



ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИКА - ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	1
Виды конструкций.....	2
Материальные исполнения.....	3
Номинальное давление.....	3
Коэффициент расхода.....	4
Характеристика расхода.....	4
Внутренняя герметичность.....	6
Виды сальников и сальниковые уплотнения.....	7
Виды присоединений корпуса.....	7
Упрочнение внутренних элементов клапана.....	8
Выбор привода.....	8
Вредные явления во время работы клапанов.....	10

ВВЕДЕНИЕ

В системах промышленной автоматики большое значение имеют устройства, предназначенные для изменения интенсивности потока рабочей среды с соблюдением требуемой характеристики регулировки.

Основными элементами этих устройств являются регуляторы, служащие для изменения сопротивления текущей рабочей среды и приводы (серводвигатели), предназначенные для поставки механической энергии, необходимой для переключения регуляторов.

Из этой группы устройств в производственной программе Завода Автоматики АО „ПОЛЬНА” находятся следующие изделия:

- регулирующие клапаны проходные и угловые,
- регулирующие клапаны трехходовые,
- регулирующая дроссельная заслонка.

По виду привода эти регуляторы производятся в следующих исполнениях:

- с пневматическими мембранными пружинными серводвигателями,
- с электрическими и электрогидравлическими серводвигателями,
- с пневматическими поршневыми серводвигателями,
- с ручными приводами,
- без приводов.

В виду того, что клапаны составляют самую большую группу регуляторов, выражение „клапаны” часто употребляется в тексте вместо более широкого понятия - „регуляторы”.

При выборе клапанов для определённых условий работы следует проанализировать следующие вопросы:

1. вид конструкции клапана,
2. вид материального исполнения,
3. номинальное давление,
4. коэффициент расхода,
5. характеристика расхода,
6. внутренняя плотность,
7. вид сальника и уплотнения,
8. вид присоединения корпуса,
9. упрочнение внутренних частей клапана,
10. выбор привода,
11. вредные явления во время работы клапанов.

1. ВИДЫ КОНСТРУКЦИЙ

Проблема выбора конструкционного решения имеется лишь в случае клапанов.

Клапаны можно классифицировать согласно следующим критериям:

- а) по способу размещения входа и выхода корпуса:
проходные, трехходовые, угловые,
- б) по виду закрывающего элемента:
с плунжером с линейным движением, с вращательным плунжером,
- в) по виду формы закрывающего элемента:
с профильным плунжером, с перфорированным плунжером, с многокаскадным плунжером, клеточные,
- г) по виду разгрузки осевых сил:
неразгруженные, разгруженные,
- д) по обратимости действия:
клапаны с обратимой конструкцией, двухседельные, клапаны с необратимой конструкцией, односедельные.

Проходные клапаны с линейным расположением входа и выхода составляют основную, самую популярную группу клапанов. Трехходовые клапаны применяются в системах, где имеется необходимость смешивания или разделения потока рабочей среды. Угловые клапаны предпочтительны для применения в условиях присутствия явления флешинга (испарения) и высоких снижений давления. Видом угловых клапанов являются клапаны типа „ L ” с параллельными, но не коаксиальными присоединениями.

Клапаны с вращательным плунжером рекомендуются в случае больших потоков и необходимости точного регулирования в начале открытия. Перфорированные элементы (с большим числом отверстий) применяются, главным образом, для снижения уровня шума. Многокаскадные плунжеры ограничивают появление кавитации и дросселируемого потока.

В клеточных клапанах имеется поршневой плунжер, взаимодействующий с перфорированной регулирующей клеткой. Они применяются, главным образом, в случае присутствия большого падения давления.

Разгрузка клапана преследует цель выравнивания статических давлений по обеим сторонам плунжера при помощи разгружающих отверстий или путем применения внутреннего плунжера (пульта).

