

Dirbtuvių įranga

Suspausto oro instaliacija, skirta pneumatiniams įrankiams

Krzysztof Wojnicki

Pramonės plėtra, įskaitant ir smulkiosios, daugeliu atvejų sudaro poreikį naudoti našius, specializuotus ir saugius pneumatinius įrankius, kurie yra pakankamai jautrūs ir reikalauja tinkamos priežiūros. Be to, šiuolaikinė gamyba yra glaudžiai susijusi su automatika, o pneumatika suteikia galimybę ją įdiegti palyginti nebrangiai.

Abiem atvejais labai svarbus vaidmuo tenka suspausto oro instaliacijai, kuri paruošia atitinkamo slėgio ir švarumo suspaustą orą, kuris vėliau siunčiamas į visus jį naudojančius įrenginius.

Oro suspaudimui yra naudojami įrenginiai, vadinami kompresoriais. Dažniausiai gamyklų suspausto oro instaliacijoje naudojami kompresoriai yra stūmimo-siurbimo kompresoriai.

Tam, kad kompresorius įtrauktų kuo mažiau nešvarumų, jis turi būti pastatytas švarioje, labai gerai vėdinamoje ir, jei įmanoma, aušinamoje patalpoje. Netinkama stūmoklinio kompresoriaus darbinio mazgo konstrukcija gali sukelti spaudžiamo oro kontaktą su tepalu.

Taigi, pagrindiniai kompresoriumi pumpuojamo suspausto oro nešvarumai yra: smulkios mechaninės priemaišos, vanduo ir tepalas iš kompresoriaus. Su oru į instaliaciją taip pat gali patekti kitos dujos, kurios su vandeniu sudaro cheminius junginius, galinčius sukelti arba pagreitinti vamzdinių ir pneumatinių įrankių koroziją. Labai dažnai šios medžiagos sudaro skirtingo tankio sluoksnių, kuris, jei nelieka filtruose, patenka į tiksluosius pneumatinės pavaros mechanizmus ir gali trukdyti jiems tinkamai veikti.

Tam, kad užtikrinti patikimą ir ilgalaikį pneumatinių įrankių darbą, reikia atitinkamai paruošti jiems tiekiamą suspaustą orą.

Suspausto oro paruošimas:

- mechaninių priemaišų (dulkių, rūdžių), vandens ir tepalo iš kompresoriaus pašalinimas,
- slėgio sumažinimas iki reikiamo dydžio,
- reikiamo tepalo kiekio užpylimas.

Išvalytas oras turi atitikti tokius reikalavimus:

- būti be vandens lašų: vandens garai yra leidžiami, tačiau tik tada, kai žemiausia įrankių darbo temperatūra yra ne mažiau kaip 10°C aukštesnė už rasos taško temperatūrą,
- būti be didesnių nei 5 μm mechaninių priemaišų,
- esant normalioms fizinėms sąlygoms, leidžiama nešvarumų dalis siekia 0,7 mg/m³ svorio,
- būti bet tepalo ar kitų skysčių, lašų forma.

Džiovinimas

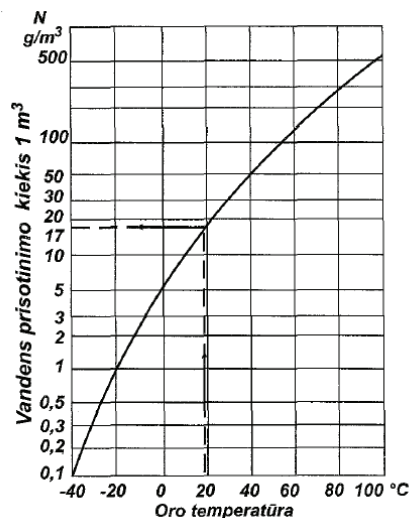
Oro džiovinimas - tai eilė veiksmų, kuriais siekiama užkirsti kelią nekontroliuojamam, kenksmingam suspaustame ore esančių garų kondensato susidarymui, t.y. neleisti susidaryti rasos taškui.

