Автоматические комбинированные балансировочные клапаны AB-QM

Назначение и область применения

Рис. 101. Клапан AB-QM – автоматический балансировочный клапан, ограничитель расхода.
Основные области применения: ограничение и стабилизация расхода в системах с постоянными гидравлическими характеристиками, например в однотрубных стояках систем отопления или в системах холодоснабжения установок кондиционирования воздуха.

Рис. 102. При установке на AB-QM электрического или термогидравлического привода к функции автоматического ограничителя расхода добавляется функция регулирующего клапана.
Основные области применения: автоматическое регулирование температуры в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Преимущества применения AB-QM:
- Стабильное регулирование температуры во всем диапазоне изменения расхода.
- Стабилизация перепада давлений на регулирующем клапане, что в свою очередь снижает нагрузку на шток регулирующего клапана и увеличивает срок его службы.
- Клапаны AB-QM имеют плавную настройку на любой заданный расход.
- Клапан способен постоянно поддерживать заданный расход теплоносителя, что гарантирует необходимое распределение тепло- или холодоносителя по всем элементам системы без дополнительных энергозатрат.
- Клапан совмещает в себе две функции: возможность балансировки и регулирования, что позволяет снизить капитальные затраты в два раза.
- Благодаря функции автоматического ограничения расхода снижаются затраты на ввод системы в эксплуатацию.
- Если система полностью не смонтирована, вы можете, используя данные клапаны, запускать ее частями, например поэтажно.

Простота использования клапанов AB-QM:
- Ограничение максимального расхода обеспечивается настройкой клапана на заданный расход.
- Подбор клапана осуществляется исходя из требуемого расхода и диаметра трубопровода.
- Полностью открытый клапан обеспечивает маскимально возможную скорость движения теплоносителя при данном диаметре трубопровода.
- Простота конструкции клапана позволяет быстро и легко устранять его неполадки.
- Не требуется дополнительных расчетов сети при использовании клапана.
- Настройка клапана не требует специальных инструментов и высококвалифицированного персонала.
- Компактный дизайн клапана позволяет размещать его в ограниченном пространстве.

Применение AB-QM в системах с переменным расходом тепло- и холодоносителя

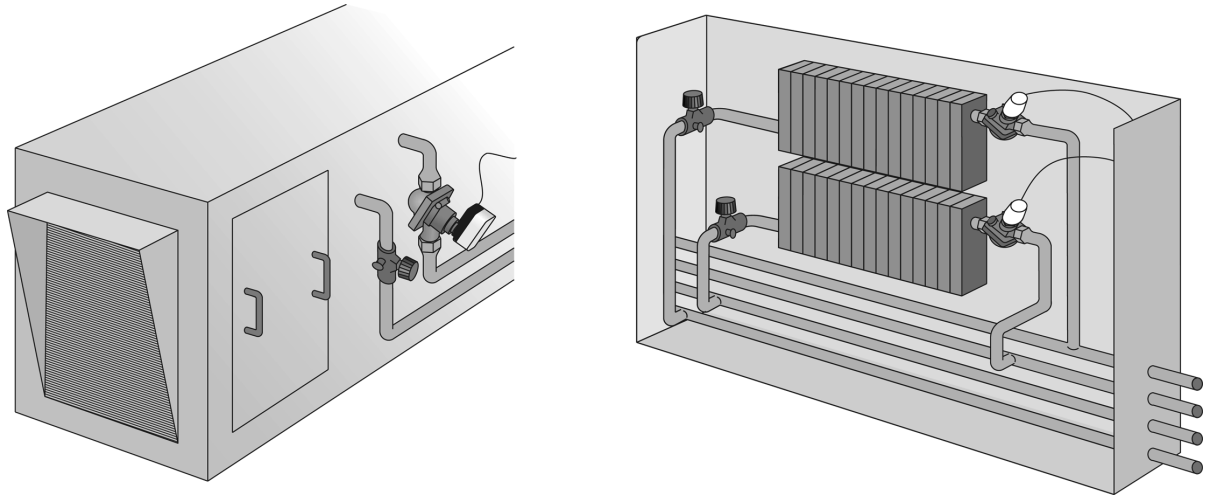


Рис. 103. Пример применения клапанов AB-QM на обвязке центральных кондиционеров и фэнкойлов в системах с переменными гидравлическими характеристиками

AB-QM, оснащенные электроприводом, могут использоваться в качестве регулирующего клапана с ограничением расхода в системах кондиционирования воздуха. Клапаны AB-QM обеспечивают требуемый расход и облегчают гидравлическую балансировку системы. В отличие от других клапанов, благодаря встроенному регулятору перепада давлений, даже частичная загрузка системы не повлияет на качество регулирования температуры. Установив клапаны AB-QM, можно разделить системы на независимые части, работа которых не будет влиять друг на друга.

