



Teoretyczne podstawy pneumatyki

Spis treści

Siłownik pneumatyczny	2
Zawór rozdzielający (rozdzielacz)	7
Zawory logiczne i zawory zwrotne.....	11
Zawór logiczny OR (przełącznik obiegu)	11
Zawór logiczny AND (zawór podwójnego sygnału)	11
Zawór szybkiego spustu	12
Zawór zwrotny.....	12
Przygotowanie sprężonego powietrza	13
Filtr sprężonego powietrza	13
Separator cyklonowy.....	15
Reduktor sprężonego powietrza.....	16
Smarownica sprężonego powietrza.....	17
Rozdzielacz powietrza (strumienia).....	17
Zawór odcinający.....	18
Przełącznik pneumoelektryczny	18
Złote zasady doboru elementów pneumatyki siłowej.....	19

Siłownik pneumatyczny

Siłownik pneumatyczny jest elementem wykonawczym w układzie pneumatycznym i służy do wprowadzania w ruch elementów maszyn. Do wytworzenia siły wykorzystuje energię sprężonego powietrza. Najczęściej stosowany w przemyśle jest siłownik tłokowy.

Jego budowa opiera się na cylindrze, wewnątrz którego porusza się tłok połączonym sztywno z tłoczyskiem.



Aby tłok mógł się poruszyć należy doprowadzić medium do jednej z komór siłownika i jednocześnie odpowietrzyć drugą komorę. Jeśli nie ma możliwości odpowietrzenia, wówczas siłownik nie poruszy się. To zjawisko jest często stosowane do zatrzymania ruchu tłoka w dowolnym położeniu poprzez odcięcie wpływu powietrza z komory. Najczęściej jednak wykorzystuje się pełny zakres ruchu siłownika.

Ze względu na sposób zasilania oraz charakter pracy siłowniki tłokowe dzieli się na:

- siłowniki dwustronnego działania - do poruszenia tłoka i tłoczyska wymagane jest podanie sprężonego powietrza na tylną lub przednią komorę;
- siłowniki jednostronnego działania pchający - sprężone powietrze służy do wypychania tłoka a jego powrót realizowany jest za pomocą sprężyny umieszczonej w komorze przedniej lub pod wpływem siły zewnętrznej działającej na tłoczysko;
- siłowniki jednostronnego działania ciągnący - sprężone powietrze służy do cofania tłoka, a kiedy medium nie jest podawane sprężyna umieszczonej w komorze przedniej wypycha tłok z tłoczyskiem.

Ze względu na konstrukcję elementu roboczego rozróżnia się:

- siłowniki liniowe - najczęściej spotykane, wykorzystywane do przepychania elementów, cięcia, dociskania itp.
- siłowniki wahadłowe - ruch tłoka wewnątrz tulei poprzez przekładnię ślimakową zamieniany jest na ruch wahadłowy wałka (obrót o maksymalnie 360 stopni).
- siłowniki obrotowe - przepływ powietrza zamieniany jest na ruch obrotowy będący wielokrotnością 360 stopni.

Ze względu na sposób połączenia elementu ruchomego z tłokiem, siłowniki liniowe dzielimy na:

- tłoczyskowe - klasyczna konstrukcja, w której tłoczysko przykręcone jest do tłoka i porusza się razem z nim;
- beztłoczyskowe - zamiast tłoczyska elementem wykonawczym jest karetką poruszająca się wzdłuż tulei siłownika. Połączenie pomiędzy karetką a tłokiem najczęściej jest realizowane mechaniczne, ale występują też sprzężenia magnetyczne.

W przemyśle stosowane są różne normy, których zadaniem jest ustandaryzowanie wymiarów montażowych siłowników pneumatycznych.

Najczęściej spotykane normy to:

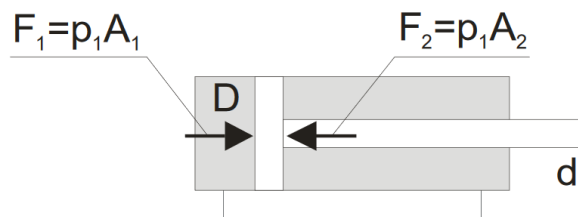
- ISO 15552 (siłowniki D32-D320 oraz elementy mocujące)
- ISO 6431 (siłowniki D32-D320 oraz wymiary montażowe elementów mocujących) wycofana i zastąpiona przez ISO 15552
- ISO 6432 (siłowniki D8-D25 oraz elementy mocujące)
- CNOMO (siłowniki D32-D200 o podwyższonej wytrzymałości tłoczyska)
- VDMA 24652 (elementy mocujące do siłowników D32-D320) wycofana i zastąpiona przez ISO 15552

Aby prawidłowo dobrać siłownik pneumatyczny należy znać kilka parametrów służących jako dane wejściowe:

- wymaganą siłę (pchania lub ciągnięcia);
- długość (tzw. skok siłownika), na jaką należy przesunąć element;
- wartość ciśnienia sprężonego powietrza dostępnego w instalacji pneumatycznej;
- charakter obciążenia (ciągłe na całej długości skoku, występujące jedynie na początku lub na końcu drogi, udarowe itp.).