При выборе способа разгрузки следует учитывать следующие факторы:

- а) плунжер - пульт
 - направление потока - над плунжером (FTC),
 - высокая герметичность закрытия - (Vкл.),
 - наивысшая из возможных регулируемость клапана,
 - ограниченная возможность изготовления многокаскадных плунжеров и установки дроссельных клеток.
- б) разгружающие отверстия в плунжере
 - направление потока - под плунжером (FTO),
 - максимальный класс герметичности закрытия - (IV кл.),
 - прокладка плунжера подвергается износу, следует предусматривать необходимость её замены,
 - возможность изготовления многокаскадных плунжеров и установки дроссельных клеток.

Обратимость действия клапана заключается в возможности переключения его функции (нажатие штока вызывает закрытие или открытие клапана) в результате иного монтажа внутренних частей клапана.

При выборе конструкции клапана следует учитывать следующие факторы:

- герметичность закрытия

Односедельные клапаны обладают большей плотностью закрытия, чем двухседельные.

- разгрузка осевых сил

Двухседельные клапаны требуют меньших сил переключения и позволяют выдерживать более высокое падение давления по сравнению с односедельными с теми же серводвигателями.

- коэффициент расхода

В односедельных клапанах существует большая возможность редукции потока, но зато двухседельные клапаны и клапаны с вращательным плунжером имеют большие коэффициенты расхода, чем односедельные с тем же диаметром клапана.

- номинальное давление

Необратимые клапаны применяются для высших номинальных давлений, чем клапаны с обратимой конструкцией.

- вязкость рабочей среды

В случае густой жидкости с вязкостью $\nu > 10^{-5}$ [м²/с], когда может иметь место ламинарное течение, рекомендуется применение односедельных клапанов.

2. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ

Выбор материального исполнения клапана зависит от материала корпуса.

Основные виды материальных исполнений литых корпусов:

- серый чугун:	EN-GJL 250,	согл. PN-EN 1561
- сфероидальный чугун:	EN-GJS-400-15, EN-GJS-400-18LT,	согл. PN-EN 1563 согл. PN-EN 1563
- литейная углеродистая сталь:	GP240GH, (1.0619), G20Mn5, (1.6220) WCB,	согл. PN-EN 10213-2 согл. PN-EN 10213-3 согл. ASTM A216
- литейная легированная сталь:	G17CrMo9-10, (1.7379), WC9,	согл. PN-EN 10213-2 согл. ASTM A217
- литейная кислотостойкая сталь:	GX5CrNiMo19-11-2, (1.4408), CF8M,	согл. PN-EN 10213-4 согл. ASTM A351

Критерии выбора вида материального исполнения:

- коррозионная стойкость,
- рабочая температура
- номинальное давление
- требования технических спецификаций (AD 2000 Merkblatt, WUDT-UC, ASME Code)

Коррозионная стойкость материала зависит от вида рабочей среды, его температуры, концентрации и т.п. Она должна оцениваться на основании общедоступных таблиц и рекомендаций, либо информации производителя клапанов.

Зависимость давления и рабочей температуры представлена в таблицах каталожных карт изделий. Минимальная рабочая температура для всех материалов составляет -10 °С.

Существует возможность снижения температуры применения до:

- 40°С	для сфероидального чугуна EN-GJS-400-18LT,
- 60°С	для литейной стали GP240GH, (1.0619) и WCB,
- 90°С	для литейной стали G20Mn5, (1.6220),
-196 °С	для литейной стали GX5CrNiMo19-11-2, (1.4408) и CF8M,

при следующих условиях:

- соответствующее снижение проектного давления,
- проверка и получение требуемой ударной вязкости при определённой температуре,
- термическая обработка отливки (отжиг для снятия напряжений).

Требования, определённые в спецификации AD 2000 Merkblatt, Лист A4, не допускают применения серого чугуна для элементов, подвергаемых воздействию давления. Исключением из этого правила могут быть изделия, изготавливаемые в соответствии со ст. 3.3 Директивы по оборудованию, работающему под давлением, согласно технической спецификации WUDT-UC.

3. НОМИНАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Номинальное давление - это безразмерное обозначение максимального рабочего давления в условиях температуры окружения, с символом в начале PN или CL.

