



WYROBY AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ - INFORMACJE TECHNICZNE

SPIS TREŚCI

	Str.
Wstęp	1
Odmiany konstrukcyjne	2
Wykonania materiałowe	3
Ciśnienie nominalne	3
Współczynnik przepływu	3
Charakterystyka przepływu	4
Szczelność wewnętrzna	5
Rodzaje dławnic i uszczelnienia dławnicowe	6
Rodzaje przyłączy korpusu	6
Utwardzanie części wewnętrznych zaworu	7
Dobór napędu	7
Zjawiska szkodliwe w pracy zaworów	8

WSTĘP

W układach automatyki przemysłowej duże znaczenie mają urządzenia służące do zmiany natężenia przepływu medium z zachowaniem wymaganej charakterystyki regulacji.

Zasadniczymi członami tych urządzeń są nastawniki mające na celu zmianę oporu dla przepływającego czynnika oraz napędy (siłowniki) służące do dostarczenia energii mechanicznej niezbędnej do przestawienia nastawników.

Z tej grupy urządzeń w programie produkcyjnym Zakładów Automatyki POLNA S.A. znajdują się następujące wyroby:

- zawory regulacyjne przelotowe i kątowe,
- zawory regulacyjne trójdrogowe,
- przepustnice regulacyjne.

Ze względu na rodzaj napędu nastawniki te produkowane są w następujących wykonaniach:

- z siłownikami pneumatycznymi membranowymi sprężynowymi,
- z siłownikami elektrycznymi i elektrohydraulicznymi,
- z siłownikami pneumatycznymi tłokowymi,
- z napędami ręcznymi,
- bez napędów.

Ze względu na to, że zawory stanowią największą grupę nastawników, pojęcia „zawory” często używa się w tekście często zamiast szerszego pojęcia - „nastawniki”.

Przy doborze zaworów do określonych warunków pracy należy dokonać analizy następujących zagadnień:

1. odmiana konstrukcyjna zaworu,
2. wykonanie materiałowe,
3. ciśnienie nominalne,
4. współczynnik przepływu,
5. charakterystyka przepływu,
6. szczelność wewnętrzna,
7. rodzaj dławnicy i uszczelnienia,
8. rodzaj przyłączy korpusu,
9. utwardzanie części wewnętrznych zaworu,
10. dobór napędu,
11. zjawiska szkodliwe w pracy zaworów.

37-700 Przemyśl, ul. Obozowa 23
tel. 016 678 66 01, fax 016 678 65 24
marketing@polna.com.pl, www.polna.com.pl

1. ODMIANY KONSTRUKCYJNE

Zawory regulacyjne najczęściej stosowane są do takich przypadków, w których występują duże wymagania w zakresie ciśnień nominalnych i spadków ciśnienia, dokładności regulacji i różnorodności charakterystyk oraz szczelności zamknięcia.

Przepustnice regulacyjne zalecane są dla dużych średnic rurociągów, przy niskich ciśnieniach i małej dokładności regulacji. Produkowane są przepustnice szczelne z różnymi rodzajami wykładzin, w zależności od właściwości przepływającego medium.

Problem wyboru rozwiązania konstrukcyjnego ma miejsce jedynie w przypadku zaworów.

Zawory można podzielić według następujących kryteriów:

- a) ze względu na rozmieszczenie wlotu i wylotu korpusu:
przelotowe, trójdrogowe, kątowe,
- b) ze względu na rodzaj elementu zamykającego:
z grzybem o ruchu liniowym, z grzybem obrotowym,
- c) ze względu na kształt elementu zamykającego:
z grzybem profilowym, z grzybem perforowanym, z grzybem wielostopniowym, klatkowe,
- d) ze względu na odciążenie od sił poosiowych:
nieodciążone, odciążone,
- e) ze względu na odwracalność działania:
zawory o konstrukcji odwracalnej, dwugniazdowe, zawory o konstrukcji nieodwracalnej, jednogniazdowe.

Zawory przelotowe o liniowym usytuowaniu wlotu i wylotu stanowią podstawową, najbardziej powszechną grupę zaworów. Zawory trójdrogowe stosowane są w instalacjach gdzie zachodzi potrzeba mieszania lub rozdzielania przepływu medium. Zawory kątowe preferowane są do zastosowań w warunkach występowania flashingu (odparowania) i wysokich spadków ciśnienia.