Na tej podstawie dobiera się średnicę minimalną siłownika wymaganą do zachowania właściwych parametrów pracy maszyny.





Teoretyczną siłę pchającą siłownika dwustronnego działania obliczamy:

$$F = pA$$

Gdzie:

F - siła (pchająca lub ciągnąca)

p - wartość ciśnienia sprężonego powietrza

A - powierzchnia czynna tłoka, na którą działa sprężone powietrze

Dla pchania (wysuwanie tłoczyska) powierzchnia czynna $A = \frac{1}{4}\pi D^2$

Dla ciągnięcia (chowanie tłoczyska) powierzchnia czynna $A = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2)$

Gdzie:

D - średnica tłoka

d - średnica tłoczyska

Jak widać z powyższego, siła pchająca jest zawsze większa niż siła ciągnąca ze względu na średnicę tłoczyska ograniczającą powierzchnię tłoka na jaką działa medium.

Rzeczywista siła na tłoczysku zależy jednak od kilku dodatkowych czynników takich jak skoki ciśnienia podczas napełniania komory oraz tarcia uszczelnienia pomiędzy tłokiem a ścianą cylindra.

Przyjmuje się więc współczynnik bezpieczeństwa w granicach od 0,65 (szybki ruch tłoka) do 0,8 (powolny ruch tłoka) wartości siły teoretycznej.

Na podstawie wartości wymaganej siły dobiera się średnicę tłoka, często zwaną też średnicą siłownika.

Teoretyczna siła pchająca [daN][kG]								
Średnica siłownika	Ciśnienie powietrza [MPa]							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
D12	3,9	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
D16	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,09	18,10	20,11
D20	9,42	12,56	15,7	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
D25	14,72	19,63	24,54	29,42	34,36	39,27	44,17	49,09
D32	24,12	32,17	40,21	48,25	56,29	64,34	72,38	80,42
D40	37,7	50,2	62,8	75,4	88	100,5	113	125,7
D50	59	78,5	98	117	137	157	176	196
D63	93,5	124	155	187	218	249	280	311
D80	150	201	251	301	351	402	452	502
D100	235	314	392	471	549	628	706	785
D125	368	490	613	736	859	981	1104	1227
D160	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	2011
D200	942	1257	1571	1885	2199	2513	2827	3142
D250	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	4909
D320	2492	3322	4153	4984	5814	6645	7476	8306

Ilość zużywanego powietrza w czasie jednego cyklu pracy siłownika oblicza się na podstawie wzoru:

$$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (2 \cdot D^2 - d^2) \cdot s \cdot n \cdot \left(\frac{p_r}{p_a} + 1\right) + V_1 \quad [\text{cm}^3]$$

gdzie:

D, d, s - średnica tłoka, tłoczyska oraz skok siłownika [cm]

n - ilość pełnych suwów siłownika

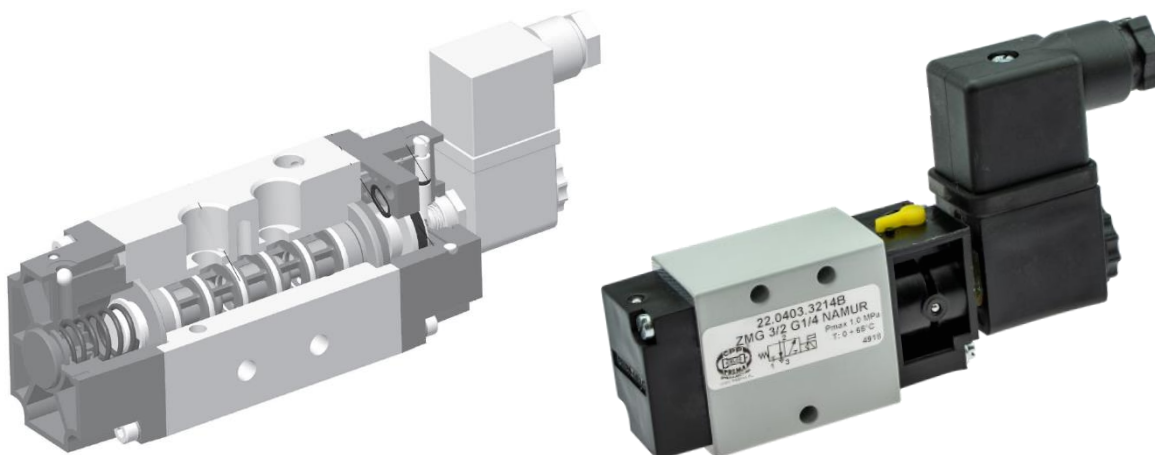
p_r , p_a - ciśnienie robocze (nadciśnienie) i atmosferyczne [bar]

V_1 - objętość szkodliwa (np. objętość przewodów doprowadzających) [cm³]

Orientacyjne zużycie powietrza przy ciśnieniu 0,63 MPa [normalne dm ³]		
Średnica siłownika	Zużycie dla skoku 100 mm	Przyrost zużycia na każde następne 100 mm
D12	0,165	0,144
D16	0,293	0,272
D20	0,459	0,401
D25	0,716	0,659
D32	1,174	1,117
D40	1,835	1,649
D50	2,867	2,681
D63	4,551	4,274
D80	7,339	7,061
D100	11,47	10,88
D125	17,92	17,33
D160	29,36	28,44
D200	45,87	44,95
D250	71,67	70,23

Zawór rozdzielający (rozdzielacz)

Zawór rozdzielający steruje kierunkiem przepływu sprężonego powietrza w układzie pneumatycznym. Rozdzielacze stosuje się głównie do odcięcia przepływu powietrza, lub przekierowania go na odpowiednią komorę siłownika.



