

Конструирование систем отопления с применением регулирующего оборудования фирмы «Данфосс»

Общие положения

Радиаторные терморегуляторы могут применяться в системах водяного отопления с насосной циркуляцией любой конфигурации: двухтрубные и однотрубные, вертикальные и горизонтальные, с тупиковым и попутным движением воды в разводящих магистралях, при верхней и нижней прокладке подающей магистрали или нижнем расположении обоих трубопроводов.

Терморегуляторы в этих системах следует, как правило, устанавливать на всех отопительных приборах. Исключение может составить группа приборов, находящихся в одном помещении и объединенных общим трубопроводом, на котором предусматривается один общий терморегулятор.

Возможна установка радиаторных терморегуляторов в системах отопления с естественной (гравитационной) циркуляцией теплоносителя. Однако здесь эти системы не рассматриваются, так как они могут находить весьма ограниченное применение — только в индивидуальном строительстве.

Двухтрубные системы

Из всех известных систем для применения радиаторных терморегуляторов наилучшим образом приспособлены двухтрубные системы отопления.

Двухтрубные системы с терморегуляторами могут быть вертикальными и горизонтальными.

Из систем с вертикальными стояками следует отдавать предпочтение системам с нижним расположением подающей и обратной магистралей (рис. 1).

В системах отопления с традиционными вертикальными стояками присоединение отопительных приборов к стояку может быть как одностороннее, так и двухстороннее. Вне зависимости от расположения магистралей теплоноситель следует подводить к верхнему патрубку (пробке) отопительного прибора с установкой клапана терморегулятора типа RTD-N на входе в прибор. Диаметр клапана RTD-N принимается по диаметру патрубка отопительного прибора. Для радиаторов с проходными пробками, через которые они присоединяются к трубопроводам, рекомендуется использовать клапаны RTD-N, как правило, с условным проходом 15 мм и заказывать пробки с соответствующим калибром отверстия.

На выходе из отопительного прибора в современных двухтрубных системах принято устанавливать запорный радиаторный клапан типа RLV того же диаметра, что и клапан терморегулятора. При применении в системе отопления отопительных приборов со встроенными клапанами терморегуляторов и боковым присоединением запорную арматуру рекомендуется устанавливать на обоих присоединительных патрубках прибора.

Для компенсации тепловых удлинений на стояках высотой более шести этажей следует предусматривать компенсаторы. Компенсация тепловых удлинений стояков меньшей высоты обычно осуществляется за счет отступов стояков от магистральных трубопроводов.

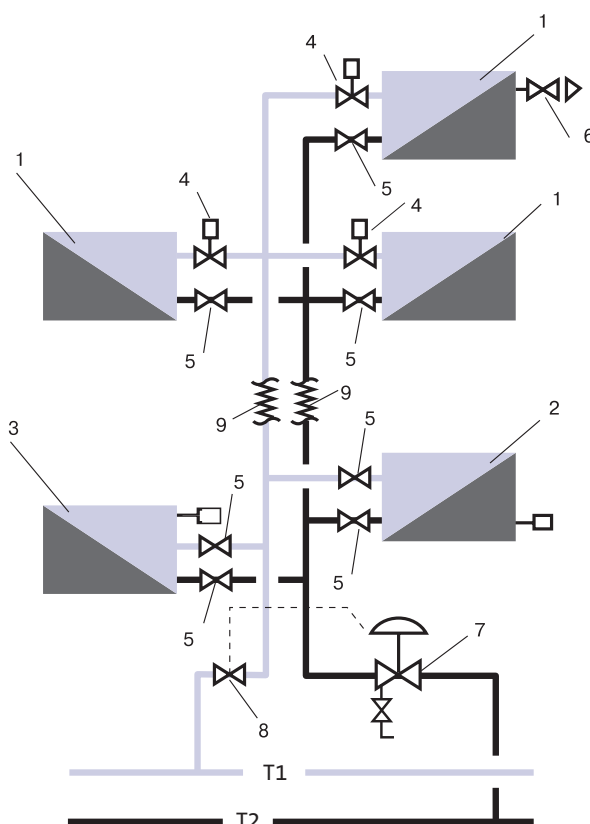


Рис. 1. Стояк двухтрубной системы отопления с нижней прокладкой магистралей:

1 - обычный отопительный прибор с боковым присоединением; 2 - конвектор со встроенным терморегулятором; 3 - радиатор со встроенным терморегулятором и боковым присоединением; 4 - регулятор с клапаном RTD-N; 5 - запорный клапан RLV; 6 - воздуховыпускной клапан; 7 - балансировочный клапан ASV-P (PV) со спускным краном; 8 - запорный клапан ASV-M; 9 - сильфонный компенсатор фирмы «Витзенманн»

