Kakovosten stisnjen zrak za učinkovito avtomatizacijo

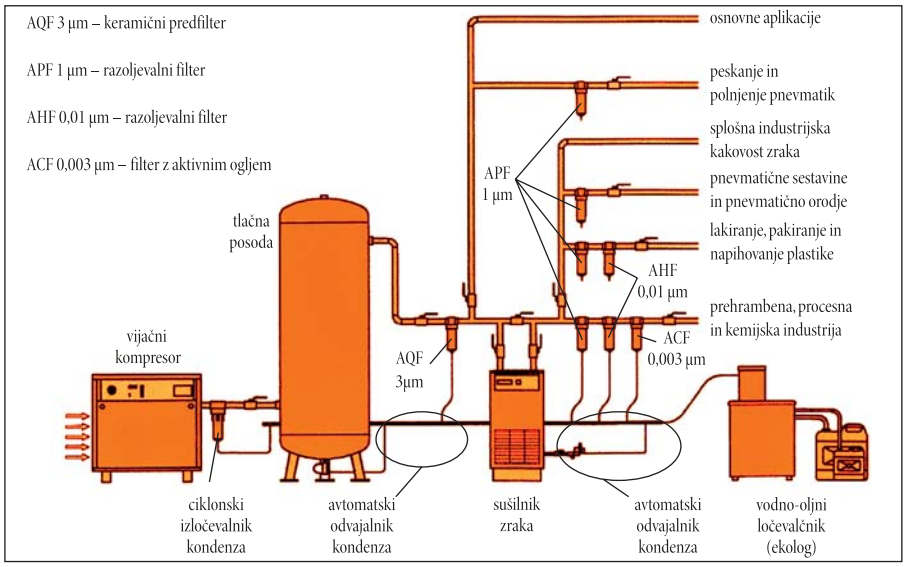
Dr. Tomaž Perme

Stisnjen zrak je pomemben vir energije v skoraj vsaki proizvodni hali ali delavnici, še posebno pa tam, kjer se uporablja za pnevmatične pogone in pnevmatična orodja, ki so del avtomatiziranih sistemov. Učinkovitost in zanesljivost sodobnih strojev in naprav, ki potrebujejo za delovanje tudi pnevmatično energijo, sta zmeraj bolj odvisni tudi od kakovosti dobave in priprave stisnjenega zraka. Ta mora biti izvedena z ustreznim sistemom s primerno izbranimi sestavinami, ki poleg potrebnega tlaka in volumskega toka zagotavlja kakovost stisnjenega zraka ter ne nazadnje izpolnjuje tudi zahteve glede ekologije. V praksi se na to vse prevečkrat pozablja oziroma se pridobivanja in priprave stisnjenega zraka ne jemlje kot naložba v celovito zagotavljanje kakovosti ter učinkovitosti poslovanja.

Stisnjen zrak je varna, čista in pripravna oblika energije. Še posebno pomemben vir energije je v industrijskih sistemih za ravnanje z materialom, strežnih sistemih in sistemih za sestavljanje. Pnevmatične sestavine, ki zahtevajo dobavo kakovostnega stisnjenega zraka, pa se najdejo tudi v obdelovalnih centrih in drugih strojih ter napravah v kosovni in procesni proizvodnji. V praksi se nemalokrat zgodi, da se na tvorjenje, dobavo in pripravo stisnjenega zraka kot bistven vir energije za nove ali pa povečane proizvodne zmogljivosti preprosto pozabi. Tako se pozneje iščejo najhitrejše in najcenejše rešitve, ki pa večinoma niso najučinkovitejše in najboljše. Tu gre poleg same porabe energije še za njeno kakovost in ne nazadnje tudi za ekologijo.

zato običajno nameščene t. i. pripravne skupine oziroma sestavine, ki zagotavljajo uporabniku ustrezen tlak in kakovost stisnjenega zraka. Vendar mora ustrezen stisnjen zrak do njih tudi priti, za kar ga je treba proizvesti, pripraviti in dovesti na odjemno mesto (*Slika 1*).