Aby wywołać zmianę stanu zaworu konieczne jest dostarczenie zewnętrznego sygnału, który może mieć różne formy:

- sygnał mechaniczny (dźwignia, popychacz, rolka, ciętko, pedał itp.);
- sygnał pneumatyczny (sprężone powietrze doprowadzone do otworów sterujących zaworu);
- sygnał elektryczny (elektromagnes).

Ze względu na sposób sterowania zawory rozdzielające podzielone zostały na:

- monostabilne
zawory te powracają do stanu początkowego po zaniku sygnału sterującego (np. odłączenie napięcia na cewce elektromagnesu, zdjęcie nacisku z dźwigni). Powrót najczęściej realizowany jest za pomocą sprężyny. W stanie początkowym zawory te mogą być normalnie otwarte (przepływ medium) lub normalnie zamknięte (odcięcie przepływu medium).
- Bistabilne
po zaniku sygnału sterującego zawór pozostaje w obecnej pozycji. Aby go przełączyć do stanu początkowego konieczne jest podanie drugiego sygnału. W praktyce są to zawory z dwoma cewkami lub z dźwignią ryglowaną.



Do opisu funkcji zaworu rozdzielającego używa się szeregu symboli:

- Liczba dróg przepływu czynnika roboczego
- Liczba położeń elementu sterującego przepływem
- Wielkość zaworu (wielkość natężenia przepływu przez drogi zaworu)
- Sposób sterowania
- Odmiana sterowania
- Sposób zasilania (przewodowo lub przez płyty łączące)
-

Np.

Zawór rozdzielający bistabilny, funkcja 5/2, G1/4, płytowy, sterowany elektrycznie napięciem 24V DC.

Gdzie:

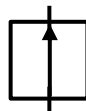
5/2 oznacza zawór pięciodrogowy, dwupołożeniowy.

G1/4 oznacza gwinty przyłącza (a tym samym określa w przybliżeniu wielkość przepływu medium).

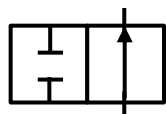
Zasady symbolicznego oznaczania zaworów:



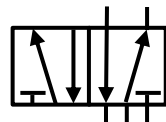
Oznaczenie położenia



Oznaczenie położenia oraz drogi i kierunku przepływu



Zawór 2/2 (dwudrogowy / dwupołożeniowy)



Zawór 5/2 (pięciodrogowy / dwupołożeniowy)

Obecnie stosuje się numeryczne oznaczenia dróg zaworu. Wciąż jednak można się spotkać ze starą nomenklaturą, w której stosowane były oznaczenia literowe.

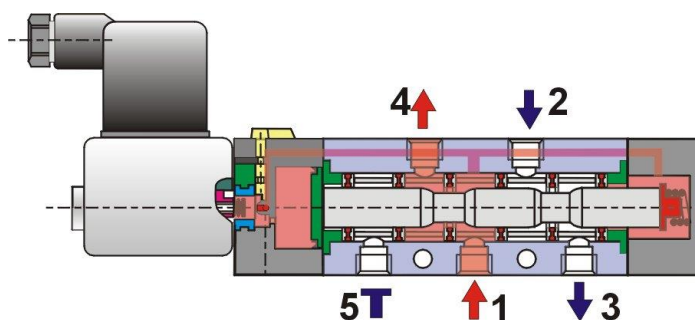
Obecne stosowane oznaczenia	Oznaczenia literowe stosowane dawniej	Rodzaj przyłącza
1	P	Przyłącze zasilania
2, 4	A, B	Przyłącza robocze (wyjściowe)
3, 5	EA, EB (lub S, R)	Wylot do atmosfery (odpowietrzenie)
12, 14	X, Y	Przyłącza sterowania pneumatycznego

Ze względu na budowę wewnętrzną zawory dzielimy na:

- tłoczkowe (zasada działania podobna jest do siłownika pneumatycznego, przesunięcie tłoczka otwiera lub zamyka przepływ pomiędzy przyłączami);
- płytkowe (najczęściej sterowane ręcznie, zbudowane z leżących na sobie płytek metalowych, których wzajemne położenie otwiera lub zamyka przepływ pomiędzy przyłączami);
- iglicowe (przeważnie zawory odcinające 2/2)
- membranowe (przeważnie zawory odcinające 2/2).