Регулирующие клапаны изготавливаются для следующих номинальных давлений:

PN6; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 320; 400	согл. PN-EN 1092-1, DIN2548, DIN2549, DIN2550, DIN2551, PN-H-74306, PN-H-74307
CL150; 300; 600; 900; 1500; 2500	согл. ANSI/ASME B16.5, PN-EN 1759-1
PN20; 50; 110; 150; 260; 420	согл. PN-EN 1759-1, PN-ISO 7005-1

Давления PN20...420 соответствуют давлениям CL 150...2500.

4. КОЭФФИЦИЕНТ РАСХОДА

Коэффициент расхода K_v - это струя с объемом w [$\text{м}^3/\text{ч}$] воды и температурой от 5°C до 40°C , протекающей через клапан при падении давления 1 [бар] для определённого хода клапана.

Коэффициент K_v характеризует минимальное гидравлическое сопротивление клапана.

Знание коэффициента K_v позволяет непосредственно определить номинальный размер клапана DN и диаметр трубопровода, на котором в клапан можно установить.

Для тех же самых номинальных размеров DN можно получить несколько значений K_v в результате применения сокращенных проходов седла клапанов.

Номинальное значение (из каталога) коэффициента расхода обозначается символом K_{vs} . Зависимости между коэффициентом расхода, интенсивностью потока и падением давления для разных состояний скопления и условий расхода можно определить на основании формул на странице 5.

Эти формулы позволяют приблизительно вычислить коэффициент K_v . Они не учитывают влияния вязкости жидкости, изменения густоты протекающей рабочей среды, а также коэффициентов, зависящих от конструкции клапана, явлений на границе изменения состояния рабочей среды, критического расхода и т.п.

Точные зависимости поданы в норме PN-EN 60534-2-1 „Промышленные регулирующие клапаны. Пропускная способность потока. Равнения проставления размеров клапанов для потока жидкостей в условиях инсталляции”.

Рекомендуется пользоваться программой расчетов и выбора клапана DIVENT, доступного для скачивания на сайте

www.polna.com.pl

С целью обеспечения правильной работы системы автоматической регулировки и избегания выбора чрезмерных размеров клапана принятое значение каталожного коэффициента расхода должно быть выше вычисленного.

Предполагается, что максимальное значение вычисленного коэффициента расхода должно быть достигнуто в пределах 70...90% хода плунжера.

5. ХАРАКТЕРИСТИКА РАСХОДА

Характеристика расхода клапана - это зависимость между значением расхода и ходом закрывающего элемента. В зависимости от снижения давления на клапане мы отличаем внутреннюю характеристику и рабочую характеристику.

Внутренняя характеристика определяет зависимость относительного коэффициента расхода „ k_v ” от относительного хода „ h ” при постоянном снижении давления на клапане, где:

$$k_v = \frac{K_v}{K_{v100}} \quad h = \frac{H}{H_{100}}$$

Рабочая характеристика определяет изменение потока в функции хода при переменном снижении давления на клапане в условиях инсталляции.

Клапаны обладают следующими характеристиками расхода:

- линейная - „L”
- равнопроцентная - „P”
- модифицированная - „M”
- быстродействующая - „S”

Характеристика клапана получается посредством соответствующей проектировки величины поверхности расхода рабочей среды между дроссельными элементами клапана в зависимости от хода. Эта функция осуществляется при помощи профильных плунжеров или перфорированных элементов (перфорированные плунжеры, регулирующие клетки):

- линейная характеристика: равным приращениям относительного хода „ h ” отвечают равные приращения относительного коэффициента расхода „ k_v ”.

$$k_v = k_{v0} + m \cdot h$$

где: k_{v0} - минимальный регулируемый относительный коэффициент расхода,

$$k_{v0} = \frac{K_{v0}}{K_{vs}}$$

m - наклон характеристики

Для клапанов АО „ПОЛЬНА”: $K_{v0} = 0,02$; $m = 1$

- равнопроцентная характеристика: равным приращениям относительного хода „h” отвечают равные процентные приращения относительного коэффициента расхода „kv”

$$k_v = k_{v0} \cdot e^{n \cdot h}$$

где: n - наклон характеристики, начерченной в полулогарифмических координатах (h, lg kv).

$$n = \ln \frac{1}{k_{v0}} = \ln 50 = 3,912$$

- модифицированная характеристика:

Это характеристика промежуточная между „L” и „P”, создаваемая для индивидуальных нужд конкретной системы. Чаще всего у нее равнопроцентный характер в начале хода (h = 0...0,3) и линейный - в остальной части хода.