Установка требуемого расхода очень проста – достаточно настроить клапан на заданный расход поворотом его шкалы. Отпадает необходимость разработки особого метода балансировки всей системы, что позволяет снизить время для ее наладки. Объединение нескольких функций в одном клапане позволяет также сократить количество устройств и время на их монтаж.
При необходимости регулирования температуры клапаны AB-QM могут снабжаться различными электроприводами (двух-, трехпозиционными, с аналоговым управлением).

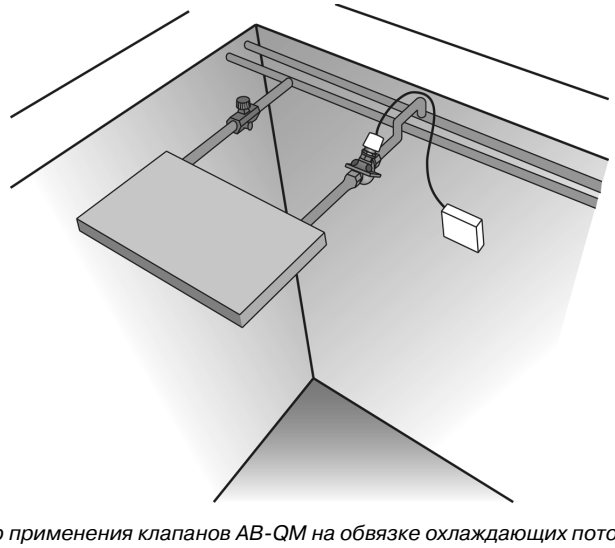


Рис. 104. Пример применения клапанов AB-QM на обвязке охлаждающих потолочных панелей в системах с переменными гидравлическими характеристиками

В системе с охлаждаемым потолком, клапаны AB-QM используются для обеспечения заданного расхода и регулирования температуры. Клапан устанавливается на каждом контуре системы для ограничения максимального расхода, а функция регулирующего клапана используется для регулирования температуры, путем установки на клапан электроприводов различного типа.

Применение AB-QM в системах с постоянным расходом тепло- и холодоносителя

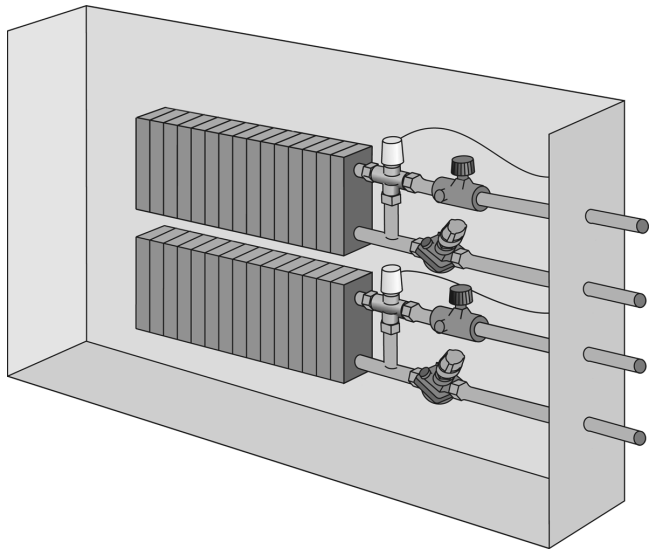


Рис. 105. Пример применения клапанов AB-QM на обвязке фэнкойлов в системах с постоянными гидравлическими характеристиками

В системах кондиционирования воздуха, работающих с постоянным расходом, клапаны AB-QM могут использоваться в качестве автоматических ограничителей расхода. Отсутствует необходимость разработки особого метода балансировки системы.

Расход задается непосредственно на клапане.
При необходимости система может работать с переменным расходом, т.к. клапан AB-QM имеет функцию регулирующего клапана, что позволяет избежать проблем балансировки при частичной загрузке системы.

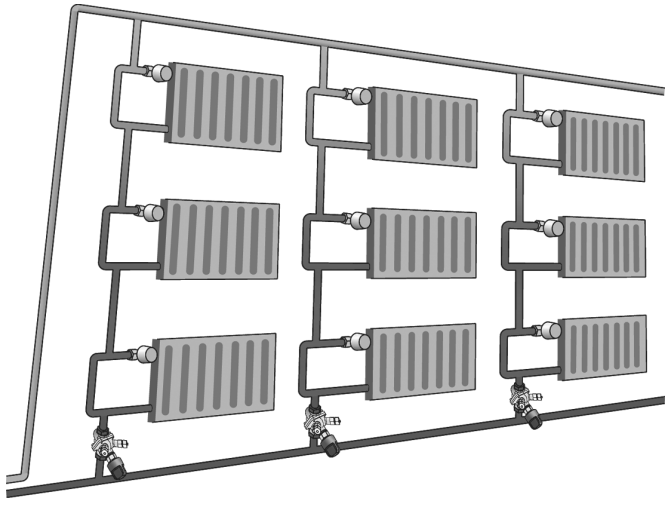


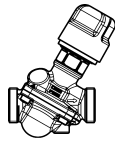
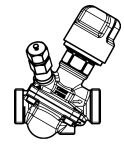
Рис. 106. Пример применения клапанов AB-QM на стояках однотрубной системы отопления

В однотрубной системе отопления клапаны AB-QM устанавливаются на каждом стояке и могут использоваться в качестве автоматического регулятора-ограничителя расхода. Клапаны ограничивают максимальный расход теплоносителя, что позволяет добиться автоматической балансировки всей системы.