W praktyce najczęściej stosowane są zawory tłoczkowe ze względu na niższe koszty produkcji, niezawodność w działaniu oraz łatwość regeneracji w przypadku zużycia części.

Przekrój zaworu tłoczkowego monostabilnego 5/2 w fazie przesterowania (podane napięcie na cewkę elektromagnesu).



W tym układzie zasilanie sprężonym powietrzem podane na wejście 1 przekazywane jest na wyjście 4 (podanie medium do jednej komory siłownika), natomiast droga 2 połączona jest z odpowietrzeniem 3 (wyprowadzenie powietrza z drugiej komory siłownika). Pomarańczowa linia oznacza wewnętrzny kanał doprowadzający powietrze z wejścia 1 do zaworu pomocniczego sterowanego elektromagnesem. Podanie napięcia na cewkę otwiera przepływ powietrza przez zawór wspomagający. To powietrze przekazywane jest na lewą stronę tłoczka i powoduje jego przesunięcie w prawo (przy jednoczesnym ugięciu sprężyny). Po zdjęciu napięcia z cewki droga doprowadzająca powietrze do tłoczka zostaje odcięta przez elektromagnes i tłoczek pod wpływem sprężyny zostaje przesunięty w lewo. Tym samym zmienia się kierunek przepływu powietrza pomiędzy przyłączami.

Doprowadzenie medium do rozdzielacza może być realizowane:

- bezpośrednio - w korpusie zaworu znajdują się nagwintowane otwory przyłączeniowe;
- poprzez płytę zasilającą - zawór montowany jest na specjalnej płycie, która z kolei jest przykręcana do maszyny. Przewody ze sprężonym powietrzem przykręcone są do płyty zamiast do rozdzielacza. Taki sposób montażu stosowany jest przy zaworach o dużych przepływach. Dzięki temu, w przypadku konieczności wymiany zaworu, nie ma potrzeby odłączania przewodów powietrznych. Wystarczy odkręcić zawór od płyty i w jego miejsce zamontować nowy.
- poprzez wyspę zaworową (blok zaworowy) - zasada jest taka sama jak przy wersji z zasilaniem płytowym, ale tym razem na jednej płycie (wyspie) montowanych jest kilka zaworów. Obecnie często stosuje się rozwiązania modułowe, poprzez łączenie ze sobą wymaganej ilości płyt zasilających. Zastosowanie wyspy zaworowej pozwala na zmniejszenie ilości przewodów zasilających oraz oszczędność miejsca na maszynie.

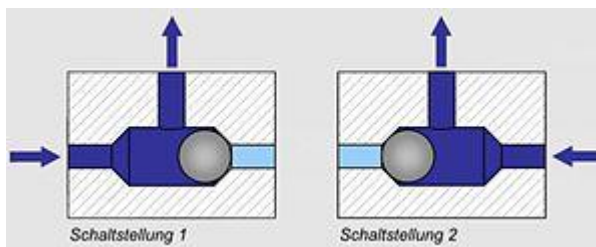
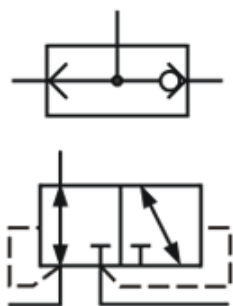
Zawory logiczne i zawory zwrotne

Zawory logiczne pełnią ważną funkcję w pneumatycznych układach sterujących. Ich zadaniem jest przekierowanie strumienia medium w wymaganym kierunku ale dopiero po spełnieniu określonych warunków wejściowych.

Zawór logiczny OR (przełącznik obiegu)

Posiada dwie drogi wejściowe, z których zawsze tylko jedna jest połączona z wyjściem. Zwany jest przełącznikiem obiegu ponieważ otwarty jest zawsze tylko przelot od strony wejścia, na które podano medium o większym ciśnieniu. Zawór ten wykorzystywany jest często w układach, w których wymagana jest możliwość zmiany rodzaju sterowania np. przełączenie na sterowanie ręczne w przypadku wystąpienia awarii elektrycznej.

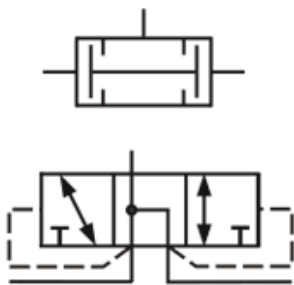
Symbol graficzny zaworu OR oraz jego odpowiednik w przełożeniu na zawory rozdzielające:



Zawór logiczny AND (zawór podwójnego sygnału)

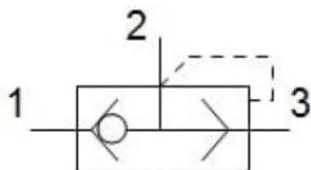
posiada dwie drogi wejściowe i jedną wyjściową. Droga wyjściowa otwarta jest tylko wtedy, kiedy obie drogi wejściowe są zasilone. W praktyce zawór ten stosowany jest w układach, w których należy mieć pewność, że zostaną spełnione dwa niezależne warunki aby na wyjściu dostać sygnał sterujący. Przykładem może być prasa pneumatyczna, która wymaga aby operator użył obu rąk do naciśnięcia przycisków uruchamiających urządzenie.

