

T: Pneumatické mechanismy

Předmět: Strojní mechanismy

Pneumatické mechanismy pracují na principiálně stejném základě jako hydrostatické mechanismy. Použití pneumatických mechanismů zajistí na výstupu pohyby přímočaré, rotační a kyvné. Použití vzduchu k přenosu energie omezuje jejich výkonové možnosti, ale výhodou je rychlost pohybu, dále pak bezpečnostní a hygienické důvody, které je oproti HSM zvýhodňují i v oblasti obrábění dřeva.

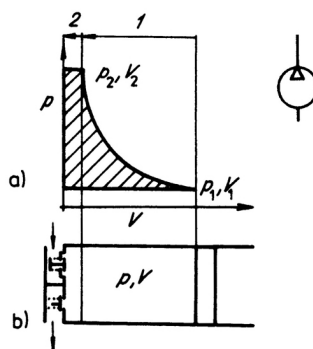
Použití vzduchu jako pracovní tekutiny je podmíněno jeho stlačením. Tento úkol zabezpečuje kompresor, na jehož vstup se přivádí mechanická energie elektromotoru. Skladování potřebného množství vzduchu se provádí ve vzdušníku, umístěném na výstupu kompresoru, kde je vhodnou regulací udržován stálý pracovní tlak (obvykle 0,5 MPa). Ze vzdušníku je vzduch rozváděn přes sdružený regulátor tlaku a prvky pro úpravu vzduchu přes rozváděče a další řídicí prvky k pneumatickým motorům. Základní popis činnosti vychází z ČSN ISO 1219 - Hydraulika a pneumatika – Grafické značky a obvodová schémata, která uvádí názvosloví prvků a příslušenství pneumatických mechanismů.

Prvky pneumatických mechanismů

Zdroje stlačeného vzduchu. Stroje pro stlačování vzduchu se nazývají kompresory. Stroje, jejichž účelem je stlačení potřebné na překonání odporů vznikajících při proudění jsou ventilátory. Stroje, které nasávají při tlaku nižším než je atmosférický se nazývají vývěvy. Obvykle se stlačený vzduch odebírá ze samostatného kompresoru, mohou se používat i rozvody stlačeného vzduchu napájené z centrální kompresorové stanice.

V kompresoru může být vzduch stlačován tak, že se zmenší objem prostoru v němž je vzduch uzavřen – v objemovém kompresoru, nebo se vzduchu udělí vysoká rychlost a jeho kinetická energie se přemění v difuzoru na tlakovou energii – v dynamickém kompresoru. Nejvíce rozšířené jsou pístové kompresory, proto je na obr. 3.64 uvedeno jejich funkční schéma a idealizovaný oběh, což je popis změn tlaku a objemu v p-V diagramu. Plocha pod křivkou stlačení vzduchu a pod přímkou vytlačení vzduchu odpovídají energii potřebné pro stlačení a vytlačení vzduchu.

- idealizovaný oběh, p – V diagram: 1 – komprese, 2 – vytlačení vzduchu
- funkční schéma



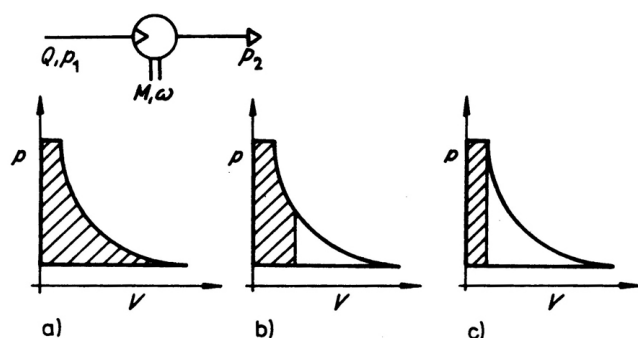
Obr. 3.64 Pístový kompresor a jeho funkční značka

Pneumatické motory

Pneumatické motory přeměňují tlakovou energii vzduchu na mechanickou energii výstupního členu (hřídel, pístní tyč). Podle pohybu výstupního členu se dělí na rotační pneumatické motory, přímočaré pneumatické motory a pneumatické motory s kyvným pohybem. Podle

využití přivedené energie jsou pneumatické motory s úplnou expanzí (obr. 3.65a), částečnou expanzí (obr. 3.65b) a bez expanze (obr. 3.65c), všechnu přivedenou energii využijí pneumatické motory s úplnou expanzí, ostatní pneumatické motory jen její menší část.

