

1.4 Rezervoar za vazduh

Rezervoar za vazduh ima više namena kada se postavlja iza kompresora, a ispred razvodne mreže. Nije prvenstveni zadatak rezervoara da umiri pulziraju u struju klipnog kompresora, jer bi za to bila dovoljna samo 10-50 struka zapremina cilindra poslednjeg stupnja. Mnogo veći zadatak sastoji se u tome da reguliše rad kompresora prema potrošnji vazduha. U rezervoaru se izdvaja kondenzovana voda iz vazduha i kapljice ulja od kompresora. Zbog toga se obično rezervoari postavljaju 10-15 m od kompresora na severnoj strani kompresorske stanice.

Veličina rezervoara zavisi pored ostalog i od načina rada kompresora. Ako kompresor ima automat za isključenje pogonskog elektromotora, broj isključenja i isključenja može biti maksimalno 15 puta na čas za razliku pritiska od 1bar. U tom slučaju zapremina rezervoara se određuje po sledećem obrascu:

$$V=0.9 \cdot \dot{V} \quad (\text{m}^3)$$

gde je: V zapremina rezervoara u (m^3), a \dot{V} kapacitet kompresora u (m^3/min) usisanog vazduha.

Ako regulator rada kompresora, kada je dostignut dovoljan pritisak, na isključenje pogonski motor, već omogućuje rad kompresora na prazno, bez opterećenja, onda broj uključenja na čas ide do 100, a zapremina rezervoara u toku služenja može biti kontrolisana prema obrascu:

$$V=0.4 \cdot Q \quad (\text{m}^3)$$

Ako više kompresora rade u kompresorskoj stanici, veličina zapremine rezervoara se određuje prema najvećem kompresoru, dok se ostali uključuju u rad prema potrošnji vazduha.

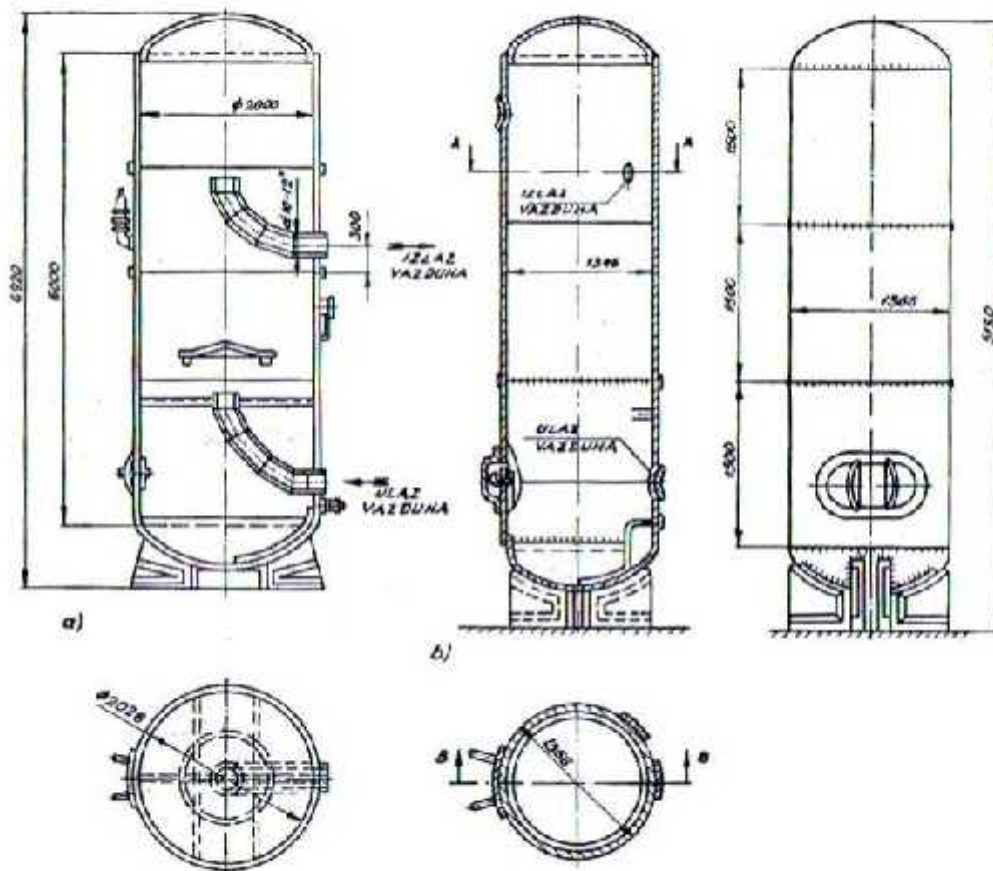
Rezervoari se izrađuju u vidu cilindričnih sudova (sl.14.) koji se postavljaju horizontalno ili vertikalno na temelje. Kao sudovi pod pritiskom podležu propisima državne kontrole i tek posle izdatog atesta mogu se pustiti u pogon. Konstrukcija rezervoara je dužna da obezbedi niz uslova.

Pre svega rezervoar mora biti tako postavljen da je sa svih strana pristupačan radi kontrole unutra i spolja, repara i ispravljanja.

Radi boljeg odvajanja kapljica ulja i vlage na vertikalno postavljen rezervoar ulaz vazduha je oko sredine, a odvod pri vrhu rezervoara. U unutrašnjosti rezervoara postavlja se pregrada ili odbojnik da bi ulazni vazduh pravio što oštrije skretanje kako bi odvajanje kapljica ulja i vlage bilo što bolje.

Svaki rezervoar mora imati:

- a) priključne otvore za dovod i odvod vazduha
- b) priključni otvor za vezu sa regulatorom
- c) ventil sigurnosti
- d) manometar
- e) slavinu za ispuštanje vode i ulja
- f) otvor za ulaz radi ispravljanja unutrašnjosti rezervoara
- g) ventil za isključenje rezervoara od mreže



Slika 14: Izgled vertikalnog rezervoara za vazduh

Osim toga preporučuje se da ima još po jedan ili dva otvora za naknadno uključivanje razvodne mreže i mesta za postavljanje termometra. Ventil sigurnosti na rezervoaru se reguliše na najveći radni pritisak uz 10% povećanja. Debljina zida rezervoara se izračunava prema pritisaku i maksimalno dozvoljenom pritisku.

1.5 Cevovod i armatura

Radi međusobnog povezivanja pneumatskih elemenata, koriste se čelične ili bakarne cevi, zatim creva i u poslednje vreme plastične cevi. Kada se povezuju pokretni delovi sa nepokretnim onda se moraju upotrebljavati creva. Za vazduh i naročito kod malih pritiska koriste se bakarne cevi koje se lako savijaju. Kada pneumatski uređaj nije izložen velikim razlikama temperature a pneumatske komponente se smeštaju u relativno mali prostor koriste se cevi od plastične mase.

Čelične cevi se najčešće koriste u pneumatskim instalacijama. Pored toga koriste se bakarne bešavne i zavarene cevi od materijala prema standardu SRPS C.D5.50. Spoljni i unutrašnji pritisci čeličnih i bakarnih cevi nalaze se u tabeli 2.

Tabela 2: Spoljni i unutrašnji prenici čeličnih i bakarnih cevi

Spoljni prenik (mm)	6	8	10	12	15	18	22
Unutrašnji prenik (mm)	4	6	8	10	12	15	19

Cevi predviđene ovoj tabeli koriste se za radne pritiske do 6bar. Temperatura fluida ili okoline može biti 70°C.

Gumena creva koja se koriste u pneumatskim instalacijama primenjuju se za pritiske do 6bar i temperature od -30 do +80°C. Cevi od plastične mase primenjuju se za pritiske do 6bar (max pritisak 10bar) i temperature od -10 do +60°C.

Dimenzije gumenih creva su date u tabeli 3.

Tabela 3: Dimenzije gumenih creva

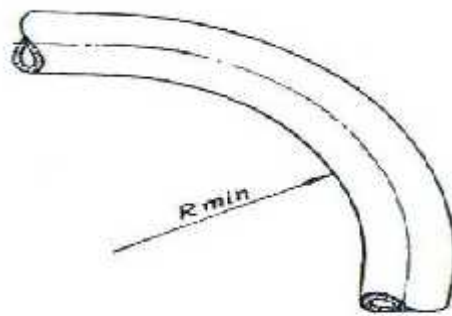
Nazivni prenik (mm)	4	6	8	10	12	16	20
Unutrašnji i spoljašnji prenik (mm)	4,5x8,5	6x10	8x14	10x16	13x24	16x24	20x28

Plastične savitljive cevi se izrađuju od plastičnih masa tako da zadovoljavaju odgovarajuća mehanička, termička i hemijska svojstva. Koriste se uglavnom tamo gde nema velike razlike u temperaturama i gde je prostor za smeštaj instalacije ograničen. Dimenzije plastičnih cevi date su u tabeli 4.

Tabela 4: Dimenzije plastičnih cevi

Unutrašnji nazivni prenik cevi (mm)	4	6	8	10	12	15	20
Spoljni prenik cevi (mm)	6	8	11	13	16	19	24
Debljina zida cevi (mm)	1	1	1,5	1,5	2	2	2
Poluprečnik savijanja (R_{min}) (mm)	30	40	50	70	90	110	150

Kod upotrebe gumenih i plastičnih cevi, treba obratiti pažnju na hemijske osobine materijala naročito kada se za pneumatske instalacije u procesnoj ili hemijskoj industriji. Tabela sadrži i minimalni prečnik savijanja (slika 15).

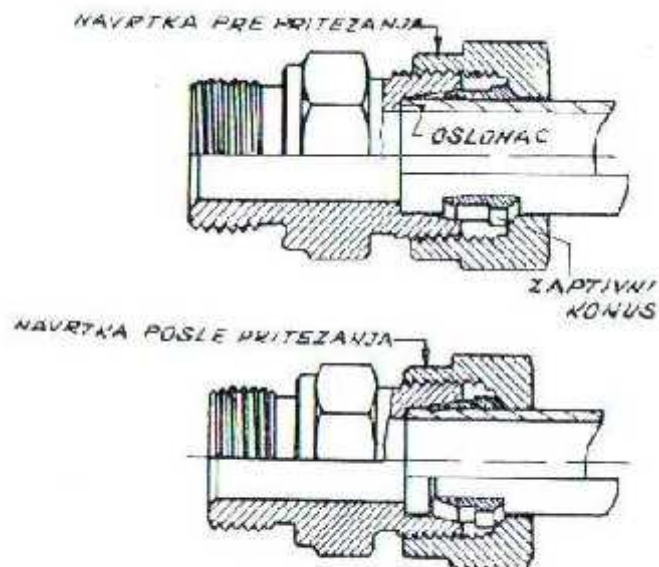


Slika 15: Minimalni pre-nik savijanja

1.5.1 Priklu ci za cevi

Veza cevovoda i pneumatskog elementa se ostvaruje priklu cima. Oni mogu biti razli itog konstruktivnog rešenja. Danas se naj es e primenjuju priklu ci izra eni po sistemu Ermeto.

Na slici 16 se vidi jedan priklu ak sa navrtkom i krajem cevi. Gornja slika pokazuje moment pre po etka pritezanja navrtke a donja kada je navrtka dobro pritegnuta. Na ravno prese enu cev bez obrade navu e se prvo navrtka pa zaptivni konus.