Symbol graficzny zaworu AND oraz jego odpowiednik w przełożeniu na zawory rozdzielające:



Zawór szybkiego spustu

jego zadaniem jest jak najszybsze odpowietrzenie komory siłownika w celu osiągnięcia maksymalnej prędkości ruchu tłoka. Zbudowany jest jako zawór trójdrogowy.



Droga nr 1 - zasilanie

Droga nr 2 - przyłącze do siłownika pneumatycznego

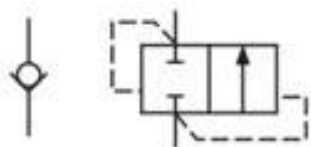
Droga nr 3 - odpowietrzenie (uwolnienie czynnika do atmosfery)

Zasada działania zaworu szybkiego spustu zapewnia normalny przepływ powietrza od drogi nr 1 do drogi nr 2. Gdy zaniknie sygnał wejściowy 1, następuje przełączenie obiegu medium i połączenie drogi 2 z odpowietrzeniem 3.

W praktyce zawór szybkiego spustu wkręca się w przyłącze siłownika pneumatycznego (droga 2). Doprowadzenie powietrza do zasilania siłownika (z zaworu rozdzielającego) podawane jest na wejście nr 1 i stąd medium przepływa swobodnie do drogi nr 2. Jeśli zaniknie sygnał wejściowy 1, wówczas zawór zostaje przesterowany i całe powietrze z komory siłownika wypuszczane jest poprzez drogę nr 3 prosto do atmosfery. W ten sposób omijamy przewód odprowadzający powietrze z komory do rozdzielacza i unikamy dławienia strumienia medium opuszczającego siłownik.

Zawór zwrotny

pozwała na przepływ medium tylko w jednym kierunku. Najczęściej do otwarcia zaworu w kierunku przepływu wymagane jest pewne ciśnienie graniczne.



Wyróżniamy zawory zwrotne

- nie obciążone - otwierają się gdy ciśnienie wejściowe jest wyższe niż wyjściowe
- obciążone - w swojej budowie posiadają dodatkową sprężynę. Aby otworzyć przepływ należy na wejściu podać ciśnienie wyższe niż suma sił ciśnienia na wyjściu i siły sprężyny.
- Sterowane - otwierane ciśnieniem dodatkowym - aby otworzyć przepływ przez zawór należy na wejście dostarczyć większe ciśnienie oraz podać dodatkowy zewnętrzny pneumatyczny sygnał sterujący.

Przygotowanie sprężonego powietrza

Głównym zadaniem zespołu (bloku) przygotowania sprężonego powietrza jest utrzymanie właściwego ciśnienia medium, oczyszczenie go z zanieczyszczeń stałych i ciekłych oraz wprowadzenie do układu mgły olejowej. Blok PSP stosuje się w miejscu, w którym powietrze z instalacji rozprzewadzającej rozdzielane jest do poszczególnych punktów odbioru (maszyn, stacji lakierniczych, itp.). Dobrą praktyką jest, aby każde odejście z linii głównej posiadało własną stację przygotowania powietrza.

Podstawowe elementy zespołu przygotowania sprężonego powietrza to:

- filtr
- separator cyklonowy
- reduktor
- smarownica
- rozdzielacz powietrza
- zawór odcinający
- przekaźnik pneumoelektryczny

Filtr sprężonego powietrza

Jest urządzeniem służącym do usuwania z czynnika roboczego zanieczyszczeń stałych (pyłów) i ciekłych (olej, woda). Stanowi niezbędny element pneumatycznych układów napędowych i sterujących. Oczyszczając sprężone powietrze zwiększa znacznie wydajność elementów ruchomych, ponieważ uszczelnienia nie są tak bardzo narażone na uszkodzenia mechaniczne. Filtr wyłapuje częściowo wodę i parę wodną, jednak nie robi tego tak dokładnie jak separator cyklonowy.



Jego zasada działania opiera się o rozprężanie powietrza wprowadzonego do komory filtrującej i wprawienie go w ruch wirowy. Większe cząsteczki stałe i część wody odkłada się na ściankach komory filtra i sływa w dół zbierając się w zbiorniku w formie kondensatu. Powietrze, które wraca do głównego obiegu jest ponownie sprężane, ale najpierw przechodzi przez specjalny wkład filtracyjny, który wyłapuje cząsteczki zanieczyszczeń o określonej wielkości. Kondensat gromadzący się na dnie komory filtracyjnej należy co jakiś czas usunąć. Może to być realizowane ręcznie lub poprzez specjalnie skonstruowany mechanizm automatycznego spustu kondensatu.