Rotační pneumatické motory podle konstrukce jsou děleny na zubové, lamelové, šroubové, pístové a turbínové. Princip funkce všech pneumatických motorů kromě turbínových je shodný s principem funkce již probraných hydromotorů. Funkční značky pneumatických prvků se liší jen typem trojúhelníku zobrazujícím směr průtoků (je vyplněn bílou barvou). Platí rovněž rovnice (17, 18 a 19) pro výpočet výstupních veličin.

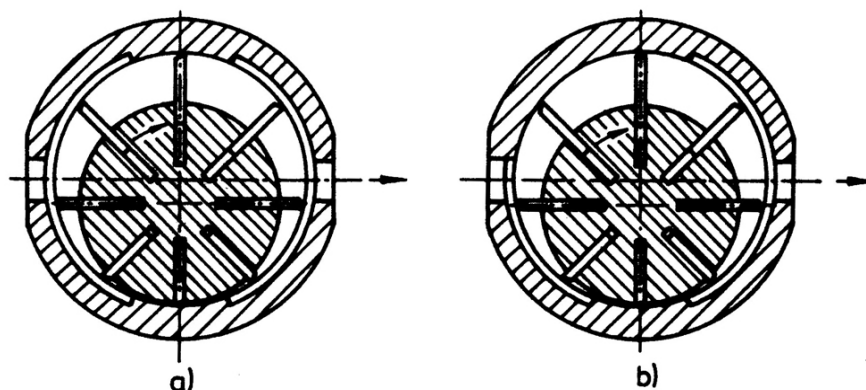


Obr. 3.65 Funkční značka a idealizované oběhy pneumatického motoru

Pneumatické motory bez expanze se vyznačují malými rozměry a dobrou spolehlivostí, využívají pouze část přivedené energie. Poměr mezi využitou a nevyužitou energií se zlepšuje s rostoucím provozním tlakem. S poněkud lepší účinností pracují pneumatické motory s částečnou expanzí. Jejich konstrukční odlišnost od motorů bez expanze je na obr. 3.66. Komory vytvořené lamelami jsou u motoru bez expanze propojeny se vstupním a výstupním prostorem a vyvozený moment je úměrný rozdílu vstupního a výstupního tlaku. U motorů s částečnou expanzí dochází k propojení komor se vstupním prostorem jen na počátku oblasti, ve které vzduch předává energii. Dále vzduch v komorách expanduje až do propojení s výstupním prostorem.

a) bez expanze

b) s částečnou expanzí.

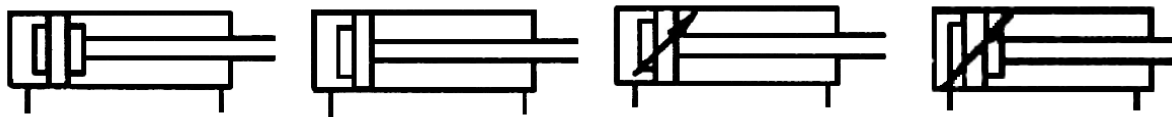


Obr. 3.66 Lamelový pneumatický motor

Turbínové pneumatické motory pracují na principu převodu tlakové energie na kinetickou v tryskách. Vzduch je směřován na lopatky turbínového kola, kde se kinetická energie mění na mechanickou energii.

Přímočaré pneumatické motory mají rozsáhlé použití v oblasti mechanizačních a automatizačních zařízení strojů pro zpracování dřeva, v pneumatických úderných strojích atd. Rozdělení přímočarých pneumatických motorů podle funkce a provedení se shoduje s rozdělením hydrostatických hydromotorů a téměř shodné jsou i jejich značky. Na obr. 3.67 jsou uvedeny funkční značky dvojčinných pneumatických motorů s tlumením nastavitelným v obou koncových polohách, funkční značky pro verze s oboustranným tlumením,

levostranným tlumením a zprava bez tlumení, s levostranným nastavitelným tlumením a zprava bez tlumení.



