Шаг 2: Расчет теоретического значения  $k_v$  регулировочного клапана : ( $\Delta p_{v,\min} = 10$  кПа )

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{1504}{100 \sqrt{10}} = 4,75$$

Шаг 3: Выбор значения  $K_{vs}$  из типового ряда клапанов. Подходящими клапанами являются клапан артикула 4037 1/2" со значением  $K_{vs}$  4,0 и клапан 3/4" со значением  $K_{vs}$  6,3. Как правило исходят из того, что выбираются более низкие значения  $K_{vs}$ , с тем чтобы достичь необходимую потерю давления.

При  $K_{vs} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1504}{100 \cdot 6,3} \right)^2 = 5,7 \text{ кПа}$$
 Условие 1 **не выполняется!**

при  $K_{vs} = 4,0$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1504}{100 \cdot 4,0} \right)^2 = 14,1 \text{ кПа}$$
 Условие 1 выполнено!

Регулировочный клапан имеет значение  $K_{vs}$  4,0 и его размер 1/2"

Соотношение равно:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} = \frac{14,1}{30} = 0,47$$

Относительный показатель клапана должен находиться в интервале от 0,35 до 0,75, однако не превышать значения 0,25 , так как система будет не стабильна.

Шаг 4: Расчет параметров балансировочного клапана в подающем трубопроводе

Определение значения снижаемого перепада давления :

$$\Delta p_{SVR} = \Delta H - (\Delta p_v + \Delta p_L) = 30 - (14,1 + 10) = 5,9 \text{ кПа}$$

Определение значения  $K_v$  :

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{1504}{100 \sqrt{5,9}} = 6,2$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем артикул 4217 размера 1" значение предварительной настройки получается равным 3,3.

### 3.1.1.2 Варианты схем подключения :

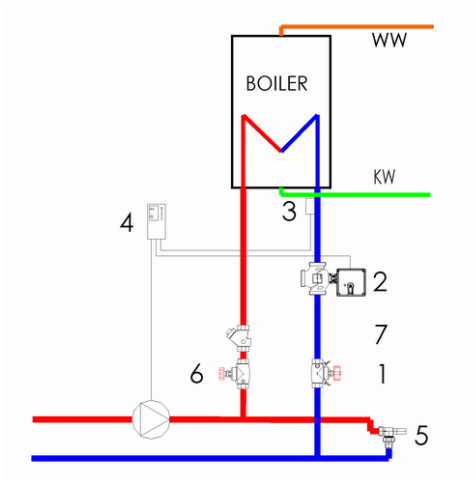


Рис. 3

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Клапан с электроприводом	4037+7712		
3	Накладной температурный зонд	7793		
4	Электронный регулятор температура	7793		
5	Перепускной клапан	4004	4115	4112
6	Запорный вентиль	4115	4112	4215
7	Грязеуловитель	4111		

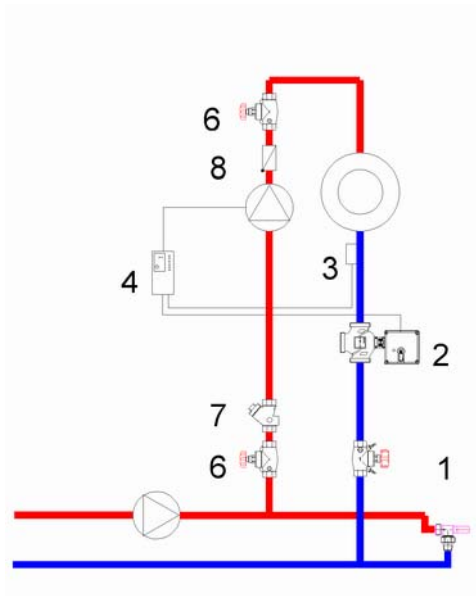
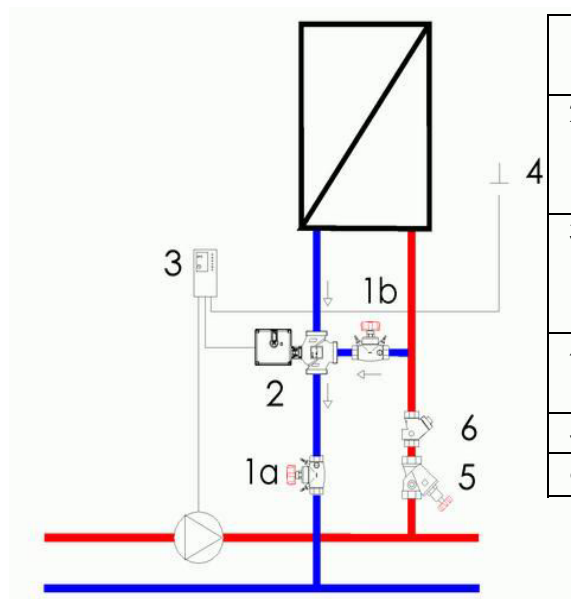


Рис. 4

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Клапан с электроприводом	4037+7712		
3	Накладной температурный зонд	7793		
4	Электронный регулятор температуры	7793		
5	Перепускной клапан	4004	4115	4112
6	Запорный вентиль	4115	4112	4215
7	Грязеуловитель	4111		
8	Обратный клапан			

### 3.1.2 Обводное (или перепускное) регулирование

При такой схеме регулирования идет речь о вариации дроссельного регулирования.



1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Смесительный клапан с приводом	4037+7712		
3	Электронный регулятор температуры	7793		
4	Датчик температуры			
5	Запорный клапан	4115	4112	4215
6	Грязеуловитель	4111		

Рис. 5

**Особенность:** Расход воды в первичном контуре- величина постоянная, а во вторичном контуре- переменная. Температура воды в первичном контуре переменная, а во вторичном контуре- постоянная . Регулирование производительности осуществляется изменением количества протекающей воды.

**Применение:** Воздухоподогреватель, охладитель, регулирование по зонам

**Преимущества:** При помощи постоянного расхода воды в первичном контуре можно обойтись без регулирующего производительность насоса. Значение перепада давления не изменяется и нет взаимного влияния между отдельными потребителями.

**Недостатки:** Температура воды на коллекторе всегда соответствует температуре воды в первичном контуре.

Гидравлическими преимуществами такой схемы являются постоянное количество теплоносителя в первичном контуре и по этой причине возможность отказаться от регулирующего производительность насоса. Относительный показатель регулировочного клапана зависит только от нагрузки, т.е. установка трехходового клапана осуществляется независимо от распределительной сети , когда не нужно опасаться взаимовлияний. Недостаток этой схемй регулирования ,то что максимальная температура теплоносителя первичного контура всегда подгоняется потребителем и поэтому нельзя использовать раздельный уровень температуры первичного и вторичного контуров. К тому же такая схема не пригодна для буфера-накопителя, установок на топливе и тепловых сетей, так как при работе в условиях неполной (частичной) нагрузки всегда теплая вода в подводящей линии смешивается с теплоносителем в обратной линии и таким образом температура в возвратном трубопроводе слегка поднимается .

Быстрая возможность пользоваться горячим теплоносителем в первичном контуре служит большим преимуществом для потребителей с точки зрения автоматического регулирования. Далее, эксплуатация источника энергии, тепло- и холодопроизводителя на постоянном потоке имеет преимущество как в части автоматического регулирования так и отчасти производственно-техническое. С энергетической точки зрения постоянный поток в первичном контуре регулирования вносит собой однако один недостаток, а именно невозможность экономии энергии накачки.