- быстродействующая характеристика:

Используемая для работы в двух положениях „открыто - закрыто”. Обеспечивает получение номинального расхода при меньшем ходе (h=0,6...0,7) и повышение коэффициентов расхода на ок. 20 % по отношению к значению в каталоге при полном ходе.

Выбор между клапаном с равнопроцентной характеристикой и линейной зависит от требуемых изменений интенсивности потока и давления на клапане.

При небольших изменениях интенсивности потока во время работы клапана в пределах до 50% выбор характеристики не имеет существенного влияния на работу системы регулировки. Клапаны для работы при больших изменениях интенсивности потока, с переменным снижением давления и в сомнительных случаях должны иметь равнопроцентную характеристику.

Клапаны с линейной характеристикой рекомендуются для систем, в которых снижение давления на клапане не зависит от интенсивности потока, напр., в случае регулировки уровня жидкости.

Плунжеры с быстродействующей характеристикой предназначены только для работы в двух положениях.

Ограничения относительно применения перфорированных элементов вызваны их склонностью к загрязнению, содержащимся в рабочей среде, что требует тщательного фильтрования.

Вид потока	Жидкость	Газ	Пар
<p>Подкритический</p> $p_2 > \frac{p_1}{2}$ $\Delta p < \frac{p_1}{2}$	$K_v = \frac{Q}{31,6} \sqrt{\frac{\rho_1}{\Delta p}}$	$K_v = \frac{Q_N}{504} \sqrt{\frac{\rho_N \cdot T_1}{\Delta p \cdot p_2}}$ $K_v = \frac{G}{504} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_N \cdot \Delta p \cdot p_2}}$	$K_v = \frac{G}{31,6} \sqrt{\frac{v_2}{\Delta p}}$
<p>Надкритический</p> $p_2 < \frac{p_1}{2}$ $\Delta p > \frac{p_1}{2}$	$K = \frac{G}{31,6} \sqrt{\frac{1}{\rho_1 \cdot \Delta p}}$	$K_v = \frac{Q_N}{252 \cdot p_1} \sqrt{\rho_N \cdot T_1}$ $K_v = \frac{G}{252 \cdot p_1} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_N}}$	$K_v = \frac{G}{31,6} \sqrt{\frac{2v}{p_1}}$

Kv	[м ³ /ч]	- коэффициент расхода (расчётный)
Q	[м ³ /ч]	- объёмная интенсивность потока жидкости
Q _N	[Нм ³ /ч]	- объёмная интенсивность потока газа в нормальных условиях (0°C, 760 мм рт. ст.)
G	[кг/ч]	- интенсивность массы потока
p ₁	[бар(а)]	- абсолютное давление перед клапаном
p ₂	[бар(а)]	- абсолютное давление за клапаном
Δp	[бар]	- падение давления на клапане (имеющееся в распоряжении падение давления)
ρ ₁	[кг/м ³]	- плотность рабочей среды перед клапаном
ρ _N	[кг/м ³]	- плотность рабочей среды в нормальных условиях
T ₁	[К]	- температура рабочей среды перед клапаном
v ₂	[м ³ /кг]	- удельный объём пара для параметров p ₂ и T ₁
v	[м ³ /кг]	- удельный объём пара для параметров (p ₁ /2) и T ₁