Grafike (1 pav.) yra pateikta rasos taško kreivė, kurią galima naudoti vandens kiekio, kuris gali išsiskirti iš suspausto oro, apskaičiavimui. Analizuojant grafiką, matome anksčiau pateiktų rekomendacijų apie teigiamą kompresoriaus įsiurbiamo žemos temperatūros oro poveikį, patvirtinimą. Svarbu prisiminti, kad vanduo kompresoriaus įsiurbiamame ore yra iš dalies garų pavidalu, o iš dalies smulkių lašelių pavidalu. Drėgmės laipsnio įvertinimui yra skirti du dydžiai:

- absoliutus drėgnumas - nusako vandens garų svorį 1 m³ oro, prie nustatyto slėgio ir temperatūros,
 - santykinė oro drėgmė - nusako 1 m³ oro esančių vandens garų masės, prie tam tikro slėgio ir temperatūros, santykį su tomis pačiomis sąlygomis pilnai garais prisotintame ore esančio vandens mase. Šis santykis paprastai yra pateikiamas procentais.

Realiai, iš kompresoriaus išeinančio oro temperatūra yra apie 10-15°C didesnė negu aplinkos temperatūra (t.y. įtraukiamo oro). Taigi, vanduo pneumatiniuose įrenginiuose kondensuojasi dėl neišvengiamo oro ataušimo.

1 pav. Rasos taško nustatymo kreivė.



Iš suspausto oro išsiskiriančio vandens kiekio apskaičiavimo pavyzdys:

Pradiniai duomenys:

Įtraukiamo oro temperatūra: 20°C, santykinė drėgmė: 70%.

$$W_b = W_n \times N / 100 = 70 \times 17 / 100 = 1,99 / m^3$$

Suspaustame iki $p = 0,6$ MPa slėgio ore vandens kiekis tūrio vienetu, lyginant su atmosferos slėgio oru, padidėja septynis kartus:

$$v = (P_a + V_a) / (P + 0,1) = 0,1 \times V_a / (0,6 + 0,1) = V_a / 7$$

Iš šio oro, jei temperatūra po suspaudimo bus 20°C, išsiskirs toks vandens kiekis:

$$V \times W_b - N = V_a / 7 \times W_o \quad N = 7 \times 11,9 - 17 = 66,3 \text{ g/m}^3, \text{ kadangi } 17 \text{ g liks suspaustame ore garų pavidalu.}$$

W_b - absoliutus drėgnis (g 1 m³)

W_n - santykinė oro drėgmė (%)

N - vandens prisotinimo kiekis 1 m³ (g)

P_a - atmosferinis slėgis (MPa), (laikome, kad 0 MPa)

P - darbinis slėgis (MPa)

V_a - tūrinis srautas

Pneumatinė instaliacija

Labai didelėse ir plačiai išdėstytose instaliacijose (gamyklose, cechuose) ir specialios paskirties instaliacijose, siekiant iki minimumo sumažinti nepageidaujamų vandens kondensavimosi ir oro užterštumo reiškinį, yra naudojami taip vadinami oro tiekimo mazgai. Suspausto oro instaliacijoje, skirtoje kelioms arba keliolikai darbo vietų, naudojant didelio efektyvumo filtrus, apie kuriuos kalbėsime vėliau, nėra būtinybės įrenginėti oro tiekimo mazgus.

Sistemose be oro tiekimo mazgų, dalis vandens kondensuojasi vamzdyne. Todėl vamzdyną reikia įrengti tokiu būdu, kad vandens kondensatas netrukdytų įrangos darbui ir galėtų būti išleidžiamas į išorę. Tinkamai įrengtame vamzdyne, vandens kondensatas neturi patekti ne tik į įrankius, bet ir į filtrus, kurie paprastai randasi tiesiogiai prieš įrankių maitinimo vietą.

2 pav. Parodytas tinkamai suprojektuotas suspausto oro sistemos drenažas. Brėžinyje labai aiškiai matomas vamzdyno pasvirimas oro srauto kryptimi, žemiausiose vamzdyno vietose ir išsišakojimuose įrengti rezervuarai vandens kondensatui, o tiesiogiai prie darbo vietų įrengti individualūs filtrai. 3 pav. pavaizduota paprasčiausia pneumatinio įrankio maitinimo sistema.