### 3.1.2.1 Пример расчёта параметров :

$$Q = 40 \text{ кВт}$$

$$t_v = 6^\circ\text{C}$$

$$t_R = 12^\circ\text{C}$$

$$\Delta p_L = 25 \text{ кПа}$$

$$\Delta H = 70 \text{ кПа}$$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} = 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (12 - 6)} = 5730 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе

Условие 1:  $\Delta p_v \geq \Delta p_L$  (Перепад давления на регулировочном клапане должно быть больше или равно перепаду давления через потребитель) относительный показатель клапана  $a \geq 0,5$

Шаг 1: Расчёт минимального значения действительного перепада давления:

Условие 2:  $\Delta H \geq \Delta H_{\min}$  (Действительный перепад давления на коллекторе должен быть больше или равен минимально требуемому перепаду давления)

$$\Delta H_{\min} = \Delta p_{V,\min} + \Delta p_L + \Delta p_{SRV} + \Delta p_{Schmu} \quad \Delta p_{SRV} \text{ минимум } 3 \text{ кПа}$$

Для расчета потерь давления через запорный клапан (артикул 4115) и через грязеуловитель (с размером ячеек решета по артикулу 4111) были внесены значения  $K_{v,s}$  для размера 1 1/2".

$$\Delta H_{\min} = 25 + 25 + 3 + 0,8 = 53,8 [\text{кПа}]$$

Так как  $\Delta H = 70 \text{ кПа}$  – 2-е условие выполнено.

Шаг 2: Расчет теоретического значения  $k_v$  регулировочного клапана : ( $\Delta p_{v,\min} = 25 \text{ кПа}$ )

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{5730}{100 \sqrt{25}} = 11,46$$

Шаг 3: Выбор значения  $K_{v,s}$  из типового ряда клапанов. Подходящими клапанами являются клапан артикула 4037 1" со значением  $K_{v,s}$  10,0 и клапан 1 1/4" со значением

$K_{vS}$ - 16. Как правило исходят из того, что выбираются более низкие значения  $K_{v,s}$ , с тем чтобы достичь необходимую потерю давления.

При  $K_{vS} = 16$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{vS}} \right)^2 = \left( \frac{5730}{100 \cdot 16} \right)^2 = 12,82 \text{ кПа} \text{ Условие 1 не выполняется!}$$

при  $K_{vS} = 10$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{vS}} \right)^2 = \left( \frac{5730}{100 \cdot 10} \right)^2 = 32,8 \text{ кПа} \text{ Условие 1 выполнено!}$$

Регулировочный вентиль имеет значение  $K_{vS}$ - 10 и размер 1".

Относительный показатель клапана:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_L + \Delta p_v} = \frac{32,8}{25 + 32,8} = 0,57$$

Относительный показатель клапана должен находиться в интервале от 0,35 до 0,75, однако не превышать значения 0,25, так как иначе система будет не стабильна.

Шаг 4: Расчет параметров балансировочного клапана поз.1а на рис.5 в подающем трубопроводе

Определение значения снижаемого перепада давления:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - (\Delta p_v + \Delta p_L + \Delta p_{Schmu}) = 70 - (32,8 + 25 + 0,8) = 11,4 \text{ кПа}$$

Определение значения  $K_v$ :

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{5730}{100 \sqrt{11,4}} = 17,0$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем артикула 4217 размера 1 1/2" значение предварительной настройки получается равным 4,8.

Шаг 5: Определение параметров клапана байпаса :

В случае, если потребитель не отбирает мощности, общий расход воды можно обвести через байпасную линию.

Условие 3:  $\Delta p_{SRV2} = \Delta p_L$

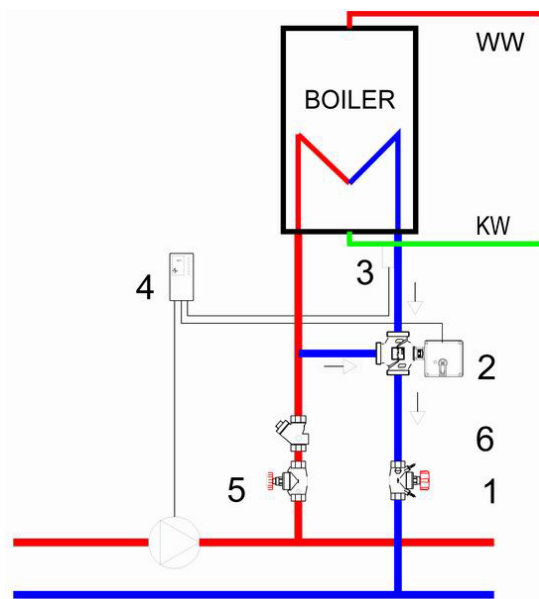
Условие 4:  $q_{Bypass} = q_s$

Исходя из этих условий значение  $k_v$  клапана в обводной линии может быть определено как:

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{5730}{100 \sqrt{25}} = 11,46$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем артикула 4217 размера 1½“ значение предварительной настройки получается равным 4,0.

### 3.1.2.2 Варианты схем подключения:



1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Смесительный клапан с приводом	4037+7712		
3	Накладной температурный зонд	7793		
4	Электронный регулятор температуры	7793		
5	Запорный клапан	4115	4112	4215
6	Грязеуловитель	4111		

Рис. 6

### 3.1.3 Схема инжекционного регулирования с проходным клапаном

При такой схеме регулирования расход воды, - в противоположность к схеме дроссельного регулирования во вторичном контуре, величина постоянная.



Рис. 7

**Особенность:** Расход воды первичного контура - величина переменная, а вторичного контура – постоянная ; температура у потребителя - величина переменная .

**Применение:** Радиаторные установки, напольное отопление, воздухоподогреватель, низкотемпературное отопление

**Преимущества:** Для установок с пониженными температурами теплоносителя в отводящей линии (централизованное теплоснабжение, установки на топливе), различный уровень температур со стороны первичного и вторичного контуров (наприм. 45°C на 90°C)

**Недостатки:** Для расчета параметров регулировочного клапана необходимо знать перепад давления; в протяженных трубопроводах у установок предварительного нагрева возникает морозоопасность.

#### 3.1.3.1 Пример расчёта параметров:

$$Q = 25 \text{ кВт}$$

$$t_v = 45^\circ\text{C}$$

$$t_R = 35^\circ\text{C}$$

$$\Delta H = 25 \text{ кПа}$$

$$\Delta t_{\text{primär}} = 70^\circ\text{C}$$



$$q_p = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)} = 3600 \cdot \frac{25}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 614 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе.

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = 3600 \cdot \frac{25}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 2148 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе, данные берутся по рассчитанной нитке трубопровода .

Условие 1:  $\Delta p_v \geq \Delta H$  (Перепад давления на регулировочном клапане должно быть больше или равно перепаду давления через потребитель)

Шаг 1: Расчет теоретического значения  $k_v$  регулировочного клапана : ( $\Delta p_{v,\min} = 25 \text{ кПа}$  )

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{614}{100 \sqrt{25}} = 1,2$$

Шаг 2: Выбор значения  $Kv_s$  из типового ряда клапанов. Подходящими клапанами являются клапан арт. 7762 3/8" со значением  $k_{v,s}$  1,0 или 1,6. Здесь может быть выбрано наибольшее значение. Остаточный перепад давления снижается при помощи балансировочного клапана поз. 1.