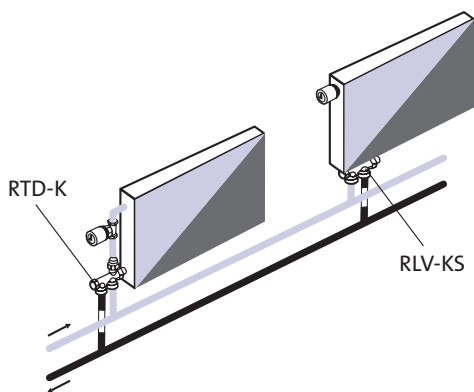


Рис. 2. Двухтрубная горизонтальная система отопления с RTD-K и RLV-KS

Если в здании предполагается организация индивидуального учета теплотребления, то рекомендуется предусматривать двухтрубную систему отопления с вертикальными стояками-магистральями и горизонтальной прокладкой трубопроводов к отопительным приборам в пределах одной квартиры (поквартирная разводка), а в административных — для помещений офиса отдельного владения. При этом разводящие трубопроводы от стояков-магистралей до отопительных приборов могут прокладываться периметрально по тупиковой или попутной схеме (рис. 2), а также «лучевой» (рис. 3).

На стояках вертикальных двухтрубных систем отопления должна предусматриваться запорно-регулирующая арматура.

В маломасштабных зданиях (до 3 этажей и числе стояков на отдельных ветвях не более трех) арматуру на стояках допускается не устанавливать. В зданиях от трех до шести этажей на стояках, при их числе на ветвях не более трех, следует предусматри-

вать обычные шаровые запорные и спускные краны, а при большем количестве стояков — ручные балансировочные клапаны MSV-I/MSV-M. В зданиях высотой более шести этажей на стояках необходимо устанавливать автоматические балансировочные клапаны ASV-P (PV, PV Plus)/ASV-M. В случае применения ручных и автоматических балансировочных клапанов со спускными устройствами традиционная запорно-спускная арматура, как правило, не предусматривается. Если создаваемое насосами располагаемое давление в корне стояков выше 25 000 Па, то во всех случаях на стояках устанавливаются автоматические балансировочные клапаны (для исключения шумообразования в клапанах радиаторных терморегуляторов).

На горизонтальных поэтажных и поквартирных ветвях двухтрубных систем при любой этажности здания рекомендуется предусматривать балансировочные клапаны: ручные MSV-I/MSV-M — при числе этажей и стояков на ответвлениях системы не более трех; в больших зданиях — автоматические ASV-P с фиксированной настройкой на 10 000 Па).

Клапаны MSV-I и ASV-M устанавливаются на подающем стояке (ветви) двухтрубной системы, а MSV-M и ASV-P (PV, PV Plus) — на обратном стояке. автоматические балансировочные клапаны типа ASV-P (PV, PV Plus) с ASV-M имеют импульсную трубку ограниченной длины. В этой связи размещение друг от друга пары таких клапанов может быть только в пределах 1,5 м, то есть на стояках при нижнем расположении магистралей системы или на горизонтальных ветвях при одностороннем подводе и отводе теплоносителя, например поквартирная «лучевая» система с распределительными коллекторами (рис. 3). В системах с верхним расположением подаю-

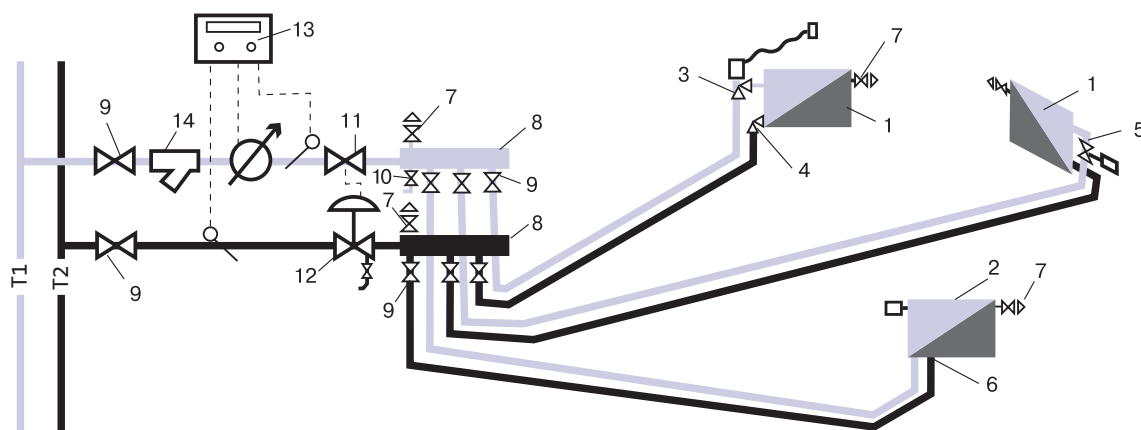


Рис. 3. Двухтрубная система с «лучевой» поквартирной разводкой:

1 - обычный отопительный прибор с боковым присоединением; 2 - отопительный прибор со встроенным терморегулятором и нижним присоединением; 3 - терморегулятор с угловым краном RTD-N; 4 - запорный угловой клапан RLV; 5 - присоединительная гарнитура с терморегулятором RTD-K; 6 - запорно-присоединительный клапан RLV-KS; 7 - воздуховыпускной кран; 8 - распределительный коллектор; 9 - запорный шаровый кран; 10 - спускной кран; 11 - запорный клапан ASV-M; 12 - балансировочный клапан ASV-P со спускным краном; 13 - квартирный теплосчетчик с расходомером и температурными датчиками; 14 - сетчатый фильтр

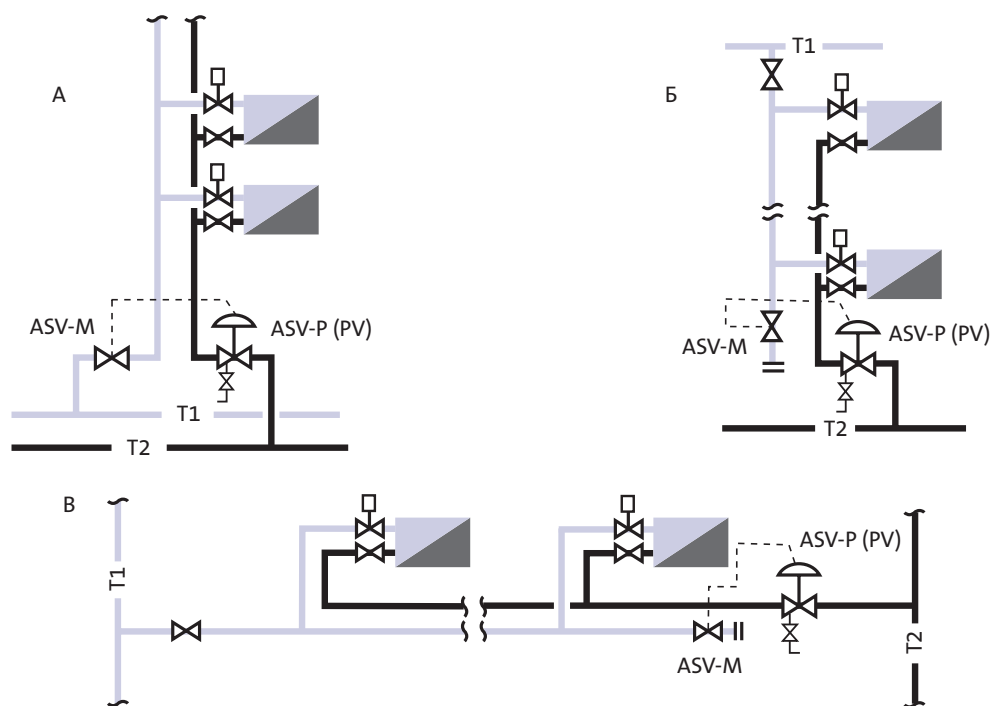


Рис. 4. Примеры размещения автоматических балансировочных клапанов на двухтрубных стояках и ветвях системы отопления:
 А - Стояк при нижнем расположении магистралей.
 Б - Стояк при верхнем расположении подающей магистрали.
 В - Горизонтальная ветвь при разностороннем присоединении к магистралям.

щей магистрали или при разностороннем присоединении горизонтальных ветвей к разводящим трубопроводам возможна установка автоматических балансировочных клапанов в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4.

Однотрубные системы

Широко распространенные однотрубные системы отопления также могут оснащаться радиаторными терморегуляторами с проходными регулируемыми клапанами пониженного гидравлического сопротивления обычного исполнения RTD-G при наличии в узле обвязки отопительного прибора байпаса (замыкающего участка) между трубными подводками (рис. в табл. 4). В горизонтальных однотрубных системах рекомендуется предусматривать терморегуляторы в составе присоединительных гарнитур RTD-KE, в конструкцию которых встроены байпас (рис. 5).

Однако применение однотрубных систем в новом строительстве должно быть ограничено. Это объясняется тем, что по сравнению с двухтрубными системами отопления их автоматизация требует проведения дополнительных мероприятий. По сравнению с ручной регулирующей арматурой установка терморегуляторов уменьшает коэффициент затекания воды в отопительные приборы и влечет за собой в некоторых случаях увеличение требуемых поверхностей нагрева. Применение терморегуляторов в однотрубной системе отопления рекомендуется производить совместно с автоматизацией теплового ввода в здание для исключения завышения температуры возвращаемого в сеть теплоносителя.