Proizvodnja stisnjenega zraka se začne s kompresorjem, ki proizvaja zrak z določenim tlakom in volumskim tokom. Med najbolj razširjenimi vrstami so batni in zadnje čase tudi vijačni kompresorji. Slednji so v primerjavi z batnimi tišji in imajo boljši izkoristek. Katerega bomo izbrali, je odvisno predvsem od potreb, se pravi želenega tlaka in volumskega toka. Uporabniki običajno nimajo enakomerne po-



Slika 1: Shema značilne postaje za proizvodnjo in pripravo stisnjenega zraka (prirejena po viru www.prochrom-comp.si)

Proizvodnja stisnjenega zraka

Dobava stisnjenega zraka pomeni končnemu uporabniku predvsem to, da je nekje na voljo priključek, na katerega lahko priključi novega uporabnika. Kaj vse je potrebno, da pride stisnjen zrak po dovodnih cevah do priključka, se uporabniki običajno zavedo šele takrat, ko stroj ali naprava, ki potrebuje pnevmatično energijo, ne deluje po pričakovanjih. Vzrok za slabše delovanje, pogostejše vzdrževanje od potrebnega in nenadne odpovedi pnevmatičnih strojev ter naprav sta lahko tudi premajhen tlak ali volumski tok ter neprimerna kakovost stisnjenega zraka, ki vsebuje preveč olja, vode in drugih nečistoč. Pnevmatični stroji in naprave imajo rabe pnevmatične energije in ta se časovno spreminja. Različni porabi lahko učinkovito zadostimo z združevanjem različno zmogljivih kompresorjev, ki jih vklapljamo po potrebi, in s tlačnimi posodami primernih velikosti. Tlačne posode delujejo kot shranjevalniki proizvedene pnevmatične energije in kot izravnalniki, ki s primernim načinom krmiljenja delovanja kompresorja ali več kompresorjev omogočajo učinkovito proizvodnjo stisnjenega zraka glede na trenutne potrebe.

Preveč tlaka stane

Nenadzorovana in neprimerna nastavitev tlaka stisnjenega zraka lahko povzroči po-

večane potrebe po stisnjenem zraku, kar pomeni povečano porabo energije. Čezmeren tlak povzroča tudi povečano obrabo opreme, kar vpliva na večje stroške vzdrževanja in krajšo dobo uporabnosti. Empirično velja, da vsako povečanje delovnega tlaka za približno 0,14 bara (0,14 MPa) poveča stroške priprave stisnjenega zraka za približno odstotek. To je sicer izkustvena ocena in ne teoretično izračunana vrednost, a opozarja na možne vzroke izgube oziroma priložnosti za prihranek energije.

Zato je treba v sistemu priprave in dobave stisnjenega zraka odpraviti nepotrebne izgube tlaka, ki nastanejo na sestavinah, kot so filtri, izločevalniki vlage in olja, ter na napeljavi za dovod stisnjenega zraka od proizvodnje do končnega uporabnika.

Učinkovitost sistema za proizvodnjo in pripravo kakovostnega stisnjenega zraka se začne že pri načrtovanju. V odvisnosti od zahtev uporabnikov glede potrebnega volumskega toka, tlaka in kakovosti stisnjenega zraka se je treba odločiti za ustrezno opremo za proizvodnjo stisnjenega zraka (kompresorsko postajo ali pa s kompresorjem neposredno ob strojih), velikost tlačne posode, napeljavo in različne filtre. Slednji so lahko nameščeni v kompresorski postaji, s čimer pripravijo kakovosten zrak za vse odjemalce, ki so priključeni na neki del napeljave, ali pa neposredno pred uporabnikom, s čimer pripravijo zrak glede na zahteve in potrebe posameznega uporabnika (*Slika 2*).