Ze względu na wielkość wyłapywanych cząsteczek zanieczyszczeń filtry dzielimy na:

- wstępne (5 klasa czystości, o dokładności oczyszczania do 40 μm). Często filtracja tego rzędu wystarcza, jeśli otoczenie układu pneumatycznego nie zawiera dużej ilości pyłu. Zalecane głównie do przedmuchu, urządzeń do piaskowania, powietrza osłonowego przy pakowaniu itp.
- zgrubne (4 klasa czystości, o dokładności oczyszczania do 15 μm) stosowane z powodzeniem w prostych układach pneumatycznych jako powietrze warsztatowe. Jest to minimum, jakie należy stosować dla zachowania żywotności siłowników pneumatycznych pracujących z małą i średnią częstotliwością.
- standardowe (3 klasa czystości, o dokładności oczyszczania do 5 μm) najczęściej stosowane w układach pneumatycznych opartych na zaworach rozdzielających i siłownikach pneumatycznych. Filtrację tego rzędu stosuje się w maszynach produkcyjnych o średniej i dużej częstotliwości pracy.
- dokładne (2 klasa czystości, o dokładności oczyszczania do 1 μm) o najszerszym zastosowaniu w pneumatyce zarówno siłowej jak i użytkowej. Filtry tej klasy wykorzystuje się w maszynach o wysokiej precyzji a także do oczyszczania powietrza służącego np. do malowania proszkowego lub w laboratoriach medycznych. Należy pamiętać, że 2 klasa czystości powietrza wymaga także właściwego usunięcia olejów i wody.
- końcowe (1 klasa czystości, o dokładności oczyszczania do 0,1 μm) mające zastosowanie tam, gdzie powietrze może mieć styczność z żywnością lub służyć do oddychania a także w przemyśle fotograficznym i laboratoryjnym.
- węglowe (o dokładności oczyszczania do 0,003 μm) często stosowane także z filtrami bardzo dokładnymi (0,01 μm) stosowane są wszędzie tam, gdzie jakość powietrza procesowego musi stać na najwyższym poziomie. Filtry tego rzędu wykorzystuje się w farmacji, przemyśle półprzewodnikowym, laserowym itp.

Należy pamiętać, że aby osiągnąć właściwą klasę czystości sprężonego powietrza, konieczne jest także właściwe oczyszczenie medium z olejów i wody (pary wodnej).

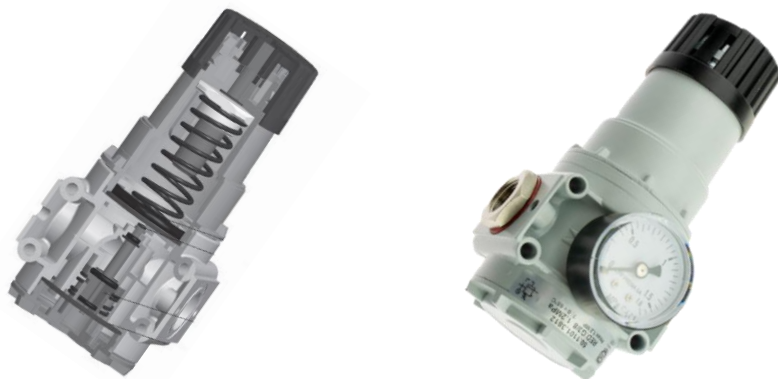
Klasa sprężonego powietrza wg ISO 8573-1					
Klasa wg ISO 8573-1	Maksymalna wielkość cząstek stałych (μm)	Maksymalna koncentracja cząstek stałych (mg/m^3)	Maksymalna wartość ciśnieniowego punktu rosy ($^{\circ}\text{C}$)	Maksymalna koncentracja oleju (mg/m^3)	Maksymalna zawartość wody (mg/m^3)
1	0,1	0,1	-70	0,01	0,003
2	1	1	-40	0,1	0,12
3	5	5	-20	1	0,88
4	15	8	+3	5	6,0
5	40	10	+7	25	7,75
6	-	-	+10	-	9,4

Separator cyklonowy

Podstawowym zadaniem separatora jest odprowadzenie kondensatu wodno-olejowego ze sprężonego powietrza. Jego zasada jest bardzo zbliżona do filtra. Ze względu na skalę przeprowadzanego procesu oraz na specjalny sposób wprowadzania powietrza w ruch wirowy możliwe jest wyłapanie do 98-99% kondensatu wodno-olejowego o wielkości cząstek do 50 mikronów. Kondensat wyprowadzany jest ze zbiornika separatora poprzez zawór upustowy.

Reduktor sprężonego powietrza

Zadaniem reduktora jest utrzymywanie stałej wartości ciśnienia sprężonego powietrza ustawionej przez użytkownika. Wartość ciśnienia zadanego musi być mniejsza niż wartość ciśnienia wejściowego. Utrzymanie zadanej wartości realizowane jest niezależnie od zmian i fluktuacji ciśnienia podanego na wejście reduktora.



Zasada działania opiera się o równowagę pomiędzy siłą wywołaną przez ciśnienie działające na tłoczek reduktora z jednej strony i siłą ustawioną za pomocą sprężyny z drugiej strony. Zwiększenie ciśnienia pod tłoczkiem zwiększa przepust powietrza i tym samym niweluje występującą różnicę sił utrzymując na wyjściu stałą wartość ciśnienia wylotowego.