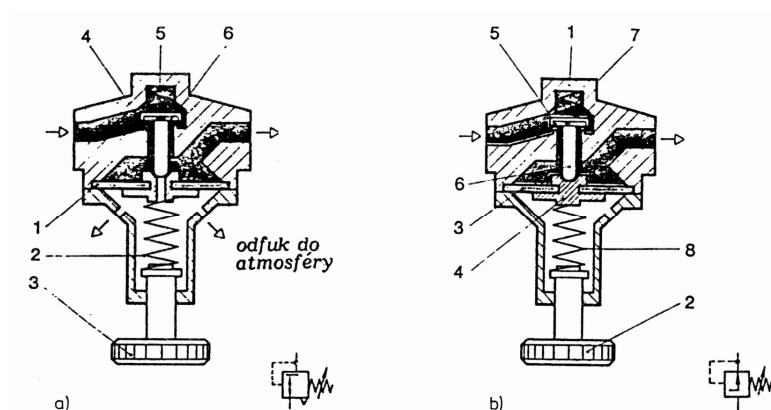
Obr. 3.67 Pneumatický přímočarý motor s oboustranně nastavitelným tlumením

Rovněž princip funkce pneumatických motorů s kyvným pohybem je shodný s hydromotory nebo s dvojicí pastorek – hřeben.

Řídicí prvky

Shodně jako u hydrostatických mechanismů se řídí i u pneumatických mechanismů řídicími prvky tlak a průtok a tím následně silové působení nebo rychlost pneumatických motorů. Rozdělení prvků je obdobné jako u HSM, z tlakových prvků se však používají převážně redukční ventily (pojistné tlakové ventily jsou umístěny jen na vzdušníku), z prvků pro řízení směru průtoku jednosměrné (zpětné ventily), rozváděče a principiálně podobné ventily logické funkce, průtokové množství vzduchu se řídí škrtíci ventily. Shodné s HSM jsou i principy jejich funkce.

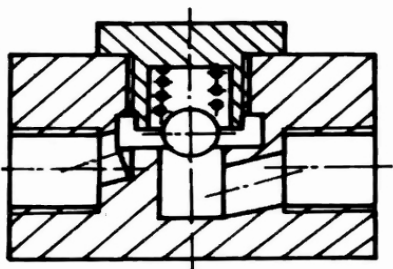
Redukční ventily převážně zajišťují v pneumatických mechanismech stálou hodnotu velikosti pracovního tlaku. Mohou být zařazeny i před prvky, které nevyžadují plný pracovní tlak, což se projeví nižší spotřebou stlačeného vzduchu. Konstrukčně se rozlišují redukční ventily s odfukem a bez odfuku do atmosféry. Možná provedení jsou uvedena na obr. 3.68. Velikost redukovaného tlaku je úměrná síle na pružině, její předpětí se mění otáčením regulačního šroubu. Tlak se odečítá na manometru umístěném v pracovní části obvodu.



a) s odfukem do atmosféry, b) bez odfuku do atmosféry

Obr. 3.68 Redukční ventily

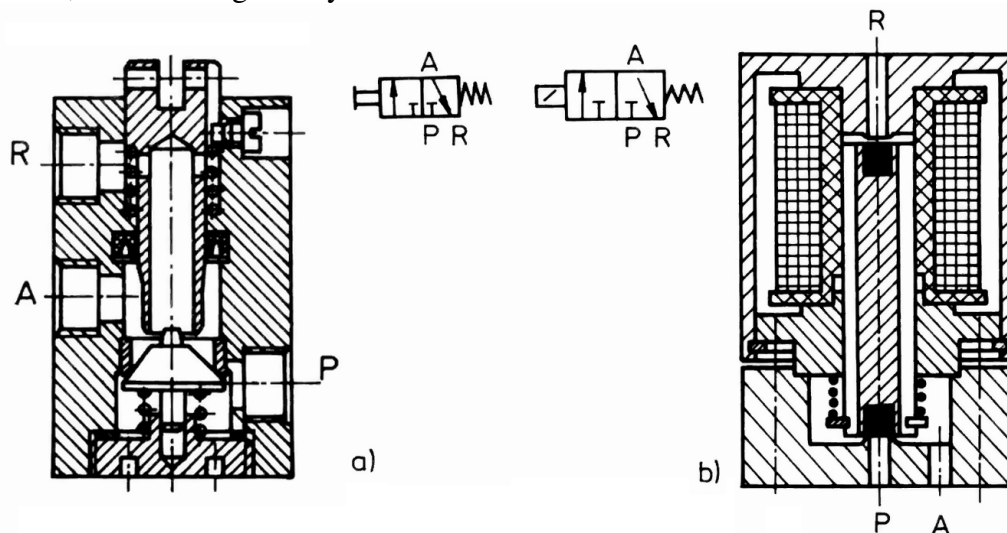
Jednosměrné ventily jsou uspořádány běžně na principu kuličky stabilizované pružinkou v sedle nebo pryžového talíře (obr. 3.69).