при  $Kv_s = 1,6$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_p}{100 \cdot Kv_s} \right)^2 = \left( \frac{614}{100 \cdot 1,6} \right)^2 = 14,7 \text{ кПа}$$

Требуемые 10,3 кПа снижаются при помощи балансировочного клапана .

Регулировочный клапан имеет значение  $Kv_s$  равным 1,2 и размер 3/8".

Относительный показатель клапана составляет :

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} = \frac{14,7}{25} = 0,59$$

Относительный показатель клапана должен находиться в пределах от 0,35 до 0,75 , однако не превышать значения 0,25 , так как иначе система будет не стабильна .

Шаг 3: Расчет параметров балансировочного клапана поз. 1а рис.7 в подводящей линии

а.) Определение значения снижаемого перепада давления :

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_V = 25 - 14,7 = 10,3 \text{ кПа}$$

б.) Определение значения Kv

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{614}{100 \sqrt{10,3}} = 1,9$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт. 4217 размера 1/2" значение предварительной настройки получается равным 2,0.

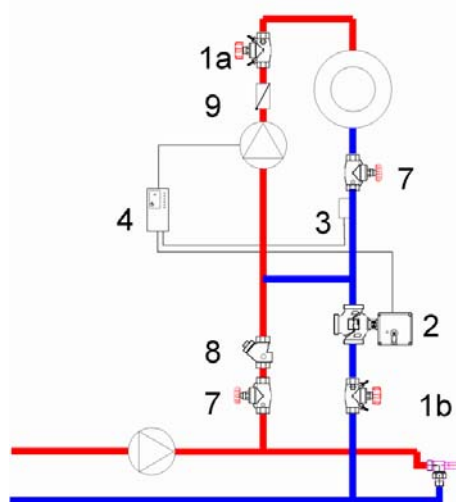
Шаг 4: Расчет параметров балансировочного клапана поз.1б :

Балансировочный клапан поз.1 рассчитывается с номинальным падением давления равным 3 кПа.

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{stad2}}} = \frac{2148}{100 \sqrt{3}} = 12,4$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт. 4217 размера 1 1/4" значение предварительной настройки получается равным 4,3.

### 3.1.3.2 Варианты схем подключения :



1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Накладной температурный зонд	7793		
3	Клапан с электроприводом	4037+7712	7762+7790	
4	Электронный регулятор температуры			
5	Перепускной клапан	4004	4115	4112
6				
7	Запорный клапан	4115	4112	4215
8	Грязеуловитель	4111		
9	Обратный клапан			

Рис. 8

### 3.1.4 Схема инжекционного регулирования с трехходовым клапаном

При данной схеме гидравлического регулирования впрыском объемные расходы в первичном и вторичном контурах регулирования постоянны.

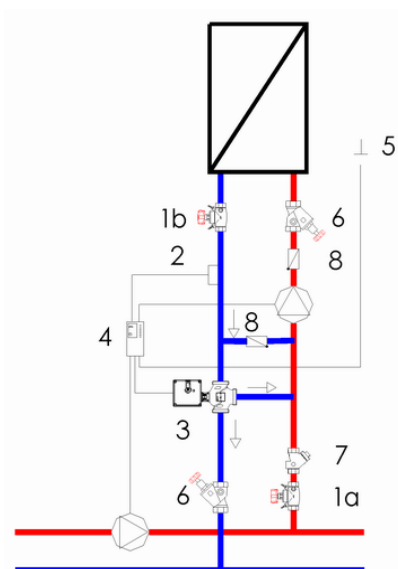


Рис. 9

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Накладной температурный зонд	7793		
3	Смесительный клапан с приводом	4037+7712		
4	Электронный регулятор температуры			
5	Дистанционный датчик температуры			
6	Запорный клапан	4115	4112	4215
7	Грязеуловитель	4111		
8	Обратный клапан			

**Особенность:** Расход воды со стороны первичного и со стороны вторичного контура - величина постоянная ; значение температуры воды во вторичном контуре- величина переменная.

**Применение:** Радиаторные установки, низкотемпературное отопление с приблизительно равными температурами первичного и вторичного контуров; воздухоподогреватель; когда напор неизвестен.

**Преимущества:** Посредством постоянного объемного расхода воды со стороны вторичного контура достигается превосходная регулирующая способность.

**Недостатки:** Температура теплоносителя в первичном и вторичном контурах должна быть примерно одинаковой. Не может быть применена для случаев подключения низкотемпературного отопления (напр. 45°C на 90°C) .

Преимущества такой схемы заключаются в незначительном или вовсе устраненном времени запаздывания, так как на регулировочном клапане постоянно присутствует горячая вода. Такую характеристику используют при монтаже подогревателя, где мгновенно необходимы большие количества теплоты. Следующим, как уже оговорено, преимуществом является значение относительного показателя клапана почти 1, т.к. на участке с переменным расходом воды практически нет сопротивления. При такой схеме регулирования равным образом возможно поддерживать различные температуры в первичном и вторичном контурах .

### 3.1.4.1 Пример расчёта параметров :

$$Q = 90 \text{ кВт}$$

$$t_V = 75^\circ\text{C}$$

$$t_R = 55^\circ\text{C}$$

$$\Delta H = 40 \text{ кПа}$$

$$T_{\text{primär}} = 90^\circ\text{C}$$

$$q_p = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)} = 3600 \cdot \frac{90}{4,19 \cdot (90 - 55)} = 2209 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе.

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = 3600 \cdot \frac{90}{4,19 \cdot (75 - 55)} = 3866 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе, данные берутся по рассчитанной нитке трубопровода .

Условие 1:  $\Delta p_v > 3 \text{ кПа}$

Шаг 1: Расчет теоретического значения  $k_v$  регулировочного клапана :

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,min}}} = \frac{3866}{100 \sqrt{3}} = 22,3$$

Шаг 2: Выбор значения  $K_{v_s}$  из типового ряда клапанов. Подходящими клапанами являются клапан арт. 4037 1¼" со значением  $k_{v,s}$  16 и клапан 1½" со значением  $k_{v,s}$  25.

при  $K_{v_s} = 25$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left( \frac{3866}{100 \cdot 25} \right)^2 = 2,4 \text{ кПа}$$

при  $K_{v_s} = 16$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left( \frac{3866}{100 \cdot 16} \right)^2 = 5,8 \text{ кПа}$$

Регулировочный клапан имеет значение  $K_{v_s}$  равным 16 и его размер 1¼".

Относительный показатель клапана :

$$a = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_v} = \frac{5,8}{5,8} = 1$$

(Линия с переменным расходом ограничивается байпасом)

Шаг 3: Расчет параметров балансировочного клапана поз. 1а рис.9 в подводящей линии :

а.) Определение значения снижаемого перепада давления :

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_V = 40 - 5,8 = 34,2 \text{ кПа}$$

б.) Определение значения Kv:

$$k_{SRV2} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{3866}{100 \sqrt{34,2}} = 6,6$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт. 4217 размера 1 1/2" значение предварительной настройки получается равным 3,0.