Projektuojant instaliaciją, reikia atminti apie atitinkamą vamzdyno skersmenį, kuris priklauso nuo reikiamo suspausto oro srauto ir leistino slėgio kritimo. Apytiksliai apskaičiuoti galima pagal tokią formulę:

$$d = 2 \sqrt{(Q / \pi \times v)} \text{ (m)},$$

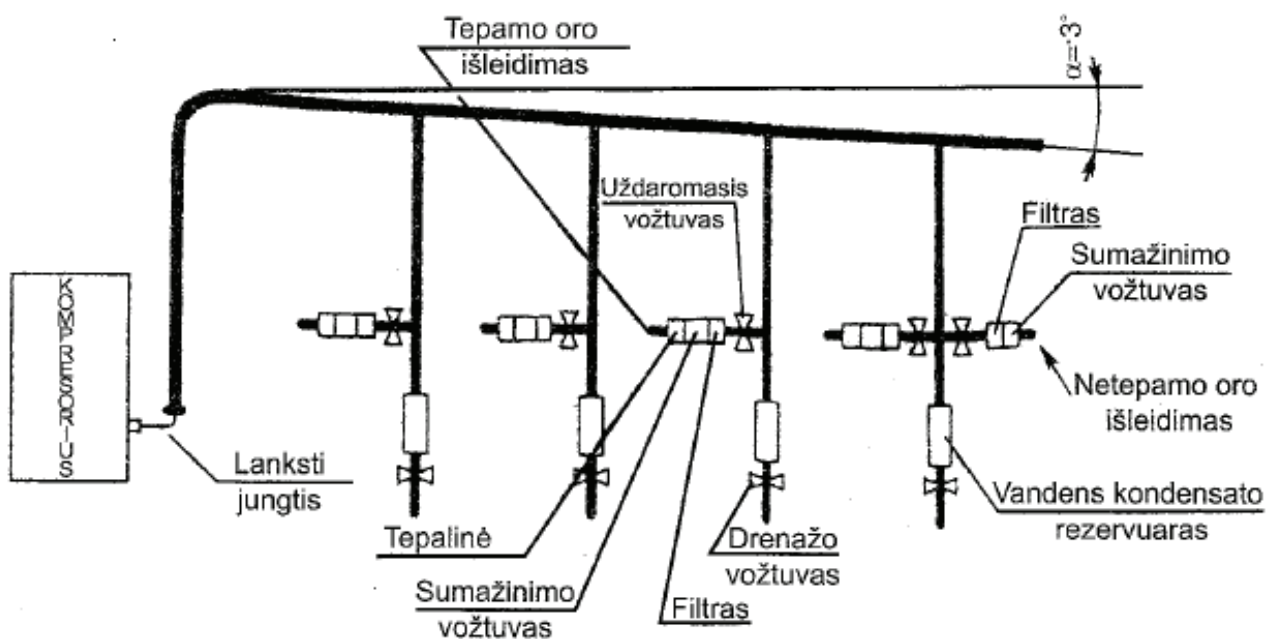
kur:

Q - tūrinis oro srautas, m³ / s,

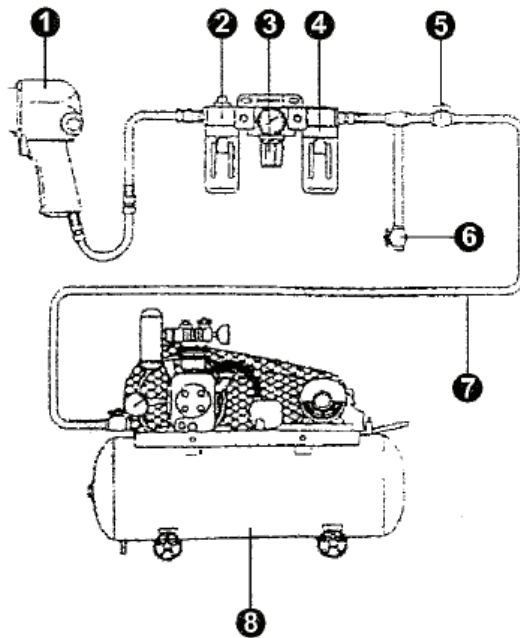
v- oro srauto greitis, m/s.