В целях отключения и демонтажа отдельного отопительного прибора на его обратной подводке рекомендуется устанавливать полнопроходной шаровой кран.

На стояках однотрубных систем отопления должна предусматриваться установка балансировочных клапанов: ручных MSV-I с MSV-M — в небольших системах отопления (до шести отопительных приборов на стояке и числе стояков на отдельных ветвях не больше трех); автоматических регуляторов постоянного расхода типа АВ-QM — в системах больших масштабов (рис. 6). Регуляторы АВ-QM могут устанавливаться как на обратной, так и на подающей части однотрубного стояка или ветви, выполняя одновременно функции запорной арматуры.

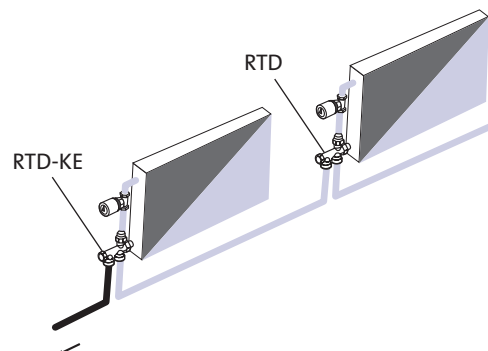


Рис. 5. Однотрубная горизонтальная система отопления с RTD-KE

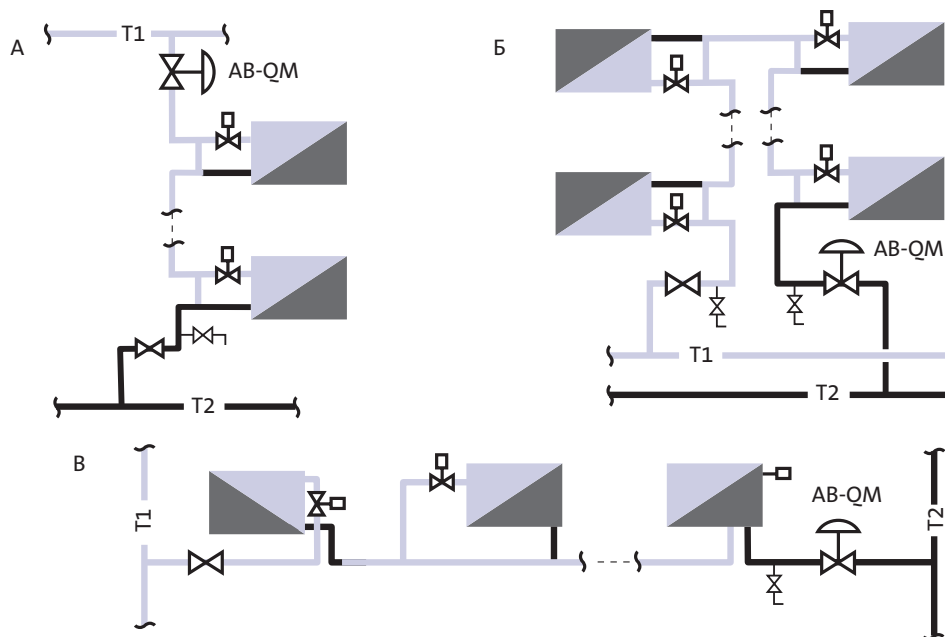


Рис. 6. Примеры размещения автоматических балансировочных клапанов АВQM на стояках и ветвях однотрубной системы отопления:

А - Стояк с верхним или нижним расположением подающей магистрали.

Б - П-образный стояк.

В - Горизонтальная ветвь.

Для предотвращения засорения радиаторных терморегуляторов и балансировочных клапанов системы отопления должны оснащаться на воде сетчатыми фильтрами с размером ячейки не более 0,5 мм. При больших диаметрах головного трубопровода (более 50 мм), где фильтры уже не отвечают указанным требованиям, необходимо дополнительно устанавливать фильтры на ветвях системах или даже на каждом стояке. В системах с поквартирной разводкой трубопроводов дополнительные фильтры следует устанавливать на вводе в каждую квартиру.

Примечание. Количество последовательно установленных фильтров должно быть минимально необходимым, так как фильтры требуют достаточно частого обслуживания (прочистки).

Расчет систем отопления

Общие положения

Гидравлический расчет трубопроводной сети системы отопления может производиться с использованием характеристик гидравлического сопротивления отдельных ее элементов ($S \cdot 10^4$). Эта величина соответствует потере давления в Па при расходе воды через элемент сети, равном 100 кг/ч.

При фактическом расчетном расходе воды потеря давления в элементе трубопроводной сети с заданной характеристикой гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле:

$$DP = (S \cdot 10^4) \cdot \left(\frac{G}{100}\right)^2 \quad (1)$$

где DP – потеря давления в Па;

$(S \cdot 10^4)$ – характеристика гидравлического сопротивления в Па/(кг/ч)²;

G – расчетный расход воды в кг/ч.