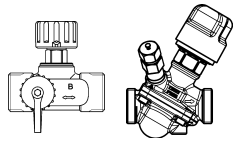
Существуют другие варианты применения клапанов AB-QM. Возможность использования данных клапанов обусловливается необходимостью применения как функции регулирующего клапана, так и функции автоматического ограничителя расхода, например, в небольших тепловых пунктах зданий.

Номенклатура и коды для оформления заказа

AB-QM

AB-QM без измерит. ниппелей	Ду, мм	$G_{макс.}$, л/ч	Наружная резьба по ISO 228/1	Кодовый номер	AB-QM с измерит. ниппелями	Наружная резьба по ISO 228/1	Кодовый номер
	10	275	G ½"	**003Z0201**		G ½"	**003Z0211**
	15	450	G ¾"	**003Z0202**		G ¾"	**003Z0212**
	20	900	G 1"	**003Z0203**		G 1"	**003Z0213**
	25	1700	G 1¼"	**003Z0204**		G 1¼"	**003Z0214**
	32	3200	G 1½"	**003Z0205**		G 1½"	**003Z0215**

Комплект (MSV-M и AB-QM с измерительными ниппелями)

MSV-M с AB-QM	Ду, мм	$G_{макс.}$, л/ч	Наружная резьба по ISO 228/1	Кодовый номер
	10	275	G ½"	**003Z0221***
	15	450	G ¾"	**003Z0222**
	20	900	G 1"	**003Z0223**
	25	1700	G 1¼"	**003Z0224**
	32	3200	G 1½"	**003Z0225**

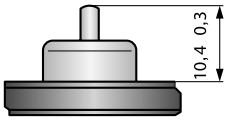
** Включает MSV-M Ду = 15 мм с наружной резьбой G ¾".*

Принадлежности и запасные части

Тип	Ду, мм		Кодовый номер
	к трубопроводу	к клапану	
Металлическая запорная рукоятка	10, 15, 20, 25, 32		**003Z0230**
Резьбовой фитинг, 1 шт.	R ⅜	10	**003Z0231**
	R ½	15	**003Z0232**
	R ¾	20	**003Z0233**
	R 1	25	**003Z0234**
	R 1¼	32	**003Z0235**
Комплект фитингов под приварку, 2 шт.	—	15 (G ¾")	**003N5090**
	—	20 (G 1")	**003N5091**
	—	25 (G 1¼")	**003N5092**
	—	32 (G 1½")	**003N5093**
Комплект фитингов с наруж. резьбой, 2 шт.	R 12 x 1 мм	10	**065Z7016**
	R 15 x 1 мм	15	**065Z7017**
Блокиратор настройки			**003Z0236**
Пластиковая запорно-защитная рукоятка			**003Z0240**

Комбинации клапанов AB-QM с электроприводами

Тип клапана	Ход штока, мм	TWA-Z **	ABNM-Z	AMV(E)-H 01/02
		Рекомендуемые коды для заказа приводов (для уточнения информации необходимо ознакомиться с техническим описаним соответствующего привода)		
		082F1226 N3, 230 В	**082F1094** Термопривод, 24 В (0–10 В)	**082H8001** AMV 01/24 B, 24 с/м, с импульсным управлением
			082F1072 Адаптер для присоединения к AB-QM (M30 x 1,5)	**082H8003** AMV 01/24 B, 24 с/мм, 0-10 В
AB-QM, $Д_у$ = 10–20 мм	2,25	X	X	X
AB-QM, $Д_у$ = 25–32 мм	4,50	*	*	X



Положение штока в полностью закрытом положении

** До 60 % от $G_{макс.}$*

*** Обратите внимание, что только этот тип приводов TWA может быть использован с клапанами AB-QM.*

Технические характеристики

Условный проход, $Д_у$, мм		10	15	20	25	32
Минимальный расход, $G_{мин.}$, л/ч		55	90	180	340	640
Максимальный расход, $G_{макс.}$, л/ч		275	450	900	1700	3200
Перепад давлений, бар		0,16–4,0 (16–400 кПа)			0,2–4,0 (20-400 кПа)	
Условное давление, бар		16				
Относительный диапазон регулирования		1:50				
Характеристика регулирования		Линейная				
Протечка по стандарту IEC 584		Макс. 0,01 % от k_V				
Регулируемая среда		Вода и водные растворы гликоля для закрытых систем тепло- и холодоснабжения				
Диапазон температур регулируемой среды, °C		-10 ... +120				
Ход штока, мм		2,25	2,25	2,25	4,5	4,5
Присоединения	с трубопроводом (наружная резьба)	G ½"	G ¾"	G 1"	G 1¼"	G 1½"
	с электроприводом	M30 x 1,5				
Материал		Корпус клапана и вставки – латунь Мембрана и уплотнения – EPDM Конус, пружина и винты – нержавеющая сталь				

Принцип работы

Клапан AB-QM – регулирующий клапан с функцией установки перепада давлений. Регулятор перепада давлений поддерживает постоянное давление на регулирующем клапане вне зависимости от изменения параметров в системе. Благодаря такой конструкции клапан обеспечивает стабильность регулирования во всем диапазоне загрузок системы.