Zawory z grzybem obrotowym zalecane są w przypadkach dużych przepływów i potrzeby dokładnej regulacji na początku otwarcia. Elementy perforowane (wielootworowe) stosowane są głównie w celu obniżenia poziomu hałasu. Grzyby wielostopniowe ograniczają występowanie kawitacji i przepływu dławionego.

W zaworach klatkowych występuje grzyb tłoczkowy współpracujący z wielootworową klatką regulacyjną. Stosowane są głównie w warunkach występowania dużych spadków ciśnienia.

Odciążenie zaworu ma na celu wyrównanie ciśnień statycznych po obu stronach grzyba. za pomocą otworów odciążających lub przy zastosowaniu grzyba wewnętrznego (pilota).

Przy wyborze sposobu odciążania należy brać pod uwagę następujące czynniki:

- a) grzyb - pilot
 - kierunek przepływu - nad grzyb (FTC),
 - wysoka szczelność zamknięcia - (VKl.),
 - możliwa wyższa regulacyjność zaworu,
 - brak możliwości wykonywania grzybów dwustopniowych i instalowania klatek dławiących.
- b) otwory odciążające w grzybie
 - kierunek przepływu - pod grzyb (FTO),
 - maksymalna klasa szczelności zamknięcia - (IV kl.),
 - uszczelka grzyba ulega zużyciu, należy przewidywać konieczność jej wymiany,
 - możliwość wykonywania grzybów dwustopniowych i instalowania klatek dławiących.

Odwracalność działania zaworu polega na możliwości zmiany jego funkcji (czy naciskanie trzpienia powoduje zamykanie czy otwieranie zaworu) w wyniku innego montażu części wewnętrznych zaworu.

Przy wyborze konstrukcji zaworu należy uwzględnić następujące czynniki:

- szczelność zamknięcia

Zawory jednogniazdowe mają większą szczelność zamknięcia niż dwugniazdowe.

- odciążenie od sił poosiowych

Zawory dwugniazdowe wymagają mniejszych sił przestawiających i pozwalają na przenoszenie wyższych spadków ciśnienia w porównaniu z jednogniazdowymi przy tych samych siłownikach.

- współczynnik przepływu

Istnieje większa możliwość redukcji przepływu w zaworach jednogniazdowych, a z kolei zawory dwugniazdowe mają większe współczynniki przepływu niż jednogniazdowe przy tej samej średnicy zaworu.

- ciśnienie nominalne

Zawory nieodwracalne stosowane są do wyższych ciśnień nominalnych niż zawory o konstrukcji odwracalnej.

- lepkość medium

Przy cieczach gęstych o lepkości $\nu > 10^{-5}$ [m²/s], kiedy może występować przepływ laminarny, zaleca się stosowanie zaworów jednogniazdowych .

2. WYKONANIA MATERIAŁOWE

O rodzaju wykonania materiałowego zaworu decyduje materiał korpusu.

Podstawowe wykonania materiałowe:

- żeliwo szare:	EN-GJL 250,	wg PN-EN 1561
- żeliwo sferoidalne:	EN-GJS-400-15,	wg PN-EN 1563
	EN-GJS-400-18LT,	wg PN-EN 1563
- staliwo węglowe:	GP240GH, (1.0619),	wg PN-EN 10213-2
	WCB,	wg ASTM A216
- staliwo stopowe:	G17CrMo9-10, (1.7379),	wg PN-EN 10213-2
	WC9,	wg ASTM A217
- staliwo kwasoodporne:	GX5CrNiMo19-11-2, (1.4408),	wg PN-EN 10213-4
	CF8M,	wg ASTM A351

Kryteria doboru wykonania materiałowego:

- odporność na korozję,
- temperatura pracy
- ciśnienie nominalne
- wymagania specyfikacji technicznych (AD 2000 Merkblatt, WUDT-UC, ASME Code)

Odporność materiału na korozję zależy od rodzaju czynnika, jego temperatury, stężenia itp. Powinna być oceniana na podstawie ogólnodostępnych tablic i zaleceń lub informacji producenta zaworów.