Slika 16: Vezivanje pomo}u Ermeto priklu-aka

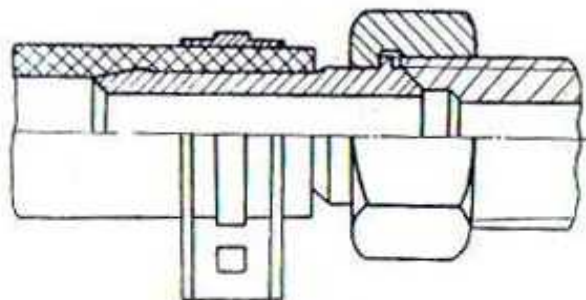
Zaptivni konus se navu e tako da kraj cevi viri oko 0,5cm. Zatim se kraj cevi potisne preko konusa priklu ka do oslonca. Navijanjem navrtke zap.konus klizi prvo do konusne površine,a zatim daljim potiskivanjem zaptivnog konusa,konusna površina priklu aka usmerava

oštru unutrašnju ivicu zaptivnog konusa ka cevi. Dobrim zatezanjem navrtke, ivica zaptivnog konusa se ukopa u spoljnu površinu cevi što ustvari i obezbe uje zaptivanje. Tako ostvarena veza ima prednosti i u tome što se bez posebnog alata može izvesti.za slu aj potrebe lako se može postaviti cev od priklju ka upotrebom samo klju a.

1.5.2 Priklju ci za gumena creva

Kada treba spojiti pokretne delove mašina sa nepokretnim, gumena creva uspešno zamenjuju bilo koja druga rešenja a da pri tome zaptivanje potpuno zadovoljava. Proizvo a i u svom programu imaju gumena creva sa priklju cima standardnih dužina.

Na slici 17 je prikazan priklju ak sa crevom.

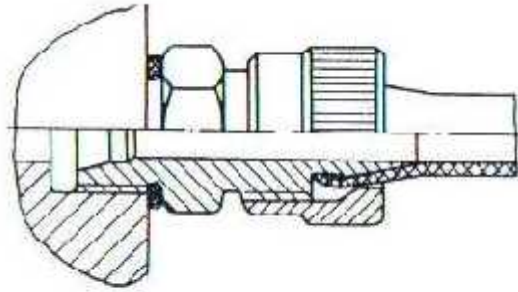


Slika 17: Priklju-ak za crevo sa kupastim zavr{etkom

Na priklju ak za crevo sa kupastim završetkom navu ene se gumeno crevo i pri vrsti eli nom obujmicom. Pomo u navrtke pri vrsti se priklju ak za drugi standarni priklju ak. Pritezanjem navrtke do kraja,konus priklju aka vrsto prillegne uz unutrašnji konus drugog priklju ka i tako obezbedi zaptivanje. Kod ovakve veze crevo sa priklju kom stoji nepomi no kako pri spajanju tako i pri razdvajanju. Odvajanje se obavlja jednostavno odvrtanjem navrtke.

1.5.3 Priklju ci za plasti ne cevi

Za primenu cevi od plasti ne mase koriste se priklju ci iji navoji i oblik odgovaraju ostalim standardnim priklju cima.

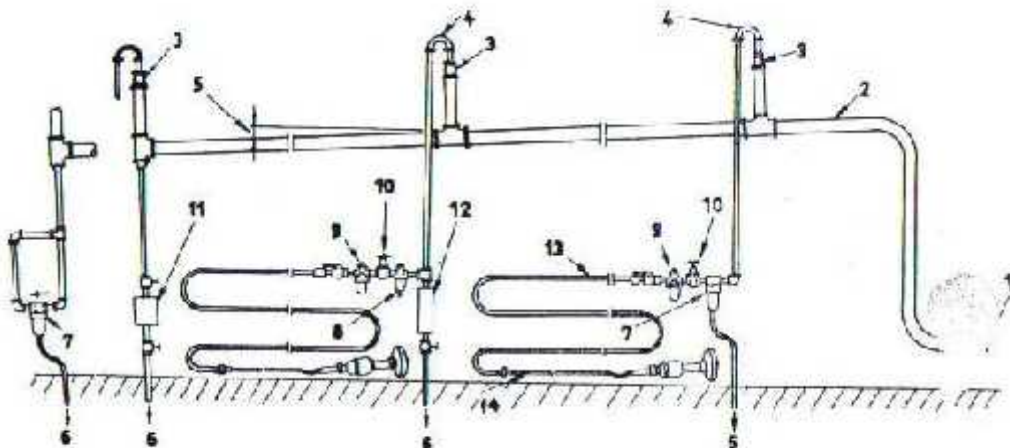


Slika 18: Priklju-ak za plasti-no crevo

Na slici 18. je prikazano rešenje kada je priklju ak uvrnut u telo. Na drugom kraju priklju ka se nastavlja plasti na cev. Kraj plasti ne cevi se navu e na konusni završetak priklju ka. Zatim se ve navu ena navrtka na cev pomeri do po etka navoja priklju ka. Ru nim navrtanjem navrtke prilazi konus navrtke uz konus priklju ka, a zid cevi ime u njih se priteže. Samo ru nim pritezanjem navrtke dovoljno je da se ostvari uspešna veza.

1.6 Pre iš avanje vazduha

Vazduh pod pritiskom koji dolazi iz kompresorske stanice sadrži u sebi uljme i vodene pare.da bi se komprimirani vazduh mogao koristiti u pneumatskim ure ajima treba da bude o iš en od svih stranoh sastojaka. Ne isto a ili prisustvo uljnih para i kapljica vode štetno deluje na pneumatske ure aje, a u nekim slu ajevima ne mogu ni ispravno funkcionisati. Zbog toga je potrebno ve kod projektovanja razvodne mreže komprimiranog vazduha instalaciju izvesti tako da do potroša a dospe o iš eni vazduh. Na slici 19 je prikazana mreža razvoda vazduha sa karakteristi nim elementima.



Slika 19: Mre' a razvoda komprimovanog vazduha sa karakteristi-nim elementima

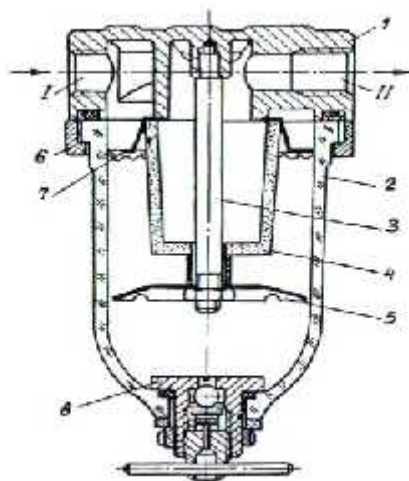
Na po etku (1) glavnog voda (2) dolazi vazduh pod pritiskom od rezervoara kompresorske stanice. Glavni vod se postavlja pod nagibom ($1/2^\circ$) radi slivanja kondezovane vode, kako je to ve} obja{njeno u uvodnom poglavlju (sl. 96). Nagib se izvodi u smeru strujanja vazduha. Odvodna cev do potroša a se postavlja sa gornje strane glavnog voda. Pre luka (4) predvi a se mesto (3) za priklju ak nekog drugog potroša a. Radi odvajanja kondenzata, postavljaju se odvaja i sa ru nim ispuštanjem vode (11, 12) i automatskim pražnjenjem (7). Pored odvaja a vode postavlja se pre ista , regulator pritiska i zauljiva . Od slavine za vazduh pa nadalje produžava se cevni vod (13) da bi na kraju preko savitljivog creva bio priklju en potroša . Kako se može videti iz ove principijelne šeme razvodne mreže, izdvajanja nepoželjnih sastojaka iz vazduha po inje ve kod projektovanja razvoda vazduha.

1.6.1 Pre ista

Udaljavanjem vazdušnog voda od glavnog voda dolazi do hla enja vazduha pa zbog toga i stvaranja vodenih kapljica. Da bi do potroša a došao vazduh oslobo en kondenzata, postavlja se pre ista .

Na slici 20. je prikazano jedno od konstruktivnih rešenja pre ista a tj. odvajanje kapljica vode i ulja i mehani kih ne isto a. Ulaz vazduha dolazi kroz otvor I. Zatim struja vazduha prolazi preko rešetke koja usmerava vazduh na niže. Posle toga vazduh ponovo skre e ka metalno-kerami kom cilindru 4. Prave i luk, kapljice vode i ulja zbog centrifugalne sile padaju na asu 2 i slivaju se ka dnu. One kapi koje padaju na zaštitnik 5 tako e klizaju na dno asice. Mehani ka ne isto a se zadržava na spoljnim zidovima metalno-kerami kog cilindra. Ispuštanje kondenzata se vrši preko ventila 8. Zajedno sa kondenzatom, spiraju se i mehani ke estice. Kod izvesnih konstruktivnih rešenja iš enej pre ista a se izvodi automatski kada kondenzat dostigne odre eni nivo.

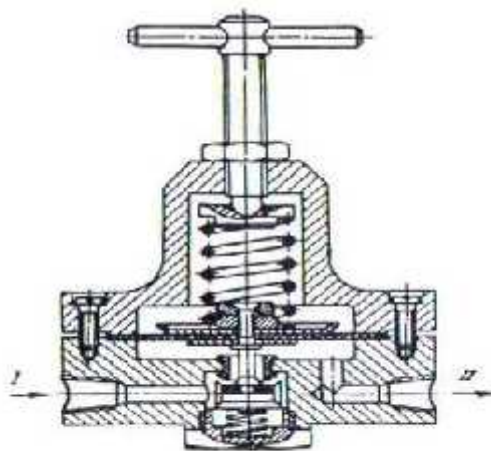
Na taj na in vazduh dalje odlazi kroz otvor II pre iš en i relativno osušen. Postoje i druga konstruktivna rešenja pre ista a zavisno od toga do kog stepena je potrebno pre istiti tj. osušiti vazduh.



Slika 20: Pre-ista- vazduha

1.6.2 Regulator pritiska

Vazduh iz rezervoara kompresorske stanice dolazi sa pritiskom oko 7bar ili više. Zavisno od opterećenja razvodne mreže, pritisak vazduha u mreži može da varira što može da bude smetnja ispravnom radu pneumatskih uređaja. Zbog toga se ispred instalacije postavlja regulator pritiska sa manometrom. Regulator pritiska na slici 21 održava konstantan pritisak u instalaciji bez obzira na oscilacije pritiska iznad regulisanog. Vazduh pod pritiskom dolazi kroz priključak I i dospeva ispod membrane. Tako se stvori sila koja diže membranu. Sa suprotne strane nalazi se opruga koja se seila može podešavati uvijanjem ili odvijanjem vretena. Za jedno konstruktivno rešenje sve veličine su konstantne, sem pritiska. Vazduh iz komore ispod membrane produžava ka potrošaču. Jednoga momenta pritisak vazduha ispod membrane daje jednu silu koja se uravnotežavati sa silom opruge iznad membrane. Kada pritisak vazduha iza regulatora počinje da raste opruga se sabija pa se postepeno zatvara dalje priticanje vazduha u regulator. Kada zbog potrošnje, pritisak vazduha iz regulatora počinje da opada, opruga potiskuje membranu na niže i ventil se otvara. Otvaranjem ventila ponovo dolazi vazduh pod pritiskom u regulator. Na taj način se održava uvek jednak pritisak u vodi iza regulatora. U kojim granicama se pritisak održava zavisi od konstruktivnog izvođenja samog regulatora.