Ограничение максимального расхода
Если перепад давлений на дросселирующем элементе постоянен и известна его пропускная способность, то расход можно определить по формуле:

$$G = k_V \times \sqrt{\Delta p}$$

Так как клапан ограничивает перепад давлений на регулирующем клапане, поддерживая его постоянным, это приводит к ограничению расхода теплоносителя. Для нормального функционирования необходимо обеспечить перепад давлений на клапане не менее 16 кПа. Ограничивая ход штока регулирующего клапана можно установить максимально допустимый расход теплоносителя.
Так как клапан имеет практически линейную характеристику регулирования, то если уменьшить значение k_V регулирующего клапана в 2 раза, расход теплоносителя также уменьшится в 2 раза. То есть для того, чтобы в 2 раза уменьшить расход, необходимо наполовину закрыть клапан.

Рис. 107. Характеристика регулирования клапана AB-QM.

Принцип работы
(продолжение)

Доля потерь давления на клапане
Доля потерь давления на клапане по отношению к потерям давления в системе определяется как отношение гидравлического сопротивления полностью открытого регулирующего клапана к суммарному сопротивлению системы (клапан, трубы, теплообменник и т.д.):

$$A = \frac{R_{клапана}}{R_{клапана} + R_{системы}}.$$

Обычно доля потерь составляет 0,5 (50 %), что является достаточным для обеспечения необходимого качества регулирования.
Сопротивление системы может изменяться, из-за изменения расхода регулируемой среды. При уменьшении расхода гидравлическое сопротивление системы также уменьшится. В обычном случае клапану необходимо компенсировать это уменьшение путем опускания штока, что повлечет за собой изменение характеристики клапана.
Но благодаря встроенному в AB-QM регулятору перепада давлений, перепад давлений на регулирующем клапане остается постоянным, это позволяет компенсировать вышеуказанное уменьшение расхода. Следовательно можно принять $R_{системы}$ стремящимся к нулю. Таким образом, формула будет иметь вид:

$$A = \frac{R_{клапана}}{R_{клапана}} = 1\,(100\,\%).$$

По результатам расчетов видно, что клапан AB-QM способен обеспечить равенство потерь давлений в системе и на клапане на всем диапазоне регулирования, что повышает надежность системы и избавляет от необходимости дополнительных расчетов. Например, рассмотрим два клапана, установленных в системе кондиционирования воздуха. Первый рядом с насосом (1), а второй (2) – на самом удаленном приборе. При постоянном напоре насоса между точками А и Б перепад давлений на них ($\Delta P_{рк}$) различен. На клапане (1), установленном рядом с насосом, он значительно больше. Регулятор перепада давлений (БК) обеспечивает одинаковые условия работы обоих клапанов (рис. 108а). Во втором режи-ме, когда система работает на 20 % от номинальной мощности, по графикам видно, что с уменьшением расхода перепад давлений в трубопроводах ($\Delta P_{тр}$) уменьшается. Гораздо лучше этот эффект наблюдается в контуре клапана, установленного на самом удаленном при-боре. Регулятор перепада давлений компенсирует разницу располагаемых напоров для клапанов (1) и (2) и обеспечивает эдентичные условия их работы. Если в данном случае применять обычные балансировочные клапаны (рис. 106б), видно, что из-за статичности балансировки, клапан не в состоянии реагировать на изменения параметров системы.
Это приводит к значительному росту перепада давлений на регулирующих клапанах, что в свою очередь серьезно ухудшает их работу.