Obr. 3.69 Jednosměrný ventil

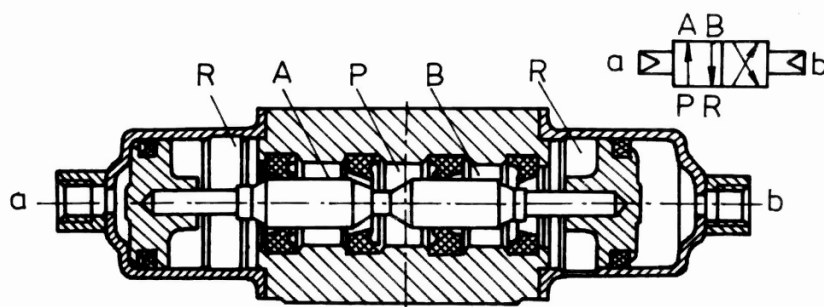
Rozváděče pneumatické plní stejnou funkci v obvodech jako u hydrostatických obvodů, obdobné je i jejich dělení.

Více rozšířené je použití *ventilových rozváděčů*. Vyplývá to z nároků na těsnost, nároky na přestavnou ovládací sílu jsou menší. Ovládání je ruční (tlačítkové, pákové) nebo elektromagnetické. Příklady konstrukčního řešení s mechanickým ovládáním jsou na obr. 3.70a, s elektromagnetickým ovládáním na obr. 3.70b.



Obr. 3.70 Princip konstrukce a funkční značka ventilových rozváděčů

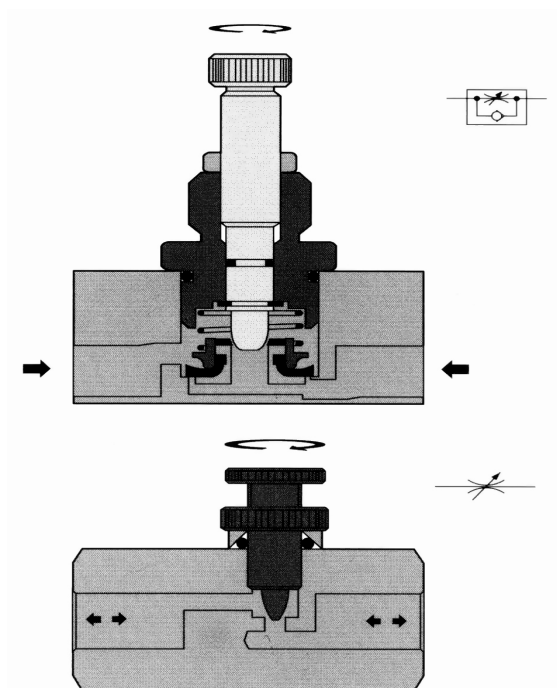
Přímočaré šoupátkové rozváděče mohou být konstrukčně shodné s řešením hydrostatických rozváděčů, většinou se však liší způsobem těsnění šoupátka. Na obr. 3.71 je příklad rozváděče s pneumatickým ovládáním pohybu šoupátka a jeho utěsněním pryžovými manžetami. Uspořádání je výrobně méně náročné, má menší úniky vzduchu, ale vyžaduje větší přestavné síly. Nutno podotknout, že šoupátkové rozváděče se většinou ovládají pneumaticky. Pro nepřímé ovládání je na řídicích větvích umístěn ventilový rozváděč s elektromagnetickým ovládáním.