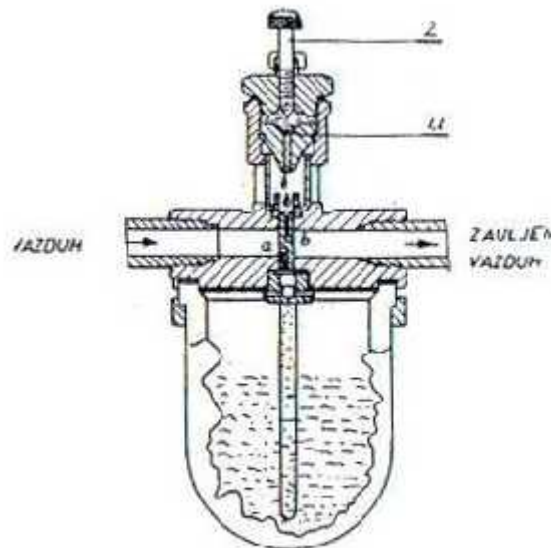
Slika 21: Regulator pritiska

1.6.3 Zauljiva

Oslobodjen vodenih i uljnih kapi kao i mehaničkih nečistoća, vazduh pod pritiskom posle regulatora pritiska prolazi kroz zauljivača da nose i finu maglu ulja u kontrolisanim količinama do i do pokretnih delova pneumatskih komponenata. Radi pravilnog rada pneumatskih komponenata podmazivanje svežom uljnom maglom nošenom vazduhom postaje neophodno. Međutim, iako takav vazduh koriste najveći broj instalacija ima slučajeva gde se zauljivača izostavlja ((vazduh za farbarske pištolje, veoma precizni merni instrumenti i dr.). Zauljivača ne sme da stvara veliki otpor kretanju vazduha a treba da ga obogati finom uljnom maglom. To se može postići samim konstruktivnim rešenjem (slika 22).

Vazduh ulazi sa strane označene strelicom (strelica je označena na telu zauljivača a). Vazduh koji struji, dolazi u dodir sa uljem. Time stvara pritisak na površinu ulja.

Zbog pritiska, ulje se kroz vertikalnu cev iicu penje do prostora "u", odakle kapanjem silazi kroz kanal "b" na struju vazduha. Pri izlazu iz kanala "b", kapljica se rasprašuje u finu maglu. Na taj na in na izlazu vazduha iz zauljiva a, struji zauljeni vazduh koji ce na svom putu podmazivati taru e površine pokretnih delova pneumatskih komponenata, ure aja. Koliko e kapi ulja dospeti u kanal "b" zavisi od toga koliki e se ostaviti otvor za prolaz posle podešavanja zavrtnja "z". Koju vrstu ulja treba sipati u zauljiva uslovljenio je materijalom koji dolazi u dodir sa vazduhom. Što se ti e viskoznosti preporu ljivo je da to bude re e ulje. Konstruktivna izvo enja zauljiva a mogu biti razli ita ma da namena i funkcija ostaju isti.



Slika 22: Zauljiva-

1.6.4 Suvi i pre iš eni vazduh

Nekada se postavlja zahtev da se vazduh pored odstranjivanja mehani kih ne isto a i "potpuno osuši". Kvalitet bojenja sa pneumatskim pištoljima ne bi bio zadovoljavaju i ako bi vazduh, koji se kod farbanja koristi, sadržavao vlagu i ulje kapljice. Hla anje vazduha ispod temperature radne atmosfere u kojoj se nalaze pneumatski ure aji obezbe uje, dolaskom u prostor više temperature, stvaranje pregrejane pare u vazduhu koji prolazi kroz pneumatske komponente.

Za sušenje vazduha postoje specijalni ure aji koji se u ovakvim slu ajevima koriste. Postoji mehani ki odvaja (filter) koji sa jednim finim sitom zadržava kapljice te nosti koja se izdvaja iz magle. Zavisno od fino e sita zadržava se manje ili više kapljica. Tako ima filtera koji mogu i "potpuno da osuše vazduh".

1.6.5 Filter sa aktivnim ugljem

U slu ajevima gde je potrebno što efikasnije izdvojiti kondenzovanu vodu i ulje iz vazduha pod pritiskom postavljaju i sredstvo za sušenje kao uložak u filter. Za adsorpciju pare

primenjuje se aktivni ugalj. Dejstvo aktivnog uglja se meri dužinom vremena za koje ugalj može da vrši adsorpciju ulja iz vazduha. Umesto uglja to može biti aktivni koks ili sito koje se pojavljuje kao mehanski filter. Posle zasićenja aktivnog uglja, treba punjenje zameniti. Tokom vremena iskustvo je pokazalo da aktivni ugalj adsorbira uljne pare, dok se uljna magla i kapljice mogu uspešno mehanski filterom odstraniti.

1.6.6 Gel-filter (adsorber)

Za adsorpciju vodene pare primenjuje se "Gel"-tj. sredstva za sušenje vazduha, a prodaju se pod raznim imenima. Svi oni imaju jedno zajedničko: adsorbiranje vodene pare iz vazduha ili gasa vrši se preko kapilarnosti sredstava za sušenje. Step sušenja odgovara ta košenja od -55° do -60°C. Podaci o sposobnosti Gel-a daju se od proizvođača firmi tabelarno ili dijagramski u zavisnosti od relativne vlažnosti vazduha. Kod adsorpcije vodene pare na Gel-u se oslobodi toplota. Ako se stvorena toplota ne odvodi, temperatura adsorbera raste, pa se sposobnost adsorpcije smanjuje. Vazduh visokog pritiska ima dovoljan toplotni kapacitet, pa je i sposobnost adsorpcije Gel-a visoka. U adsorberu se postiže porast temperature za t . Sušenje je povoljnije pri visokom pritisku vazduha. Na usisanoj strani može porast temperature t pri nepovoljnoj temperaturi usisnog vazduha da u ini adsorber nesposobnim, jer temperatura adsorbera dostiže 100°C i više. U takvim slučajevima mora se ili adsorber ili vazduh ispred adsorbera hladiti.

Kada punjenje adsorbera dođe do zasićenja, treba vršiti regeneraciju. Ta ka zasićenja se određuje indikatorom. Plavi indikator pri zasićenju postaje crven. Kroz stakleni otvor gel-aparata može se posmatrati promena boje indikatora pa prema tome utvrditi potrebu regenerisanja uloška u aparatu. Regeneracija se izvodi toplim vazduhom temperature 150-180°C. Vazduh za regeneraciju se dobija od ventilatora sa dovoljnim statičkim pritiskom. Ako se vazduh za regenerisanje uzima iz mreže, onda mora biti odmašen. Vazduh za regenerisanje struji kroz aparat odzgo na niže. Adsorbovana voda isparava i sa toplim vazduhom izlazi napolje. Regeneracija je završena kada temperatura na izlazu dostigne vrednost oko 100°C, tj. kada indikator postane ponovo plave boje. Zagrevanje vazduha za regeneraciju vrši se u razmenjiva u toplote pomoću pare ili električne struje. Vreme regenerisanja se podešava prema pogonu na osnovu uputstva proizvođača. Kontinualni pogon koristi dva adsorbera pri čemu dok jedan radi, drugi se regeneriše. Uključenje jednog ili drugog adsorbera može da se izvodi ručno ili automatski električno ili pneumatski. Izbor prebacivanja, ne režim rada ili regenerisanje je pitanje cene. Automatsko prebacivanje zahteva poseban uređaj. Ručno prebacivanje je rentabilnije u primeni iako operacija traje nekoliko minuta. Ako bi ova pauza bila smetnja, onda se primenjuje automatsko prebacivanje. Sa ta košenim adsorberom postiže se sušenje košenja je ta košenja -55 do -60°C.

Jedno punjenje Gel-a ima dugi vek trajanja, oko 5 godina i više, uz napomenu da se ne zaprlja tokom rada od ulja.

U slučajevima kada vazduh pod pritiskom dolazi sa uljem iz kompresora, treba prvo propustiti struju vazduha kroz filter sa aktivnim ugljem da bi kroz punjenje Gel-a prolazio vazduh praktično bez ulja.

Izbor odvajanja ili vrste filtera zavisi od uslova koje postavljaju pneumatski radni ili regulacioni organi s obzirom na stepen suvoće vazduha i to:

- a) Odvajanje sa grubim odvajanjem jednostavne konstrukcije
- b) Fino odvajanje kroz fini filter posebne konstrukcije
- c) Izdvajanje uljnih kapljica sa umetkom filtera sa aktivnim ugljem

d) Odvaja ulja i vod e preko filtera sa aktivnim ugljem i umetkom u Gel-aparatu

Veli ina filtera se odre uje prema protoku, a konstrukcija i tip prema zahtevima u odnosu na stepen suvo e vazduha.

1.7 Razvodnici

Razvodnici su pneumatske komponente za upravljanje izvršnim organima(cilindrima). Da bi se u pneumatskom cilindru dobila sila na klipnja i, vazduh pod pritiskom prolazi kroz razvodnik. Cilindri koji se koriste u pneumatskim instalacijama mogu biti jednosmernog i dvosmernog dejstva. U prvom slu aju povratni hod klipa u cilindru vrši se pomo u opruga,a u drugom slu aju oba hoda (radni i povratni) se ostvaruju dejstvom komprimiranog vazduha. U razvodniku se vazduh usmerava ka cilindru ili se cilindar preko razvodnika povezuje sa atmosferom. Razvodnikom se upušta vazduh u jednu ili drugu stranu pneumatskog cilindra dvosmernog dejstva. Po ovome zadatku da se razvodnikom usmerava – raspore uje struja vazduha po vremenu, pravcu i koli ini ova pneumatska komponenta je dobila ime.

Razvodnici se mogu grupisati,bez obzira na konstruktivno rešenje, prema svojim osnovnim karakteristikama a to su:

1. protok vazduha
2. na in aktiviranja
3. funkcija.

Razvodnici za cilindre jednosmernog dejstva omogu avaju prolaz vazduha do cilindra da bi ovaj preko klipnja e izvršio nekirad. Tom prilikom se vrši radni hod klipa u cilindru. Kada se u razvodniku uspostavi veza cilindar-atmosfera,pod dejstvom opruge u cilindru klip se vra a ime se izvršava povratni hod. Razvodnici za cilindre dvosmernog dejstva su povezani sa obe strane cilindra, tako da se i radni i povratni hod vrši pod dejstvom pritiska vazduha koji se preko razvodnika usmerava jedanput u jednu,a drugi put u drugu stranu cilindra.

1.7.1 Ozna vanje razvodnika

Ozna vanje razvodnika kao i drugih pneumatskih komponenata šematski kod izrade projekta, vrši se simbolima prema evropskom standardu. Tako razvodnik za cilindar dvosmernog dejstva pored simbola nosi oznaku 4/2 ili 5/2. Prva brojka pokazuje koliko dato konstruktivno rešenje ima otvora za priklju ke, a druga brojka koliko položaja zauzima razvodni klip za izvršenje zadatka. Tako npr.razvodnik ozna en sa 4/2 ima 4 priklju ka i dva položaja razvodnog klipa. Razvodnik 5/2 ima 5 priklju aka i dva položaja razvodnog klipa.