При последовательном соединении N элементов сети ее общая характеристика гидравлического сопротивления ($S \cdot 10^4$) равна:

$$(S \cdot 10^4) = (S \cdot 10^4)_1 + (S \cdot 10^4)_2 + \dots + (S \cdot 10^4)_N \quad (2)$$

При параллельном соединении общая характеристика гидравлического сопротивления ($S \cdot 10^4$) определяется по формуле:

$$\frac{1}{(S \cdot 10^4)} = \frac{1}{(S \cdot 10^4)_1} + \frac{1}{(S \cdot 10^4)_2} + \dots + \frac{1}{(S \cdot 10^4)_N} \quad (3)$$

Характеристики гидравлического сопротивления обычно принимаются по справочной литературе, а также могут быть вычислены с использованием данных, приведенных в таблице 1.

При этом характеристика сопротивления элемента трубопроводной сети ($S \cdot 10^4$) в Па будет равна:

- участка трубы (длиной L м) – $(S \cdot 10^4)_{\text{тр.}} = L \cdot (S \cdot 10^4)_{1\text{ м тр.}}$
- устройства (с коэффициентом местного сопротивления V) – $(S \cdot 10^4)_V = V \cdot (S \cdot 10^4)_{V=1}$

В современной практике гидравлический расчет трубопроводных сетей рекомендуется выполнять с использованием величин пропускной способности ее элементов K_v . Пропускная способность K_v соответствует расходу воды через элемент сети в м³/ч при перепаде давлений в нем равным 1 бар.

Реальная потеря давления DP при расчетном расходе воды через элемент трубопроводной сети и его заданной пропускной

$(S \cdot 10^4)$ в Па/(кг/ч)² для 1 м трубы и местного сопротивления при $V=1$

Таблица 1

$(S \cdot 10^4)^*$, Па/(кг/ч) ²	Условный проход трубопровода Ду, мм						
	10	15	20	25	32	40	50
$(S \cdot 10^4)_{1\text{ м тр.}}$	95,04	30,71	7	1,75	0,46	0,24	0,06
$(S \cdot 10^4)_{V=1}$	23,91	9,72	2,98	1,13	0,38	0,16	0,08

* $(S \cdot 10^4)$ является средней величиной между значениями для легких и обыкновенных водогазопроводных труб по ГОСТу 3262-75.

способности рассчитывается по формуле:

$$DP = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2 \quad (4)$$

где DP – фактическая потеря давления, бар;

K_v – пропускная способность, м³/ч;

G – расчетный расход воды, м³/ч

При параллельном соединении N элементов сети ее общая пропускная способность K_v равна:

$$K_v = K_{v1} + K_v + \dots + K_{vN} \quad (5)$$

При последовательном соединении общая пропускная способность K_v определяется по формуле:

$$\frac{1}{K_v^2} = \frac{1}{K_{v1}^2} + \frac{1}{K_{v2}^2} + \dots + \frac{1}{K_{vN}^2} \quad (6)$$

Характеристика гидравлического сопротивления элемента трубопроводной сети и его пропускная способность связаны зависимостью:

$$K_v = \sqrt{\frac{1000}{S \cdot 10^4}} \quad (7)$$

Тепловой расчет автоматизированных систем отопления с радиаторными терморегуляторами выполняется, как правило, традиционным образом. В зарубежной практике установочная мощность отопительного прибора принимается с запасом 15–20%, чтобы дать возможность потребителю при необходимости поднять температуру воздуха в помещении выше расчетного значения без увеличения расхода теплоносителя.

Расчет двухтрубных систем с радиаторными терморегуляторами RTD

Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления с терморегуляторами заключается в увязке потерь давления в параллельных циркуляционных кольцах относительно точки со стабилизированным располагаемым напором.

Такой точкой могут быть:

- выход общих трубопроводов из теплового пункта или индивидуальной котельной, если между этой точкой и радиаторными терморегуляторами отсутствуют какие-либо автоматические регуляторы перепада давлений, например, автоматические балансировочные клапаны;
- отдельные ветви системы отопления после предусмотренных на них регуляторов перепада давлений при отсутствии автоматических балансировочных клапанов на стояках;
- хвостовые участки двухтрубного стояка, где установленный автоматический балансировочный клапан поддерживает постоянный перепад давлений;
- коллектор поквартирной системы отопления, если перед ним есть автоматический балансировочный клапан.

Гидравлическая увязка колец осуществляется путем расчета требуемого для каждого кольца сопротивления клапана терморегулятора.