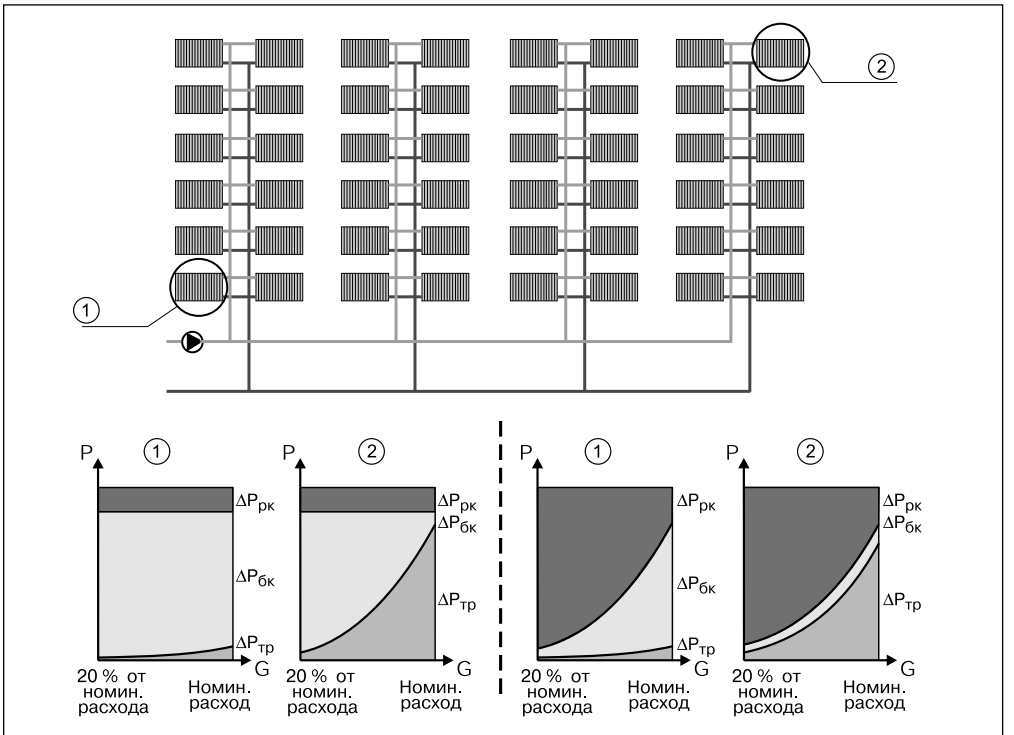


*Рис. 108*а. Перепад давлений в системе в случае применения клапанов AB-QM

*Рис. 108*б. Перепад давлений в системе в случае применения традиционных балансировочных клапанов

