Pneumatyka

Lipiec-Sierpień
4(35)2002
cena 7,50 zł
(w tym VAT 0%)
ISSN 1426-6644
Indeks 337 323

DWUMIESIĘCZNIK O TECHNICE SPRĘŻANIA GAZÓW

Sieci sprężonego powietrza

Sprężarki BOGE pracują na wysokości

Zestawienie dostawców osuszaczy cz. III

Wysokie ciśnienie LMF

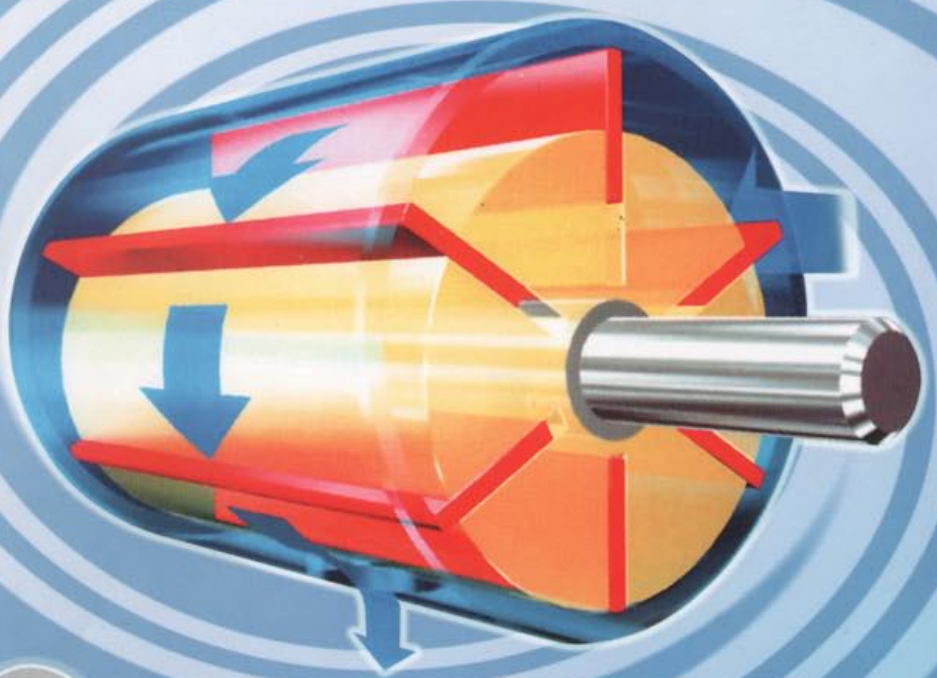
Powietrze a historia gospodarcza

Regulacja powietrza płuczącego w osuszaczu membranowym

Czy potrzebna nam jest próżnia?

Pneuma 2002

Wittig



BIAP

Sprężarki Rotacyjne Wittig
BIAP o. Warszawa
05-092 Łomianki, ul. Warszawska 92
tel. 022 751 69 01, kom. 0691 740 780
BIAP Sp. z o.o.
53-679 Wrocław, ul. Trzemeska 10
tel./fax 071 354 42 75, www.biap.com.pl

Przemienniki częstotliwości DTC w sprężarkach łopatkowych – str. 43

ISSN 1426-6644
9 771426 664022 08>

Gardner Denver

HANKISON INTERNATIONAL

Sprężarki śrubowe o wydajności od 0,5 do 73,5 m^3/min
Sprężarki śrubowe bezolejowe z wtryskiem wody do zespołu śrubowego
Sprężarki śrubowe z falownikiem
Układy odzysku ciepła ze sprężarek
Elektroniczne sterowniki zespołów sprężarek
ISO 2001 - System jakości certyfikowany przez Lloyd's Register
Osuszacze ziębnicze, membranowe i adsorpcyjne sprężonego powietrza
Filtry sprężonego powietrza
Systemy uzdatniania kondensatu ze sprężarkowni
Zbiorniki wyrównawcze sprężonego powietrza
Projekty sprężarkowni i sieci rozprowadzania sprężonego powietrza
Pomoc w doborze optymalnego rozwiązania
Serwis 24 godziny na dobę
Oryginalne części zamienne
Szkolenie personelu użytkownika
Gwarancja 5 lat na zespoły śrubowe

Z NAMI MASZ WŁAŚCIWE CIŚNIENIE !