Obr. 3.71 Přímočarý šoupátkový rozváděč s pneumatickým ovládáním

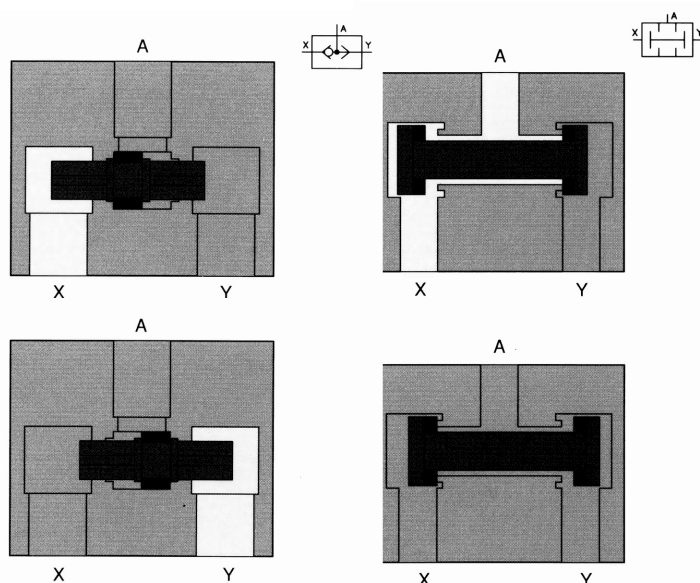
Rotační šoupátkové rozváděče jsou obvykle konstruovány pro ruční nebo mechanické ovládání, používají se pouze v pneumatických obvodech jednoduchých zařízení pro mechanizaci.

Škrťací ventily řídí průtokové množství vzduchu pomocí změny průtočného průřezu. Z konstrukčního hlediska se používají jehly s polohou přestavovanou regulačním šroubem, může se použít i kulička, která je vytlačována ze sedla šroubem a tím se vytvoří škrťací průřez. V opačném směru toku vzduchu ventil klade minimální odpor. Uvedený princip je zřejmý z obr. 3.72, kde je předveden princip funkce brzdícího ventilu (paralelní spojení jednosměrného a škrťacího ventilu).



Obr. 3.72 Škrtící ventil

Ventily logických funkcí se dělí na ventil typu *nebo* (or) a ventil typu *a* (and). Princip jejich funkce je zřejmý z obr. 3.73. U ventilu typu *nebo* protéká vzduch ke spotřebiči buď z jednoho nebo druhého napájení, u ventilu typu *a* musí být natlakovány oba vstupy, aby vzduch mohl protékat ke spotřebiči.

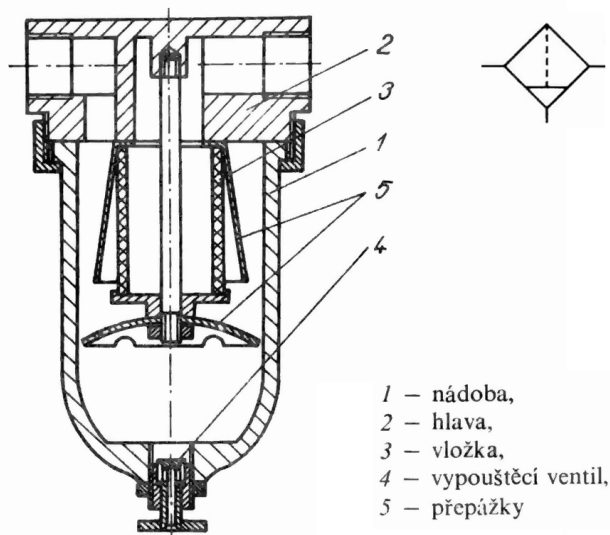


Obr. 3.73 Princip funkce a funkční značky ventilu logických funkcí

Vedení jsou všechny prvky, kterými se zabezpečuje rozvod vzduchu, jako jsou potrubí, hadice, šroubení, rychlospojky a podobně, tedy prvky, které odpovídají obdobným hydraulickým prvkům.

Prvky pro úpravu vzduchu se na funkci mechanismu přímo nepodílejí, ale umožňují ji. Vzduch obvykle obsahuje nečistoty a vlhkost a nemá dobré mazací vlastnosti. Proto je nutné vybavit obvod čističem vzduchu, maznicí, podle potřeby vysoušečem vzduchu a maznicí (olejovačem). V obvodu je i redukční ventil s manometrem. Umístění prvků pro úpravu vzduchu v pneumatickém obvodu je na obr. 3.76.