Pored toga, treba razlikovati razvodnike kod kojih posle aktiviranja vazduh prolazi ka izvršnom organu i one, kroz koje stalno postoji prolaz vazduha,a kada se aktiviraju prekida se struja vazduha. Prema tome postoje razvodnici koji su normalno zatvoreni i normalno otvoreni.

U prvom slu aju kad je razvodnik neaktiviran nema prolaza vazduha kroz razvodnik, a u drugom slu aju kroz razvodnik postoji veza sa izvršnim organom.

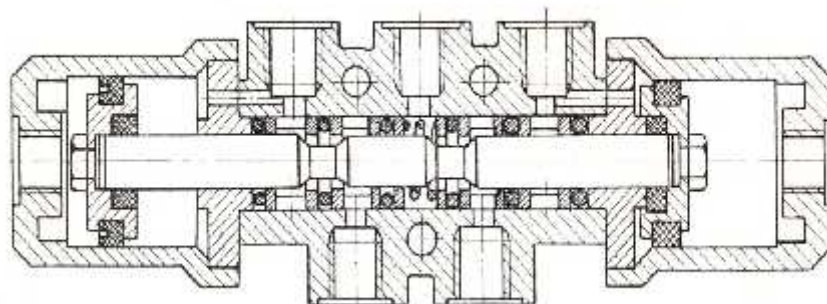
Ova veoma važna karakteristika razvodnika posebno sa tekstom ozna va u prospektu proizvo a a. Oba rešenja koriste u pneumatskim instalacijama zavisno od toga kakav funkcionalni zadatak treba da izvršava postavljeni sistem.

1.7.2 Konstruktivna rešenja razvodnika

Iako razvodnici u funkcionalnom smislu moraju izvršavati isti zadatak, u konstruktivnom pogledu oni se razlikuju. Jedna konstruktivna koncepcija ima slobodan klip sa zaptivkama na klipu ili u posebnom umetku. Po drugoj razvodnici su ventilskog tipa. Nekad pojedini proizvođači daju i kombinovana rešenja.

- Razvodnici sa slobodnim klipom

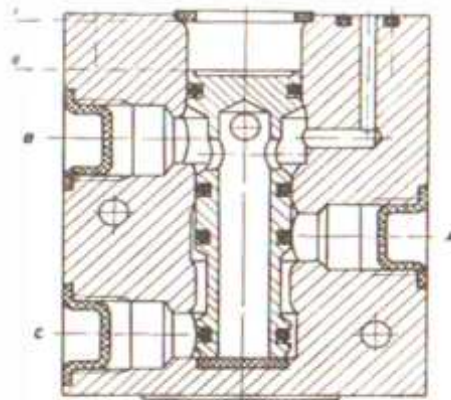
Razvodnik sa slobodnim klipom 5/2 (sl. 23) se sa obe strane pneumatski aktivira. Posle prestanka pneumatskog impulsa razvodni klip ostaje na mestu i obezbeđuje postignuti smer protoka kroz razvodnik sve dok pod uticajem impulsa sa suprotne strane razvodni klip ne zauzme drugi krajnji položaj. Okrugle zaptivke se nalaze u posebnom prstenastom umetku koje obezbeđuju zaptivanje s jedne strane na klipu, a sa druge strane u srednjem otvoru u telu razvodnika.



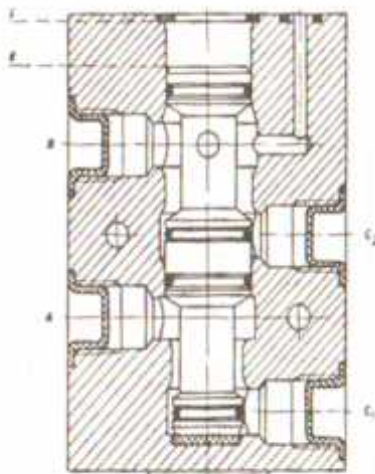
Slika 23: Razvodnik 5/2

Razvodnik 3/2 (sl. 24) povezuje cilindar jednosmernog dejstva sa atmosferom. Ručnom ili nekom drugom komandom koja se postavlja sa gornje strane tela razvodnika, ispušta se vazduh iz prostora iznad klipa a zatvara dalje priticanje komprimiranog vazduha. Zbog toga klip prelazi u gornji položaj pa se tok strujanja vazduha kroz razvodnik menja.

Razvodnik 4/2 (sl. 25) propušta vazduh u drugu stranu cilindra, a prethodnu prazni. Razvodnik 3/2 upušta vazduh u cilindar, a prekida vezu sa atmosferom. To je tzv. aktivirano stanje razvodnika.



Slika 24: Razvodnik 3/2



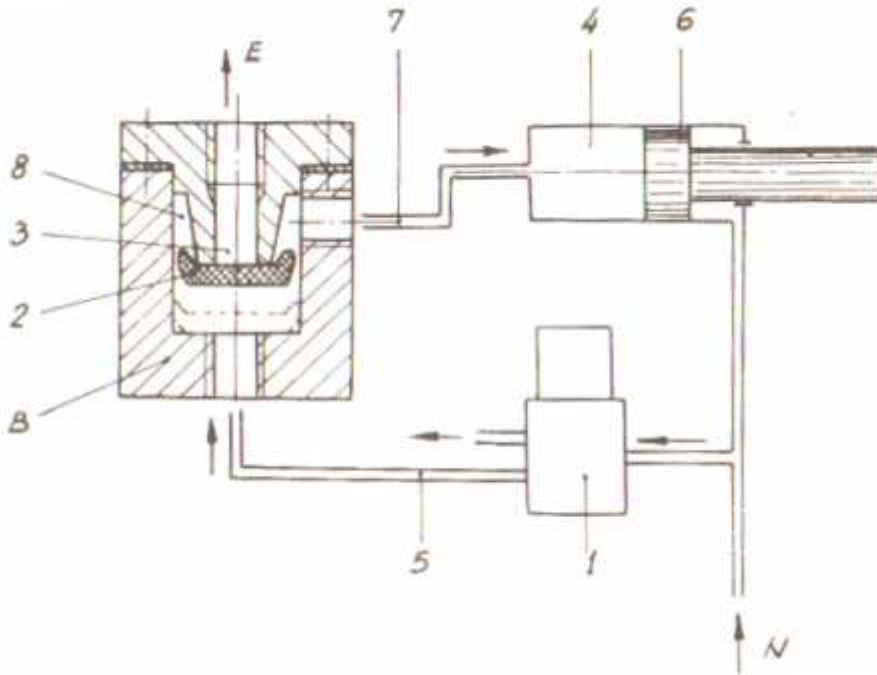
Slika 25: Razvodnik 4/2

1.8 Ventili

Mogu imati različite zadatke u pneumatskoj instalaciji, a ovdje se spomenuti samo neki od njih koji su najviše zastupljeni. Obično se nalaze između razvodnika i izvršnog elementa, mada se mogu naći i iza kompresora a pre razvodnika (nepovratni ventil, ventil za ograničenje pritiska i sl.).

1.8.1 Brzoispušni ventil

Kada je potrebno brzo isprazniti cilindar kroz razvodnik, primenjuje se brzoispusni ventil. Ako su duga ki pneumatski vodovi izme u razvodnika i cilindra,a pražnjenje cilindra i vazduha u vodu treba da bude brzo izvedeno, onda se blizu cilindra postavlja brzoispusni ventil. Tako se vazduh iz cilindra prazni preko brzoispusnog ventila, a vazduh iz voda kroz razvodnik. Pre nego što je vod ispražnjen, cilindar je zahvaljuju i brzoispusnom ventilu oslobo en vazduha pod pritiskom.



Slika 26: Funkcionisanje brzoispusnog ventila

Na slici 26. šematski je prikazana funkcija brzoispusnog ventila povezanog na mreži sa razvodnikom i cilindrom. Iz mreže N dolazi vazduh do razvodnika 3/2 (1) i jedne strane cilindra (4). Na vodu (5) bliže cilindru postavljen je brzoispusni ventil B. Pod strujom komprimiranog vazduha specijalna manžetna (2) stoji uz sedište ispusnog kanala (3) i omogućuje prolaz vazduha ka cilindru. Kada prestane aktivirano stanje razvodnika (1), u vodu (5) opadne pritisak, manžetna se odvaja od sedišta zahvaljuju i razlici pritisaka. Manžetna zatvara otvor za dovod vazduha, a cilindar (4) se kroz vod (7) preko kanala (3) povezuje sa atmosferom.

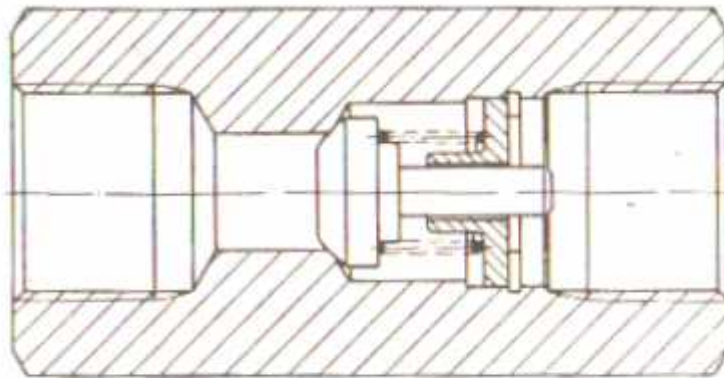
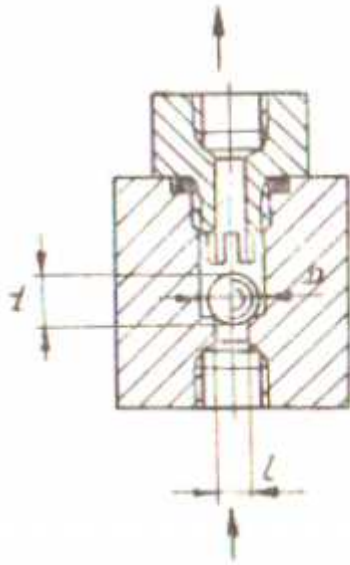
Zbog pritiska vazduha sa suprotne strane, klip u cilindar (4) se kroz vod (7) preko kanala (3) povezuje sa atmosferom. Ponovnim upuštanjem vazduha preko razvodnika, manžetna zatvara vezu sa atmosferom u brzoispusnom ventilu i klipnja a cilindra vrši radni hod.

1.8.2 Nepovratni ventil

Propuštanje vazduha kroz cevnu mrežu u jednom smeru bez mogu nosti suprotnog strujanja, obezbe uje se nepovratnim ventilom. Nepovratni ventili se izvede sa kuglicom (sl. 27) ili klipom (sl. 28) koji je obi no sa jedne strane potiskivan oprugom.

U hidrauli no-pneumatskim instalacijama obi no se postavlja kuglica kao zaporni element ventila.

Ako se jedan rezervoar snabdeva vazduhom obre enog pritiska, onda se postavlja nepovratni ventil pre ulaza u rezervoar. Sve dok je u cevovodu pritisak vazduha ve i nepovratni ventil je otvoren i propušta vazduh u rezervoar. Kada opadne pritisak vazduha u mreži, zbog dejstva opruge zaporni element nepovratnog ventila zatvara prolaz vazduha u suprotnom smeru. Nepovratni ventil se primenjuje i na krajevima ogranka vazdušnog razvoda. Kad se crevo odvijuje, ventil zatvara izlaz vazduha iz mreže.