Устройство

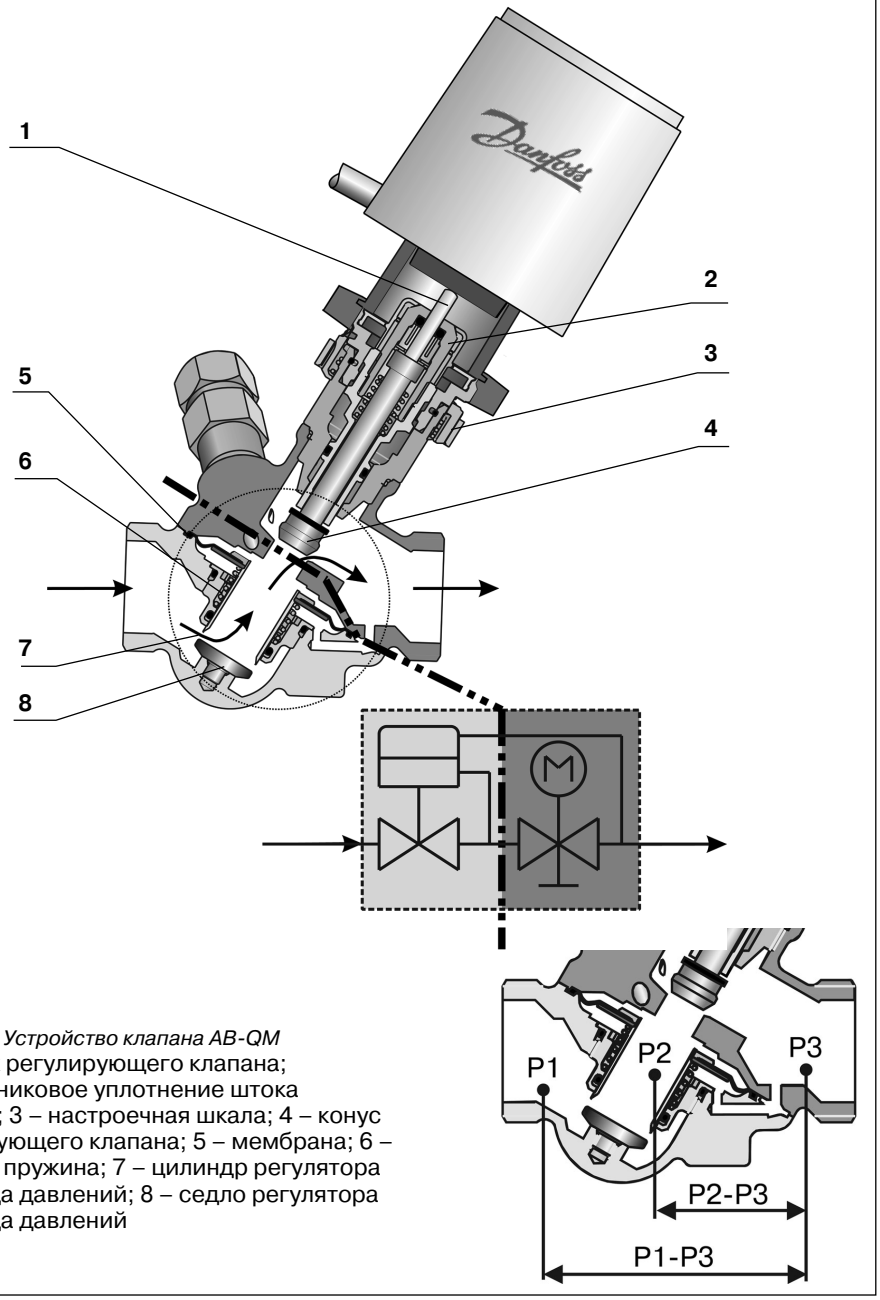


Рис. 109. Устройство клапана AB-QM
1 – шток регулирующего клапана;
2 – сальниковое уплотнение штока клапана; 3 – настроечная шкала; 4 – конус регулирующего клапана; 5 – мембрана; 6 – рабочая пружина; 7 – цилиндр регулятора перепада давлений; 8 – седло регулятора перепада давлений

Клапан AB-QM состоит из двух частей:
- регулятора перепада давлений,
- регулирующего клапана.

1. Регулятор перепада давлений
Для поддержания постоянного перепада давлений на конусе регулирующего клапана (4), разница давлений (P2–P3) передается на мембранный элемент (5) и компенсируется силой сжатия пружины. Всякий раз, когда перепад давлений на конусе регулирующего клапана начинает изменяться, регулирующий цилиндр под воздействием мембраны меняет свое положение, сохраняя перепад давлений на постоянном уровне.

2. Регулирующий клапан
Регулирующий клапан имеет линейную характеристику регулирования. Взаимодействие штока регулирующего клапана и мембранного элемента обеспечивает работу клапана AB-QM в качестве ограничителя расхода. Значения расхода на шкале клапана даны в процентах от максимальной величины, приведенной в таблице на стр. 72, а также указаны на блоке сальника. За счет поддержания постоянного перепада давлений на регулирующем конусе клапана усилие привода для его перемещения будет незначительным. Это позволяет использовать электроприводы с небольшим приводным усилием.

Выбор типоразмера клапана

Пример 1. Фенкойл с переменным расходом холодоносителя

Дано:
Потребность в холоде – 1000 Вт.
Температура холодоносителя, поступающего в фенкойл, – 7 °C.
Температура холодоносителя, выходящего из фенкойла, – 14 °C.

Требуется:
Подобрать клапан AB-QM с приводом для регулирования температуры воздуха.

Решение:
1. Расход холодоносителя в фенкойле:
$G = 0{,}86 \times 1000 / (14 - 7) = 122$ л/ч.

2. По таблице на стр. 4 выбираем клапан AB-QM, $Д_у$ = 10 мм с предельным расходом $G_{макс.}$ = 275 л/ч.
3. Настройка клапана:
$n = G / G_{макс.} \times 100\ \% =$
$= 122 / 275 \times 100 = 44\ \%$.

4. Электропривод для клапана – AMV 01, 24 В.
5. Минимально необходимый перепад давлений на клапане AB-QM, $Д_у$ = 10 мм, должен быть не менее 16 кПа.

Пример 2. Центральная охладительная установка с постоянным расходом холодоносителя

Дано:
Потребность в холоде – 4000 Вт.
Перепад температур холодоносителя в установке $Д_t$ = 6 °C.

Требуется:
Подобрать автоматический ограничитель расхода AB-QM.

Решение:
1. Расход холодоносителя в установке:
$G = 0{,}86 \times 4000 / 6 = 573$ л/ч.

2. По таблице на стр. 4 выбираем клапан AB-QM, $Д_у$ = 20 мм, с предельным расходом $G_{макс.}$ = 900 л/ч.
3. Настройка клапана:
$n = G / G_{макс.} \times 100\ \% =$
$= 573 / 900 \times 100 = 64\ \%$.

4. Минимально необходимый перепад давлений на клапане AB-QM, $Д_у$ = 20 мм, должен быть не менее 16 кПа.

Пример 3. Выбор клапана AB-QM в зависимости от диаметра трубопровода

Дано:
Расход теплоносителя – G = 1400 л/ч.
Диаметр трубопровода – 25 мм.

Требуется:
Подобрать клапан AB-QM и его настройку.

Решение:
1. По таблице на стр. 72 выбираем клапан AB-QM, $Д_у$ = 25 мм, с предельным расходом $G_{макс.}$ = 1700 л/ч.
2. Проверяем скорость теплоносителя в трубе $Д_у$ = 25 мм ($Д_{вн}$ = 27,2 мм). Скорость менее 1 м/с удовлетворяет условию бесшумной работы клапана.
3. Настройка клапана:
$n = G / G_{макс.} \times 100\ \% =$
$= 1400 / 1700 \times 100 = 82\ \%$.
4. Минимально необходимый перепад давлений на клапане AB-QM, $Д_у$ = 25 мм, должен быть не менее 20 кПа.