Шаг 4: Расчет параметров балансировочного клапана поз.1б в обратной линии :

Балансировочный клапан поз.1 рассчитывается с номинальным падением давления равным 3 кПа.

$$k_{SRV1b} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{3866}{100 \sqrt{3}} = 22,3$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт. 4217 размера 1 1/2" значение предварительной настройки получается равным 5,8.

Шаг 5: Расчет байпаса:

Байпас должен быть в состоянии забирать общее количество воды вторичного контура .

### 3.1.4.2 Варианты схем подключения :

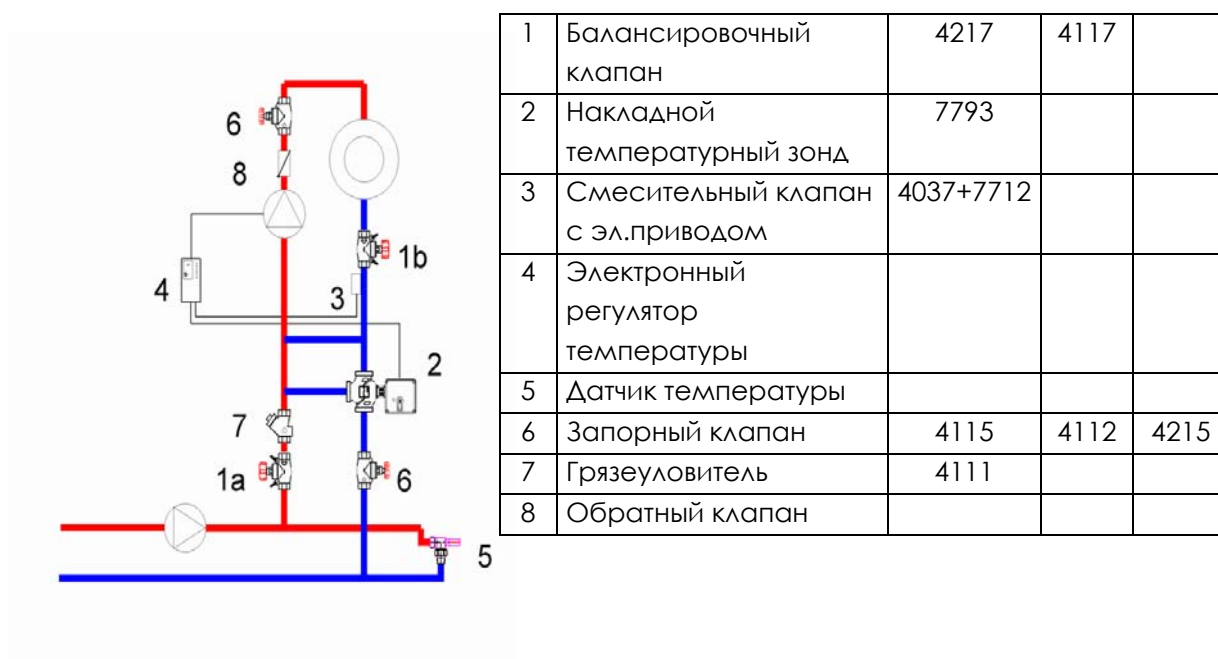


Рис. 10

### 3.2 Принципиальные гидравлические схемы в отопительных установках с безнапорными подключениями

Различные схемы автоматического регулирования допускают отсутствие перепада давления на коллекторе. В таких схемах регулирования должно быть учтено, чтобы каждый потребитель, даже с пониженной производительностью, снабжался бы собственным насосом.

Принципиальные схемы для безнапорных подключений и безнапорного коллектора как элемента гидравлической развязки.

Практика показала, гидравлическое разъединение теплопроизводящих и теплопотребляющих контуров имеет преимущество. С помощью ввода звена гидравлической развязки устанавливаются сильно варьируемые объемные расходы на стороне, вырабатывающей теплоэнергию. В следствии этого улучшаются условия эксплуатации установки в целом.

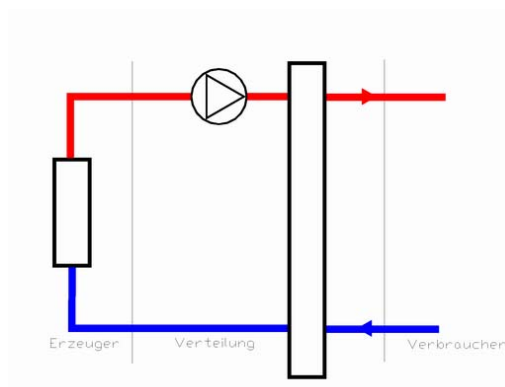


Рис. 11

### 3.2.1 Схема регулирования с клапаном-дозатором

Эта принципиальная гидравлическая схема работает в противоположность к обводной схеме регулирования на переменном расходе воды в первичном контуре и постоянном количестве теплоносителя во вторичном контуре. При таком типе регулирования – подмешивании (дозировании) для потребителя – речь идет о регулировке по переменной температуре и постоянном расходе. Данный вид принципиальной схемы автоматического регулирования очень распространен в отоплении, т.к. она может быть очень просто осуществима .



Рис. 12

**Особенность :** Количество воды в первичном контуре- величина переменная, а во вторичном контуре- величина постоянная. Температура воды первичного контура- величина переменная.

**Применение:** Радиаторные установки , воздухоподогреватель.

**Преимущества:** Посредством постоянного объемного расхода воды вторичного контура достигается отличная регулирующая способность.

**Недостатки:** Уровень температуры первичного и вторичного контуров должен быть примерно одинаков. Это значит, низкотемпературная установка не может стыковаться с с высокотемпературной установкой. Не допускается перепад давления в первичном контуре.

Регулировочный клапан в обратной линии служит ограничителем количества протекающей воды.

### 3.2.1.1 Пример расчёта параметров :

$$Q = 20 \text{ кВт}$$

$$t_V = 80^\circ\text{C}$$

$$t_R = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta p_L = 25 \text{ кПа}$$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = 3600 \cdot \frac{20}{4,19 \cdot (80 - 60)} = 860 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе, данные берутся по рассчитанной нитке трубопровода .

Шаг 1: Расчёт теоретического значения  $k_v$  регулировочного клапана : ( $\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ кПа}$ )

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{860}{100 \sqrt{3}} = 4,9$$

Шаг 2: Выбор значения  $K_{vs}$  из типового ряда клапанов. Подходящими клапанами являются клапан арт. 4037  $\frac{3}{4}$ " со значением  $k_{v,s}$  6,3 и клапан  $\frac{1}{2}$ " со значением  $k_{v,s}$  4. Как правило исходят из того, что выбираются более низкие значения  $k_{v,s}$ , с тем чтобы достичь необходимую потерю давления.

При  $K_{vs} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left( \frac{860}{100 \cdot 6,3} \right)^2 = 1,86 \text{ кПа} \quad \Delta p_v < 3 \text{ кПа!}$$

при  $K_{vs} = 4,0$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left( \frac{860}{100 \cdot 4,0} \right)^2 = 4,62 \text{ кПа} \quad \Delta p_v > 3 \text{ кПа}$$

Регулировочный клапан имеет значение  $K_{vs}$  равным 4,0 и его размер  $\frac{1}{2}$ ".

В первичном контуре находятся два запорных клапана поз.5 на рис.12 (арт. 4115  $\frac{3}{4}$ " ) и грязеуловитель поз.6 (арт. 4111,  $\frac{3}{4}$ " размер ячеек решета 0,75 мм).