Priprava stisnjenega zraka

Poleg tlaka stisnjenega zraka sta izjemno pomembni tudi njegova čistost in vlažnost. Čist zrak preprečuje motnje oziroma slabo delovanje opreme in prezgodnjo odpoved sestavin. Tako so filtri bistvene sestavine nekega sistema za pripravo zraka, saj odstranjujejo vso umazanijo, ki jo kompresor povleče z zrakom iz okolice. Zrak v industrijskih okoljih vsebuje približno 140 milijonov prašnih delcev na kubični meter, stisnjen zrak pri šestih barih pa



Slika 2: Sestavine za pripravo zraka na roki robota (vir: Festo)

ima kar sedemkrat večjo koncentracijo. Običajno je zrak tudi vlažen, olje pa pride v stisnjen zrak z mazanjem ali tesnjenjem kompresorja. Z ustreznimi filtri, izločevalniki kondenzata ter olja in sušilniki stisnjen zrak očistimo vseh neželenih primesi. Nekateri filtri lahko pri tem odstranijo iz stisnjenega zraka tudi nekaj vlage, vendar jih ne smemo uporabiti kot nadomestilo za sušilnike zraka. Pri tem moramo biti pozorni na pravočasno menjavo filtrov, učinkovito odstranjevanje in ekološko ustrezno odpravljanje kondenzata.

Mnogo strojev in naprav s pogoni na stisnjen zrak potrebuje za učinkovito delovanje naoljen stisnjen zrak. Naoljen zrak vsebuje olje, razpršeno v najmanjše dele, ki prekrije notranje dele sestavin s tanko oljno prevleko, s čimer se zmanjša trenje gibljivih delov. S tem se podaljša doba uporabe in izboljša delovanje sestavin. Zrak se naolji v oljniku, ki je nameščen v pripravni skupini za filtrom in regulatorjem tlaka. Razvoj večine novih pnevmatičnih sistemov gre v smeri uporabe nenaoljenega stisnjenega zraka in sestavin, ki so tovarniško naoljene za celotno dobo uporabe. To so predvsem ventili in pnevmatični delovni valji.

Filtri drobnih delcev

Delci nečistoč v stisnjenem zraku se merijo v mikrometrih. Filtri drobnih delcev (*particulate filters*) se razvrščajo glede na velikost najmanjših delcev, ki jih še ujamejo. Čeprav so filtri velikosti od 40 do 60 µm primerni za večino uporab v industriji, se pogosto uporabljajo tudi filtri velikostnega razreda 5 µm.

Bolj ko je filter fin, večji je padec tlaka na filtru, kar pomeni večjo porabo energije in s tem večje stroške priprave stisnjenega zraka. Bolj fini filtri se tudi prej zamašijo, kar še poveča padec tlaka in izgubo energije. Drugače povedano, čeprav bolj fini filtri od potrebnih ne škodijo delovanju sestavin, negativno vplivajo na obratovalne stroške sistema. Vsekakor ni priporočljivo in dolgoročno tudi ne stroškovno učinkovito uporabljati filtre z manjšo stopnjo odstranjevanja delcev iz stisnjenega zraka, kot jo zahtevajo posamezne pnevmatične sestavine. Zato so za izbiro stopnje filtracije v pomoč standard ISO 8573-1 ter navodila proizvajalcev filtrov in drugih pnevmatičnih sestavin.

Veliko proizvajalcev filtrov opredel pričakovan padec tlaka in zmogljivost zadrževanja umazanije v odvisnosti od tlaka in volumskega toka. Filtre majhnih delcev je treba izbrati na podlagi sprejemljivega padca tlaka in velikosti priključka. Običajen padec tlaka na takem filtru je med 0,07 in 0,35 bara. Padec tlaka na filtrih z večjim ohišjem je manjši kot pri filtrih z manjšim ohišjem in pri enaki stopnji filtriranja.

Večina filtrov lahko odstrani tudi kondenzirano vodo, običajno v obliki ciklonskega ločevalnika na koncu dovodnega priključka. Učinkovitost izločanja vode na takih filtrih je odvisna od vstopne hitrosti zraka. Zato je izbira ustreznega filtra odvisna



najprej od potrebnega volumskega toka, nato pa od sprejemljivega padca tlaka.