Slika 27: Nepovratni ventil sa kuglicom

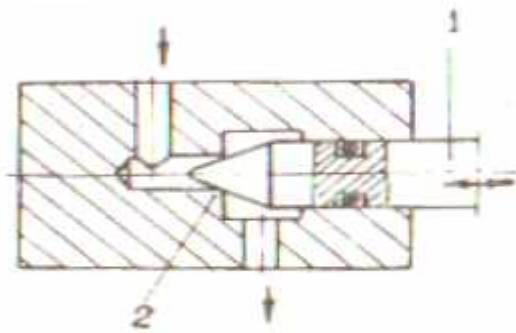
Slika 28: Nepovratni ventil sa klipom

1.8.3 Prigušni ventil

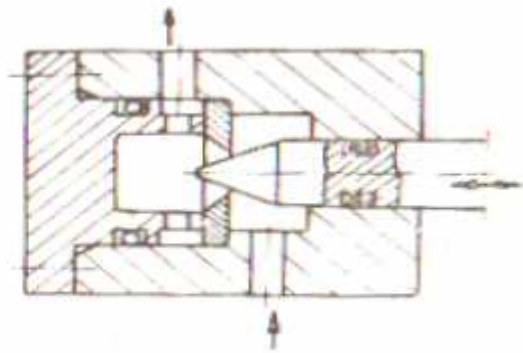
Prigušivanje vazduha u protoku primenjuje se za regulisanje brzine klipa u cilindru, za meko prilazjenje klipa do krajnjeg položaja, pri izradi vremenskog pneumatskog relea itd. Ovakvi slu ajevi su sve eš i naro ito od kada se šire primenjuje automatizacija mašina i ure aja.

- Prigušni ventil jednostavne konstrukcije

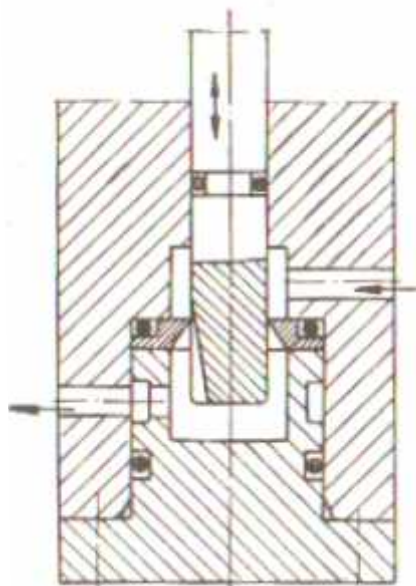
Ventil kod koga konus pokretnog klipa prilazi više ili manje sedištu u telu ventila (sl. 29). Na taj na in se ostvaruje ve e ili manje prigušivanje proto ne struje. Prigušnik mo'e biti sa konusom na pokretnom klipu (sl. 30) ili sa blendom kao sedištem (sl. 31). Ova konstrukcija obezbe uje finije regulisanje protoka. Radi finog podešavanja regulisanja prigušenja sa minimalnom proto nom koli inom fluida, primenjuje se prigušni ventil. Na pokretnom klipu use en je sa strane trouglasti kanal ija se površina preseka smanjuje ka kraju kanala. Sa ovakvim rešenjem prigušivanja mogu e je izvesti finije prigušenje sa napomenom da suženje otvora može da se pove a zbog mehani kih ne isto a.



Slika 29: Prigušnik jednostavne konstrukcije



Slika 30: Prigušnik sa blendom



Slika 31: Prigušnik za fino regulisanje blendom

1.9 Pneumatski motori

Energija pritiska sadržana u komprimiranom vazduhu pretvara se u mehani ki rad u mašinama specijalne konstrukcije. Vazduh pod pritiskom deluje na sve zidove prostora u kome se nalazi. Ako jedan deo može da se kre e pod dejstvom pritiska vazduha, nastupi e kretanje sve dok postoji pritisak koji pomnožen površinom na koju deluje daje ve u silu nego što je sila otpora. Pokretanjem dela pove ava se zapremina, pa se pritisak smanjuje prema jedna ini stanja gasa.

Na bazi toga mogu se pneumatski motori podeliti u dve osnovne grupe i to :

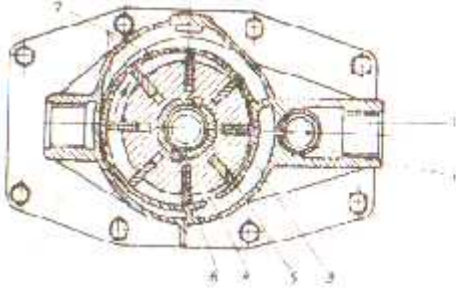
1. Rotiraju i
2. Pravolinijski

1.9.1 Rotiraju i pneumatski motori

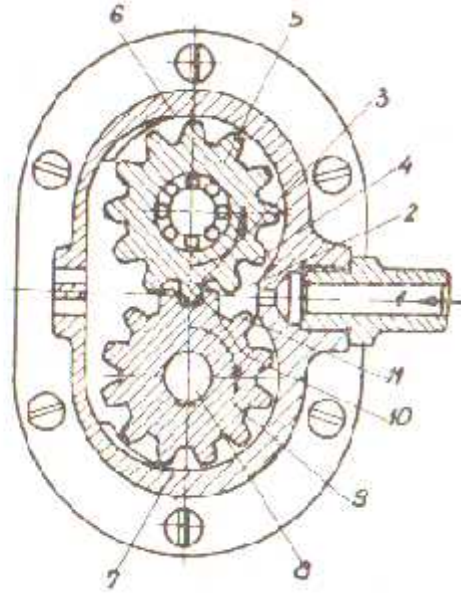
Pneumatski alati i mašine (bušilice, nareznice, brusilice, mašine za glanje) pretvaraju direktno energiju pritiska u mehanički rad. Pneumatski motori mogu da se koriste i kao pogonski motori za pokretanje drugih mašina i uređaja.

Obrtno kretanje izlaznih vratila može se ostvariti različitim konstruktivnim rešenjem pneumatskog motora. Prva rešenja su bila izvedena kao klipne mašine. Vazduh koji deluje na klip (dva ili više) preko klipnjače koja je vezana za kolenasto vratilo vrši obrtanje izlaznih vrata. Obrtno kretanje pogonskog vratila mašine može se ostvariti sa krilcima (sl. 32). Na ekscentrično postavljenom rotoru mašine ugrađena su krilca. Vazduh pod pritiskom ulazi u mašinu kroz otvor 1. Kada je preoz na cilindru 2 postavljen, vazduh dolazi u komoru 3 da bi odatle kroz kanal 4 dospelo u prostor između krilaca 5 i 6. Pošto je lamela 6 većom površinom izložena pritisku, to će rotor krenuti u smeru strelice. Okretanjem rotora povećava se zapremina između krilaca čime se iskorišćava osobina ekspanzije komprimiranog vazduha. U svakom položaju rotora, prednja krilca imaju izloženu veću površinu pritiska vazduha tako da se javlja jedna sila koja tangencijalno deluje na obrtnu osu i vrši obrtanje rotora sa krilcima. Usled obrtanja rotora, krilca izlaze iz svog ležišta priljubljujući se svojom spoljnom površinom po cilindričnom zidu statora, tela mašine, i tako se ostvaruje zaptivanje pri radu. Tokom okretanja rotora prostor između krilaca dolazi do otvora 7 koji ovaj prostor vezuje sa atmosferom. Otpori kojim je opterećeno izlazno vratilo mogu biti samo manji od obrtnog momenta koji se dobija u mašini. Kada mašina radi bez opterećenja, broj obrtaja može dostići i nedozvoljenu vrednost. Broj obrtaja se smanjuje, pa uređaj upušta veću količinu komprimiranog vazduha u komore motora.

Pogonski motor koji kao pogonsku energiju koristi vazduh pod pritiskom može biti izveden kao mašina sa dva spregnuta zupčanika (sl. 33). Jedan zupčanik je pričvršćen za pogonsko vratilo, a drugi se slobodno okreće. Komprimirani vazduh koji dolazi iz mreže deluje na bočne strane zubaca čime se postiže obrtno kretanje oba zupčanika. Na zupčanik koji se slobodno okreće deluje takođe pritisak vazduha pa se zbog sprege ova dva zupčanika skoro udvostručuje obrtni moment na izlaznom vratilu. Kada treba dobiti pneumatske alate relativno male snage, ali velikog broja obrtaja koriste se turbomašine. Kod ovih mašina za pokretanje turbine koristi se kinetička energija komprimiranog vazduha koji izlaze iz mlaznice struji prema lopaticama turbine.



Slika 32: Rotacioni motor sa krilcima



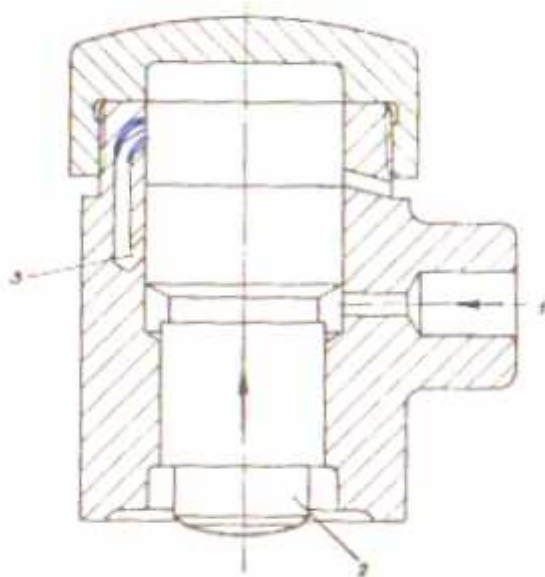
Slika 33: Rotacioni motor sa spregnutim zupanicima

1.9.2 Pravolinijski pneumatski motori

Ako komprimirani vazduh deluje na površine koje izvode pravolinisko kretanje, onda se takvi uređaji nazivaju pravolinijski pneumatski motori. To mogu biti pneumatski alati udarnog dejstva, izvršni organi membranskog tipa i pneumatski cilindri.

- Pneumatski alati udarnog dejstva

U ovu grupu spadaju pneumatski čekići, sekači i dr. Ovakvi su alati vrlo rasprostranjeni u metalnoj industriji kod oblikovanja komada, vezivanja dva dela zakivcima, u građevinarstvu, rudarstvu itd. Kinetička energija slobodnog klipa se iskorišćava da preko udarnog dejstva izvršava rad. Pneumatski alati koji rade na ovom principu mogu biti različite konstrukcije zavisno od toga za koju su svrhu namenjeni. Način ostvarivanja udarnog dejstva pneumatskih alata, dat je na slici 34. Komprimirani vazduh dolazi u alat preko otvora 1. Pod dejstvom pritiska vazduha slobodan klip 2 se podiže. Nakon početku svog kretanja na više, klip zatvara izduvni kanal, da bi ostatak puta prešao sabijajući vazduh u zapremini iznad klipa. Tokom daljeg kretanja klipa na više, otvor kanala 3 se povezuje sa dovodom komprimiranog vazduha. Tako se sa gornje strane slobodnog klipa stvara sila koja snažno potiskuje klip na niže. Kretanje klipa na niže se ostvaruje zahvaljujući njegovoj napadnoj površini sa gornje strane. Pri kretanju klipa na niže zatvara se dovod vazduha pod pritiskom u prostor iznad klipa, ali se kretanje nastavlja zahvaljujući ekspanziji vazduha. Pre nego što klip dođe do svoje krajnje donje tačke, gornja ivica klipa oslobodi prolaz vazduha ka atmosferi, čime se zbog nastale situacije omogućuje ponovo kretanje klipa na više kao i na početku. Oscilatorno kretanje klipa može se ponavljati sve dok se ne prekine dovod vazduha u alat.