Zależność ciśnienia i temperatury roboczej podają tablice w kartach katalogowych wyrobów.

Minimalna temperatura pracy dla wszystkich materiałów wynosi -10°C .

Istnieje możliwość obniżenia temperatury stosowania do:

- 40°C	dla żeliw sferoidalnych,
- 60°C	dla staliw węglowych
- 196°C	dla staliw kwasoodpornych na następujących warunkach:

- odpowiednie obniżenie ciśnienia projektowego,
- badanie i uzyskanie wymaganej udarności w temperaturze pracy,
- obróbka cieplna odlewu (wyżarzanie odprężające).

Wymagania określone w specyfikacji AD 2000 Merkblatt, Arkusz A4 nie dopuszczają stosowania żeliwa szarego na elementy ciśnieniowe. Wyjątkiem od tej zasady mogą być wyroby wykonywane wg art. 3.3 dyrektywy ciśnieniowej zgodnie ze specyfikacją techniczną WUDT-UC.

3. CIŚNIENIE NOMINALNE

Ciśnienie nominalne jest to bezwymiarowe oznaczenie maksymalnego ciśnienia roboczego w warunkach temperatury otoczenia poprzedzone znakiem PN lub CL.

Zawory regulacyjne wykonywane są w następujących ciśnieniach nominalnych:

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

Ciśnienia PN20...420 są odpowiednikami ciśnień CL 150...2500.

4. WSPÓŁCZYNNIK PRZEPLYWU

Współczynnik przepływu K_v jest to strumień objętości w $[\text{m}^3/\text{h}]$ wody o temperaturze od 5°C do 40°C płynącej przez zawór przy spadku ciśnienia 1 [bar] dla określonego skoku zaworu.

Współczynnik K_v charakteryzuje minimalny opór hydrauliczny zaworu. Znajomość współczynnika K_v pozwala bezpośrednio określić wymiar nominalny zaworu DN oraz średnicę przewodu rurowego, do którego zawór można zamontować.

Dla tych samych wymiarów nominalnych DN można uzyskać kilka wartości K_v w wyniku zastosowania zredukowanych przelotów gniazd zaworów. Wartość nominalna (katalogowa) współczynnika przepływu oznaczana jest symbolem K_{vs} .

Zależności między współczynnikiem przepływu, natężeniem przepływu i spadkiem ciśnienia dla różnych stanów skupienia i warunków przepływu można określić z wzorów na stronie 5.

Wzory te pozwalają na przybliżone obliczenie współczynnika K_v . Nie uwzględniają one wpływu lepkości cieczy, zmiany gęstości przepływającego czynnika, współczynników zależnych od konstrukcji zaworu, zjawisk na granicy zmiany stanu medium, przepływu krytycznego itp. Dokładne zależności podaje norma PN-EN 60534-2-1 „Przemysłowe zawory regulacyjne. Wydajność przepływowa. Równania wymiarowania zaworów do przepływu płynów w warunkach instalacji”.

Zaleca się korzystanie z programu obliczeń i doboru zaworu DIVENT dostępnego do pobrania na stronie

www.polna.com.pl

Dla zapewnienia poprawnej pracy układu automatycznej regulacji i uniknięcia przewymiarowania zaworu przyjęta wartość katalogowego współczynnika przepływu powinna być wyższa od obliczonej. Zakłada się, że maksymalna wartość obliczonego współczynnika przepływu powinna być osiągana w zakresie 90...70% skoku grzyba.

5. CHARAKTERYSTYKA PRZEPLYWU

Charakterystyka przepływu zaworu jest to zależność między wartością przepływu, a skokiem elementu zamykającego. W zależności od spadku ciśnienia na zaworze rozróżniamy charakterystykę wewnętrzną i charakterystykę roboczą.

Charakterystyka wewnętrzna określa zależność względnego współczynnika przepływu „ k_v ” od względnego skoku „ h ” przy stałym spadku ciśnienia na zaworze, gdzie:

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

Charakterystyka robocza określa zmianę przepływu w funkcji skoku przy zmiennym spadku ciśnienia na zaworze w warunkach instalacyjnych.