Biuro Handlowe RUDA Trading International
ul. E. Zegadłowicza 10
40-555 Katowice
tel./fax +48 32 251 25 53
tel./fax +48 32 757 44 65
tel./fax +48 32 757 26 03
e-mail: bh-ruda@bh-ruda.pl

BIURO HANDLOWE JR RUDA TRADING INTERNATIONAL

Oddział Serwisowo-Remontowy
ul. Kopalniana 1
59-101 Polkowice
tel./fax +48 76 848 14 74
tel./fax +48 76 848 14 75
tel./fax +48 76 848 14 76
e-mail: ruda-ost@cuprum.com.pl

Sprężarki BOGE Kompressoren pracują na wysokości ____ 12

Czy potrzebna nam jest próżnia? ____ 14

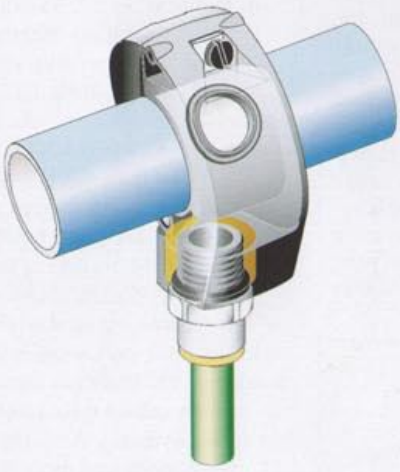
Regulacja powietrza płuczącego w osuszaczu membranowym ____ 16

PNEUMA 2002 wakacyjnie i narodowo ____ 18

Jednym kliknięciem myszką ____ 20

Dlaczego warto odwiedzać targi? ____ 21

Podstawy Pneumatyki. Część V ____ 22



Zestawienie dostawców osuszaczy sprężonego powietrza na rynku niemieckim. Część III ____ 26

Produkt z najwyższej półki (wywiad) ____ 28

Zadbajmy o sprężone powietrze w warsztacie ____ 30

Szczelinowo-zaworowy rozrząd w sprężarkach tłokowych ____ 36

Powietrze a historia gospodarcza ____ 38

Zastosowanie przemienników częstotliwości DTC w sprężarkach łopatkowych ____ 43

Wysokie ciśnienie –LMF ____ 46

Konferencja PNEUMA 2002. Część II ____ 51

Spis referatów konferencyjnych ____ 52

Autokarem na podbój Europy

Wakacje to czas konfrontacji i zderzeń, które są bardziej lub mniej szkodliwe dla zdrowia. Fronty atmosferyczne, zetknięcie bladej skóry z ultrafioletem albo nagrzanego ciała z lodowatą wodą morską. Przykra jest konfrontacja zawartości portfela z ceną smażonej ryby, a także niezgodność oferty biura podróży z warunkami na kwaterze. Mimo to za nic w świecie nie zrezygnujemy z niepowtarzalnej atmosfery przygotowań do wakacyjnego wyjazdu. Kupujemy okulary przeciwsłoneczne za 5 zł, starannie sprawdzając, czy wyglądamy światowo i w drogę. Czym się da i jak się da. Czujemy się nie gorsi od Niemców, Francuzów czy Włochów. Nawet chyba lepsi. Jedziemy szybciej taniej i... bardziej beztrosko. Podobno jadąc niemieckim autokarem, można się zanudzić od ciągłych postojów, zmian kierowców, noclegów itp. My potrafimy przemierzać europejskie drogi z dużą prędkością, o dowolnej porze dnia i nocy. Indywidualnie i grupowo. Radośnie jest zapakować się do autokaru i dumnie ruszyć na południe. Równie zdecydowanie możemy pognać nad polskie morze. Mamy przecież europejskie samochody, a na niektórych drogach można nawet wyprzedzać „na trzeciego". Zabawa się kończy dopiero w obliczu tragedii. O niektórych z nich głośno jest w mediach, o innych nawet rodzina ofiar dowiaduje się z opóźnieniem, bo policja nie ma obowiązku zawiadamiania. Mały samochodzik na wąskiej drodze z koleinami, wyprzedzający sznur tranzytowych tirów i trafiający w inny samochód, to jedno z tysięcy wakacyjnych zderzeń. W takich momentach uświadamiamy sobie, że poruszamy się bez zabezpieczeń, bez rozsądku i że przeceniamy nasze możliwości.