Dėl skaičiavimų sudėtingumo, praktikoje reikėtų naudoti vadovuose pateikiamas nomogramas arba lenteles.

2 pav. Suspausto oro instaliacijos pavyzdys.



3 pav. Paprasčiausia pneumatinio įrankio maitinimo sistema: 1 - pneumatinis įrankis, 2 - tepalinė, 3 - slėgio sumažinimo vožtuvas, 4 - filtras, 5 - uždaromasis vožtuvas, 6 - drenažo vožtuvas, 7 - vamzdis, 8 - kompresorius.



Medžiagos, iš kurių dažniausiai sudaromos suspausto oro sistemos (vamzdžiai ir jungtys) - tai polietilenas ir polivinilchloridas.

Šios medžiagos yra plačiai naudojamos dėl tokių savybių:

- atsparumo korozijai - kadangi nesusidaro rūdys, nėra papildomų nešvarumų vamzdyne,
- žemo pasipriešinimo oro srautui,
- ypač geros amortizacijos, užtikrinančios tylų vamzdyno darbą,
- paprasto ir greito montavimo,
- estetiškos išvaizdos.

Išdžiovinus orą, toliau jo paruošimas atliekamas taip, kaip aprašyta aukščiau, prieš imtuvą (pneumatinį įrankį), netoli nuo jo, taip vadinamoje individualioje oro paruošimo sistemoje.

Šioje sistemoje įranga turi būti sumontuota tokiu eiliškumu (skaičiuojant nuo kompresoriaus pusės): uždaromasis vožtuvas, filtras, slėgio sumažinimo vožtuvas ir tepalinė. Šioje sistemoje yra galutinai pašalinamos priemaišos, iki reikiamo dydžio sumažinamas suspausto oro slėgis ir įvedamas tepalas.

Filtravimas

Filtrų gamintojai, siekdami užtikrinti pneumatinius įrankius varantiems tiksliesiems mechanizms tiekiamo suspausto oro švarumą, naudoja trijų pakopų filtravimą trimis skirtingais būdais - mechaniniu, adsorbciniu ir absorbciniu. Nesileidžiant į konstrukcinių sprendimų smulkmenas, galime sakyti, kad profesionalūs suspausto oro filtrai turi tris įdėklus:

1. Pradinį filtro įdėklą, skirtą "didelių" dalelių ir tepalo sulaikymui (šiuo atveju žodį "įdėklas" reikia suprasti sąlyginai, kadangi faktiškai tai kanalų ir pertvarų sistema, sukianti taip vadinamą ciklono reiškinį - oro judėjimą ratu - kurio dėka didesnės masės dalelės ir vandens bei aliejaus lašai yra surenkami ant sienelių ir nuteka į nusodintuvą.

2. Antro lygio filtro įdėklas - tai "akytą" filtro pertvara, kurioje lieka smulkesnės mechaninės priemaišos, tepalas ir vanduo, kurie kondensuojasi ir nuteka į nusodintuvą.

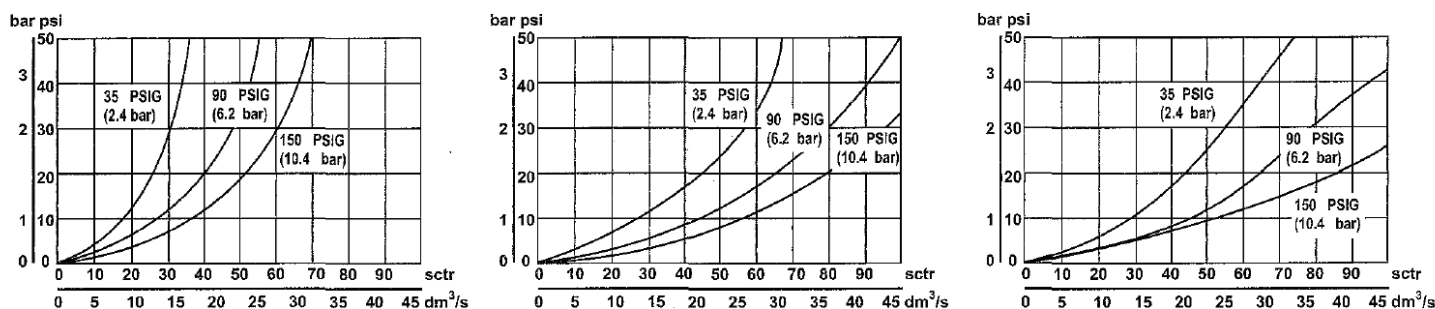
3. Paskutinio lygio įdėklas - tai cheminis įdėklas, absorbuojantis aktyvias kenksmingas dujas, tepalo miglą ir vandens garus.