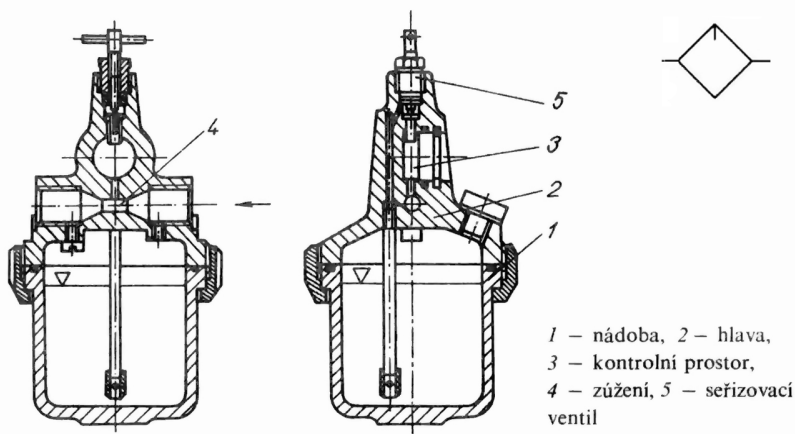
Na obr. 3.74 je obvyklé provedení *čističe*. Vzduch po vstupu do čističe náhle mění směr průtoku a dojde k oddělení hrubších nečistot a kapiček vody na kovových částech (nádobu a přepážky). Další zachycování drobnějších nečistot probíhá na vložce čističe. Funkce vyžaduje pravidelné vypouštění usazených nečistot a vody, existují čističe s ručním nebo automatickým vypouštěním kondenzátu, a včasnou výměnu vložky.



Obr. 3.74 Čistič s ručním odlučovačem kondenzátu

Mezi *prvky pro snížení vlhkosti* patří zařízení, která snižují vlhkost kondenzací, absorpcí a adsorpcí. Vlhkost kondenzuje i ve vedení. Ke shromažďování a pravidelnému vypouštění vody slouží kondenzační nádoby umístěvané v nejnižším místě vedení.

Maznice slouží k promíchání vzduchu s olejovou mlhou a umožňuje zajistit nutné mazání prvků, které by se jinak mohly při provozu zadírat (obr. 3.75). Olej je přiváděn do zúžení ve víku maznice, ve kterém je díky vznikajícímu podtlaku strháván do proudícího vzduchu a vytváří olejovou mlhu. Průtok oleje se seřizuje škrtícím ventilem.



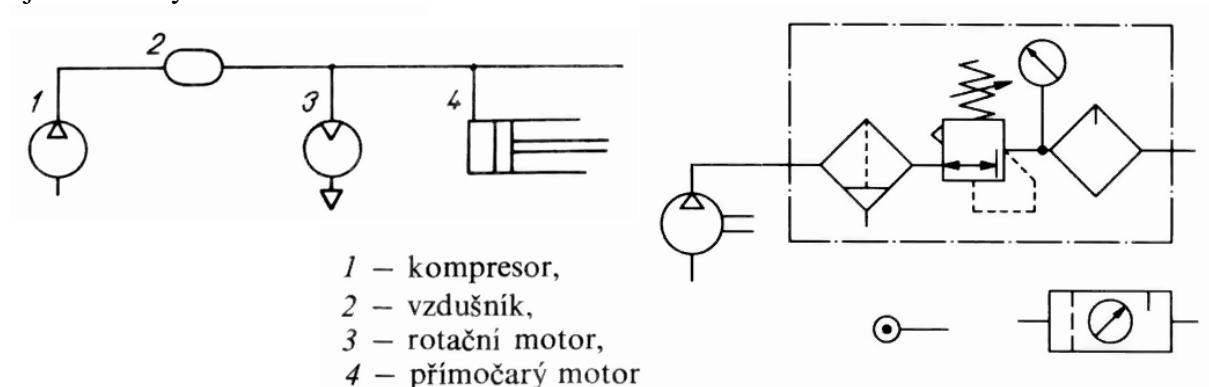
Obr. 3.75 Maznice

Specifickým prvkem pneumatických mechanismů je *tlumič hluku*, který je umístěn do výstupních kanálů, zpravidla rozváděčů, kde podstatně snižují hluk vznikající při expanzi do atmosféry. Dále se používají kontrolní a měřicí přístroje, spínače a podobně. Obvykle se tyto prvky nazývají *pomocné prvky*.