Относительный показатель клапана :

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + 2 \cdot \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu}} = \frac{4,62}{4,62 + 2 \cdot 0,7 + 1,3} = 0,63$$

Потеря давления на смесительном клапане должна быть представлена дополнительно перед насосом.



Шаг 3: Определение параметров балансировочного клапана на 3 кПа:

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{860}{100 \sqrt{3}} = 4,9$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт. 4217 размера 3/4" значение предварительной настройки равно 3,7.

### 3.2.1.2 Варианты схем подключения :

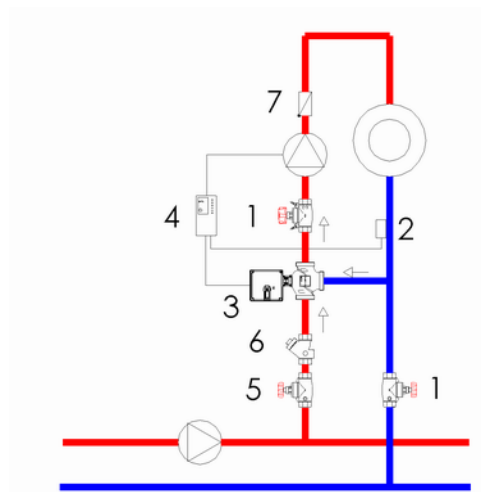


Рис. 13

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Накладной температурный зонд	7793		
3	Смесительный клапан с эл.приводом	4037+7712		
4	Электронный регулятор температуры	7793		
5	Запорный клапан	4115	4112	4215
6	Грязеуловитель	4111		
7	Обратный клапан			

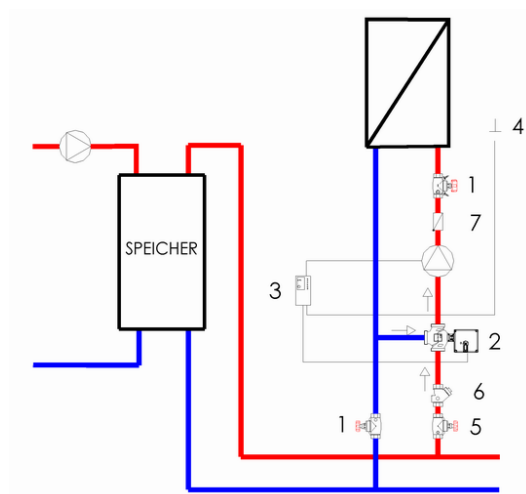


Рис. 14

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Накладной температурный зонд	7793		
3	Смесительный клапан с эл.приводом	4037+7712		
4	Электронный регулятор температуры	7793		
5	Запорный клапан	4115	4112	4215
6	Грязеуловитель	4111		
7	Обратный клапан			

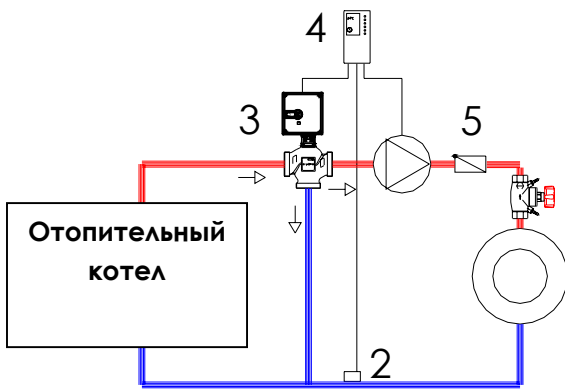


Рис. 15

1	Балансировочный клапан	4217	4117	
2	Накладной температурный зонд	7793		
3	Смесительный клапан с эл.приводом	4037+7712		
4	Электронный регулятор температуры	7793		
5	Запорный клапан	4115	4112	4215
6	Грязеуловитель	4111		
7	Обратный клапан			

### 3.2.2 Схема с двойным дозированием

Другим видом схемы автоматического регулирования подмешиванием является регулирование дозированием с заданным размером байпаса, которое применяется в случаях различного уровня температур в первичном и вторичном контуре. На этот раз байпас расположен во вторичном контуре перед регулировочным клапаном, через который протекает переменное количество теплоносителя обратной линии независимо от положения трехходового клапана. Эксплуатация такой схемы регулирования широко распространяется на напольное отопление, а также установки на топливе, накопители и тепловые сети.

Регулирование дозированием с трехходовым клапаном и прямое подключение в первичном контуре к теплогенератору.

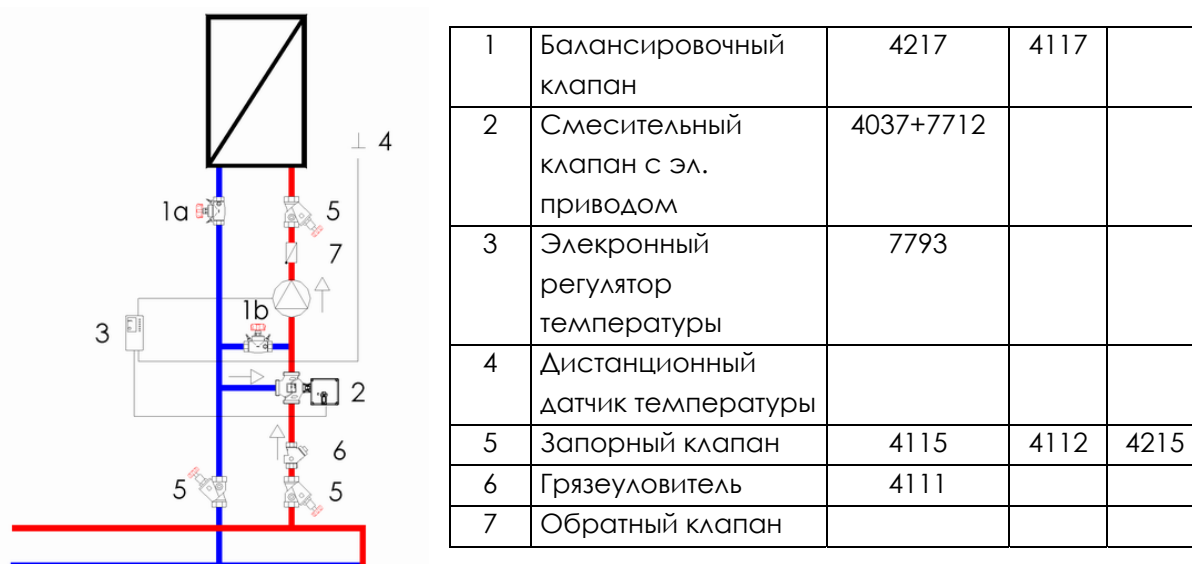


Рис. 16

**Особенность:** Расход воды в первичном контуре- величина постоянная и во вторичном контуре- постоянная . Температура воды вторичного контура- переменная.

**Применение:** Низкотемпературное отопление с различными температурами в первичном и вторичном контурах; специальное напольное отопление к высокотемпературной установке.

**Преимущества:** При внедрении на безнапорном или малонапорном коллекторе относительный показатель регулировочного клапана равен почти 1– хорошая регулирующая способность; может применяться для подключения низкотемпературного отопления (напр. 45°C на 90°C).