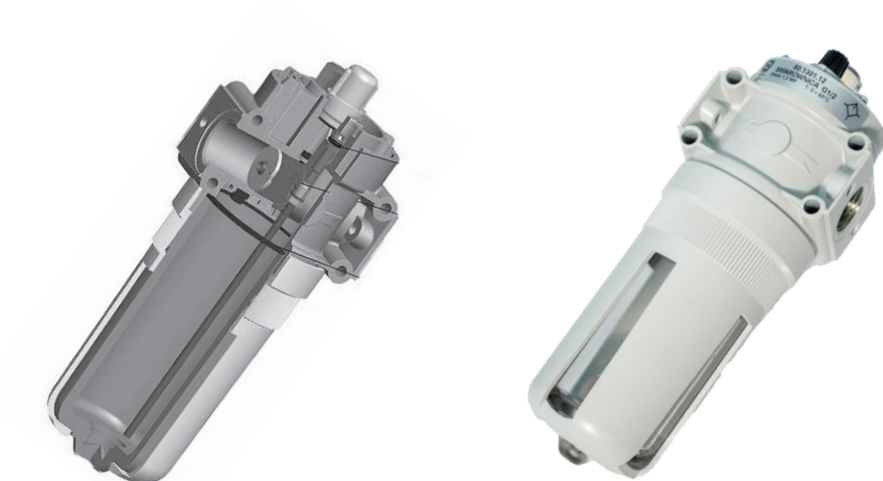
Odczyt aktualnej wartości ciśnienia na wyjściu z reduktora dokonuje się przeważnie poprzez zamontowany manometr.

Prawidłowe dobranie zaworu redukcyjnego oraz manometru jest kluczem do stabilnej pracy całego układu pneumatycznego. Przy doborze należy wziąć pod uwagę maksymalną wartość ciśnienia wejściowego (np. powietrza ze sprężarki tłokowej) oraz zakres ciśnień wyjściowych przy jakim chcemy pracować.

Reduktory często są łączone w jednym korpusie z filtrami sprężonego powietrza. Pozwala to ograniczyć przestrzeń konieczną do ich zamontowania oraz obniża koszt produkcji. Takie połączenie nazywane jest filtro-reduktorem lub zaworo-filtrem.

Smarownica sprężonego powietrza

Smarownica często nazywana jest olejaczem. Służy do wpuśczenia do instalacji pneumatycznej specjalnie przygotowanej mgły olejowej. Dzięki temu zmniejsza się tarcie w elementach ruchomych napędzanych sprężonym powietrzem. Ma to szczególne znaczenie dla trwałości uszczelnień siłowników i zaworów rozdzielających.



Zasada działania smarownicy polega na zassaniu oleju ze zbiornika poprzez rurkę dozującą. Efekt ten powstaje w wyniku przepływu sprężonego powietrza przez odpowiednio dobraną dyszę Venturiego. Poprzez zmniejszanie lub zwiększanie przepływu za pomocą dławika regulujemy ilość oleju dostającego się do strumienia powietrza. Dzięki zastosowaniu odpowiedniej membrany, olej rozpraszany jest równomiernie. Przezroczysta kopułka na końcu rurki kroplącej pozwala obserwować intensywność dozowania oleju.

Typowe smarownice wymagają, aby co jakiś czas uzupełnić ilość oleju w zbiorniku. Przeważnie robi się to ręcznie poprzez specjalny otwór w korpusie lub przez odkręcenie szklanki. W nowoczesnych rozwiązaniach istnieje możliwość automatycznego zaciągania oleju ze zbiornika lub centralnego układu smarowania.

Rozdzielacz powietrza (strumienia)

Jest to zwykły trójnik/czwórnik lub specjalnie skonstruowany blok, którego zadaniem jest rozdzielenie powietrza sprężonego po odfiltrowaniu i zredukowaniu ciśnienia zanim zostanie ono puszczane do smarownicy. Dzięki temu mamy możliwość oddzielenia powietrza niesmarowanego od nasączonego mgłą olejową.

Zawór odcinający

Zadaniem zaworu odcinającego jest zatrzymanie strumienia sprężonego powietrza. Najczęściej montowany jest on przed całym zespołem przygotowania powietrza. Czasami jednak konstrukcja maszyny wymaga, aby za jego pomocą odciąć jedynie przepływ powietrza smarowanego lub niesmarowanego wychodzącego z rozdzielacza. Zawory odcinające mogą przybierać różne formy. Stosuje się zawory sterowane ręcznie (kulowe, pierścieniowe itd.) lub elektrycznie.



Przełącznik pneumoelektryczny

Zadaniem przełącznika pneumoelektrycznego jest zamiana sygnału pneumatycznego na skokowy sygnał elektryczny. Reaguje on na zmianę wartości ciśnienia sprężonego powietrza. Za pomocą pokrętła połączonego ze sprężyną istnieje możliwość zmiany nastawy tej wartości. W zależności od sposobu podłączenia styków złącza elektrycznego przełącznik może pracować jako „normalnie otwarty” (gdy ciśnienie w układzie przekracza zadaną wartość przekazywany jest sygnał elektryczny) lub jako „normalnie zamknięty” (po przekroczeniu zadanej wartości ciśnienia sygnał elektryczny zostaje przerwany).