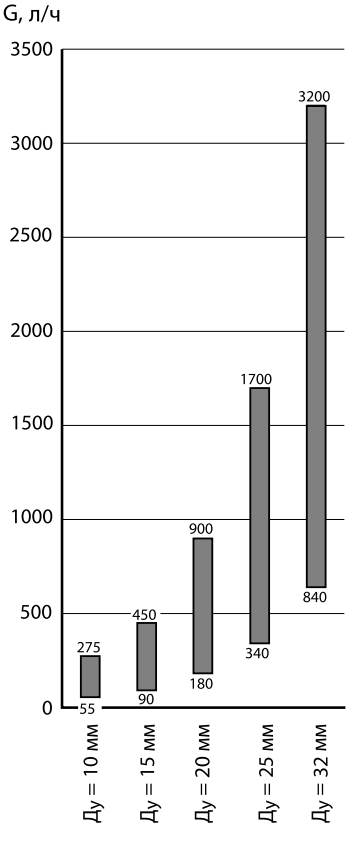


Рис. 110. Диаграмма для выбора диаметра клапанов серии AB-QM

Оптимизация работы насоса

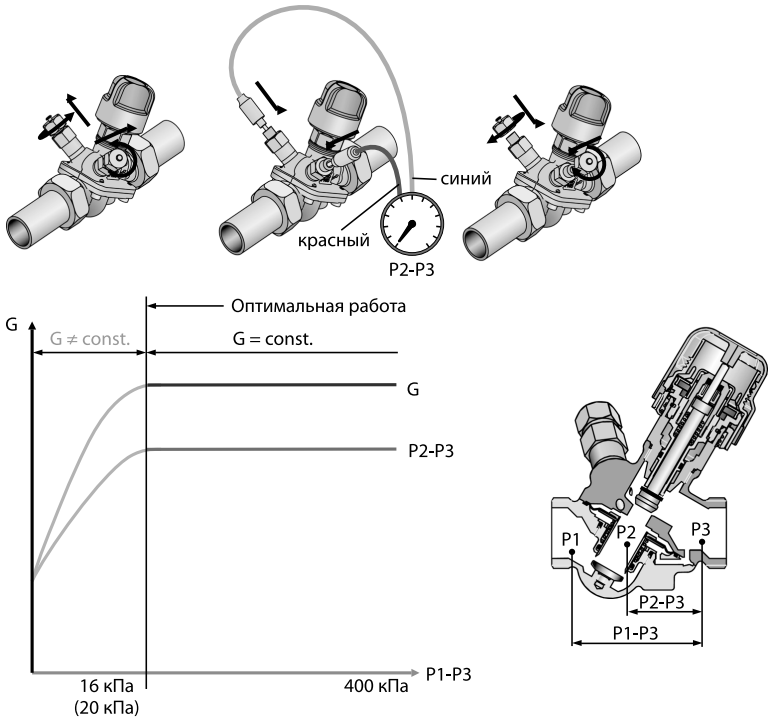


Рис. 111. Принцип оптимизации работы насоса

Установка измерительных ниппелей на клапан AB-QM позволяет измерять перепад давлений на регулирующем клапане (P2-P3). Если перепад давлений превышает 7–14 кПа, это значит, что все условия для нормальной работы регулятора соблюдены и возможно выполнение автоматического ограничения расхода в системе. Измерения следует производить для определения наличия минимально необходимого перепада давлений на клапане, а также для определения расхода регулируемой среды в системе.

Данные, полученные в результате измерений, можно также использовать для оптимизации работы насоса. Напор насоса можно уменьшать до тех пор, пока обеспечивается минимально допустимый перепад давлений (7–14 кПа) на клапане, находящемся в самой отдаленной точке системы (в гидравлическом отношении). В результате измерений и регулировки насоса необходимо добиться отимального сочетания перепада давлений на клапане и напора насоса. Измерение давлений можно производить при помощи прибора компании Danfoss PFM 3000 (см. стр. 93).

Настройка

Установка расчетного расхода легко производится без применения специального инструмента.
Для изменения настроек необходимо:

- снять синий защитный колпачок или установленный привод;
- поднять серое пластиковое кольцо и повернуть его до необходимого значения;
- отпустить серое пластиковое кольцо для блокировки установленной настройки.

Шкала настройки на клапане размечена от 100 % номинального расхода (полностью открытое состояние) до 0 % (закрытое состояние).
Пример. Клапан, $Д_у$ = 15 мм, имеет максимальный расход 450 л/ч при настройке на 100 %.

Для того чтобы получить расход 270 л/ч, необходимо установить настройку:
270 / 450 = 0,6 (60 %).
Компания Danfoss рекомендует использовать настройки расхода от 20 % до 100 %. Заводская настройка – 100 %.