Entuzjazm wakacyjny przypomina nasze przygotowania do połączenia się z resztą Europy. Przywdzialiśmy europejskie szaty, nabraliśmy pewności siebie. Już byliśmy, już się witaliśmy, a tu takie zderzenie z prawdziwą ekonomią i z prawdziwymi ograniczeniami. Nasza gospodarka jest jakby po wypadku. Co się stało? Jaka jest przyczyna załamania gospodarczego? Stopy za wysokie czy za niskie? To tak jakby chcieć wytłumaczyć wypadki drogowe wielkością znaków drogowych. Oczywiste prawdy, np. to, że nie mamy w kraju sieci dróg, są tak banalne, że wszyscy z przyzwyczajenia doszukują się przyczyn gdzie indziej. Jeżeli z Wrocławia do Gdańska przy zachowaniu należytej ostrożności i w zgodzie z przepisami drogowymi nie da się dojechać szybciej niż w 10 godzin, to po pierwsze – nikt tych zasad nie traktuje poważnie, a po drugie – w tym kraju nie da się sprawnie działać. I nie pomogą czający się w krzakach policjanci, służący wyłącznie do udowadniania, że winę za wszystko ponoszą kierowcy.

Jeżeli nie potrafiliśmy zająć się sprawami podstawowymi, infrastrukturą stanowiącą tkankę współczesnej gospodarki, to musimy przemyśleć wszystko od nowa. Wszelkie powierzchowne przejawy postępu i europejskości właśnie się wyczerpały. Mamy zachodnie samochody powypadkowe, hipermarkety nie płacące dostawcom, lumpeksy i tysiące zardzewiałych autokarów. Nie mamy co produkować, nie ma kto kupować. Mówimy o programach europejskich, akcesyjnych, a tymczasem każdy, kto usiłuje prowadzić przyzwoitą działalność gospodarczą wygląda na głupka lub samobójcę, tak można powiedzieć „w świetle obowiązujących przepisów". Najbardziej zaskakująca kraksa – zderzenie marzeń o nadchodzącym dobrobycie z biedą, jakiej w gruncie rzeczy doświadczamy, powinna nieco osłabić nasz owczy pęd, a w zamian za to skłonić do bardziej dojrzałych kroków w kierunku Europy. Może wyborcy powinni zapytać polityków, kiedy wreszcie zaczniemy umacniać grunt, budować właściwe drogi i mosty, włączać zielone światła. Ja myślę, że zaraz po wakacjach.

W naszym dwumiesięczniku panuje jeszcze letnia atmosfera. Między innymi iście wakacyjna relacja z konferencji PNEUMA 2002. Jest też druga część materiałów z tej konferencji. Nasi Czytelnicy znajdą jak zwykle mnóstwo ciekawych nowinek technicznych, informacji o targach i firmach z naszej branży.

Z życzeniami udanego powrotu z wakacji

Zdzisław Chrapkiewicz

Pneumatyka

REDAKCJA
Redaktor naczelny:
Zdzisław Chrapkiewicz
Dział DTP:
Marcin Kluziak
Edyta Wirt

Współpracownicy:
Andrzej Araszkiewicz
Wojciech Halkiewicz
Arkadiusz Mrokwa
Szymon Sadowski
Konsultacja naukowa
prof. nadzw. dr hab. inż.
Łukasz N. Węsierski

ADRES REDAKCJI
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel. (071) 373 58 95
tel./fax: (071) 373 52 32, 373 59 00
e-mail: pneumatyka@lektorium.pl

WYDAWCA
Wydawnictwo Lektorium
Kierownik wydawnictwa:
Mariusz Makulski
Sekretarz wydawnictwa:
Ewa Kłos