Zawory posiadają następujące charakterystyki przepływu:

- liniowa - „L”
- stałoprocentowa - „P”
- modyfikowana - „M”
- szybkootwierająca - „S”

Charakterystykę zaworu uzyskuje się przez odpowiednie zaprojektowanie wielkości powierzchni przepływu czynnika między elementami dławiącymi zaworu w zależności od skoku. Funkcję tę realizuje się za pomocą grzybów profilowych lub elementów wielootworowych (grzyby perforowane, klatki regulacyjne):

- charakterystyka liniowa: równym przyrostom względnego skoku „ h ” odpowiadają równe przyrosty względnego współczynnika przepływu „ k_v ”.

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

gdzie: k_{v0} - minimalny regulowalny względny współczynnik przepływu,

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

m - nachylenie charakterystyki

Dla zaworów POLNEJ: $k_{v0} = 0,02$; $m = 1$

- charakterystyka stałoprocentowa: równym przyrostom względnego skoku „ h ” odpowiadają równe przyrosty procentowe względnego współczynnika przepływu „ k_v ”

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

gdzie: n - nachylenie charakterystyki wykreślonej we współrzędnych półlogarytmicznych (h , $\lg k_v$).

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

- charakterystyka modyfikowana: jest charakterystyką pośrednią między „L” i „P” tworzoną pod indywidualne potrzeby konkretnej instalacji. Najczęściej ma ona charakter stałoprocentowy na początku skoku ($h=0...0,3$) i liniowy na pozostałej części skoku.

- charakterystyka szybkootwierająca: używana do pracy dwupołożeniowej „otwórz – zamknij”. Zapewnia uzyskanie nominalnego przepływu przy mniejszym skoku ($h=0,6...0,7$) oraz zwiększenie współczynników przepływu o ok. 20 % w stosunku do wartości katalogowej przy pełnym skoku.

Wybór między zaworem o charakterystyce stałoprocentowej, a liniowej zależy od wymaganych zmian natężenia przepływu i ciśnienia na zaworze.

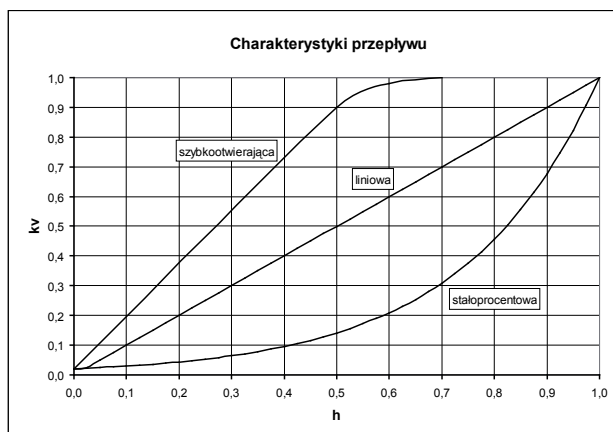
Przy małych zmianach natężenia przepływu w trakcie pracy zaworu w granicach do 50% wybór charakterystyki nie ma istotnego wpływu na pracę układu regulacji. Zawory do pracy przy dużych zmianach natężenia przepływu, o zmiennym spadku ciśnienia oraz w przypadkach wątpliwych powinny mieć charakterystykę stałoprocentową.

Zawory o charakterystyce liniowej zalecane są do układów, w których spadek ciśnienia na zaworze jest niezależny od natężenia przepływu np. do regulacji poziomu cieczy.

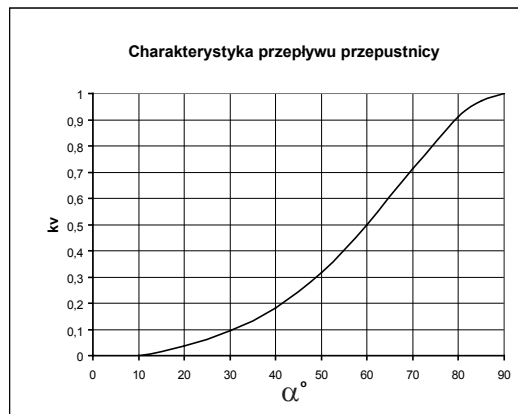
Grzyby z charakterystyką szybkootwierającą przeznaczone są wyłącznie do pracy dwupołożeniowej. Ograniczenia w stosowaniu elementów wielootworowych wynikają z ich podatności na zanieczyszczenia znajdujące się w mediach stąd potrzeba starannego ich filtrowania.