Slika 34: Šematski prikaz pneumatskih alata udarnog dejstva

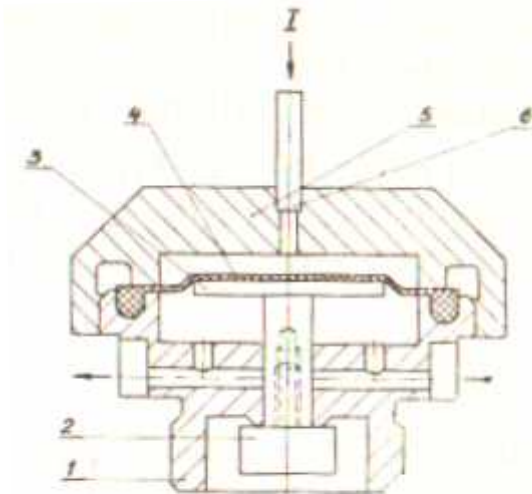
- Izvršni organi membranskog tipa

Kada su hodovi relativno mali primenjuje se rešenje sa membranom za vršenje nekog rada sa pravolinijskim kretanjem. Membranska komanda za upravljanje razvodnicima data je na sl. 35. Telo komande 1 se uvršne u servokomandu pneumatskog razvodnika da bi pri radu klip 2 zatvaraju i i otvaraju i dovod vazduha za komandovanje obezbedio funkciju razvodnika. Pravolinijsko kretanje klipa 2 se ostvaruje kada se kroz dovod 1 upusti vazduh pod pritiskom iznad membrane. Membrana pritiska na stablo klipa 2 zbog čega klip prelazi kratko rastojanje (svega oko 1 mm). Posle uspostavljanja veze između prostora iznad membrane i atmosfere klip 2 se priljubljuje uz gornje sedište. Rad membranske komande se svodi na funkciju cilindra jednosmernog dejstva.

- Pneumatski cilindri

Pneumatski cilindri mogu biti tako izvedeni da pod dejstvom komprimiranog vazduha vrše neki rad u jednom ili dva smera. Pneumatski cilindar se sastoji od :

- Tela cilindra
- Poklopca
- Klipa
- Klipnja e
- Manžetne



Slika 35: Membranska komanda

Ako se komprimirani vazduh upušta u cilindar sa jedne strane klipa, klip se kreće u stranu manjeg pritiska.

Kada se upuštanje vazduha vrši samo sa jedne strane onda se vraćanje klipa posle prestanka dejstva vazduha izvodi pomoću opruge koja je smeštena sa suprotne strane klipa. To je cilindar jednosmernog dejstva. U tom slučaju radni hod klipa odnosno klipnjača je onaj koji se ostvaruje pomoću komprimiranog vazduha. Povratni hod klipa se postiže oprugom smeštenom u cilindru ili spolja. Kada se u cilindar naizmenično upušta vazduh sa obe strane klipa, kretanje klipa u oba smera je prinudno pod dejstvom pritiska vazduha. Svaki od hodova klipa, odnosno klipnjače je radni hod zato što se sa obe strane dobija određena sila na klipnjaču.

To je cilindar dvosmernog dejstva. Sila koja se dobija na klipnjaču u cilindru dvosmernog dejstva se koristi za vršenje rada i ta efektivna sila se daje izrazom:

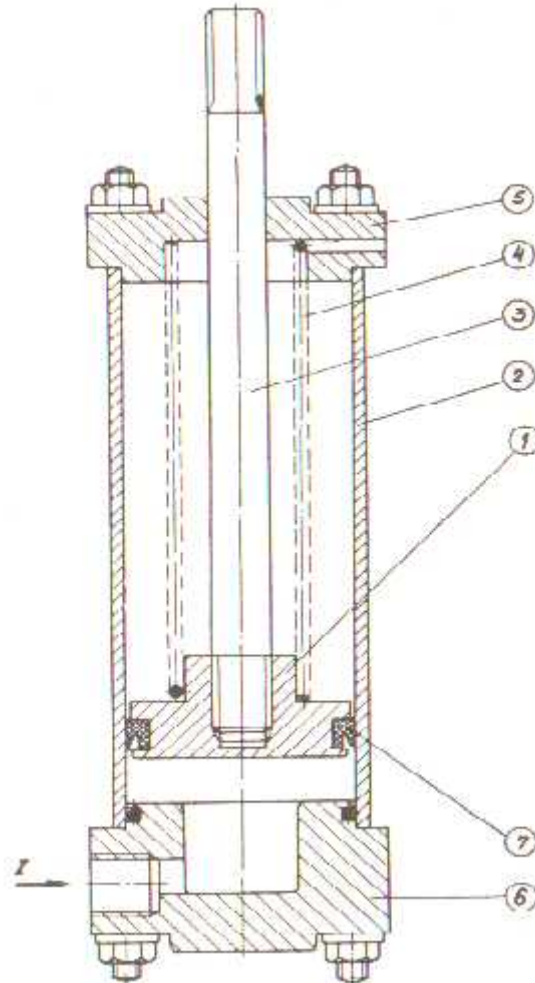
$$F = p \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi / 4 - F_0,$$

gde su: D - unutrašnji prečnik cilindra, d - prečnik klipnjače, p - pritisak vazduha, F_0 - sila otpora.

- Pneumatski cilindri jednosmernog dejstva

Kada vazduh pod pritiskom dolazi u cilindar samo sa jedne strane da bi klip izvršio radni hod, onda je to cilindar jednosmernog dejstva (slika 36). Cilindar se sastoji iz klipa (1) koji se kreće kroz telo cilindra (2) kada komprimirani vazduh dospe u cilindar kroz otvor (I). Preko klipnjače (3) sila proizvedena na klipu vrši van cilindra neki rad. Pomeranjem klipa (1) sabija se opruga (4), a vazduh ispred klipa izlazi u atmosferu kroz poklopac (5). Ova strana cilindra je uvek u vezi sa atmosferom. Kada se ulazni kanal i veze preko razvodnika sa atmosferom, pod dejstvom opruge klip se vraća u početni položaj. Telo cilindra je sa poklopcima (5) i (6) u vršenju pomoću četiri duga zavrtnja. Na strani pritiska, postavlja se okrugla zaptivka radi zaptivanja kada je cilindar ispunjen komprimiranim vazduhom. Klip ima manžetnu (7) koja služi za zaptivanje.

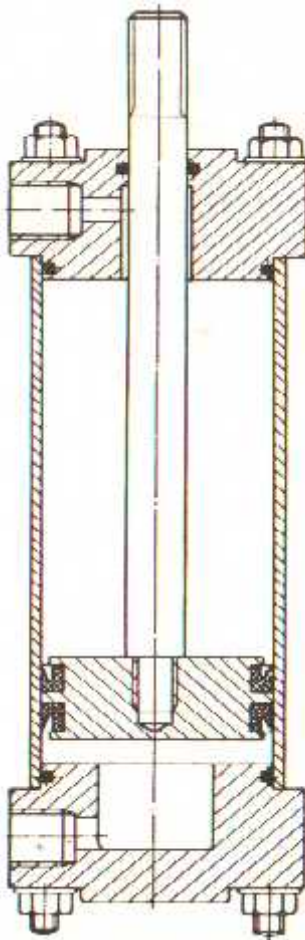
Kod cilindra jednosmernog dejstva klipnja a je uvek uvu ena kada u cilindru nema pritiska vazduha.



Slika 36: Pneumatski cilindar jednosmernog dejstva

- Pneumatski cilindri dvosmernog dejstva

Cilindar dvosmernog dejstva je onaj za kije je kretanje klipa potrebno da se dovode vazduh sa jedne ili druge strane klipa u zavisnosti od toga u kome smeru ga treba pokrenut (sl. 37). Pošto se u ovom sluaju može koristiti sila kod oba smeru kretanja klipa, ovakav cilindar se naziva: . Na klipu su ugra ene dve manžetne zbog zaptivanja obe strane cilindra. U telu poklopca na strani klipnja e ugra ena je okrugla zaptivka radi zaptivanja. Kretanje klipa od jednog do drugog krajnjeg položaja omogu eno je upuštanjem komprimiranog vazduha sa jedne ili druge strane klipa. Kad se u jednu stranu upušta vazduh druga se povezuje sa atmosferom. Brzina kretanja klipa se može regulisati prigušenjem izlaznog vazduha.



Slika 37: Pneumatski cilindar dvosmernog dejstva

1.10 Primeri primene pneumatike u drvnoj industriji

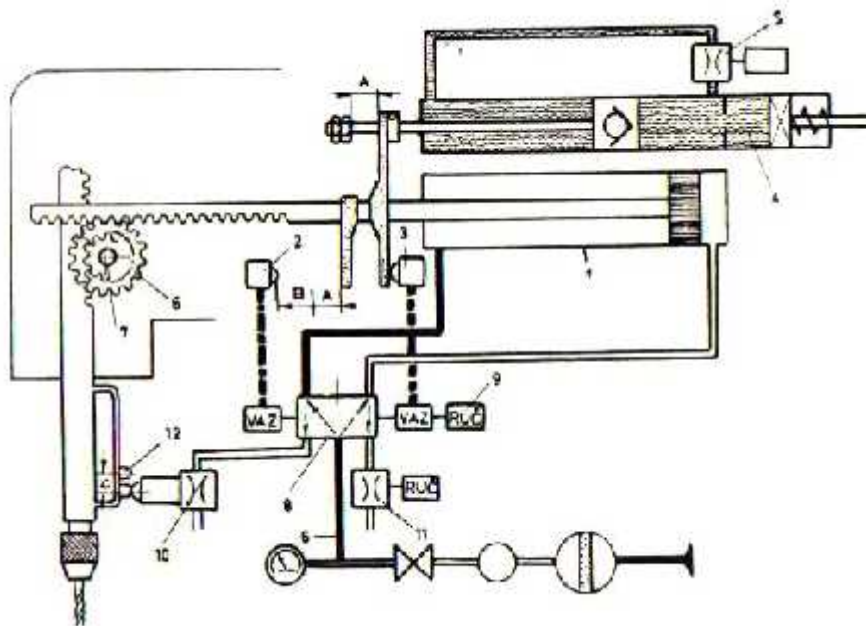
Pneumatika se na{iroko primenjuje u svim granama industrije: ma{inskoj, gradjevinskoj, industriji boja i lakova, prehrambenoj, konditorskoj, farmaceutskoj itd.; kao i u uslu'nim delatnostima vezanim za 'ivot i rad ljudi. Ovde }e biti govora samo o primeni pneumatike u drvnoj industriji, kroz tri primera koji se -esto sre}u u praksi.

Radna jedinica za bu{enja, prikazana na slici 38, sastoji se iz bu{ilice koja je pogonjena elektromotorom i pneumatskog cilindra pomo}u koga bu{ilica vr{i pravolinijsko primicanje i odmicanje od predmeta rada tj. radni i povratni hod.

Radi obja{njena na ina rada, delovanje jedinice delimo u dve faze:

- faza radnog hoda
- faza povratnog hoda.