ADRES WYDAWCY
Wydawnictwo LEKTORIUM
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel./fax: (071) 373 52 32

DRUKARNIA
Hector

PRENUMERATA
prenumerata@lektorium.pl
Wpłaty można dokonać:
LEKTORIUM Wydawnictwo
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
Powszechny Bank Kredytowy SA
III oddz. we Wrocławiu
11101620-409910133389
Prenumeratę oprócz redakcji przyjmują:
RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o.o.
KOLPORTER SA
Zlecenia na ogłoszenia i reklamy prosimy kierować pod adresem wydawcy.

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych.
W materiałach nadesłanych redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych. Przedruk tekstów w części lub w całości tylko i wyłącznie za zgodą wydawcy. Artykuły redakcyjne podlegają recenzji.

Nowa sprężarka Airpol

Przedsiębiorstwo Produkcji Sprężarek AIRPOL z Poznania wprowadziło do sprzedaży nowy typ sprężar-

ki śrubowej AIRPOL Z5. Jest to odpowiedź na zapotrzebowanie tych użytkowników, którzy do tej pory eksploatowali dorywczo sprężarki tłokowe o małych wydajnościach i z różnych względów chcą wymienić je na nowoczesne sprężarki śrubowe. Sprężarka ma wszystkie zalety sprężarek śrubowych (zużywa mało energii, produkuje czyste sprężone powietrze, cicho pracuje i jest bezobsługowa). Dzięki zwartej budowie maszyna zajmuje mało miejsca (tylko 1 m^2). Pomimo uproszczeń, system sterowania zapewnia pełną kontrolę temperatury pracy i poziomu oleju. System rozruchu sprężarki typu start/stop zapewnia dodatkowe oszczędności energii, ponieważ nie ma tu „czuwania" polegającego na biegu luzem w okresach zaniku zapotrzebowania na sprężone powietrze. Dlatego wszystkie sprężarki typu AIRPOL Z5 mogą znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie zapotrzebowanie na sprężone powietrze jest dorywcze lub okazjonalne, tj. w małych firmach produkcyjnych, warsztatach naprawczych i różnego rodzaju usługach. Podstawowe parametry to wydajność 50 lub 40 m^3/h, przy nadciśnieniach tłoczenia, odpowiednio 0,8 i 1,0 MPa i mocy silnika 5,5 kW. Standardowo sprężarka jest wyposażona w zbiornik o pojemności 400 dm^3. Cena sprężarki nie przekracza 10 tys. zł. W ofercie firmy znajdują się również sprężarki śrubowe o mocach do 250 kW i tłokowe w tym bezolejowe.

Rozszerzony program doprężaczy

Najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem otrzymywania sprężonego powietrza o ciśnieniu do 45 bar jest wstępne sprężanie sprężarkami śrubowymi i końcowe sprężanie odpowiednio dobranymi sprężarkami tłokowymi. Kaeser proponuje program sprężarek końcowych rozszerzony o nowe urządzenia w zakresie mocy od 5 do 45 kW. Nowe sprężarki końcowe Kaeser, to trzycylindrowe sprężarki tłokowe pracujące na bardzo małych obrotach od 855 do 1080/min w zakresie mocy od 30 do 45 kW. Wymagane ciśnienie wstępne wynosi 13 bar, osiągalne ciśnienie końcowe maksymalnie 45 bar,

wydajności mieszczą się od 9,5 do 14,3 m^3/min. Wszystkie urządzenia mają obiegowy system smarowania olejem i są seryjnie wyposażone w kontrolę ciśnienia oleju, temperatury, ciśnienia na wlocie i wylocie. Napęd paskami klinowymi z automatycznym napinaniem daje optymalne przenoszenie siły z silnika napędowego na blok sprężar-

BOGE KOMPRESSOREN

POWIETRZE – OGROMNA SZANSA!