Rodzaj przepływu	Ciecz	Gaz	Para
Podkrytyczny $p_2 > \frac{p_1}{2}$ $\Delta p < \frac{p_1}{2}$	$K_v = \frac{Q}{31,6} \sqrt{\frac{\rho_1}{\Delta p}}$	$K_v = \frac{Q_N}{504} \sqrt{\frac{\rho_N \cdot T_1}{\Delta p \cdot p_2}}$ $K_v = \frac{G}{504} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_N \cdot \Delta p \cdot p_2}}$	$K_v = \frac{G}{31,6} \sqrt{\frac{v_2}{\Delta p}}$
Nadkrytyczny $p_2 < \frac{p_1}{2}$ $\Delta p > \frac{p_1}{2}$	$K = \frac{G}{31,6} \sqrt{\frac{1}{\rho_1 \cdot \Delta p}}$	$K_v = \frac{Q_N}{252 \cdot \rho_1} \sqrt{\rho_N \cdot T_1}$ $K_v = \frac{G}{252 \cdot \rho_1} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_N}}$	$K_v = \frac{G}{31,6} \sqrt{\frac{2v}{\rho_1}}$

- K_v [m³/h] - współczynnik przepływu (obliczeniowy)
 Q [m³/h] - objętościowe natężenie przepływu cieczy
 Q_N [Nm³/h] - objętościowe natężenie przepływu gazu w warunkach normalnych (0°C, 760 mm Hg)
 G [kg/h] - masowe natężenie przepływu
 p_1 [bar(a)] - ciśnienie absolutne przed zaworem
 p_2 [bar(a)] - ciśnienie absolutne za zaworem
 Δp [bar] - spadek ciśnienia na zaworze (dyspozycyjny spadek ciśnienia)
 ρ_1 [kg/m³] - gęstość czynnika przed zaworem
 ρ_N [kg/m³] - gęstość czynnika w warunkach normalnych
 T_1 [K] - temperatura czynnika przed zaworem
 v_2 [m³/kg] - objętość właściwa pary dla parametrów p_2 i T_1
 v [m³/kg] - objętość właściwa pary dla parametrów $(p_1/2)$ i T_1



Rys 1. Charakterystyki przepływu dla zaworów



Rys 2. Charakterystyka przepływu dla przepustnic

Zawory trójdrogowe i zawory z grzybem obrotowym posiadają charakterystykę liniową zaś przepustnice regulacyjne charakterystykę zbliżoną do stałoprocentowej w zakresie kątów otwarcia 0° ...60° (rys.2).

6. SZCZELNOŚĆ WEWNĘTRZNA

Maksymalną nieszczelność zamknięcia elementów dławiących zaworu („grzyb – gniazdo”) określa się w klasach nieszczelności wg PN-EN 60534-4.

Klasa nieszczelności	Dopuszczalna nieszczelność
II	- $5 \cdot 10^{-3} Kvs$
IV	- $10^{-4} Kvs$

V	-	$3 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta p \cdot D$ [cm ³ /min]	
VI	-	1 [pęcherzyk/min]	do D = 25
		2	40
		3	50
		4	65
		6	80
		11	100
		27	150
		45	200

gdzie: Δp [bar] - roboczy spadek ciśnienia
D [mm] - średnica gniazda

Sprawdzenie szczelności wewnętrznej przeprowadza się w ramach badań odbiorczych wyrobu powietrzem o ciśnieniu 3...4 [bar] dla zaworów w klasach II, IV, VI oraz wodą o ciśnieniu roboczym wynikającym z zamówienia, dla zaworów w klasie V.

Zawory w klasie VI mają gniazda (zawory jednogniazdowe) lub grzyby (zawory dwugniazdowe) wyposażone w pierścień uszczelniający wykonany z PTFE wzmocnionego włóknem szklanym. Ze względu na wytrzymałość tworzywa uszczelniającego spadek ciśnienia na zaworze nie może przekroczyć 35 bar.