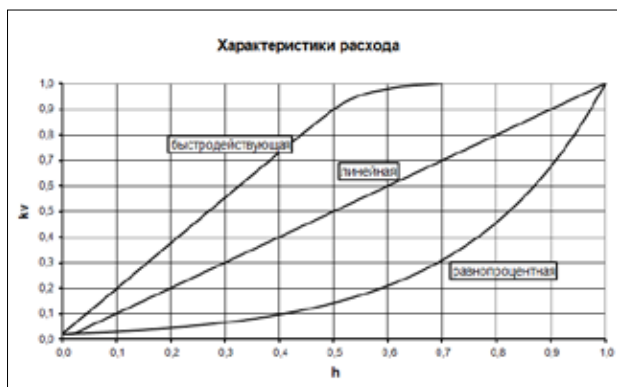


Рис. 1. Характеристики расхода для клапанов

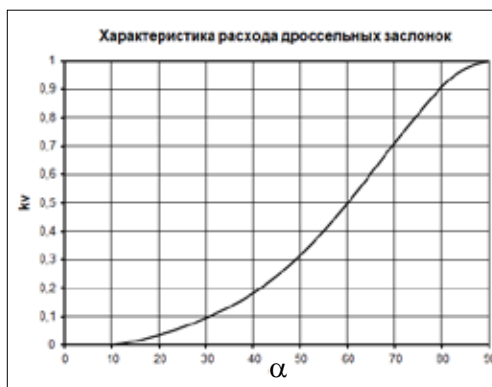


Рис. 2. Характеристика расхода для дроссельных заслонок

Трехходовые клапаны и клапаны с вращательным плунжером обладают линейной характеристикой, а регулирующие дроссельные заслонки – характеристикой, похожей на равнопроцентную в диапазоне углов открытия 0° ...60° (рис. 2).

6. ВНУТРЕННЯЯ ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Максимальная негерметичность закрытия дроссельных элементов клапана („плунжер - седло“) определяется по классам негерметичности согласно PN-EN 60534-4.

Класс негерметичности Допустимая негерметичность

II - $5 \cdot 10^{-3} Kvs$

IV - $10^{-4} Kvs$

V - $3 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta p \cdot D$ [см³/мин.]

Допустимая протечка [пузырёк / мин.]	Диаметр седла D [мм]	Допустимая протечка [пузырёк / мин.]	Диаметр седла D [мм]
1	25	6	80
2	40	11	100
3	50	27	150
4	65	45	200

Проверка внутренней герметичности проводится в рамках испытаний при приёмке изделия при помощи воздуха с давлением 3...4 [бар] для клапанов в классах II, IV, IV и водой с рабочим давлением, указанным в заказе, для клапанов класса V.

Клапаны класса VI имеют седла (односедельные клапаны) или плунжеры (двухседельные клапаны), оснащенные уплотнительным кольцом, изготовленным из ПТФЭ, упрочненного стекловолокном.

В виду ограниченной прочности уплотняющего материала падение давления на клапане не может превышать 35 бар.

Клапаны V класса требуют точной и трудоёмкой подгонки закрывающих элементов клапана и большей имеющейся в распоряжении силы привода.

Вторым критерием приемки является норма PN-EN 12266-1 „Промышленная арматура. Испытания арматуры 1 ч. Испытания давлением, испытательные процедуры и критерии приемки. Обязательные требования.“

Рабочей средой для испытаний могут быть:

- Воздух (для давления 6 бар),
- Вода (для давлений $1,1 \cdot \Delta p_{\text{макс}}$).

Допустимая протечка [мм³/с] может быть рассчитана для соответствующего класса на основании формул, представленных ниже:

Рабочая среда	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс E	Класс F	Класс G
Вода	0	$0,01 \cdot D$	$0,03 \cdot D$	$0,1 \cdot D$	$0,3 \cdot D$	$1,0 \cdot D$	$2,0 \cdot D$
Воздух	0	$0,3 \cdot D$	$3,0 \cdot D$	$30 \cdot D$	$300 \cdot D$	$3000 \cdot D$	$6000 \cdot D$

где: $\Delta p_{\text{макс}}$ [бар] - максимальное рабочее падение давления

D [мм] - диаметр седла

7. ВИДЫ САЛЬНИКОВ И САЛЬНИКОВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ

Сальник является элементом, работающим под давлением, предназначенным для размещения и уплотнения элемента (стержень, вал), передающего движение от привода на закрывающий механизм.