Základní obvody pneumatických mechanismů

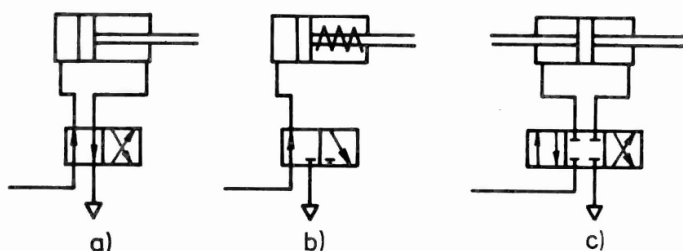
Obdobně jako u hydrostatických mechanismů lze najít typická uspořádání pro plnění základních funkcí. Obvyklé uspořádání zdroje tlakového vzduchu na obr. 3.76. Značka

kompresoru se často nahrazuje značkami s regulátorem tlaku, čističem a maznicí nebo jejich zjednodušenými značkami.



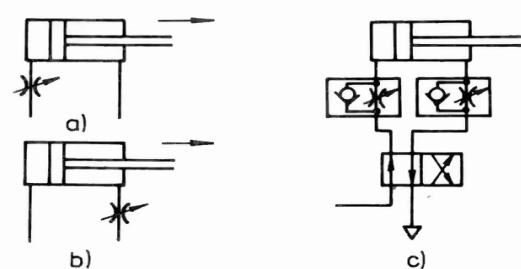
Obr. 3.76 Zapojení zdroje tlakového vzduchu

Směr výstupního pohybu se řídí rozváděči (obr. 3.77), na kterém je uvedeno přímé řízení dvojčinného pneumatického motoru rozváděčem dvupolohovým čtyřcestým a přímé řízení jednočinného pneumatického motoru rozváděčem dvupolohovým třícestým. Klidové polohy jsou dány krajními polohami přímočarých pneumatických motorů nebo dorazy. Stabilizace mezipolohy přímočarého motoru třípolohovým čtyřcestým rozváděčem je problematická z důvodu malé tuhosti vzduchu.



Obr. 3.77 Řízení směru pohybu pneumatických motorů

Rychlost pneumatického motoru se řídí škrticími ventily na vstupu nebo výstupu motoru (obr. 3.78a, b) nebo většinou brzdícími ventily (obr. 3.78c).

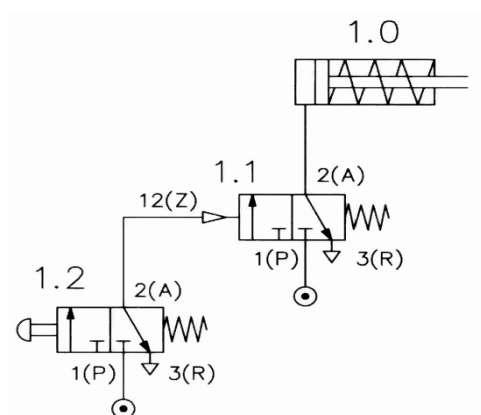


Obr. 3.78 Řízení rychlosti pneumatických motorů

Silové působení se řídí tlakem seřizovaným na vhodnou hodnotu redukčními ventily.

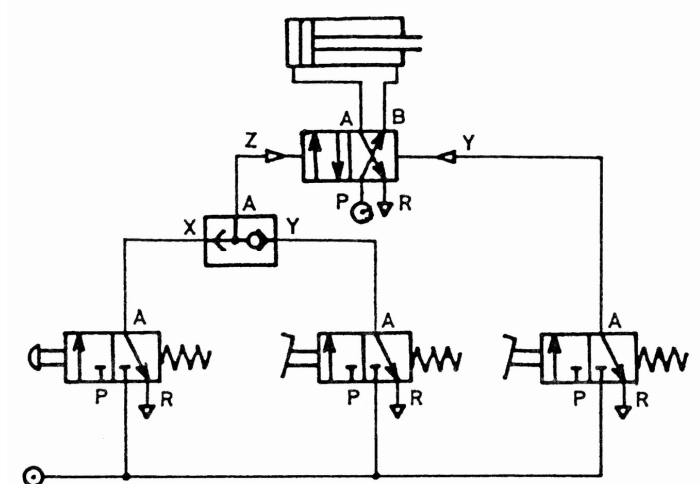
Obvody vybraných pneumatických pohonů

Při mechanizaci a automatizaci obvodů se z výhodou používá *nepřímé řízení* pracovních rozváděčů pomocí dvupolohových třícestných rozváděčů ovládaných tlačítkem (ručně nebo elektromagnetem) jak ukazuje obr. 3.79.