Zawory w klasie V wymagają dokładnego i pracochłonnego dopasowywania elementów zamykających zaworu oraz większej siły dyspozycyjnej napędu.

7. RODZAJE DŁAWNIC I USZCZELNIENIA DŁAWNICOWE

Dławnica jest elementem ciśnieniowym służącym do pomieszczenia i uszczelnienia elementu (trzcienie, wał) przekazującego ruch z napędu na organ zamykający.

Dławnica może być integralną częścią korpusu lub być oddzielona od niego.

Zawory regulacyjne wykonywane są z następującymi rodzajami dławnic:

- standardowa
- wydłużona
- mieszkowa

Podstawowym kryterium doboru dławnic jest temperatura czynnika. Dławnice wydłużone stosowane są zarówno do wysokich jak i do niskich temperatur. Odmianą dławnic wydłużonych są dławnice dla kriogeniki (temperatury do - 196°C).

Dławnice mieszkowe zapewniają całkowitą szczelność zewnętrzną i stosowane są głównie do mediów agresywnych dla otoczenia. Ograniczenie stosowania wynika z dopuszczalnego ciśnienia roboczego 35 bar.

Zawory w wykonaniu materiałowym żeliwnym wykonywane są tylko z dławnicą standardową. Zawory regulacyjne DN150...250, PN160...CL2500 mogą być wykonywane z dławnicami samouszczelniającymi. Rodzaj uszczelnienia trzcienia w dławnicy zależy od temperatury i rodzaju medium. Dla większości przypadków stosowane jest uszczelnienie z pierścieni PTFE z grafitem. Uszczelnienie z czystego grafitu zalecane jest dla pary i pracy w wysokich temperaturach. Uszczelnienia te nie wymagają smarowania, wymagają natomiast regulacji w czasie eksploatacji w wyniku relaksacji i zużycia.

Do uszczelnień bezobsługowych należą uszczelnienia typu PTFE-V i TA Luft. Uszczelnienia PTFE-V wykonane są z pierścieni w kształcie „V” z materiału PTFE, z dociskiem za pomocą sprężyny spiralnej.

Uszczelnienie TA Luft stanowi podwójny zestaw pierścieni uszczelniających obciążony pakietem sprężyn talerzowych i w zakresie szczelności spełniają wymagania przepisów TA Luft: 2002, p. 5.2.6.4 oraz VDI 2440: 2000.

8. RODZAJE PRZYŁĄCZY KORPUSU

Przyłącza korpusu służą do połączenia zaworu z rurociągiem i powinny zapewnić szczelność, wytrzymałość na ciśnienie, odporność na drgania i odkształcenia rurociągu.

Zawory wykonywane są z następującymi przyłączami:

- kołnierzowe,
- bezkołnierzowe,
- do spawania.

Przyłącza kołnierzowe wykonywane są według norm europejskich (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) i amerykańskich (ANSI/ASME B16.5).

Ze względu na rodzaj powierzchni uszczelniającej kołnierze mogą być wykonywane:

- z przyłączy typ B1, B2, B, RF

- z rowkiem typ D, D1, GF, DL
- z wpustem typ F, F1, FF
- z rowkiem do pierścieni typ J, RTJ

Zawory z grzybem obrotowym i przepustnice mają przyłącza bezkołnierzone typu Sandwich. Mocowanie korpusu następuje między przeciwkołnierzami rurociągu za pomocą połączeń śrubowych.

Zawory z przyłączami do spawania przystosowane są do spawania doczołowego typ BW lub spawania kielichowego typ SW. Podane w kartach katalogowych wymiary rur i długości korpusu dotyczą wykonania przyłączy z odlewu korpusu. Ograniczenie stosowania mniejszych wymiarów rur wynika z minimalnej średnicy wewnętrznej rury możliwej do uzyskania z odlewu (D1min). W tym przypadku do końcówki korpusu należy przyspawać króciec redukcyjny. Spowoduje to zwiększenie długości budowy zaworu o 100 mm (DN15...50), 150 mm (DN80, 100), 200 mm (DN150) i 300 mm (DN200, 250) - w przypadku króćców z obu stron zaworu.