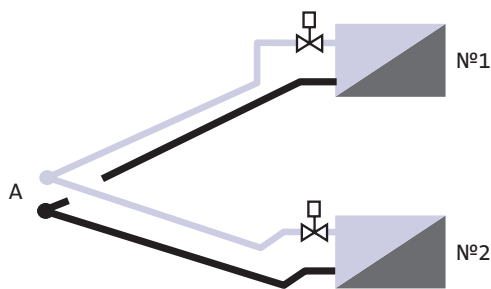


Рис. 7

гулятора RTD-N и затем выбора индекса его настройки по величине необходимой пропускной способности, определяемой по формуле (4). Таким образом, увязка производится не путем подбора различных диаметров трубопроводов.

Пример. Даны два параллельно соединенных радиатора №1 и №2 с терморегуляторами RTD-N-15 (рис. 7).

В точке А между подающим и обратным трубопроводами поддерживается постоянный перепад давлений $DP_A = 15\ 000$ Па. Гидравлическое сопротивление трубопровода и радиатора №1 — $DP_1 = 3\ 000$ Па при расчетном расходе теплоносителя $G_1 = 30$ кг/ч ($0,03$ м³/ч), а трубопровода и радиатора №2 — $DP_2 = 1\ 000$ Па при расчетном расходе теплоносителя $G_1 = 60$ кг/ч ($0,06$ м³/ч). Необходимо выбрать настройки терморегулятора для увязки данных колец.

Решение.

1. Рассчитываем требуемое сопротивление клапанов терморегуляторов:

$$DP_{RTD1} = DP_A - DP_1 = 15\ 000 - 3\ 000 = 12\ 000 \text{ Па (0,12 бар)}$$

$$DP_{RTD2} = DP_A - DP_2 = 15\ 000 - 1\ 000 = 14\ 000 \text{ Па (0,14 бар)}$$

2. Определяем необходимую пропускную способность клапанов по формуле (4):

$$K_{v1} = \frac{0,03}{0,12} = 0,09 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$K_{v2} = \frac{0,06}{0,14} = 0,16 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3. По таблице находим индексы настройки клапанов терморегуляторов RTD-N-15:

$$N_1 = 3;$$

$$N_2 = 4.$$

Настройки также могут быть найдены из номограмм каталога «Радиаторные терморегуляторы» по значениям расчетного расхода и требуемой потере давления в клапане без расчета K_v .

При выборе настройки следует принимать ближайшее большее значение. Допускается принимать среднюю величину между целыми значениями настроек, например, 3,5, 5,5 и др. Не рекомендуется принимать индексы настройки клапанов RTD-N менее трех из-за опасности их засорения. При гарантированной чистоте теплоносителя можно применять любые значения настроек.

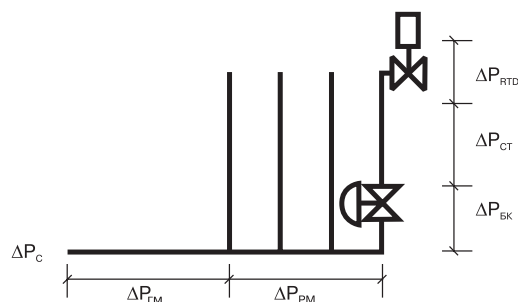


Рис. 8. Схема распределения потери давления в элементах двухтрубной системы отопления:

Потеря давления: P_c - общие в системе отопления; $P_{ГМ}$ - в головной магистрали; $P_{РМ}$ - в разводящей магистрали; $P_{БК}$ - в балансировочном клапане; $P_{СТ}$ - в трубопроводах стояка; $P_{РТД}$ - в клапане терморегулятора

Главное, что требуется выполнить в начале гидравлического расчета двухтрубной системы отопления, — это задаться перепадом давлений на отдельных ее элементах (клапанах терморегуляторов, балансировочных клапанах, трубопроводах) и определить требуемый напор для всей системы на основе нижеследующих положений (рис. 8).

1. Для обеспечения гидравлической устойчивости системы отопления потеря давления в клапане терморегулятора должна быть не менее 1,5 и лежать в диапазоне от 10 000 до 25 000 Па, т.е.:

$$10\ 000 (DP_{РТД} 1,5 \cdot DP_e \text{ или } DP_{РТД} 1,5 \cdot H \cdot DP_{e1M}) 25\ 000, \quad (8)$$

где DP_e — естественное (гравитационное) давление, возникающее в самом высоком отопительном приборе системы отопления при расчетных параметрах теплоносителя, Па;

H — высота расположения самого верхнего отопительного прибора над нижними разводящими трубопроводами системы, м;

DP_{e1M} — естественное давление при высоте расположения прибора равной 1 м в Па, которое может быть принято по табл. 2.