Filter, ki je namenjen tudi izločevanju vlage, je lahko opremljen s samodejnim sistemom za izpust zbranega kondenzata iz posode filtra. Na splošno imajo taki filtri prosojno skledo iz polikarbonata, ki omogoča vidno preverjanje ravni zbrane tekočine. Vse več filtrov je opremljenih tudi s prikazovalnikom razlike tlaka na vhodnem in izhodnem priključku oziroma padca tlaka na filtru, s čimer nadzorujemo stanje filtra in natančneje določimo čas njegove zamenjave.

Razoljevalni filtri

Večina olja, ki vstopa v tok stisnjenega zraka, pa tudi nekaj kondenzirane vode lahko kot umazanija v razpršeni obliki oziroma aerosolu gre skozi odprtine običajnega zračnega filtra. Aerosol, ki se prenese skozi take filtre, se meri v delcih na milijon (*parts per milion* – ppm) olja v razmerju z zrakom glede na težo in je lahko v razmerju 1 ali pa samo 0,01 delca na milijon (ppm). Razoljevalni filtri (*coalescing filters*) lahko izločijo tudi tako umazanijo.

Razoljevalni filtri so pogosto označeni, da izločajo delce olja in vode v razpršeni obliki, ki so bistveno manjši od imenske velikosti najmanjših trdnih delcev, ki se še ujamejo na filtru. To omogoča način delovanja oziroma toka stisnjenega zraka skozi filter od znotraj navzven skozi dvoplastni filter, kjer prva plast združi razpršene delce olja in vode do velikosti, ki jih druga plast izloči v zbiralno posodo. Nekateri modeli filtrov imajo dve stopnji; prva izloči trdne delce, da ne poškodujejo druge stopnje, kje se izločata olje in voda.

Razoljevalni filtri zelo omejujejo tok zraka, zato je izguba oziroma padec tlaka pri njih večji kot pri preprostih filtrih trdnih delcev. Razoljevalni filtri imajo začetni (suhi) padec tlaka in delovni (nasičeni) padec tlaka, ki sta odvisna od tlaka in volumskega toka stisnjenega zraka. Učinkovitost filtra je zelo odvisna od hitrosti zraka skozi filter. Filtri razreda 0,1 ppm imajo običajno delovni padec tlaka od 0,14 do 0,35 bara, medtem ko povzročijo zelo učinkoviti filtri razreda 0,01 ppm tudi do 0,7 bara padca tlaka med delovanjem.

Regulatorji tlaka

Neki pnevmatični sistem deluje najbolje pri določenem tlaku stisnjenega zraka, zato je bistveno, da sistem za preskrbo zraka zagotovi enakomeren tlak ne glede na volumski tok in tlak dovodnega zraka. Za to skrbi regulator tlaka, ki se vgradi pred uporabnika. Regulator tlaka zmanjša tlak dovodnega stisnjenega zraka na tlak, ki ga zahtevajo pnevmatična oprema za njihovo učinkovito delovanje. Filtri, ki varujejo regulator tlaka pred umazanijo, morajo biti nameščeni pred njim v smeri uporabnika.

Izbira najprimernejšega regulatorja tlaka za neko uporabo je odvisna od izbire izvedbe regulacije, ne nazadnje pa mora regulator tlaka omogočati tudi želen volumski tok stisnjenega zraka. Pomemben je tudi način nastavljanja želenega tlaka izstopnega stisnjenega zraka. Običajno se regulatorji tlaka nastavljajo ročno z različnimi izvedbami gumbov, kar je odvisno od pogostosti nastavljanja tlaka. Za pogostejše nastavljanje ali nastavljanje oddaljenih in težko dostopnih regulatorjev tlaka so na voljo tudi električno krmiljeni regulatorji tlaka.