**Недостатки:** Температура подводки в первичном контуре должна быть обязательно выше чем температура подводки во вторичном контуре. Не допускается перепад

давления со стороны первичного контура. При применении напорного коллектора необходимо использовать «безнапорное» подмешивание (дозирование).

### 3.2.2.1 Пример расчёта параметров:

$$Q = 40 \text{ кВт}$$

$$t_V = 45^\circ\text{C}$$

$$t_R = 35^\circ\text{C}$$

$$t_P = 70^\circ\text{C}$$

$$\Delta p_L = 25 \text{ кПа}$$

$$q_p = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_P - t_R)} = 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 982 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе.

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 3437 \text{ л/ч}$$

Размер трубы зависит от ее материала и допустимого коэффициента трения в трубе.

Шаг 1: Расчёт теоретического значения  $k_v$  регулировочного клапана: ( $\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ кПа}$ )

$$k_{v,theo} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{982}{100 \sqrt{3}} = 5,7$$

Шаг 2: Выбор значения  $K_{vs}$  из типового ряда клапанов. Подходящими клапанами являются клапан арт. 4037 3/4" со значением  $k_{vs} = 6,3$  и клапан 1/2" со значением  $k_{vs} = 4$ . Как правило, исходят из того, что выбирается меньшее значение  $k_{vs}$  чтобы достичь необходимую потерю давления.

при  $K_{vs} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_p}{100 \cdot K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{982}{100 \cdot 6,3} \right)^2 = 2,4 \text{ кПа} \quad \Delta p_v < 3 \text{ кПа}$$

при  $K_{vs} = 4,0$

$$\Delta p_v = \left( \frac{q_p}{100 \cdot K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{982}{100 \cdot 4,0} \right)^2 = 6,0 \text{ кПа} \quad \Delta p_v > 3 \text{ кПа} !$$

Регулировочный клапан имеет значение  $K_{vs} = 4,0$  и его размер - 1/2".

Относительный показатель клапана:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{SRV2}} = \frac{7,6}{7,6 + 7,6} = 0,5$$

Потеря давления на смесительном клапане должна быть представлена дополнительно перед насосом.

Шаг 3: Определение параметров балансировочного клапана поз.1а на 3 кПа

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_S}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{3437}{100 \sqrt{3}} = 19,8$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт.4217 размера 1½" значение предварительной настройки составляет 5,3.

Шаг 4: Определение параметров байпаса

Расход через байпас:

Количество протекающей через байпас воды рассчитывается как :

$$q_{Bypass} = q_S - q_P = 3437 - 982 = 2455 \text{ [l/h]}$$

b.) Определение параметров балансировочного клапана поз.1b при потере давления на регулировочном клапане (7,6 кПа)

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{2455}{100 \sqrt{7,6}} = 8,9$$

Для балансировочного клапана с прямым шпинделем арт.4217 размера 1¼" значение предварительной настройки составляет 3,7.

## 4 Литература

### **ÖNORM H 5142, Hydraulische Schaltungen für Heizungsanlagen, 1990**

(Австрийские нормы ÖNORM H 5142 : Гидравлические схемы отопительных установок, 1990)

### **VDI 2073, Hydraulische Schaltungen in heiz- und raumlufftechnischen Anlagen, 1999**

(VDI 2073: Гидравлические схемы в системах отопления и кондиционирования воздуха в помещениях, 1999)

### **Regelung und hydraulische Schaltungen in heiz- und raumlufftechnischen Anlagen, VDI Verlag, 3.9.-4.9.1992**

(Автоматическое регулирование и схемы гидравлической регулировки в системах отопления и кондиционирования воздуха в помещениях, Издательство VDI, 3.9.-4.9.1992)

### **Roos, H., Hydraulik der Warmwasserheizung, Oldenbourg Verlag München, 1999**

(Роос Х., Гидравлика систем водяного отопления ,Издательство Олденбурж, Мюнхен, 1999)

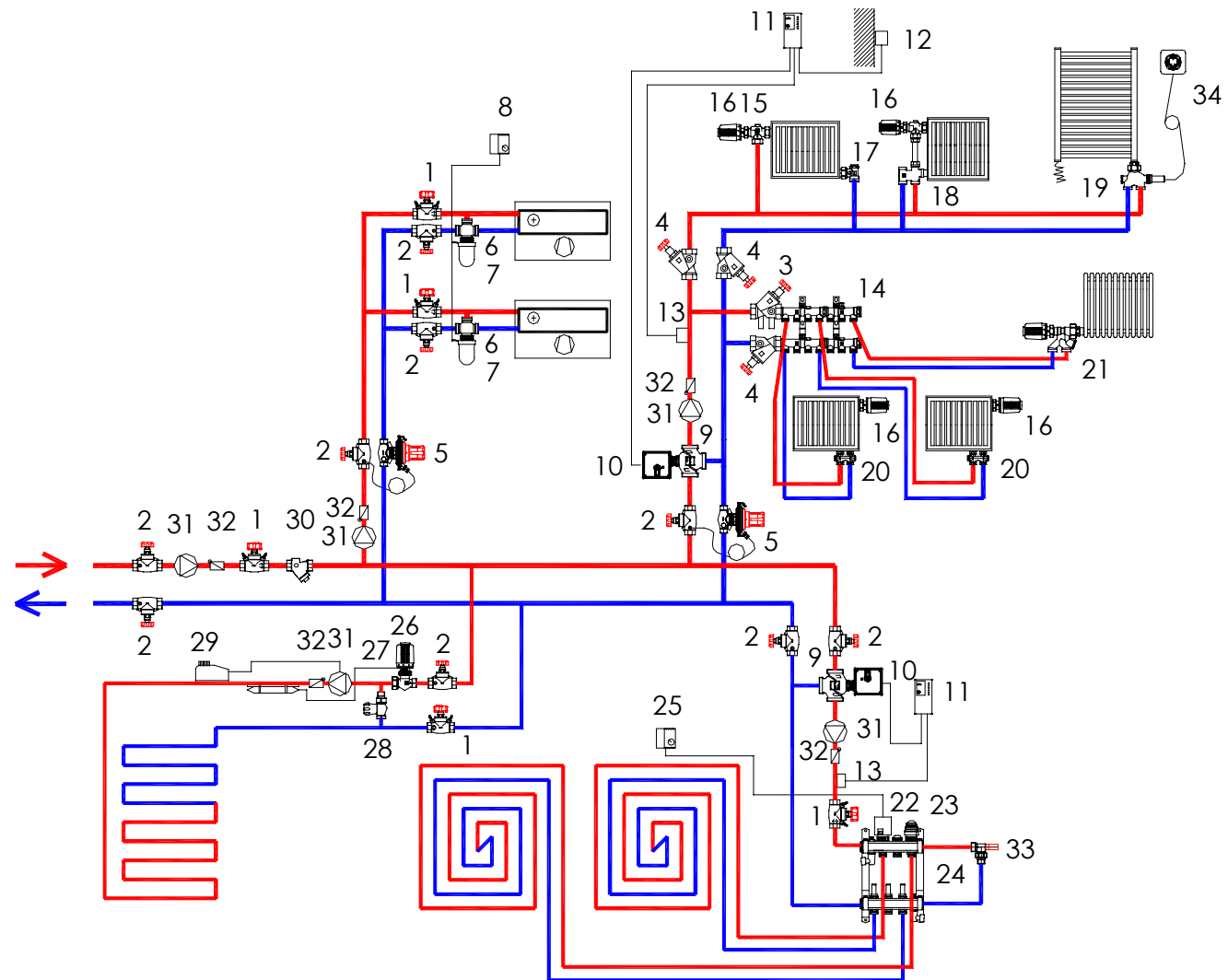
## Приложение

На последующих страницах представлен широкий выбор регулирующей ГЕРЦ-арматуры и области её применения. Для всех вариантов установок, будь-то отопление, охлаждение или снабжение питьевой водой, имеется в распоряжении большое количество продукции фирмы ГЕРЦ.