Нижняя граница $DP_{РТД} = 10\ 000$ Па обеспечивает минимальный уровень гидравлической устойчивости системы отопления и работу терморегулятора в оптимальном режиме, верхняя граница $DP_{РТД} = 25\ 000$ Па гарантирует бесшумную работу клапана терморегулятора при возможном увеличении гравитационного давления в системе отопления от среднего значения, учитываемого при расчете, до максимально возможной величины.

В исключительных случаях нижний предел потери давления в клапане терморегулятора может быть уменьшен до 7 000 Па. При невозможности обеспечить указанное требование следует изменить расчетные параметры теплоносителя в системе отопления, увеличив тем самым его расход.

Значения DP_{e1M} при различных параметрах теплоносителя Таблица 2

$t_1 - t_0$	95-70	90-70	85-70	85-65	85-60	80-70	80-65	80-60
$DP_{e1M}, \text{ Па}$	159	122	90	117	143	59	86	112

Если в системе отопления стояки разной высоты, то рекомендуется принимать одинаковую потерю давления во всех клапанах терморегуляторов системы на уровне, который диктует наиболее высоко расположенный отопительный прибор.

При проектировании систем отопления с поквартирной разводкой, где на вводе в каждую квартиру предусмотрен автоматический балансировочный клапан, вне зависимости от высотности здания настройку клапана и потерю давления в клапанах терморегуляторов следует принимать в размере 10 000 Па.

2. Рекомендуется потерю давления в межэтажных участках стояка DP_{CT} высотой в h м приближать к величине $0,5 \cdot p \cdot DP_{ем}$ и при этом условии выбрать их диаметр.

3. Минимальная расчетная потеря давления в балансировочных клапанах равна:

- для комплекта ручных клапанов MSV-I/MSV-M – $DP_{РБК} = 3\ 000$ Па;

- для комплекта автоматических ручных клапанов ASV-P (PV)/ASV-M – $DP_{АБК} = 13\ 000$ Па (см. Каталог балансировочных клапанов. – М.: ЗАО «Данфосс», 2004).

4. Соотношение потери давления в разводящей магистрали и стояке (по требованию СНиП):

5. Гидравлическое сопротивление головной магистрали системы – $DP_{ГМ}$, Па:

$$\frac{DP_{PM}}{DP_{RTD} + DP_{CT} + DP_{БК}} = \frac{0,3}{0,7} \quad (9)$$

$$DP_{ГМ} = (100 - 50) \cdot L, \quad (10)$$

где L – суммарная длина подающего и обратного трубопроводов, м.

Ориентировочный располагаемый напор для вертикальной системы отопления с радиаторными терморегуляторами без учета потери давления в головной магистрали (до первого стояка) приведен в табл. 3.

Если на стояках двухтрубной системы отопления предусмотрены равно настроенные автоматические балансировочные клапаны, а при выборе диаметров стояка соблюдено вышеизложенное требование пункта 2, то настройки клапанов терморегуляторов типа RTD-N будут одинаковыми для всех отопительных приборов с одинаковыми нагрузками.

Калибр балансировочных клапанов принимается, как правило, по диаметру стояков и ветвей, на которых они устанавливаются. При этом для автоматических балансировочных клапанов типа ASV-P (PV, PV Plus) должно соблюдаться условие, чтобы расчет-

Ориентировочный располагаемый напор для двухтрубной системы отопления с терморегуляторами и автоматическими балансировочными клапанами Таблица 3

DP_{RTD} , Па	10 000	15 000	20 000	25 000
$(DP_C - DP_{ГМ})$, Па	35 000	43 000	50 000	58 000

ный расход теплоносителя через клапан не превышал предельных значений. При тепловом расчете двухтрубных систем отопления следует обязательно учитывать остывание теплоносителя по мере его продвижения по стояку, которое может составлять в 20–25-этажных зданиях 10–15 °С.

Для обеспечения четкой настройки автоматических устройств в процессе монтажно-наладочных работ в проектной документации должны быть указаны:

- индексы их настройки – для клапанов RTD-N, VHS и RTD-K;
- число оборотов штока либо требуемая пропускная способность K_v в $m^3/ч$, либо расчетный расход теплоносителя через клапан в $m^3/ч$ и требуемая потеря давления в клапане в бар – для ручных балансировочных клапанов MSV-C, MSV-F, USV-I и MSV-I;
- значение перепада давлений, которое этот клапан должен поддерживать на двухтрубном стояке системы отопления – для автоматических балансировочных клапанов ASV-P и ASV-PV (PV Plus).

Расчет однотрубных систем с радиаторными терморегуляторами RTD

Теплогидравлический расчет однотрубных систем водяного отопления с радиаторными терморегуляторами традиционен и зависит только от гидравлического сопротивления этих устройств.

Гидравлические характеристики клапанов терморегуляторов влияют на коэффициент затекания воды в отопительный прибор системы отопления с замыкающими участками, а также определяют гидравлическое сопротивление трубного узла прибора.