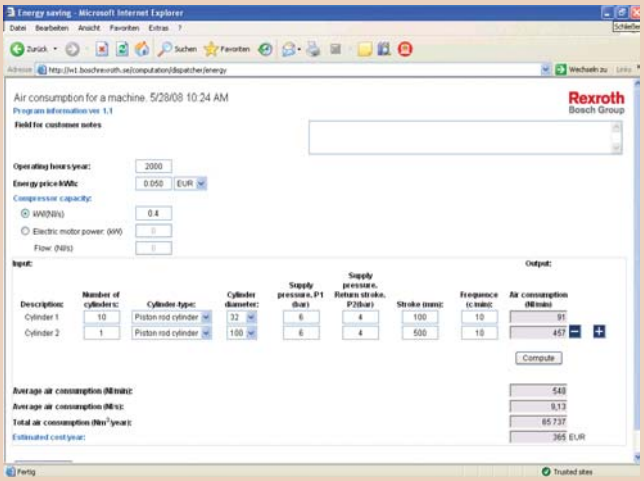
Regulatorji tlaka so lahko tudi različnih velikosti ohišja in priključkov. Čeprav lahko številni modeli odgovarjajo zahtevanemu volumskemu toku in tlaku, lahko regulator z večjim ohišjem zagotavlja boljšo občutljivost nastavitev in manjše odstopanje od nastavljenih vrednosti kot pa regulator tlaka v manjšem ohišju. Pomemben del regulatorja je tudi prikazovalnik tlaka. Nekateri regulatorji imajo samo priključek, drugi pa vgrajen prikazovalnik trenutnega tlaka kar v ohišje regulatorja.

Modularne ali združene enote

Proizvajalci pogosto sestavijo filtre, regulatorje in po potrebi oljnike ter tudi druge

Orodje za preračun in optimizacijo porabe stisnjenega zraka

Varčevanje z energijo je pomembna tema v industrijski avtomatizaciji. Rexroth ponuja na svoji spletni strani novo orodje za preračun porabe stisnjenega zraka, s katerim lahko uporabniki pri nadaljnji uporabi obstoječih tehnologij z optimizacijo opreme učinkoviteje uporabijo energijo. Odprava potrat zaradi prevelikih zmogljivosti (*oversize*) opreme na podlagi izbire pravih sestavin za neko uporabo je nedvomno temeljna in bistvena za energetsko učinkovitost sistema.



Rexroth ponuja novo orodje za preračun kot del kataloga na spletu, ki je oblikovan tako, da omogoča izbiro najprimernejših sestavin za neko uporabo. Preračun porabe stisnjenega zraka izračuna letne stroške porabe stisnjenega zraka pnevmatičnega sistema. Program tudi ponazori učinek različnih premerov delovnega valja in območja delovnega tlaka na porabo stisnjenega zraka.

Vsaka industrijska rešitev zahteva namensko uporabo različnih sestavin, ki lahko delujejo pri različnih delovnih tlakih. Tako lahko zaporedje gibov nekega pnevmatičnega pogona optimiziramo na primer z gibom bata delovnega valja v iztegnjeni položaj (gib naprej oziroma običajno delovni gib) pri tlaku šest barov, da lahko premaga začetno trenje in vztrajnost, nato pa z zmanjšanim tlakom do ustavitve. Bat delovnega valja lahko vrnemo v sklopljeni položaj (povratni gib) z manjšim tlakom, ki ga po začetku giba bata delovnega valja še zmanjšamo. Razlika v delovanju delovnega valja bo z uporabo pametnega regulatorja tlaka komaj zaznavna, učinek na porabo stisnjenega zraka pa bo pozitiven.