- Sprężarki śrubowe o wydajnościach od 0,3 do 45,3 m^3/min i ciśnieniach do 13 bar
- Sprężarki tłokowe o wydajnościach od 70 do 6200 l/min i ciśnieniach do 35 bar
- Oczyszczanie sprężonego powietrza, rurociągi, wyposażenie

Centrala:
PNEUMATIK SA
Wysogotowo
ul. Kamienna 28
62-081 Przeźmierowo
tel. (061) 816 12 46, 816 12 55
fax (061) 816 17 71
e-mail: info@pneumatik.com.pl
Internet: www.pneumatik.com.pl

Oddziały:
Częstochowa (034) 322 06 26
Serwis 24 h: 0 608 445 555

Pneumatik

Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN

PNEUMATICA

POMORSKIE CENTRUM PNEUMATYKI
Pomorskie Centrum Pneumatyki "PNEUMATICA"
75-016 Koszalin Jamno 109
tel. (094) 346 10 14, tel.fax (094) 345 47 72
e-mail: pcp@pneumatica.com.pl

- sprężarki
  - śrubowe
  - tłokowe
  - przewoźne
- narzędzia i urządzenia pneumatyczne
- agregaty sprężarkowe
- filtry powietrza
- osuszacze
- zbiorniki
- serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- regeneracja podzespołów i części samochodowych

CPP „PREMA" SA
ul. Wapiennikowa 90
25-101 KIELCE
tel. (041) 361 95 24
fax (041) 361 91 08

Centrum Produkcyjne Pneumatyki
„PREMA" Spółka Akcyjna

Największy polski producent elementów pneumatyki siłowej i sterującej.

- *siłowniki pneumatyczne w zakresie średnic od D12 do D320 z elementami mocującymi*
- *zawory rozdzielające sterowane elektrycznie, mechanicznie i pneumatycznie*
- *elementy przygotowania sprężonego powietrza*
- *zawory sterujące kierunkiem i szybkością przepływu sprężonego powietrza*
- *elementy złączne i przewody*
- *wyroby specjalne*
- *doradztwo techniczne*

POMPY MULTIEŻEKTOROWE I PRZYSSAWKI
PIAB
Innovators in Vacuum Technology

Bovin
81-327 Gdynia, ul. Wolności 20
tel./fax: (0-58) 621-98-24, 621-99-64
http://www.bovin.com.pl

NASI PRZEDSTAWICIELE:
BIELSKO-BIAŁA: 815-15-11; BYDGOSZCZ: 340-90-65; GDYNIA: 621-23-35; KATOWICE: 258-90-34; KIELCE: 343-05-23, 342-66-48; KRAKÓW: 421-11-50; LUBLIN: 744-26-87; ŁÓDŹ: 632-04-10; 657-58-30; OLSZTYN: 526-92-89; 533-91-87; 539-91-50; PIASTÓW k/W-wy: 723-15-43; POZNAŃ: 841-78-24, 865-17-64; SŁUPSK: 843-67-00; SZCZECIN: 462-73-59; TORUŃ: 659-16-81; WROCŁAW: 325-52-84, 348-38-65 w.40, 352-84-41; WARSZAWA: 628-76-84, 671-08-05; ZIELONA GÓRA: 324-08-98.

ki i ogranicza równocześnie liczbę zabiegów konserwacyjnych. Energooszczędnie działa efektywna regulacja biegu jałowego: umożliwia ona bardzo dokładne, a tym samym ekonomiczne dopasowanie mocy sprężarki do wymaganego ciśnienia końcowego. Specjalne, wmontowane w kratę ochronną pasków napędowych, blachy kierują powietrze na trzy głowice sprężarki tłokowej, zapewniając im doskonałe chłodzenie. Sprężarki końcowe można wyposażyć w chłodzoną powietrzem lub wodą, dobraną z zapasem końcową chłodnicę sprężonego powietrza, zapewniającą odpowiednią temperaturę dla podłączonych urządzeń uzdatniających. Kombinacja końcowych sprężarek z energooszczędnymi sprężarkami śrubowymi Kaeser umożliwia realizowanie ekonomicznych koncepcji zaopatrywania sprężonym powietrzem najróżniejszych urządzeń pneumatycznych w zakresie ciśnień do 45 bar.