Kretanjem klipa pneumatskog cilindra prema strani klipnjace izvr{ava se radni hod, dok se u suprotnom smeru obavlja povratni hod. Du}ina radnog hoda odre }uje se prema dimenzijama radnog predmeta.

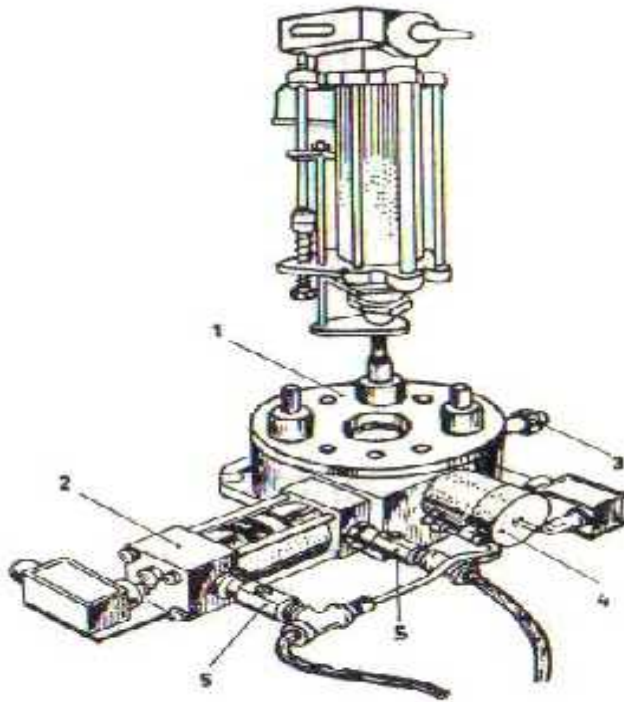


Slika 38: Funkcionalna shema radne jedinice za bušenje

Pošto se utvrdi dužina hoda, pri vršenju se graničnici za zupčastu letvu klipnjače. Brzina radnog i povratnog hoda se određuje prema vrsti materijala, a reguliše se pomoću prigušivača (5, 10 i 11). Jedinicom za posmak uz pomoć cilindra za prigušivanje obezbeđuje se brzo primicanje burgije i usporeno vršenje radne operacije kao i brzi povratni hod.

Za izvršavanje radnog hoda, razvodnik (8) propušta vazduh u zadnju stranu cilindra (1) i klip počinje da se kreće u levo. Vazduh ispred klipa izlazi u atmosferu preko razvodnika (8) i prigušivača (10). Na hodu dužine A klip ima ubrzano kretanje. Ostali deo hoda se obavlja u zajednici sa prigušnim cilindrom (4). Brzina kretanja na dužini B reguliše se pomoću prigušivača (5). Dodirom graničnog prekida (2) klip u razvodniku (8) menja položaj i zbog toga nastaje promena kretanja klipa u pneumatskom cilindru, znači počinje povratni hod. Cilindar za prigušivanje nema uticaj na brzinu povratnog hoda. Brzina povratnog hoda se reguliše preko prigušnog ventila (11). Klip pneumatskog cilindra vrši povratni hod sve dok se ne dodirne dugme graničnog prekida (3), posle čega nastaje promena smera kretanja. Od tog momenta nastupa ponovo radni hod kako je ranije opisano. Dokle god se vazduh pod pritiskom nalazi u instalaciji, jedinica vrši automatski radne pokrete. Ako jedinica za posmak kod bušenja radi sa nekim drugim uređajem ili radnom jedinicom, potrebno je ostvariti sinhronizaciju rada jednog i drugog uređaja. Rešenje sinhronizacije zavisi i od radnih jedinica koje treba zajedno da rade.

Na slici 134 je prikazan primer primene obrtnog radnog stola na jednoj stonj busilici. Burgija se ritmički kreće gore-dole pomoću automatskog pneumatskog cilindra. Rad obrtnog stola i oscilatorno kretanje burgije je povezano na istim električnim kontaktima. Funkcionisanje obrtnog radnog stola obezbeđuje elektro-pneumatski razvodnik, a rad cilindra jedan drugi pneumatski razvodnik. Jedan deo hoda je brzo primicanje burgije radnom komadu, a drugi deo je jednak brzini rezanja (brzina prodiranja burgije u materijal). Radi okretanja radnog stola, upušta se vazduh u instalaciju preko slavine na glavnom vazdušnom vodu. Okretanje stola i oscilatorno kretanje burgije je sinhronizovano. Prekid radnog obrtnog stola nastaje onda kada se preko slavine za vazduh prekine dovod vazduha. Za slučaj prekida strujnog kola burgija se zaustavlja u gornjem položaju, čime se postiže bezbednost u radu.



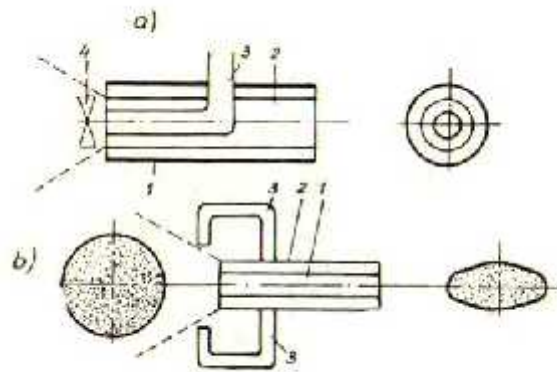
Slika 39: Obrtni sto koga okreće pneumatski cilindar

Kako se na slici 39 vidi, posao radnika koji opslužuje mašinu sastojao bi se u tome da postavlja i skida radne predmete sa ploče obrtnog stola. To stvara mogućnost da se od strane jednog radnika može opsluživati više mašina i time se povećava efektivno vreme rada radnika. Način pri vršenju radnog komada za obrtnu ploču u zavisnosti od oblika predmeta. Veza radnog predmeta na stolu mora biti takva da se lako može postavljati i skidati, a pri tome da stoji čvrsto za vreme izvršenja radne operacije.

Komprimirani vazduh se koristi za raspršivanje tečnosti, kao na primer nabacivanje boje kod farbanja ploče od medijapana i masiva, raspršivanje vode kod vlaženja tkanina, hartije i drugih materijala u tehnološkom procesu izrade. Pored toga ima primene kod nanošenja tankih slojeva parafina u grafičkoj industriji i tako dalje. Uređaji koji se koriste kod raspršivanja mogu biti izrađeni na mehaničkom, pneumomehaničkom ili isto pneumatskom principu.

Sa slici 40 su šematski prikazani principi raspršivača sa pneumomehaničkim i isto pneumatskim načinom izvođenja. Mlaznica (slika 135a) se sastoji iz 3 cevi postavljenih jedna u drugu. Na izlazu iz mlaznice postavljen je leptir 4 koji se okreće pod dejstvom mlaza vazduha iz cevi 2. Tečnost izlazi kroz cev 3 i pada na leptir 4 koji vrši raspršivanje. Dopunsko raspršivanje se vrši vazdušnom strujom koja izlazi iz cevi 1 stvara mlaz smeše vazduha i tečnosti oblika konusa.

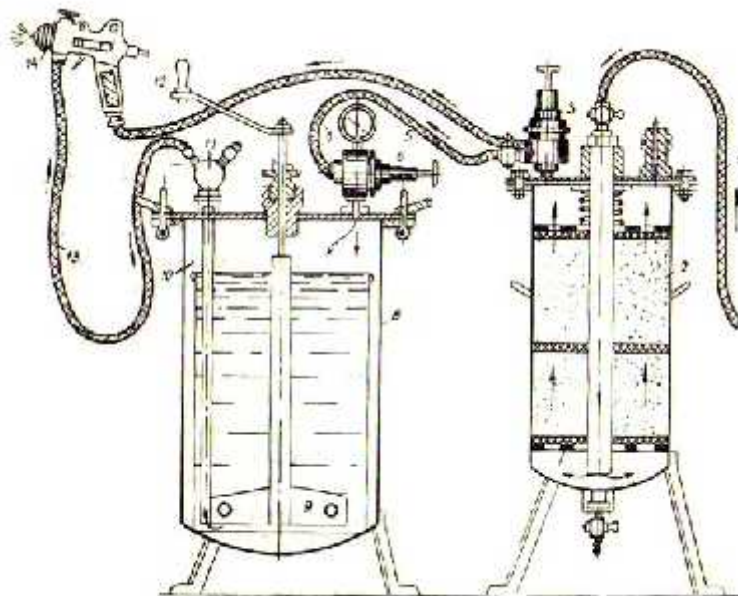
Mlaznica koja radi na principu isto pneumatskog raspršivanja prikazana je na slici 40b. Sastoji se iz dve cevi koje su postavljene jedna u drugu. Kroz unutrašnju cev 1 izlazi tečnost, a kroz spoljnu cev komprimirani vazduh koji izlazi iz mlaznice pravi konus raspršujuće tečnosti.



Slika 40: Principi raspršiva-a sa: a) pneumomehani-kim i b) pneumatskim na-inom izvodjenja

Poprečni presek na osu konusa je krug. Ako se propusti kroz cevi 3 vazduh, poprečni presek konusa dobija oblik elipse kako je na slici i prikazano. Opisana mlaznica daje ravnomernu mešavinu po poprečnom preseku što kod mehaničkog raspršivača nije slučaj. Brzina kretanja raspršene tečnosti je vrlo bliska brzini vazduha na izlazu koja iznosi od 10-50 m/s, za pritisak 1-5bar. Pre naci kapljica zavise od brzine kretanja vazduha i njegovog pritiska ali i od fizičko-hemijskih svojstava tečnosti.

Na slici 41 prikazan je farbarski pištolj. Vazduh iz mreže preko creva 1 dolazi u prečistilač 2. Prolazi i kroz njega, vazduh se oslobađa vlage i čestica ulja. Ovako prečišćen preko reducir ventila 3 odlazi kroz crevo 4 u pištolj 14 odnosno kroz crevo 5 i reducir ventil 6 sa manometrom 7 rezervoar 8 u kome se nalazi boja. U rezervoaru 8 se održava pritisak 0,8-1,5bar. Pomoću ručice 12 i zastora 9 boja u rezervoaru se povremeno meša. Pod dejstvom pritiska vazduha, boja kroz cev 10 odlazi do ventila 11 i crevom 13 dospeva do pištolja 14.



Slika 41: Farbarski pištolj sa ostalim priborom

1.11 Održavanje pneumatskih instalacija

Da bi pneumatske instalacije ispravno i pouzdano radile u predviđenom radnom veku potrebno je brižljivo i periodično održavanje kompresorske stanice i razvodne mreže. Ovo podrazumeva redovno servisiranje kompresora i ventilatora u za to predviđenom roku, svakodnevno ispuštanje kondenzata iz rezervoara i cevovoda, kontrola sastava cevi najmanje dva puta godišnje, remont razvodne mreže bar svake tri godine i sl.

Takodje, treba naglasiti da svaka kompresorska stanica i rezervoari pod pritiskom moraju biti izvedeni po propisima koji važe za sudove pod pritiskom.

Razvodnici za cilindar dvosmernog dejstva prema evropskom standardu nose oznake 4/2 ili 5/2. Prvi broj pokazuje koliko razvodnik ima otvora za priključke, a drugi koliko položaja može zauzeti klip razvodnika za izvršenje zadatka. Ovoga se proizvođači razvodnika moraju strogo pridržavati jer samo pod tim uslovima moguća je montaža razvodnika u pneumatsku instalaciju.