Yra daug konstrukcinių filtrų sprendimų, tačiau praktiškai jų gamintojų dėmesys yra sutelktas į vis naujesnių, veiksmingiau filtruojančių medžiagų panaudojimą. Kai kurios firmos, siekdamos pabrėžti savo filtrų efektyvumą, naudoja cheminius įdėklus, kurie naudojant palaipsniui, iš apačios į viršų, nusidažo, pavyzdžiui, raudona spalva. Pilnas spalvos pasikeitimas reiškia, kad laikas pakeisti filtro įdėklą.

Renkantis filtrą, ypatingą dėmesį reikia atkreipti į tokius parametrus:

- nominalų ir didžiausią srautą ($m^3 / val.$) prie 0,6-0,63 MPa slėgio,
- slėgio kritimą prie nominalios išėigos,
- valymo laipsnį (mg / m^3).

4 pav. Trijų oro filtrų srauto charakteristikų pavyzdžiai.



Grafikuose (4 pav.) pateikti trijų filtrų, skirtų skirtingų diametrų vamzdžiams, srauto charakteristikų pavyzdžiai. Remiantis būtent tokiais grafikais, galima nustatyti nurodytų parametrų vertes ir įvertinti koks filtras geriausiai atitinka duoto pneumatinio įrankio maitinimo reikalavimus.

Kitas individualus oro paruošimo sistemos komponentas yra slėgio sumažinimo vožtuvas.

Slėgio sumažinimo vožtuvas

Slėgio sumažinimo vožtuvas yra naudojamas į įrankį įeinančio suspausto oro slėgio sumažinimui nuo instaliacijoje esamo dydžio iki reikiamo. Šio slėgio vertę pradžioje nustato vartotojas, o sumažinimo vožtuvas išlaiko jį tiksliai tokios vertės, nepriklausomai nuo slėgio svyravimų sistemoje ir įrankio oro sunaudojimo pasikeitimų.

Yra įvairių slėgio sumažinimo vožtuvų konstrukcinių sprendimų ir tipų, kurie skiriasi savo konstrukcijomis ir srauto reguliavimo savybėmis.

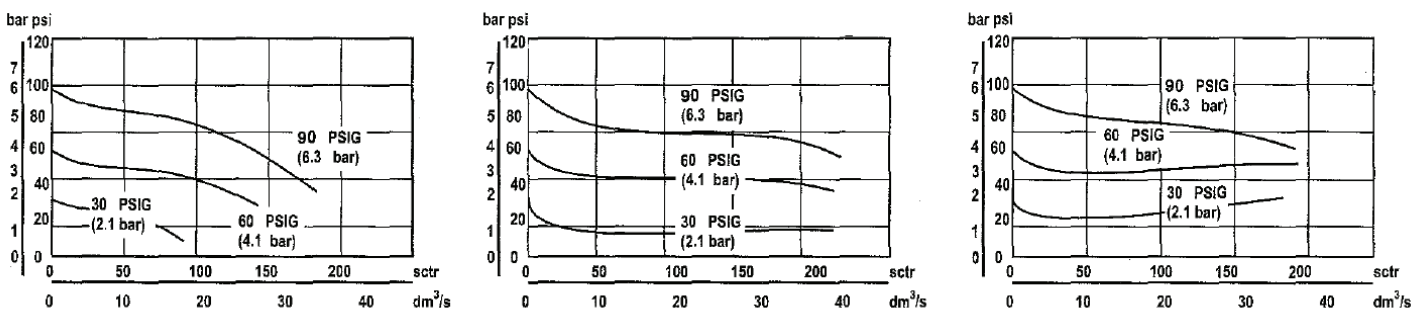
Pagal konstrukcijas, slėgio sumažinimo vožtuvus galima paskirstyti į:

- slėgio sumažinimo vožtuvus su išleidimo vožtuvu - sudarančius galimybę išleisti perteklinį suspaustą orą į atmosferą, todėl atliekančius ne tik oro slėgio sumažinimo, bet ir jo stabilizavimo funkciją,
- slėgio mažinimo vožtuvus be išleidimo vožtuvo - tai patys paprasčiausi prietaisai, tačiau jie gali sukelti slėgio svyravimus instaliacijoje, todėl atsiranda poreikis naudoti papildomą oro slėgio stabilizatorių,
- slėgio sumažinimo vožtuvus su išleidimo vožtuvu ir filtru - filtras su reduktoriumi sudaro bendrą nedalomą konstrukciją, todėl gaunama kompaktiškesnė oro suspaudimo ir slėgio sumažinimo įrangos konstrukcija.

Konkretoaus tipo vožtuvas turi būti pasirenkamas lyginant pneumatiniams įrankiams keliamus reikalavimus ir kataloguose nurodytas vožtuvų savybes. Ypač svarbios yra reguliavimo ir srauto savybės, kurias gamintojai pateikia grafikų ar lentelių forma. Srauto charakteristika parodo, kaip keičiasi slėgis už vožtuvo, priklausomai nuo to, kiek suspausto oro sunaudoja dirbantis įrankis. Tuo tarpu slėgio charakteristika parodo, kaip sumažintas slėgis (už vožtuvo) reaguoja į slėgio pokyčius instaliacijoje, darant prielaidą, kad tūrinis suspausto oro sunaudojimas yra nustatytas ir pastovus.

Reduktoriaus pasirinkimui lemiamą reikšmę turi srauto charakteristika. Toliau pateiktuose grafikuose (5 pav.) pateiktos trijų firmos "IRAX" reduktorių srauto charakteristikos, aukščiau pateikto pavyzdžio vamzdžių diametru atvejais.

5 pav. Trijų slėgio sumažinimo vožtuvų srauto charakteristikų pavyzdžiai.



Šiuose grafikuose matyti, kad nepaisant to, jog naudojamas stabilizatorius, sumažintas slėgis krenta, priklausomai nuo oro suvartojimo. Tuo pačiu metu reikia nepamiršti, kad grafikoploštumas (t.y. jis beveik horizontalus) rodo gana didelį sumažinto oro slėgio nepriklausomumą nuo oro suvartojimo (tam tikrose ribose). Galima pastebėti, kad šio horizontalumo sritis skiriasi kiekvieno vožtuvo atveju. Tai sąmoningas gamintojo sprendimas, suteikiantis vartotojui galimybę pasirinkti optimalų vožtuvą.

