

Область применения и рекомендации по подбору регуляторов перепада давления и балансировочных клапанов

М.А.Шапиро, инженер, ЗАО Данфосс

В последнее время как в проектной документации, так и в реальных системах теплоснабжения все чаще встречаются решения, где для обеспечения точности и надежности работы регулирующих клапанов (в том числе радиаторных терморегуляторов) совместно с ними устанавливаются различные виды балансировочных и других клапанов с самыми разнообразными названиями самых разных производителей.

Все эти клапаны можно разбить на две основные группы: ручные и автоматические.

На практике мы часто сталкиваемся с ситуациями, когда два вышеупомянутых типа клапанов не всегда различаются инженерами и, как следствие, клапаны используются не по назначению. В результате это приводит к проблемам при наладке и работе систем теплоснабжения, т.е. цели, для которых применялось оборудование, не достигаются.

Чтобы избежать возникновения этих проблем в будущем, давайте более точно определим области их использования.

1. Ручные клапаны с возможностью точной гидравлической настройки.

Они часто оборудованы широким набором дополнительных функций и устройств, а именно: возможностью полного перекрытия трубопровода (иногда без нарушения настройки); сливом (дренажом) воды из трубопровода; блокировкой гидравлической настройки; двумя ниппелями для подключения диф. манометра.

В их числе можно назвать: клапаны MV-FN, MSV-Q, ASV-I фирмы Данфосс, а также Ballorex, Termix других фирм.

2. Автоматические клапаны (имеется регулирующая диафрагма) с возможностью настройки на заданные параметры (перепад давления или расход воды) и с автоматическим их поддержанием, например, клапаны ASV-P, ASV-PV, ASV-Q, AVP, IVD-IVF, AFP фирмы Данфосс.

Они могут обладать всеми дополнительными функциями ручных клапанов.

Ручные клапаны с возможностью точной гидравлической настройки при-

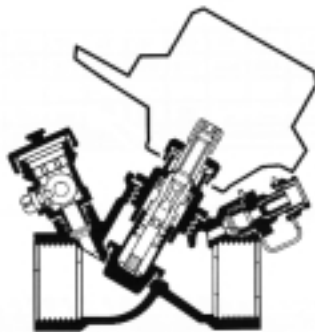
меняются для:

а) настройки на требуемый расход воды, проходящий через контур системы теплоснабжения (увязка ответвлений системы);

б) дросселирования потока воды с целью снижения располагаемого перепада давления после ручного клапана;

в) перенастройки в процессе наладки системы.

Мы рекомендуем их применять в контурах систем теплоснабжения/отопления, где отсутствует или имеется в очень ограниченных пределах возможность изменения расхода воды или располагаемого перепада давления, т.е. там, где нет количественного регулирования.



Например: стояк системы отопления без терморегуляторов; ветви системы теплоснабжения с большим числом ответвлений/стояков, где невозможно одновременное изменение расхода воды через большинство ответвлений.

Пример подбора клапана:

Имеется ответвление системы отопления Ду32, подающее воду к нескольким стоякам. Для гидравлической увязки с другими ответвлениями требуется обеспечить потерю давления на данном клапане, $\Delta P_{\text{клапана}}=500$ мм вод. ст., при этом расчетный расход воды через клапан должен быть $Q_{\text{клапана}}=1000$ л/ч.

Тогда по гидравлическим характеристикам клапана MSV-Q фирмы Данфосс можно определить номер настройки кла-

пана и указать ее на схеме системы, чтобы после монтажа системы наладчики смогли осуществить настройку.

Другой и более точный способ подбора любого клапана - это определить требуемый коэффициент пропускной способности (K_v , м³/ч) и по данным, приведенным в описании клапана, выбрать его настройку и диаметр.

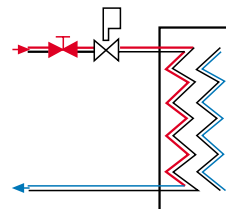
K_v клапана равен отношению расчетного расхода воды ($Q_{\text{клапана}}$, м³/ч) к квадратному корню из располагаемого перепада давления на клапане ($\Delta P_{\text{клапана}}$, атм или бар). Для нашего случая:

$$K_v = \frac{Q, \text{ м}^3/\text{ч}}{\sqrt{\Delta P, \text{ бар}}} = \frac{1,0}{\sqrt{0,05}} = 4,47 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Физический смысл K_v - расход воды через клапан, м³/ч, при перепаде давления на нем 10 м вод. ст. или 1 бар.