Коэффициент затекания a без учета гравитационного давления в малом циркуляционном кольце может быть рассчитан по формулам:

а) через характеристики гидравлического сопротивления:

где $S_{оп} \cdot 10^4$ – суммарная характеристика гидравлического сопротивления подводов, клапана терморегулятора и отопи-

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{(S \cdot 10^4)_{оп}}{(S \cdot 10^4)_{зл}}}} \quad (11)$$

тельного прибора в $Па/(кг/ч)^2$;

$S_{зл} \cdot 10^4$ – то же замыкающего участка в $Па/(кг/ч)^2$.

б) через пропускную способность:

где $K_{воп}$ – суммарная пропускная способность подводов, клапана терморегулятора и отопительного прибора в $m^3/ч$;

$$a = \frac{1}{1 + \frac{K_{взл}}{K_{воп}}} \quad (12)$$

$K_{взл}$ – то же замыкающего участка в $m^3/ч$.

Общая характеристика гидравлического сопротивления узла отопительного прибора $(S \cdot 10^4)_{узл}$ может быть рассчитана с использованием формулы (3), или общая пропускная способность $K_{узл}$ – по формуле (5).

Коэффициент затекания и общая характеристика гидравлического сопротивления узла отопительного прибора практически не зависят от типа отопительного прибора. Поэтому для стандартных сочетаний диаметров подводов к прибору и замыкающего участка значения α и характеристики гидравлического сопротивления всего этажестояка $(S \cdot 10^4)_{\text{эт-ст}}$ при его высоте 3 м приведены в табл. 4.

Для обеспечения гидравлической устойчивости однотрубной системы потеря давления в стояках или горизонтальных ветвях должна составлять не менее 70% располагаемого напора для всей системы без учета потери в общем головном трубопроводе. Кроме того, абсолютное значение потери давления в горизонтальных ветвях (включая балансировочные клапаны) должно быть не менее гравитационного давления, возникающего в самой верхней ветви при расчетных параметрах теплоносителя.

В однотрубных системах отопления балансировочные клапаны принимаются к установке также по диаметру стояка. Для клапанов типа АВ-QM следует проверять, чтобы расчетный расход теплоносителя через стояки, на которых они устанавливаются, лежал в требуемых диапазонах.

При определении располагаемого давления для однотрубной системы отопления с балансировочными клапанами АВ-QM следует иметь в виду, что минимальное гидравлическое сопротивление этих клапанов составляет 16 000 Па.

Ориентировочно располагаемое давление для системы с АВ-QM может быть определено по формуле:

$$DP_{\text{со}} = 25\,000 + 140L + 1,57 \cdot n \cdot (S \cdot 10^4)_{\text{эт-ст}} \cdot (G/100)^2, \quad (13)$$

где $DP_{\text{со}}$ – располагаемое давление для системы, Па;

L – длина трубопроводов головной магистрали, м;

n – число этажестояков;

$(S \cdot 10^4)_{\text{эт-ст}}$ – характеристика гидравлического сопротивления этажестояка, Па/(кг/ч)², принимаемая по таблице 4;

G – расчетный расход теплоносителя через стояк, кг/ч.

В проектной документации в целях обеспечения наладки системы отопления для клапанов АВ-QM следует указывать расчетный расход теплоносителя через стояки и ветви, на которых эти клапаны установлены.

Коэффициент затекания α и характеристика гидравлического сопротивления этажестояка $(S \cdot 10^4)_{\text{эт-ст}}$ высотой 3 м с терморегулятором RTD

Таблица 4

Эскиз этажестояка	Диаметры трубопроводов Ду, мм			Коэффициент α (в числителе) и $(S \cdot 10^4)_{\text{эт-ст}}$ (в знаменателе), Па/(кг/ч) ² в зависимости от длины замыкающего участка h , м			
	стояка	замыкающего участка	подводов и регулирующего клапана	0,08	0,15	0,3	0,5
	15	10	15	—	—	0,28/179	0,3/179,8
		15	15	—	—	0,21/159,6	0,22/156,5
		15	20	0,23/148,8	0,24/147,6	0,25/144,8	0,26/141,2
	20	15	15	—	—	0,21/66,9	0,22/68,5
		15	20	0,23/50,8	0,24/51,3	0,25/52,1	0,26/53,2
	25	15	20	0,23/26,9	0,24/27,8	0,25/29,3	0,26/31,5

Примечание. При высоте этажестояка, отличной от 3 м, $(S \cdot 10^4)_{\text{эт-ст}}$ может быть скорректирована с учетом характеристики гидравлического сопротивления 1 м трубы, взятой из табл. 1.

Данная методика расчета применяется по отношению к радиаторным термостатам всех производителей с учетом их технических характеристик.