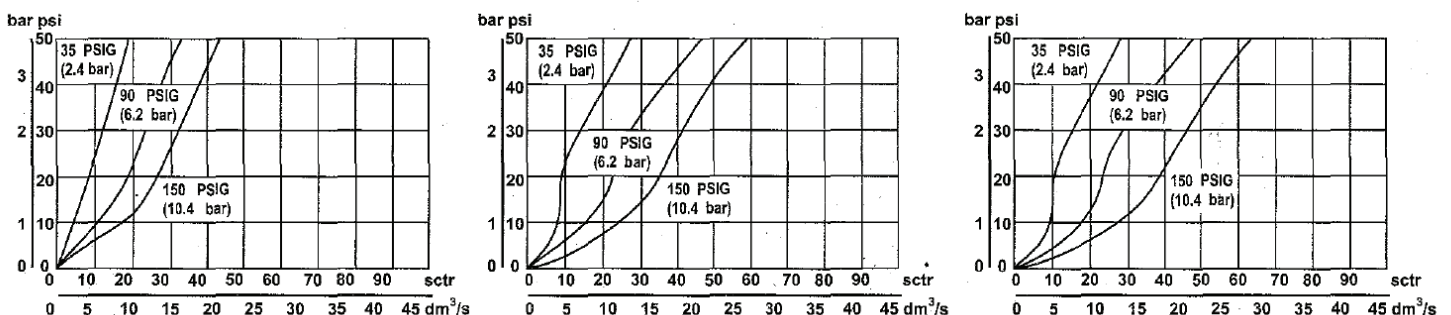
Tepalinės

Pneumatinėse sistemose, siekiant užtikrinti tinkamą judančių dalių tepimą, yra naudojamas kontroliuojamo suspausto oro prisotinimo tepalu metodas. Šiam tikslui yra skirtos tepalinės, sudarančios tepalo miglą, kurios lašelių dydis siekia nuo 0,1 iki 1 μm . Taip susmulkintas tepalas suspaustu oru gali būti pernešamas keleto metrų atstumu, netgi esant dideliame suspausto oro tiekimo vamzdžių išlenkimų skaičiui.

Tinkamas tepalinės darbas:

Analogiškai, kaip ir filtrų bei slėgio sumažinimo vožtuvu atveju, grafikuose (6 pav.) pavaizduoti trijų firmos "IRAX" tepalinių srauto charakteristikų pavyzdžiai.

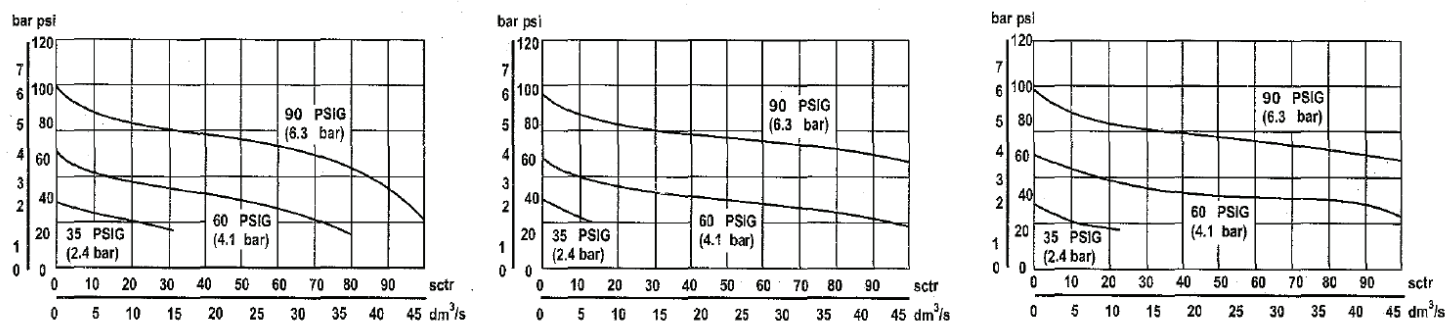
6 pav. Trijų tepalinių srauto charakteristikų pavyzdžiai.



Oro paruošimo blokas

Atskirų individualios oro paruošimo sistemos sudedamųjų dalių gamintojai pasirūpino ne tik aukšta jų kokybe, bet ir optimaliais parametrais. Siūlomos tokios individualios monolitinės sistemos: filtras - reguliavimo vožtuvas - tepalinė. Grafikuose (7 pav.) pavaizduoti trijų firmos "IRAX" oro paruošimo blokų srauto charakteristikų pavyzdžiai.

7 pav. Trijų oro paruošimo blokų srauto charakteristikų pavyzdžiai.



Pabaigai, pakartosisiu praktinius patarimus, kurie buvo pateikti ankstesniame numeryje:

- niekada nejunkite pneumatinių įrankių tiesiogiai prie kompresoriaus išėjimo, kadangi jame naudojamos filtravimo-redukcijos sistemos nėra labai efektyvios ir gali lengvai sugadinti ar net sulaužyti tiksluosius mechanizmus.
- aukščiau pateikta informacija, paaiškinanti daugelį su suspausto oro instaliacijomis susijusių problemų, nėra pakankama savarankiškam gamybinės instaliacijos suprojektavimui ir tinkamam įgyvendinimui. Todėl, geriau tai pavesti atlikti profesionalams.

Inž. Krzysztof Wojnicki yra firmos "NEP-Technik" techninis konsultantas.