9. UTWARDZANIE CZĘŚCI WEWNĘTRZNYCH ZAWORU

W standardowym wykonaniu części wewnętrzne zaworu: grzyby, gniazda, trzpienie, klatki, tulejki prowadzące wykonane są z wysokostopowej stali austenitycznej X6CrNiMoTi 17-12-2 (1.4571) wg PN-EN 10088-1.

W celu zwiększenia mechanicznej i chemicznej odporności na oddziaływanie medium stosuje się następujące metody utwardzania części wewnętrznych: stelliteowanie, azotowanie, obróbkę cieplną, powłoki ochronne.

Przez stelliteowanie utwardza się powierzchnie na głębokość ok. 1 mm, do twardości ok. 40 HRC. Stelliteowaniu mogą podlegać fazy uszczelniające grzyba i gniazda lub dodatkowo powierzchnie zarysu grzyba, otwory gniazd i tulejek prowadzących, powierzchnie trące trzpienia.

Azotowanie (CrN) polega na utwardzeniu powierzchniowym części na głębokość ok. 0,1 mm, do twardości ok. 900 HV w wyniku procesów plazmowych lub dyfuzyjnych. Zalecane jest do stosowania dla powierzchni trących oraz narażonych na erozję. Obróbkę cieplną stosuje się do uzyskania wysokiej wytrzymałości i odporności na zużycie. W zależności od rodzaju materiału można uzyskać twardość do 45 HRC (1.4057) lub 55 HRC (1.4125).

Kompozytowe powłoki ochronne (BELZONA) stosuje się na powierzchniach wewnętrznych korpusu w celu ochrony przed erozją (flashing, media ścierne itp.).

Utwardzanie części wewnętrznych zaworu zalecane jest w następujących przypadkach:

- media erozyjne,
- mokry gaz lub para nasycona,
- suchy, czysty gaz:
($\Delta p > 25$ bar (do DN100), $\Delta p > 12$ bar (DN > 100)),
- przepływ dławiony,
- początkowa kawitacja: (ciecz $\Delta p > 10$ bar, temp. > 315°C).

Przeciwskazania w zakresie stelliteowania:

- woda kotłowa uzdatniana hydrazyną, • elementy perforowane, • grzyby o średnicy mniejszej niż 10mm.

10. DOBÓR NAPĘDU

Zawory i przepustnice mogą być wyposażone w siłownik pneumatyczny membranowy-sprężynowy, siłownik pneumatyczny tłokowy, siłownik elektryczny, elektrohydrauliczny, napęd ręczny lub dostarczane są bez napędu.

Urządzenia bez napędu mogą być wykorzystywane przez odbiorcę do współpracy z innymi rodzajami siłowników, jak pneumatyczny membranowy - bezsprężynowy, pneumatyczny tłokowy, korbowy i inne pod warunkiem przystosowania tych napędów do połączenia z dławnicą i trzpieniem zaworu.

Urządzenia z napędem ręcznym stosowane są głównie w przypadkach regulacji dwupołożeniowej.

Przy doborze siłownika pneumatycznego membranowego-sprężynowego należy określić:

- typ siłownika,
- wielkość siłownika,
- zakres sprężyn,
- ciśnienie zasilania,
- skok,
- wymagania w zakresie osprzętu.

Dobór typu siłownika pneumatycznego (o działaniu prostym czy odwrotnym) zależy od sposobu działania urządzenia przy zaniku sygnału sterującego. To, czy zawór powinien być otwarty, czy zamknięty w przypadku zaniku sygnału sterującego uwarunkowane jest z kolei wymaganiami technologicznymi automatyzowanego obiektu.

Wielkość siłownika, zakres sprężyn i ciśnienie zasilania powinny być dobrane z tabel w kartach katalogowych w zależności od wymaganej siły dyspozycyjnej siłownika.

Siła dyspozycyjna siłownika nie powinna być niższa od siły F_s obliczonej ze wzoru:

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

gdzie: F_s [kN] - siła dyspozycyjna
 Δp [bar] - spadek ciśnienia na zaworze zamkniętym
 D [mm] - średnica gniazda
 F_d [kN] - siła doszczelniająca

Wartości D i F_d należy przyjmować z kart katalogowych, zaś Δp - z zamówienia.