Всю выпускаемую номенклатуру изделий фирмы ГЕРЦ Вы найдете в текущих каталогах и в прайс-листах.

## Где отопление. Там ГЕРЦ.

1	4217 GM
2	4217 GR
3	4117 M
4	4115
5	4007
6	7763
7	7990 + 1 7708 98
8	7790 (Sauter NRT300F061)
9	4037
10	7712
11	7793
12	7793 01
13	7793 00
14	8441, 8541
15	7728
16	7230, 9230, 9200, 9860
17	3924
18	7175
19	7783
20	3066
21	7767
22	7710
23	9102
24	8532
25	7790 (Sauter NRT300F041)
26	1 7420 06 *)
27	1 7737 91 *)
28	1 5537 01 *)
29	1 8100 180 *)
30	4111
31	Umwälzpumpe
32	Rückschlagventil
33	4004
34	9330

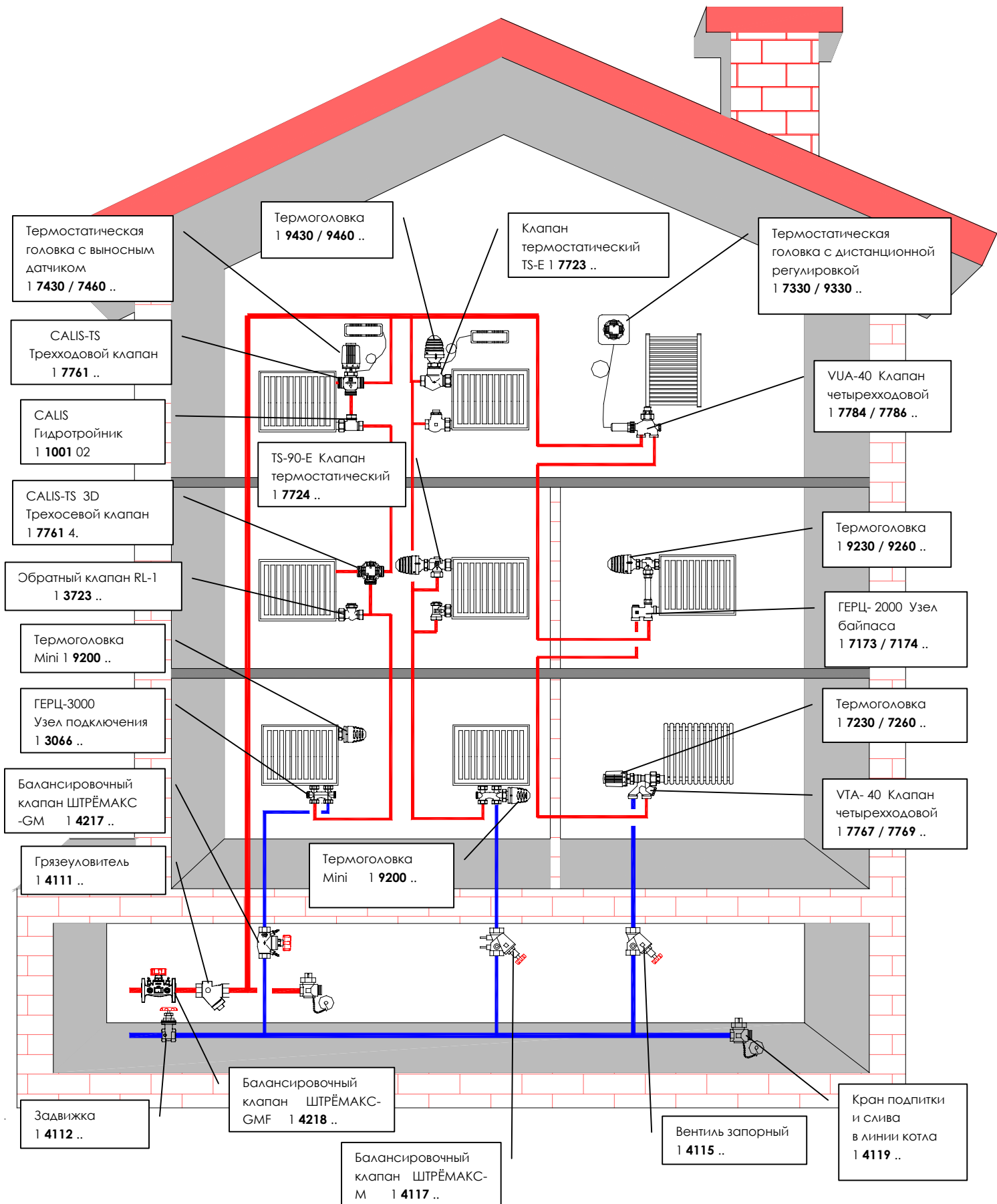


\*) im Fußboden Regelsset 8100 enthalten

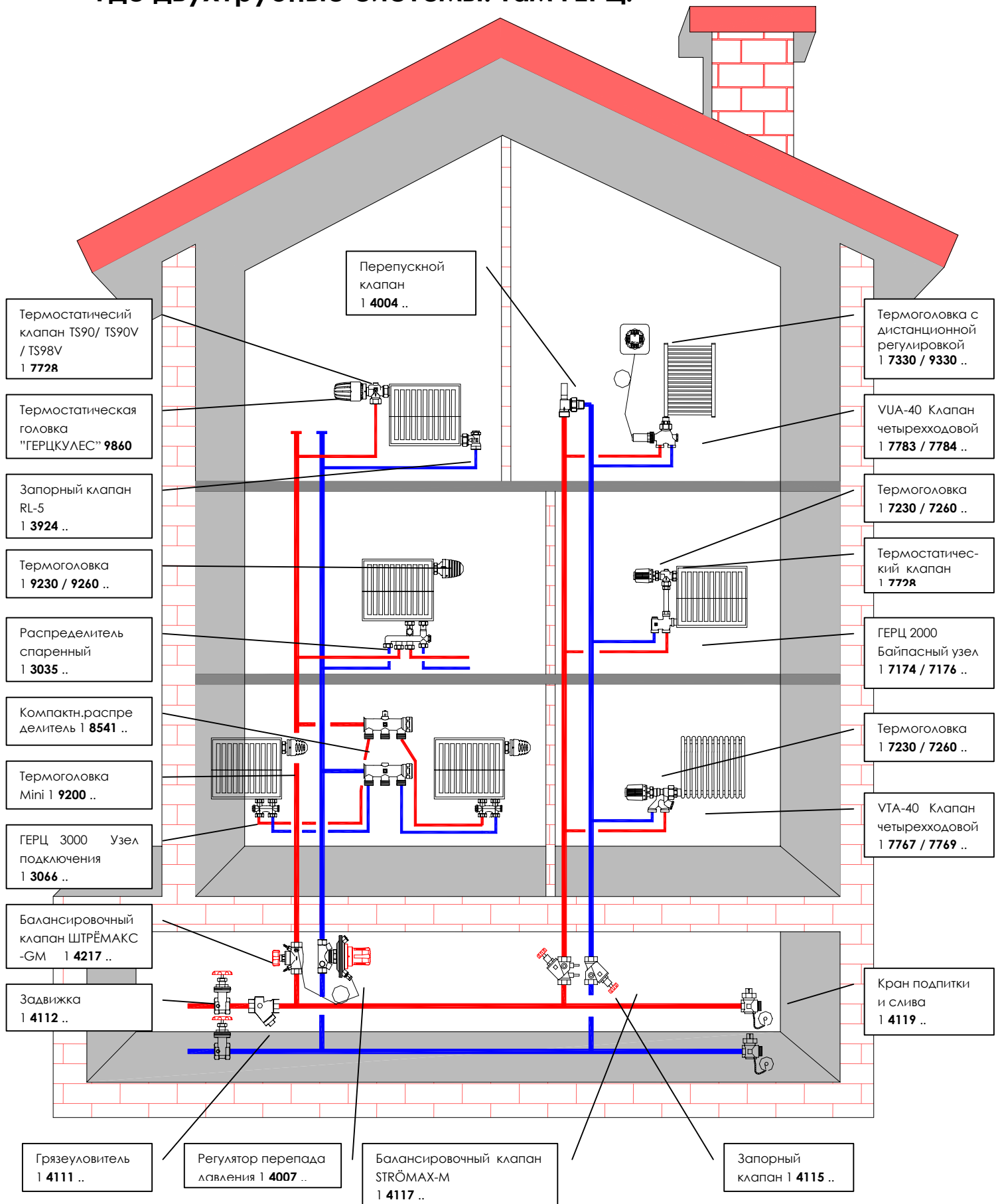
\*) содержит комплект автоматики регулирования для напольного отопления арт.8100



# Где однотрубные системы. Там ГЕРЦ

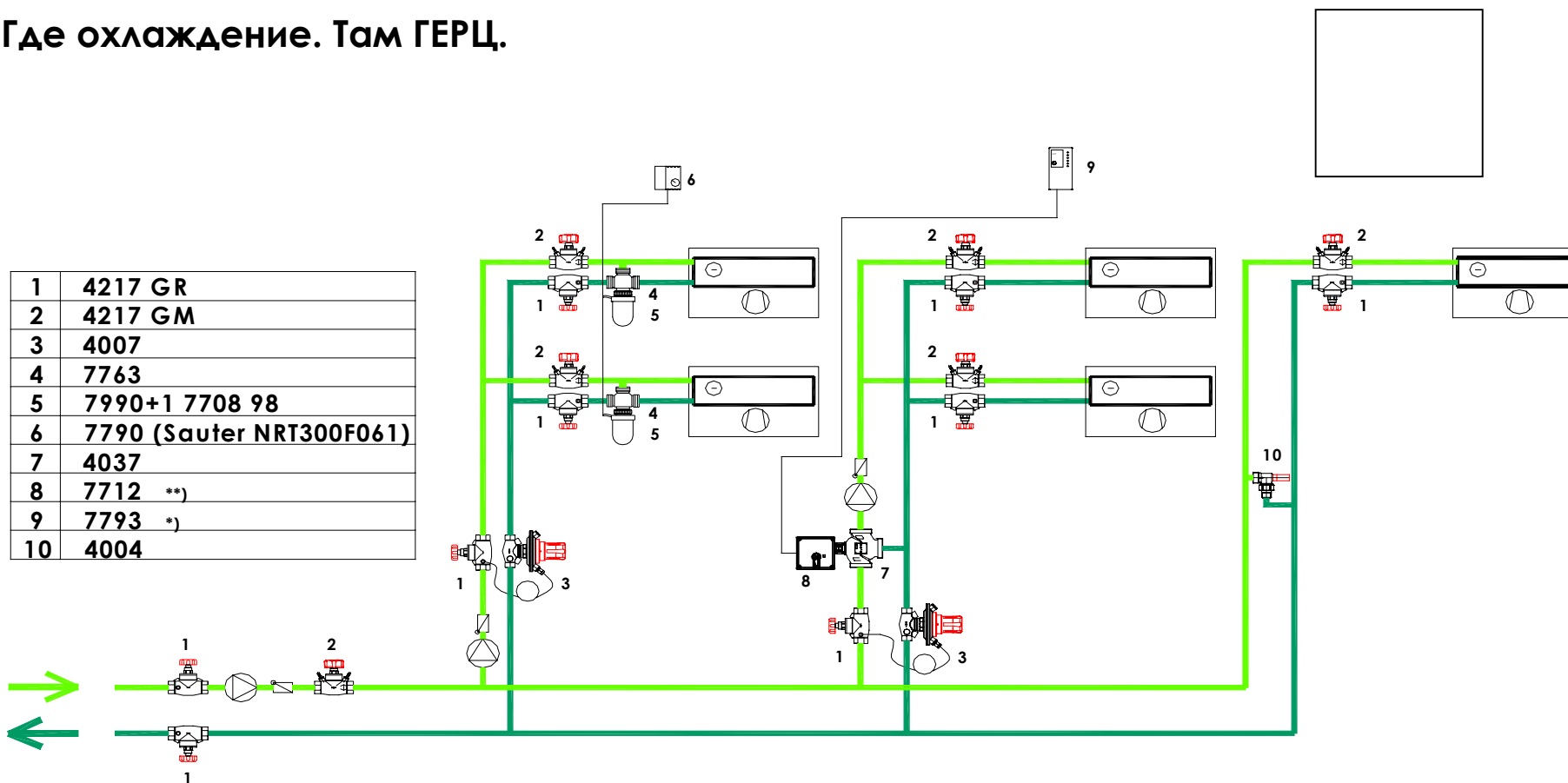


# Где двухтрубные системы. Там ГЕРЦ.



## Где охлаждение. Там ГЕРЦ.

1	4217 GR
2	4217 GM
3	4007
4	7763
5	7990+1 7708 98
6	7790 (Sauter NRT300F061)
7	4037
8	7712 **)
9	7793 *)
10	4004



\*) Verwendung nur als Raumthermostat, ACHTUNG: elektr. Anschlussart ändern, Im Gehäuse umschalten auf Kühlbetrieb.

\*\*\*) Einsatz des Motorantriebes 1 7712 10 nur mit Raumtemperaturregler 7790 (Sauter NRT 300 F061) möglich.

\*) Применять только в качестве регулятора-термостата температуры в помещении, ВНИМАНИЕ: поменять тип эл.подключения, на корпусе переключить на ОХЛАЖДЕНИЕ.

\*\*\*) Использование эл.двигателя 1 7712 10 возможно только с электронным регулятором температуры в помещении 7790 (Sauter NRT 300 F061).

# Где вода. Там ГЕРЦ.

1	4217 GR
2	4217 GM
3	7793
4	7793 00
5	7712
6	4037
7	4111
8	2 4125 6.
9	2 4125 7.
10	Montageschiene + Wandwinkel
11	Spülkasten T-Stück
12	4010 Zirkulationstemp.begr.
13	2 8541 ..