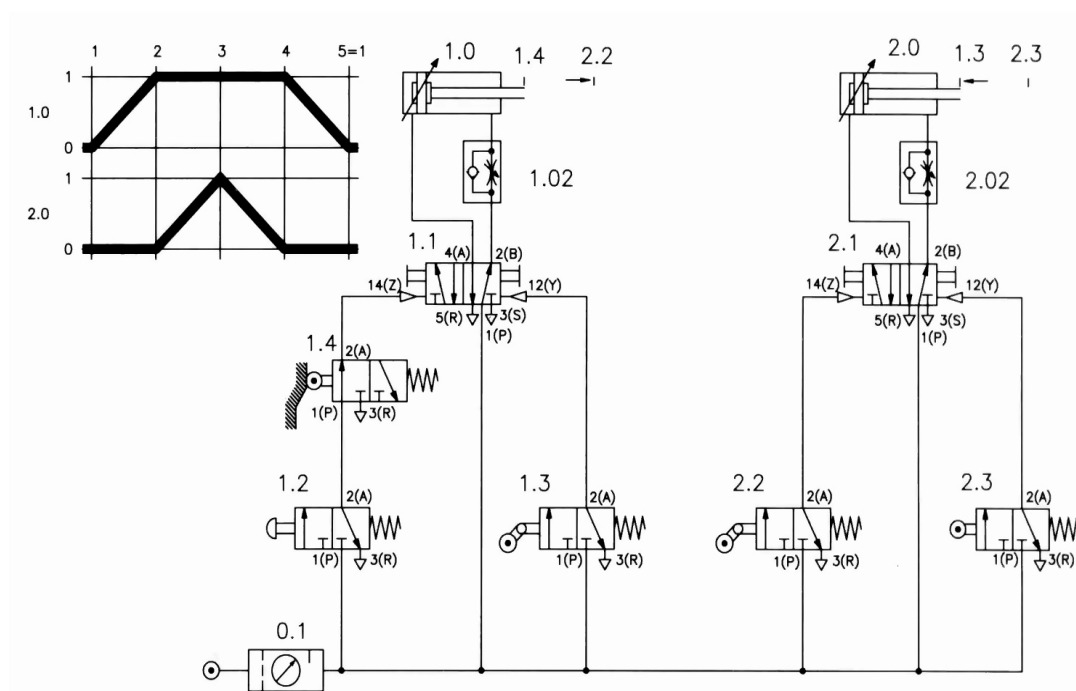
Obr. 3.79 Nepřímé řízení pneumatického obvodu

Na tomto principu jsou do obvodů vkládány i ventily logických funkcí. Obvod s ventilem logické funkce *nebo* slouží pro ovládání pneumatického motoru ze dvou míst pomocí ručního nebo nožního spínače dvupolohových třicestých rozváděčů (obr. 3.80). Ventil logické funkce *a* slouží k realizaci bezpečné funkce lisovacích a vystřihovacích nástrojů. Pro vykonání zdvihu pneumatického motoru musí obsluha stisknout naráz obě tlačítka spínačů dvupolohových třicestných rozváděčů (ventil funkce *nebo* v obr. 3.80 nahradíme ventilem funkce *a*).



Obr. 3.80 Obvody s ventily logické funkce

Složitější obvod pro řízení vysouvání a zasouvání dvou pneumatických motorů v předepsaném cyklu je uveden na obr. 3.81.



Obr. 3.81 Příklad složitějšího obvodu

Energetická bilance pneumatických mechanismů je ovlivněna značnou ztrátou energie u obvodů s pneumatickými motory pracujícími bez expanze. K další ztrátám dochází v rozvodech napojených na kompresorovou stanici. Vzhledem k ceně vzduchu je potřeba volit opatření ke snížení ztrát, vhodnější jsou jednočinné motory, volí se co nejkratší délky vedení mezi motory a rozváděči, tlak by se měl redukovat co nejblíže před motory.

Provoz a údržba pneumatických mechanismů

Provoz dobře navrženého a sestaveného mechanismu není náročný pro obsluhu, vyžaduje však pravidelnou údržbu, zejména prvků pro úpravu vzduchu. Jedná se o vypouštění kondenzátu, výměnu čistících vložek a sledování a doplňování náplně maznic. Nezbytné jsou pro správnou obsluhu i znalosti základních vlastností prvků a jejich provozních předpisů.