А теперь предположим, что Вы хотите использовать подобный ручной клапан в контуре системы отопления или теплоснабжения, где имеется регулирующий клапан.

Пример 1. Имеется контур обвязки calorifера с регулирующим моторным клапаном.



Для обеспечения расчетных условий работы и характеристик моторного клапана требуется снизить на 2000 мм давление перед ним по отношению к имеющемуся располагаемому перепаду давления на вводе. Для этого используется ручной балансировочный клапан, обеспечивающий дополнительную потерю давления $\Delta P_{\text{клапана}}=2000$ мм вод. ст. Расчетный расход теплоносителя $Q_{\text{клапана}}=3000$ л/ч. Тогда пропускная способность данного ручного клапа-

на составит:

$$K_v = \frac{3,0, \text{ м}^3/\text{ч}}{\sqrt{0,2}} = 6,71 \text{ м}^3/\text{ч}$$

или

$$\Delta P = \left(\frac{Q, \text{ м}^3/\text{ч}}{K_v} \right)^2 = \left(\frac{3,0, \text{ м}^3/\text{ч}}{6,71} \right)^2 = 0,20 \text{ бар} = 2 \text{ м вод. ст.}$$

Казалось бы, что все подобрано правильно, но реальная ситуация будет значительно отличаться от расчетной.

Дело в том, что те системы теплоснабжения, в которых установлены регулирующие клапаны или терморегуляторы, являются динамическими системами.

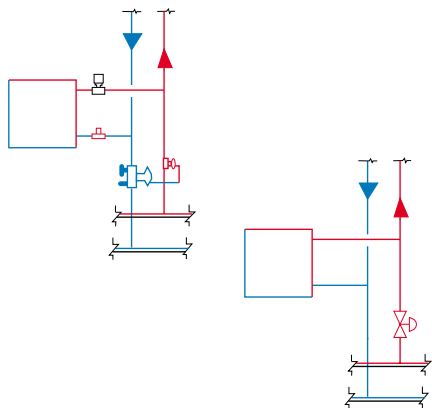
Когда мы рассчитываем системы отопления/теплоснабжения, мы опираемся на экстремальную температуру наружного воздуха и на другие данные, обеспечивающие расчетную теплоотдачу системы при самых неблагоприятных условиях работы, всегда подбирая оборудование с запасом. Даже с учетом качественного графика регулирования, достаточно большую часть времени системы теплоснабжения работают с тепловыми нагрузками, значительно меньшими, чем расчетная, а точнее, с 50-60%-ными нагрузками. В это время регулирующий клапан работает в полуприкрытом положении. Для нашего случая это означает, что расход воды через контур в процессе регулирования снизится, например, с 3000 до 1800 л/ч, и потери давления составят:

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{K_v} \right)^2 = \left(\frac{1,8}{6,71} \right)^2 = 0,072 \text{ бар} = 0,72 \text{ м вод. ст.}$$

Тогда вместо расчетных 2000 мм вод. ст. на практике, потери на ручном балансировочном клапане составят 720 мм вод. ст., т.е. регулирующий клапан будет работать отнюдь не в расчетных условиях, что, может, приведет к функционированию в режиме автоколебаний и к быстрому выходу клапана из строя.

Еще один пример:

Имеется двухтрубная система отопления с терморегуляторами, установленными у отопительных приборов.



Циркуляционный насос, установлен-

ный в системе развивает напор 4 м вод. ст. Во избежание образования шума на терморегуляторах (т.к. в случае, если любой терморегулятор начинает дросселировать на себе более 3 м вод. ст. будет образовываться шум) на стояке устанавливается ручной балансировочный клапан, на котором требуется потерять 1 м вод.ст., т.е. $R_{\text{клапана}}=1000 \text{ мм вод.ст.}$ Расход воды в стояке $Q_{\text{стояка}}=200 \text{ л/ч.}$ Расчетная пропускная способность (K_v) клапана составит:

$$K_v = \frac{0,2}{\sqrt{0,1}} = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Теперь рассмотрим работу ручного балансировочного клапана в динамическом режиме. Назначение терморегуляторов - снижать расход воды через отопительные приборы при повышении температуры внутреннего воздуха выше настроечной. Предположим, что температура в помещениях поднялась либо из-за солнечной радиации, либо за счет теплоотдачи от стояков, не учтенной в расчетах.