W zależności od sposobu podłączenia styków elektrycznych przełącznik może pracować na dwa sposoby:

- zwiera styki gdy wartość ciśnienia osiągnie lub przekroczy zadaną wielkość;
- rozwiera styki gdy wartość ciśnienia osiągnie lub przekroczy zadaną wielkość.

Rzadko stosowane są urządzenia o stałych nastawach bez możliwości regulacji.



Złote zasady doboru elementów pneumatyki siłowej

Przy doborze elementów układu pneumatyki siłowej bardzo często bazuje się na doświadczeniu i intuicji. Niejednokrotnie układ pneumatyczny jest celowo przewymiarowany aby na wszelki wypadek zapewnić większą ilość powietrza dostarczanego do siłownika. Niejednokrotnie sam siłownik jest dobrany większy, niż wynika z faktycznego zapotrzebowania siły. Co za tym idzie, dobrany jest zawór rozdzielający o odpowiednio dużym przelocie. Prowadzi to do niepotrzebnego zużycia energii oraz zwiększenia wymiarów maszyny.

Można tego typu sytuacji uniknąć stosując się do podstawowych zasad doboru elementów.

- 1) Warunki otoczenia, temperatura, zapylenie, mycie lub występowanie środków żrących, strefy zagrożenia wybuchem mają wpływ na cały proces projektowania układu. Należy je brać pod uwagę już na etapie doboru elementów wykonawczych ponieważ mogą one mieć wpływ na konieczność zastosowania nietypowych materiałów lub uszczelnień.
- 2) Dobór siłowników pneumatycznych.
Należy wziąć pod uwagę siłę niezbędną do wykonania zadania, dostępne ciśnienie z układu zasilania, prędkość działania. Na tej podstawie dobiera się średnicę i skok siłownika a w następnym kroku wylicza się zużycie powietrza.
- 3) Zawór rozdzielający.
Należy dobrać zawór o funkcji odpowiedniej do wykonywanego zadania i sterowanego siłownika. Kolejnym krokiem jest wybór sposobu sterowania (mechanicznie, elektrycznie, pneumatycznie). W przypadku zastosowania w układzie kilku siłowników należy przeanalizować ilość zaworów niezbędnych do prawidłowej realizacji cyklu pracy. Można wziąć pod uwagę zastosowanie wysp zaworowych.
- 4) Instalacja pneumatyczna (rozprowadzenie sprężonego powietrza).
Ze względu na dostępne źródło sprężonego powietrza oraz ilość medium wymaganego do poruszania siłownikami należy dobrać średnicę instalacji (rurek) zapewniającą odpowiedni zakres przepływu. Na tym etapie występuje także konieczność doboru elementów przygotowania sprężonego powietrza (filtr, reduktor, smarownica) w celu zapewnienia właściwych parametrów medium w punkcie odbioru.
- 5) Złączki i przewody pneumatyczne.
Rodzaj złączek uzależniony jest od średnicy użytych przewodów, gwintów przyłącza w poszczególnych elementach oraz wygody użytkownika. Dla stałych połączeń, ukrytych w trudnodostępnych miejscach stosuje się przeważnie przyłączki z nakrętką zapewniające trwałość połączenia. W miejscach, gdzie może istnieć konieczność serwisowania urządzeń lub częstego rozpinania układu stosuje się przyłączki wtykowe z systemem „push-out”. Materiał z jakiego stosuje się przewody lub rurki pneumatyczne uzależniony jest najczęściej od warunków otoczenia i charakteru pracy układu. Tam, gdzie wymagane jest wygodne rozprowadzenie połączeń z dużą ilością zagięć lub kątów, stosuje się przewody elastyczne. Obecnie najczęściej wykorzystywanym materiałem jest poliuretan, który charakteryzuje się zarówno małym promieniem gięcia jak i wystarczającą odpornością na warunki atmosferyczne. W przypadku, gdy nie ma nacisku

na elastyczność, a ważna jest odporność na warunki zewnętrzne, można stosować przewody poliamidowe albo rurki miedziane lub PCV.

W praktyce po dobraniu siłowników należy sprawdzić zakres chwilowego oraz maksymalnego zużycia sprężonego powietrza. Kolejnym krokiem jest dobranie odpowiedniego zaworu, filtra, reduktora, przyłączy, przewodów itd. Należy przy tym starać się używać jak najmniejszej ilości złączy, aby tym samym zmniejszyć potencjalną ilość miejsc wycieku powietrza.

Bardzo pomocna jest tabela tak zwanych „złoty zasad”.

Wielkość zaworu (rozmiar gwintu)	Przepływ [l/min]	Średnica przewodu (zew/wew) [mm]	Maksymalna średnica siłownika [mm]
M5	250	6/4	D 40
G 1/8"	750	8/6	D 63
G 1/4"	1250	10/7	D 80
G 3/8"	2500	12/8	D 125
G 1/2"	4250	16/12	D 160
G 3/4"	6000	22/17	D 250
G 1"	10000	26/18	D 320