1.12 Energetska efikasnost pneumatskih sistema

Vazduh pod pritiskom može zbog nepravilne upotrebe, i pored svih prednosti, da postane najskuplji oblik energije za obavljanje rada u industrijskim postrojenjima. Troškovi vazduha pod pritiskom su često nepoznati ili skriveni među dugim troškovima rada. U većini fabrika iskoristi se samo jedan deo proizvedenog vazduha pod pritiskom. Problemi sa pritiskom u sistemu su neretko prouzrokovani nedostatkom kapaciteta kompresora ili nedovoljnim pritiskom koji oni ostvaruju. Najčešće uzroci problema leže u radu upravljačkog sistema, nerealno definisanim zahtevima sa strane potrošača, neodgovarajuće projektovanom i održanom sistemu distribucije i neusklađenom kapacitetu rezervoara.

1.12.1 Mere za povećanje energetske efikasnosti pneumatskih sistema u industriji

Prema istraživanjima koje je objavilo Ministarstvo energije SAD, na osnovu većeg broja realizovanih projekata racionalizacije potrošnje energije u pneumatskim sistemima, energetska efikasnost je poboljšana od 5 % do čak 40 % (u jednom slučaju) dok se u najvećem broju slučajeva ušteda energije kretala oko 18 %.

Poboljšanje pogona

Integracija pogona sa promenljivom brzinom (VSD) u kompresore može dovesti do poboljšanja energetske efikasnosti zavisno od karakteristika opterećenja.

Integracija kontrolera brzine (frekventnih regulatora) u sisteme vazduha pod pritiskom je veoma troškovno isplativa mera pri uslovima promenljivog opterećenja, a procene su da je takvih sistema u industriji oko 25%. Njihova primena je u velikoj meri biti ograničena na nove kompresorske sisteme, jer retrofiting pogona sa promenljivom brzinom na postojeće mašine nosi niz tehničkih problema.

Optimalni izbor tipa kompresora

U segmentu tržišta kompresora koji obuhvata snage od 10 do 300 kW sada dominiraju vijani kompresori sa ubrizgavanjem ulja - procenjuje se da oko 75% prodanih kompresora u EU pripada ovoj kategoriji. Pored toga prisutni su i drugi tipovi kompresora koji imaju određene pri nekim karakteristikama potrošnje.

Poboljšanje tehnologije kompresora

Velikim naporima se ulaže u poboljšanje tehnologije postojećih familija kompresora, ali i u razvoj novih tipova, obično prilagođenih posebnim segmentima industrije. Drugi aspekt istraživanja se tiče poboljšanja proizvodnih metoda, na primer primena užih tolerancija kako bi se redukovala unutrašnja curenja u kompresoru.

Primena sofisticiranih upravljačkih sistema

Sofisticirani upravljački sistemi se primenjuju kako bi se izlazni protok kompresora prilagodio potrebama potrošača. Oni štede energiju optimizacijom tranzicije između radnog stanja pod opterećenjem, bez opterećenja i neradnog stanja kompresora. Kako cena elektronskih upravljačkih tehnologija pada, a familijarizacija sa ovim tehnologijama u industriji raste, njihova se primena rapidno širi i njihove aplikacije na kompresorima su sve češće.

Regeneracija otpadne toplote

Kompresori, po prirodi svog rada, generišu toplotu koja se može pod određenim uslovima iskoristiti za druge funkcije. Kako je ova toplota, uslovno rečeno, besplatna, preporuke za njeno korišćenje zavise od postojanja termičkih potrošača ije karakteristike odgovaraju generisanoj toploti i za koju su, po razumnoj ceni i porećenju sa alternativnim rešenjima, dostupni odgovarajući uređaji (izmenjivači toplote, cevovodi, regulatori, itd.).

Poboljšanje pripreme vazduha pod pritiskom

Oprema za hlaćenje, sušenje i filtriranje izaziva pad pritiska, a suša i najčešće troše i električnu energiju ili deo vazduha pod pritiskom za rad i regeneraciju.

Moguće mere su:

- dinamički podesiti stepen sušenja prema spoljnim temperaturnim uslovima. Ovo je primenljivo samo kada se sušenje radi kako bi se održavala temperatura vazduha iznad tačke rose da bi se sprečila kondenzacija u sistemu. Ovo može biti neodgovarajuća mera ako se od sušenja zahteva da zadovolji ta određene potrebe procesa u pogledu kvaliteta vazduha pod pritiskom.
- Podesiti stepen filtriranja ulja i vrstih estica da ta neodgovaraju potrebama sistema. Preterano filtriranje nepotrebno troši energiju.
- Povećati kapacitet filtera. Povećanje broja filtera u paralelnom radu smanjuje brzinu vazduha i time redukuje pad pritiska. Ovo može biti veoma isplativa investicija kako za nove, tako i za postojeće sisteme.
- Povećati ili optimizovati frekvenciju zamene filtera. Zaprljani filteri povećavaju pad pritiska. Procedure održavanja bi trebalo da obuhvataju regularne provere filtera i zamene

kada je to nužno. Oprema za automatsko registrovanje i alarmiranje radi upozoravanja da je pad pritiska prešao dozvoljene vrednosti može biti veoma isplativa.

Projektovanje celokupnog sistema

Dva primera problematike sistemskog projektovanja su:

- jedan nivo pritiska ili više nivoa pritiska u sistemu. Tipični sistemi su projektovani da isporu uju vazduh na najvišem pritisku i kvalitetu neophodnom nekom krajnjem korisniku. Ovakav pristup može da izazove nepotrebne troškove energije ako je tako pripremljen vazduh potreban samo malom procentu potrošača. Alternativna rešenja mogu biti:
 - Izgraditi sistem koji isporu uje niži pritisak i dodati pojačivač pritiska za one potrošače kojima je potreban viši pritisak.
 - obezbediti odgovarajuću filtraciju za većinu aplikacija i dodati namensko filtriranje na mestima primene za one uređaje kojima je to potrebno.
- ograničiti varijacije pritiska u sistemu. Neadekvatni upravljački sistem mogu dovesti do velikih oscilacija pritiska što nepotrebno troši energiju. Kada pojedini krajnji korisnici imaju veoma stohastičke zahteve u pogledu potrošnje vazduha pod pritiskom, može biti korisno da se postavi dodatni rezervoar blizu tih uređaja kako bi redukovao varijacije pritiska.

Redukcija gubitaka pritiska zbog trenja u cevovodima

Gubici pritiska u mrežama distribucije vazduha pod pritiskom zavise od više faktora:

- topologije (prsten ili mreža, itd.),
- geometrije (prečnik cevovoda, radijus krivina),
- korišćenih materijala, itd.

Korektno projektovanje i izvođenje distributivne mreže može optimizovati frikcione gubitke.

Bez obzira na značaj mreže većina postojećih sistema vazduha pod pritiskom ima neoptimalne distributivne mreže.

- U vreme kada se fabrika izgrađuje, mrežu za distribuciju vazduha pod pritiskom često instaliraju firme koje rade i sve ostale instalacione poslove vezane za fluide. Ova preduzeća često nisu dovoljno kvalifikovana za projektovanje i instalaciju mreže za distribuciju vazduha pod pritiskom.
- Poddimensionisani cevovodi su veoma čest slučaj. čak i sistemi koji su inicijalno bili dobro projektovani postaju "gutači energije", ako se potrošnja vazduha pod pritiskom neprekidno povećava i pređe preko nivoa za koji je sistem inicijalno bio projektovan.
- Nedostatak slavina za prekid dovoda vazduha pod pritiskom u delove sistema koji su van upotrebe ili za mašine koje ne rade tokom druge i treće smene.

Kako je teško i skupo poboljšavati postojeću mrežu, korektno projektovanje i instalacija, što uključuje i pretpostavke za buduća proširenja sistema, predstavljaju značajan faktor za izgradnju dobrog sistema.

Redukcija curenja vazduha

Korektno projektovanje i instalacija mreže mogu u velikoj meri eliminisati mesta curenja vazduha, na primer, primenom savremenih uređaja za odstranjivanje kondenzata bez gubitaka vazduha ili specifičnijem brzorastavljanju ih spojniva visokog kvaliteta. Primena ultrazvučnih pištolja za otkrivanje mesta curenja u velikoj meri smanjuje gubitke.

Merenje i praćenje performansi sistema

Merenje i praćenje performansi sistema, samo po sebi, ne povećava energetske efikasnosti, ali obično predstavlja prvi korak u poboljšanju energetske efikasnosti zbog dva osnovna razloga:

- Merenje potrošnje vazduha i energije za njegovu proizvodnju je od suštinskog značaja pri ustanovljavanju da li su promene u praksi održavanja ili investiranja u opremu troškovno opravdane, ili ne. Sve dok je cena jedinice potrošenog vazduha pod pritiskom nepoznata, teško je inicirati menadžerski proces neophodan za poboljšanje sistema.
- Praćenje performansi sistema je vredan alat za otkrivanje degradacije performansi ili promena u količini ili kvalitetu korišćenja vazduha pod pritiskom.

Tri osnovna parametra - protok vazduha, pritisak vazduha i potrošnja električne energije, moraju se meriti i beležiti radi evaluacije performansi sistema. Mada ovo izgleda jednostavno u principu, interpretacija ovih podataka može biti teška, naročito pri promenljivim uslovima potrošnje.

Merenje protoka vazduha pod pritiskom takođe povlači određene tehničke probleme i retrofit pouzdane merne opreme može biti težak ili čak i nemoguć zadatak ako se o tome nije vodilo računa u vreme projektovanja i instalacije sistema. Na primer, najčešći tip mera protoka mora se instalirati u deo cevovoda gde nema turbulencija, a koji mora biti nekoliko puta duži od njegovog prenika. U nekim sistemima, nema adekvatnog mesta za instalaciju protokomera. Zbog toga se predlaže da veliki sistemi i sistemi srednje veličine moraju da se projektuju i instaliraju tako da se omogući merenje protoka vazduha.

- Potencijal primene mera za povećanje energetske efikasnosti

Akcije koje se odnose na održavanje i rad sistema, a naročito frekvencija zamene filtera i detekcije mesta curenja predstavljaju glavne mogućnosti za uštedu energije. Ove mere se takođe mogu primeniti u bilo kom trenutku životnog ciklusa komponenti sistema vazduha pod pritiskom.

U američkoj studiji je data procena primenljivosti ovih mera na osnovu mišljenja većeg broja eksperata. U tabeli 5 date su samo procene prosečne uštede u odnosu na najznačajnije mere za povećanje energetske efikasnosti pod uslovom da je povraćaj investicije najviše tri godine.

Tabela 5: Prosečne uštede u odnosu na najznačajnije mere za povećanje energetske efikasnosti

Mere za uštedu energije	Primenljivosti %		Dobitak %	Potencijalni doprinos
	Od-do	Prosečno		
Smanjenje ukupnih sistemskih zahteva	20 - 40	30	20	0.6
Usklađivanje kompresora sa opterećenjem	5-15	10	3	0.3
Poboljšavanje upravljanja kompresorima	15-40	25	10	2.5
Poboljšavanje komponenti kompresora	5-20	15	5	0.8
Rad i održavanje	50-80	75	10	7.5
Ukupne uštede				17.1