Терморегуляторы наполовину прикрыются. Расход воды через стояк снижается на 50% и составляет $Q_{\text{стояка}}=100 \text{ л/ч.}$ Тогда потери давления на ручном балансировочном клапане вместо расчетного 1 м вод. ст. составят:

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{K_v} \right)^2 = \left(\frac{0,1}{0,63} \right)^2 = 0,025 \text{ бар} = 0,25 \text{ м вод. ст.}$$

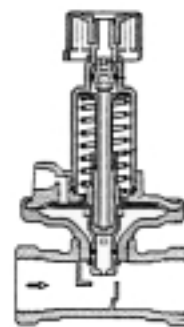
Т.е. вместо расчетной потери давления на ручном балансировочном клапане в 1 м вод. ст. потери составят 0,25 м вод. ст. и при закрытии терморегуляторов в этом случае может образовываться шум, т.к. потери давления на них вырастут на 0,75 м вод. ст.

При снижении расхода воды по отношению к расчетному в 2 раза перепад давления на ручном балансировочном клапане снижается в квадратичной зависимости - в данном случае в 4 раза.

Поэтому в контурах систем теплоснабжения с регулирующими клапанами, а таких случаев большинство, Данфосс рекомендует применять автоматические балансировочные клапаны и регуляторы перепада давления.

Автоматические клапаны.

Некоторые фирмы называют свои клапаны автоматическими, хотя они таковыми не являются. Основным отличием автоматических клапанов является наличие регулирующей мембраны, которую можно увидеть только на сечении клапана.



Регуляторы перепада давления и построенные по их принципу балансировочные клапаны для двухтрубных систем отопления предназначены для:

- поддержания заданного перепада давления в контурах системы отопления, расположенных после регулятора (несмотря на возможные колебания располагаемого перепада давления и расхода воды до регулятора);
- дросселирования потока воды с целью снижения располагаемого перепада давления на остальной части контура после регулятора;
- ограничения требуемого расхода воды (увязка ответвлений системы);
- перенастройки в процессе наладки системы или ее изменения.

В отличие от варианта с ручным клапаном все перечисленные выше цели будут достигаться и в динамических системах отопления/теплоснабжения.

Поэтому мы рекомендуем применять данные клапаны в любых контурах систем теплоснабжения, а особенно в тех, где в процессе работы имеется возможность изменения расхода воды.

Фирма Данфосс может предложить широкий выбор регуляторов перепада давления для установки на магистралях трубопроводов и ответвлениях. Это фланцевые регуляторы типа AFP с диаметрами условного прохода Ду 65, 80, 100, регуляторы типа IVF-IVD с диаметрами от Ду 15 до Ду 50. Оба типа рассчитаны на температуру $T=150^\circ\text{C}$ при давлении $P_u=16 \text{ бар.}$ Имеются исполнения для $P_u=25 \text{ бар.}$ Диапазон настройки перепада давления составляет от 0,05 до 2,5 бар. Кроме того, мы можем предложить облегченный регулятор типа AVP с присоединением на резьбе и $T_{\text{макс}} = 140^\circ\text{C.}$ Все регуляторы могут поставляться в вариантах с ограничением и регулированием расхода воды.

Очень часто в процессе проектирования приходится подбирать регулирующие

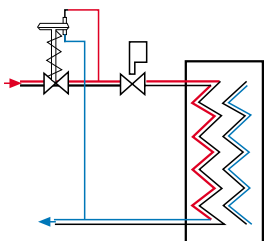


клапаны и другое оборудование для теплового пункта, исходя из неточных данных по перепаду давления на вводе, взятых из условий присоединения здания или ЦТП. А иногда такие данные отсутствуют вообще. В таких случаях во избежание выбора заниженного типоразмера клапана его подбирают с запасом. Расход воды при этом известен из теплового расчета объекта. После выполнения монтажных работ по установке клапана и другого оборудования согласно проекту, выясняется, что реальный перепад давления выше, чем принятый в расчете и, таким образом, установлен завышенный размер клапана. Такая ситуация приводит к тому, что клапан будет работать на нижних границах своих характеристик, постоянно колеблясь в положениях "открыто - закрыто". Кроме плохого регулирования это приведет к быстрому износу электропривода. Если же установлен регулятор перепада давления перед регулирующим клапаном, такая ситуация невозможна. Регулятор будет автоматически поддерживать расчетный перепад давления, дросселируя избыточный перепад на вводе, если таковой имеется. Кроме того регулятор сможет ограничить максимальный расход воды на заданном уровне.

Примеры установки: любой контур системы отопления/теплоснабжения, где имеется количественное регулирование: контур тепловой сети с регулирующим клапаном перед теплообменником; обвязка калорифера приточной вентиляционной установки; участок ввода в квартиру в системе с поквартирной двухтрубной разводкой отопления; двухтрубные стояки с терморегуляторами.