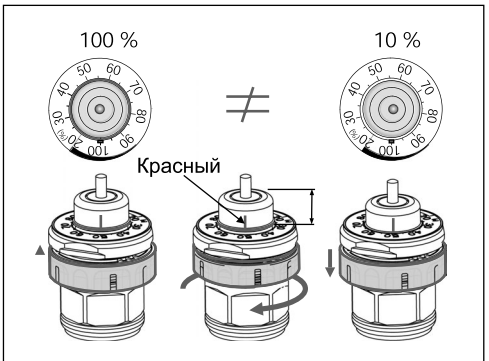


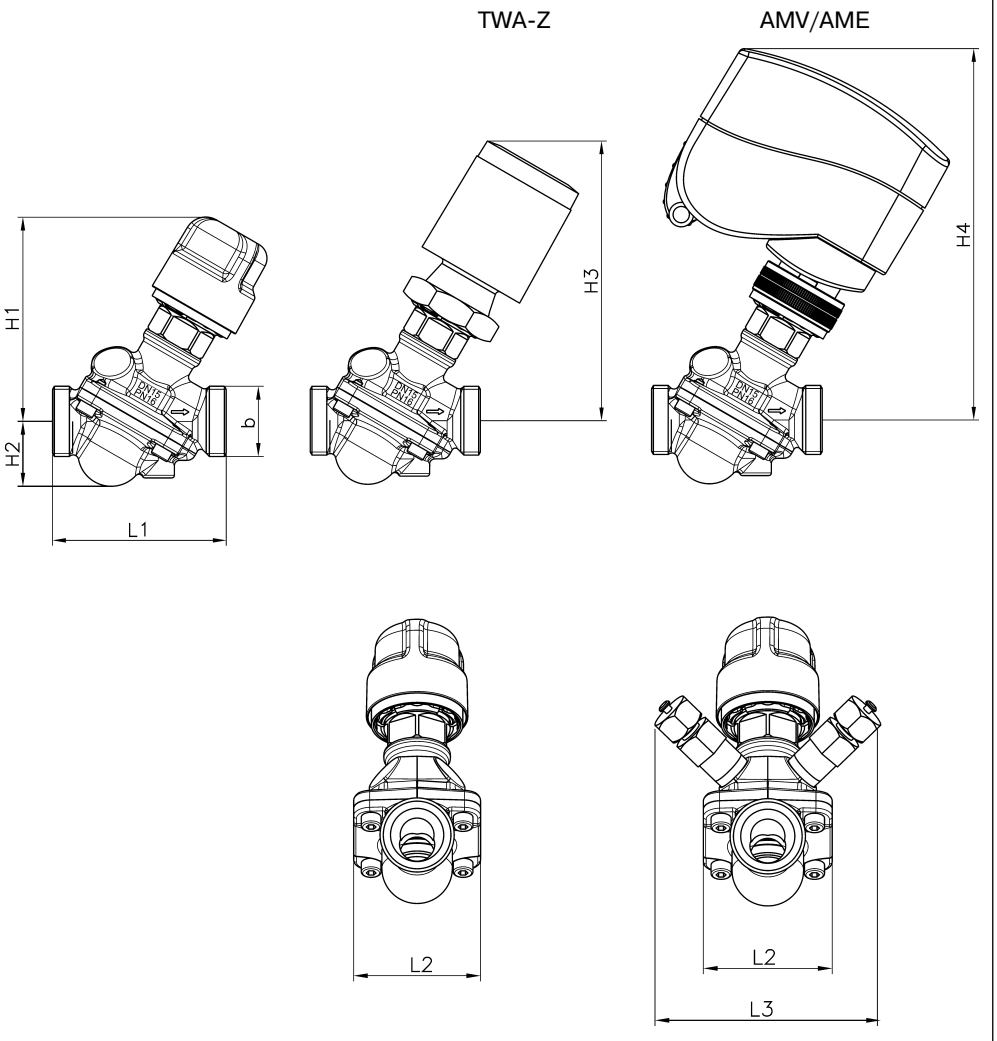
Рис. 112. Пример настройки клапана AB-QM

Обслуживание

При необходимости предусмотрена возможность замены под давлением уплотнения штока. Клапаны оборудованы пластиковой запорно-защитной рукояткой, рассчитанной на давление до 1 бара. Если давление превышает указанное значение, то необходимо использовать металлическую запорную рукоятку (003Z0230) или установить клапан в закрытое положение (0 %).

Для того чтобы исключить возможность изменения установленных настроек, необходимо использовать блокиратор настройки (003Z0236), который вставляется в пазы, расположенные под шкалой настройки. Установка блокиратора сделает невозможным подъем серого пластикового кольца и изменение настроек.

Габаритные и присоединительные размеры



Тип	Размеры, мм							Резьба по ISO 228/1	Вес, кг
	L_1	L_2	L_3	H_1	H_2	H_3	H_4		
AB-QM $Д_у$ = 10 мм	53	36	79	20	73	105	140	G ½"	0,38
AB-QM $Д_у$ = 15 мм	65	45	79	25	75	110	145	G ¾"	0,48
AB-QM $Д_у$ = 20 мм	82	56	79	33	77	115	150	G 1"	0,65
AB-QM $Д_у$ = 25 мм	104	71	79	42	88	130	165	G 1¼"	1,45
AB-QM $Д_у$ = 32 мм	130	90	79	50	102	145	180	G 1½"	2,21

Рис. 113. Размеры клапанов AB-QM