Сальник может быть интегральной частью корпуса или отдельным элементом.

Регулирующие клапаны изготавливаются со следующими видами сальников:

- стандартный
- удлиненный
- сильфонный

Основным критерием для выбора сальников является температура рабочей среды. Удлиненные сальники применяются как для высоких, так и для низких температур. Примером удлиненных сальников являются сальники для криогеники (температура до - 196°C).

Сильфонные сальники обеспечивают полную внешнюю герметичность и применяются, главным образом, в случае агрессивной или вредной для окружающей рабочей среды.

Стандартные сильфонные сальники могут применяться для давления 35 бар. Применение для более высокого давления требует употребления многослойных сильфонов.

Клапаны с исполнением из чугуна изготавливаются только со стандартным сальником. Регулирующие клапаны DN150...250, PN160...CL2500 могут быть изготовлены с самоуплотнительными сальниками.

Вид уплотнения штока в сальнике зависит от температуры и вида рабочей среды. Для большинства случаев применяется уплотнение из колец ПТФЭ с графитом.

Уплотнение из чистого графита рекомендуется для пара и работы при высоких температурах. Эти уплотнения не требуют смазки, но зато нуждаются в регулировке во время эксплуатации в результате расслабления и износа.

К уплотнениям, не требующим обслуживания, относятся уплотнения типа ПТФЭ-V и TA-Luft. Уплотнения ПТФЭ-V выполнены из колец в форме „V” из материала ПТФЭ, с прижимом при помощи спиральной пружины.

Уплотнение TA-Luft представляет собой двойной набор уплотнительных колец, нагруженных пакетом дисковых пружин и в диапазоне герметичности отвечает требованиям правил TA-Luft: 2002, п. 5.2.6.4 и VDI 2440: 2000.

8. ВИДЫ ПРИСОЕДИНЕНИЙ КОРПУСА

Присоединения корпуса предназначены для подсоединения клапана к трубопроводу и должны обеспечивать герметичность, устойчивость к воздействию давления, устойчивость к колебаниям и деформациям трубопровода.

Клапаны изготавливаются со следующими присоединениями:

- фланцевые,
- бесфланцевые,
- для сварки.

Фланцевые присоединения изготавливаются в соответствии с европейскими (PN-EN 1092-1, PN-EN 1092-2, PN-EN 1759-1, DIN 2548, DIN 2549, DIN 2550, DIN 2551, PN-ISO 7005-1, PN-H-74306, PN-H-74307) и американскими нормами (ANSI/ASME B16.5).

С учетом вида уплотняющей поверхности фланцы могут быть выполнены:

- с опорной поверхностью тип B1, B2, B, RF
- с пазом тип D, D1, GF, DL
- с впуском тип F, F1, FF
- с пазом для колец типа J, RTJ

Клапаны с вращательным плунжером и дроссельные заслонки имеют бесфланцевые присоединения типа Sandwich. Крепление корпуса осуществляется между противofланцами трубопровода при помощи резьбовых соединений.

Клапаны с присоединениями для сварки предназначены для стыковой сварки тип BW либо сварки с муфтой тип SW.

Поданные в каталожных картах размеры труб и длина корпуса относятся к исполнению присоединений из отливки корпуса. Ограничение применения меньших размеров труб вызваны минимальным диаметром внутренней трубы, возможной для изготовления из отливки (D1 мин). В этом случае к окончанию корпуса следует приварить редуцированный патрубок. Это вызовет увеличение длины конструкции клапана на 100 мм (DN15...50), 150 мм (DN80, 100), 200 мм (DN150) и 300 мм (DN200, 250) - в случае патрубков с обеих сторон клапана.

9. УПРОЧНЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ЭЛЕМЕНТОВ КЛАПАНА

В стандартном исполнении внутренние элементы клапана: плунжеры, седла, штоки, клетки, ведущие втулки выполнены из высоколегированной аустенитной стали X6CrNiMoTi 17-12-2 (1.4571) в соответствии с PN-EN 10088-1.

С целью увеличения механической и химической устойчивости к воздействию рабочей среды применяются следующие методы упрочнения внутренних элементов: стеллитирование, азотирование, термическая обработка, защитные покрытия.

Посредством стеллитирования укрепляются поверхности на глубину ок. 1 мм, до уровня твёрдости ок. 40 HRC. Стеллитированию могут подлежать уплотняющие фазы плунжера и седла, либо дополнительно поверхности контура плунжера, отверстия седла и ведущих втулок, трущиеся поверхности штока.

Плунжеры с диаметром меньшим, чем 10 мм, могут быть изготовлены из полного стеллита.

Азотирование (CrN) заключается в поверхностном упрочнении элементов на глубину ок. 0,1 мм, до уровня твёрдости ок. 900 HV в результате плазменных или диффузионных процессов. Рекомендуется к применению для трущихся поверхностей и поверхностей, подверженных воздействию эрозии.

Термическая обработка применяется для получения высокой прочности и износостойчивости. В зависимости от вида материала можно получить твёрдость до 45 HRC (1.4057) или 55 HRC (1.4125).

Композиционные защитные покрытия (BELZONA) применяются на внутренних поверхностях корпуса с целью защиты от эрозии (флешинг, абразивная рабочая среда и т.п.) - максимальная температура применения: +200°C.

Упрочнение внутренних элементов клапана рекомендуется в следующих случаях:

- эрозионная рабочая среда,
- мокрый газ или насыщенный пар,
- сухой, чистый газ:
($\Delta p > 25$ бар (для DN100), $\Delta p > 12$ бар (DN > 100)),
- дросселируемый поток,
- начальная кавитация: (жидкость $\Delta p > 10$ бар, темп. > 315°C).

Противопоказания в сфере стеллитирования:

- вода из котла, очищаемая при помощи гидразина,
- перфорированные элементы.

10. ВЫБОР ПРИВОДА

Клапаны и дроссельные заслонки могут быть оснащены пневматическим мембранно-пружинным серводвигателем, пневматическим поршневым серводвигателем, электрическим серводвигателем, электрогидравлическим серводвигателем, ручным приводом или поставляются без привода.

Устройства без привода могут использоваться потребителем для взаимодействия с другими видами серводвигателей, такими как пневматический мембранный - беспружинный, пневматический поршневой, кривошипный и другие, при условии адаптирования этих приводов под соединения с сальником и штоком клапана.

Устройства с ручным приводом применяются, главным образом, в случае регулировки двух положений.

При выборе пневматического мембранно-пружинного серводвигателя следует определить:

- тип серводвигателя,
- величину серводвигателя,
- диапазон пружин,
- давление питания,
- ход,
- требования относительно оснащения.

Выбор типа пневматического серводвигателя (прямого действия или обратного) зависит от способа

действия устройства при исчезновении управляющего сигнала. О том, должен ли клапан быть открытым или закрытым в случае исчезновения управляющего сигнала, решают технологические требования автоматизируемого объекта.

Величина серводвигателя, диапазон пружин и давление питания должны быть подобраны из таблиц в каталожных картах в зависимости от требуемой имеющейся в распоряжении силы серводвигателя.

Имеющаяся в распоряжении сила серводвигателя не должна быть ниже силы F_s , вычисленной по формуле:

$$F_s = 0,785 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta p \cdot D^2 + F_d$$

где: F_s [кН] - имеющаяся в распоряжении сила
 Δp [бар] - падение давления на закрытом клапане
 D [мм] - диаметр седла
 F_d [кН] - доуплотняющая сила

Значения D и F_d следует принимать из каталожных карт, а Δp - из заказа.