W kartach katalogowych podane są dopuszczalne spadki ciśnienia dla różnych siłowników pneumatycznych i różnych klas szczelności wewnętrznej zaworu.

Wartości te dotyczą zaworów jednogniazdowych, nieodciążonych, z napływem czynnika pod grzyb (FTO).

Przy napływie nad grzyb (FTC) dopuszczalny spadek ciśnienia może być większy, jednak układ ten powoduje uderzenie grzyba o gniazdo przy zamykaniu i zakłócenia regulacji, stąd stosowany jest głównie do pracy dwupołożeniowej przy siłowniku ze sprężynami o zwiększonej sztywności. Dla zaworów z grzybem odciążonym przyjmuje się siłę dyspozycyjną napędu F_s co najmniej równa wartości siły docisku dla V klasy nieszczelności zamknięcia.

Dla zaworów dwugniazdowych nie jest możliwe tabelaryczne określenie dopuszczalnych spadków ciśnień ze względu na występowanie sił dynamicznych zależnych m.in. od rzeczywistych warunków przepływu (ciśnienie, rodzaj medium, typ grzyba, rodzaj działania zaworu). W przypadku, gdy niezbędna jest znajomość sił działających na trzpień zaworów dwugniazdowych należy kontaktować się z producentem podając wszystkie dane związane z warunkami pracy zaworu.

W skład wyposażenia siłownika pneumatycznego mogą wchodzić następujące urządzenia:

- napęd ręczny górny lub boczny,
- ustawnik pozycyjny (pozycjoner) pneumatyczny, elektropneumatyczny, z sygnałem analogowym lub cyfrowym (ustawnik inteligentny),
- reduktor ciśnienia z filtrem,
- trójdrogowy zawór elektromagnetyczny,
- nadajnik położenia,
- wyłączniki krańcowe,
- blok odcinający (lock-up valve),
- urządzenie wspomagające (volume booster),
- zawór szybkiego spustu.

Napędy ręczne stosowane są w przypadku zaniku sygnału sterującego, jak również do ograniczania skoku zaworu.

Stosowanie ustawników pozycyjnych zaleca się w następujących przypadkach:

- w układach o wymaganej dużej dokładności regulacji,
- przy dużych spadkach ciśnienia na zaworze,
- przy wysokich ciśnieniach roboczych,
- przy zaworach o wymiarze nominalnym $DN > 100$ mm,
- przy odległościach między zaworem, a regulatorem większych od niż 50 m,
- przy zaworach trójdrogowych,
- w układzie gdzie wymagana jest duża szybkość działania,
- przy mediach lepkich lub silnie zanieczyszczonych osadzających się na gnieździe,
- przy mediach o temperaturze wyższej niż 250°C lub niższej niż -20°C ,
- gdy zakres sprężyny nie odpowiada zakresowi sygnału wyjściowego z regulatora.

Przeznaczenie osprzętu:

- reduktor ciśnienia z filtrem służy do ograniczania ciśnienia zasilania do wartości zgodnej z wymaganiami oraz oczyszczania powietrza zasilającego .
- zawór elektromagnetyczny pozwala na zdalne włączanie i wyłączanie obwodu sterowania.
- nadajnik położenia służy do odwzorowania przemieszczenia trzpienia na zunifikowany sygnał pneumatyczny (np. 20...100 kPa) lub elektryczny (np. 4...20 mA).
- wyłączniki krańcowe służą do sygnalizacji nastawionych położzeń trzpienia siłownika.
- blok odcinający służy do blokowania ruchu trzpienia w zastanym położeniu przy zaniku sygnału sterującego.
- urządzenie wspomagające stosowane jest do przyśpieszania czasu przesterowania siłownika.
- zawór szybkiego spustu pozwala na skrócenie czasu opróżniania komory siłownika.

11. ZJAWISKA SZKODLIWE W PRACY ZAWORÓW

Zjawiska szkodliwe w pracy zaworów takie jak hałas, kawitacja, przepływ dławiony, flashing przedstawione są w opracowaniu pt „Hałas w zaworach regulacyjnych i jego ograniczanie”.