Tudi če se zdi razdalja delovanja pri nižjem tlaku kratka, je dovolj velika za optimizacijo zaporedja gibov in zmanjšanja obrabe, ki jo povzroča sunkovita ustavitev. Pri več tisoč ponovitvah ciklov gibanj še tako majhno varčevanje naposled prispeva k opaznemu povečanju učinkovitosti celotnega postopka. Orodje za preračun omogoča posamično obravnavo porabe zraka delovnega giba in povratnega giba delovnega valja. ■

www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog



Slika 3: Modularna sestava pripravne skupine glede na zahteve uporabnika (vir: Festo)

sestavine, kot so vklopni ventil, ventil za dvig tlaka, sušilnik in zaznavala tlaka ter volumskega toka, v t. i. pripravne skupine (*Slika 3*). Običajno so sestavljeni modularno iz sestavin enakih velikostnih razredov z enotnimi priključki. Modularna zgradba omogoča preprosto odstranjevanje sestavin zaradi vzdrževanja in čiščenja ter tudi zamenjavo sestavin in nadgradnjo ali posodobitev pripravne skupine, glede na trenutne zahteve in potrebe. Nekateri proizvajalci ponujajo tudi združene regulatorje in filtre v eno sestavino, ki ima tako en vhodni in en izhodni priključek ter kompaktno zgradbo.

Sistemi stisnjenega zraka so med najslabše razumljenimi in najbolj zapostavljenimi sistemi, ki se uporabljajo v industriji. Običajni študijski programi strojništva na vseh ravneh strokovnega ali univerzitetnega izobraževanja vključujejo le nekaj ur predavanj in še kakšno praktično vajo o zgradbi, delovanju in krmiljenju pnevmatičnih sestavin in sistemov, celovito načrtovanje z natančnim dimenzioniranjem in proizvodnja ter priprava stisnjenega zraka pa so samo omenjeni. Zelo redki so tudi dodatni strokovni izobraževalni seminarji in delavnice na to tematiko. Tako dobi uporabnik koristne podatke in napotke predvsem od ponudnikov opreme in seveda iz lastnih izkušenj.

To vodi do razmer v proizvodnji, ko se vzdrževalci na pritožbe iz proizvodnje o premajhnem tlaku ali nečistem stisnjenem zraku odzovejo z vklopom dodatnega kompresorja in nakupom novih zmogljivosti oziroma kljub pravilnemu delovanju z zamenjavo ali nakupom drugačnih sestavin za pripravo stisnjenega zraka. Take odločitve pa niso sistemske niti poslovne. Zato je treba poleg učinkovitega vzdrževanja večjo pozornost usmeriti tudi v celovito načrtovanje pnevmatičnih sistemom, od velikosti in resničnih potreb končnih uporabnikov pnevmatične energije do sistemov za njeno proizvodnjo in pravo.

Za končne uporabnike je dokaj samoumevno, da pnevmatična energija je, da je ustrezne kakovosti in da je je dovolj. Koliko to stane, pa za zdaj še ni toliko pomembno. Glede na to, da se stopnja avtomatizacije v industriji nenehno povečuje in da bo energija zmeraj dražja, bo treba tudi pnevmatične sisteme obravnavati celoviteje tudi z vidika porabe energije. ■

Viri:
www.prochrom-comp.si
www.hydraulicspneumatics.com
www.festo.com

SIX SIGMA GREEN/BLACK BELT TRAINING

Six Sigma

- Si želite dramatično izboljšati procese v vašem podjetju?
  Ne veste kako?
- Si želite uporabiti zanesljivo in učinkovito orodje?
  Ne poznate nobenega oziroma jih poznate kopico in se ne morete odločiti?
- Ste pripravljeni vztrajati in delovati dolgoročno na izboljšavah procesov?
  To je vaš del zgodbe uspeha, mi pa vas bomo naučili uporabljati metodologijo Six Sigma.

- Termini izobraževanja:

BB 2006	GB 2006
5. - 12. september	29. - 1. september/oktober
6. - 10. oktober	10. - 12. november
3. - 7. november	8. - 11. december
1. - 5. december	

- Cena: 5.500 € Cena: 3000 €
- Kje: Terme Olimia, Podčetrtek

- Več informacij lahko dobite na:
  - http://www.6-sigma.info
  - elektronski pošti: info@6-sigma.info
  - mobitel: 031 66 31 10