Имеющаяся в распоряжении сила серводвигателей тип „P” - F_{SP} [кН] зависит от активной поверхности серводвигателя A [см²], давления питания p_z [кПа] и конечного предела пружин p_2 [кПа].

$$F_{SP} = 10^{-4} \cdot A \cdot (p_z - p_2)$$

Имеющаяся в распоряжении сила серводвигателей тип „R” - F_{SR} [кН] зависит от активной поверхности серводвигателя A [см²] и начального предела диапазона пружин p_1 [кПа].

$$F_{SR} = 10^{-4} \cdot A \cdot p_1$$

Рассчитанные таким образом имеющиеся в распоряжении силы F_{SP} и F_{SR} не учитывают сил трения подвижных элементов штока серводвигателя и клапана, а также допуска исполнения пружин и должны приниматься с 20% запасом с целью учета этих факторов.

Расчеты относятся к односедельным клапанам типа Z; Z1A и Z1B в закрытом состоянии.

В каталожных картах представлены допустимые снижения давления для разных пневматических серводвигателей разных классов внутренней герметичности клапана.

Эти значения относятся к односедельным клапанам, неразгруженным, с наплывом рабочей среды под плунжером (FTO).

При наплыве над плунжером (FTC) допустимое снижение давления может быть больше, однако, такая система вызывает удар плунжера о седло при закрывании и нарушение регулировки, поэтому она применяется, главным образом, для работы в двух положениях при серводвигателе с пружинами с повышенной жёсткостью.

Для клапанов с разгруженным плунжером принимается имеющаяся в распоряжении силу привода F_s как минимум равной значению силы прижима для V класса негерметичности закрытия.

Для двухседельных клапанов невозможно табличное описание допустимых перепадов давлений в виду появления динамических сил, зависящих, в том числе, и от действительных условий потока (давление, вид рабочей среды, тип плунжера, вид действия клапана).

В том случае, когда необходимо знать и учитывать силы, воздействующие на шток двухседельных клапанов, следует обратиться к производителю, представив ему все данные, связанные с условиями работы клапана.

В состав оснащения пневматического серводвигателя могут входить следующие устройства:

- ручной привод верхний или боковой,
- позиционер пневматический, электропневматический, с аналоговым или цифровым сигналом (интеллектуальный позиционер),
- редуктор давления с фильтром,
- трехходовой электромагнитный клапан,
- датчик положения,
- концевые выключатели,
- запорный блок (lock-up valve),
- вспомогательное устройство (volume booster),
- клапан быстрого выпуска.

Ручные приводы применяются в случае исчезновения управляющего сигнала, а также для ограничения хода

клапана.

Применение позиционеров рекомендуется в следующих случаях:

- в системах с требуемой большой точностью регулировки,
- при больших снижениях давления на клапане,
- при высоких рабочих давлениях,
- при клапанах с номинальным размером DN>100 мм,
- при расстояниях между клапаном и регулятором > 50 м,
- при трехходовых клапанах,
- в системе, где требуется высокая степень быстродействия,
- при вязкой рабочей среде или с загрязнениями, осаждающимися на седле,
- при рабочей среде с температурой выше 250° С или ниже -20° С,
- когда диапазон пружины не соответствует диапазону выходного сигнала регулятора.

Предназначение оснащения:

- редуктор давления с фильтром предназначен для ограничения давления питания до величины, соответствующей требованиям и очищению питающего воздуха.
- электромагнитный клапан позволяет дистанционно включать и выключать цепь управления.
- датчик положения предназначен для преобразования перемещения штока в унифицированный пневматический сигнал (напр., 20...100 кПа) или электрический (напр., 4...20 мА).
- концевые выключатели предназначены для сигнализации установленных положений штока серводвигателя.
- запорный блок предназначен для блокировки движения штока в настоящем положении при исчезновении управляющего сигнала.
- вспомогательное устройство применяется для ускорения времени перенастройки серводвигателя.
- клапан быстрого выпуска позволяет сократить время опорожнения камеры серводвигателя.

11. ВРЕДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ КЛАПАНОВ

Вредные явления во время работы клапанов – такие, как шум, кавитация, дросселируемый поток, флешинг представлены в разработке „Вредные явления во время работы клапанов”.