Пример подбора клапана:

Допустим, имеется магистраль/ответвление системы отопления с регулирующим клапаном перед теплообменником.



Располагаемый перепад давления,

приходящий из тепловой сети составляет $P_{располаг}=10$ м вод. ст. На клапане и в теплообменнике теряется $\Delta P_{клапан+тепл}=5$ м вод. ст. На задвижках и в других местных сопротивлениях теряется $\Delta P_{местн}=1$ м вод. ст. Тогда на регуляторе перепада давления мы можем потерять всю разницу между располагаемым перепадом на вводе и потерями давления в системе теплоснабжения $\Delta P_{регул}=\Delta P_{располаг}-\Delta P_{клапан+тепл}-\Delta P_{местн}=10-5-1=4$ м вод. ст. Зная перепад давления на регуляторе и расчетный расход воды, используя гидравлические характеристики, по каталогу можно выбрать диаметр и тип регулятора перепада. Более точный способ - определить пропускную способность (K_v , м³/ч) и по таблице типоразмеров выбрать ближайший больший регулятор. Расход теплоносителя $Q_{клапана}=3000$ л/ч.

$$K_v = \frac{Q, \text{ м}^3/\text{ч}}{\sqrt{\Delta P, \text{ бар}}} = \frac{3,0}{\sqrt{0,4}} = 4,74 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В отличие от ручного клапана, в автоматическом клапане по импульсным трубкам от подающего и обратного трубопроводов передается реальное давление на регулируемую мембрану, и клапан меняет свои характеристики, автоматически поддерживая заданные параметры.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что фирма Данфосс предлагает лучшие конструкции автоматических балансовых клапанов для двухтрубных систем отопления типа ASV-P, ASV-PV.



Они приспособлены для установки на стояки и оборудованы всеми дополнительными функциями ручных клапанов.

Мы можем предложить оптимальные решения для зданий со средней этажностью, где достаточно поддерживать перепад давления в 1 м вод.ст. с клапаном ASV-P на стояке или вводе в квартиру (при поквартирной разводке).

Для высотных зданий мы предлагаем нашу последнюю разработку - клапаны ASV-PV с настраиваемым перепадом давления от 0,5 до 2,5 м вод.ст.

Для остальных случаев, где этого недостаточно, мы предлагаем регуляторы AVP настраиваемым перепадом от 0,2 до 5 м вод.ст.

Все эти клапаны могут поставляться в комбинации с ручными клапанами ASV-I и ASV-M, позволяющими, в дополнение к перепаду давления, поддерживать с высо-

кой точностью расход воды на стояке.

Регуляторы расхода воды и построенные по их принципу балансовые клапаны для однотрубных систем отопления предназначены для:

- а) поддержания (ограничения) заданного расхода воды в контурах системы отопления с целью расчетного распределения воды;
- б) перенастройки в процессе наладки системы или ее изменения.

Перечисленные выше цели будут достигаться как в динамических, так и в статических системах отопления/теплоснабжения.

Как указывалось выше, все регуляторы перепада давления фирмы Данфосс могут быть дополнительно снабжены мембраной, позволяющей поддерживать заданный расход воды в комбинации с регулированием перепада давления.

Кроме того, мы можем предложить облегченный регулятор типа AVQ с присоединением на резьбе, Ду15-32 и $T_{max} = 140^\circ\text{C}$, $P_y=16$ бар.

Наиболее характерным примером применения регуляторов расхода воды может



быть установка балансовых клапанов типа ASV-Q на стояках однотрубных систем отопления. Их можно порекомендовать устанавливать в однотрубных системах как с терморегуляторами, так и без них. Это связано с тем, что в однотрубных системах нет ограничения расхода воды в стояках даже при установке терморегуляторов (RTD-G), т.к. имеются замыкающие участки у каждого отопительного прибора. В двухтрубных системах расход воды в стояке ограничивается с помощью функции точной предварительной настройки терморегуляторов RTD-N фирмы Данфосс, и дополнительно ограничивать расход воды в стояке нет необходимости.

Приглашаем вас посетить стенд Данфосс № 15.10 (пав. Форум) на выставке "Сантехника-Отопление-Кондиционирование-98" (Москва, Выставочный комплекс на Красной Пресне, 8-11 июня 1998г.).

К сожалению, невозможно изложить все наши рекомендации в рамках данной статьи. Приходите к нам в офис или звоните нам. Наши специалисты всегда готовы оказать вам любую помощь в подборе оборудования для регулирования и учета тепла.

Тел. (095) 792-5757,
факс (095) 792-5759