Małe sprężarki Jun-Air

Te znane, cichobieżne sprężarki od ponad 50 lat mają dobrą opinię w licznych obszarach zastosowań. Dzięki stale udoskonalanej produkcji ta klasyczna konstrukcja jest jeszcze dzisiaj ważną podporą programu produkcji w Jun-Air -Produkt. Wzrastające wymagania dotyczące jakości sprężonego powietrza stosowanego w medycynie, i we wzrastającym stopniu również w budowie maszyn, skłoniły Jun-Air do rozszerzenia programu o sprężarki bezolejowe. Chodzi tu wyłącznie o własne rozwiązania konstrukcyjne, przy opracowywaniu których szczególną uwagę zwrócono na cichobieżność i najwyższe standardy jakości. Najnowsze rozwiązania prezentuje typoszereg OF 300. Są to bezolejowe sprężarki tłokowe zwartej budowy o mocach napędu 0,25 do 0,5 kW. Bogaty program produkcyjny i własna produkcja zbiorników ciśnieniowych oraz twórcze biuro konstrukcyjne przyczyniają się do wzrostu zainteresowania produktami Jun-Air wszędzie tam, gdzie pojawiają się specyficzne wymagania w stosunku do sprężarek. Można więc produkować, nawet w małych seriach, wszelkie kombinacje agregatów sprężarkowych z różnymi zbiornikami ciśnieniowymi (1 do 280 L). Można również wybierać między różnymi systemami uzdatniania sprężonego powietrza – od prostego filtrowania, poprzez osuszanie powietrza, zarówno metodą przepuszczalności, jak i adsorpcji, aż do wytwarzania powietrza oddechowego lub uzyskiwania azotu. Takie konfi-

guracje specjalistycznych rozwiązań znajdują dziś zastosowanie w różnych dziedzinach, np. w budowie pojazdów, gdzie istnieje szczególne zainteresowanie urządzeniami o stałej wydajności lub w budowie maszyn, obsłudze, automatyzacji oraz medycynie i technice laboratoryjnej.

Czujnik przepływu SS 20.10 firmy Schmidt-Feintechnik

Czujnik ten bardzo dobrze nadaje się do mierzenia przepływu mas powietrza i gazów w małych rurach od 25 mm, np. palnikach olejowych lub gazowych

bądź też ogniwach paliwowych. Najmniejszy zakres pomiaru w jednocalowej rurce mieści się między 0,3

i 30 m^3/h. Inne dziedziny zastosowania to pomiary objętościowego strumienia przepływu w urządzeniach pneumatycznych, małe stanowiska przepływu gazów, stała kontrola filtrów lub kontrola powietrza do- i odlotowego w układach wentylacyjnych. Czujnik posiada stabilną głowicę komorową, której doskonała aerodynamika zapewnia nieznaczne straty ciśnienia. Jego dynamika zakresu pomiaru, wynosząca 1:100, daje wystarczającą rezerwę w większości zastosowań przemysłowych. Jest on więc interesującą alternatywą dla kryzy pomiarowej lub koła turbinki. Dzięki zasadzie masowego przepływu, nie jest potrzebny czujnik temperatury ani przepływu. Czujnik przekonuje dzięki prostemu montażowi w jednym otworze, co umożliwia jego stosowanie w każdej rurze średnicy od 25 mm wzwyż. Czujnik jest zasilany napięciem 5 V z elektronicznego układu przetwarzającego, przy czym zadowala się poborem 300 mW mocy. Producent podkreśla, że czujnik ten może być produkowany również w specjalnych wykonaniach (zależnie od liczby sztuk).

Łatwy w użyciu miernik wartości punktu rosy

Firma VAISALA oferuje miernik wartości punktu rosy DMT 242, będący idealnym instrumentem stosowanym w przemyśle do kontrolowania wydajności osuszacza przy niskich wartościach punktu rosy. Jest łatwy w użyciu i mimo swej zwartej wielkości posiada wiele zalet. DMT 242 jest wyposażony w cienkowarstwowy polimerowy czujnik DRYCAP i specjalny program autokalibracji. Dzięki tej kombinacji idealnie nadaje się do pomiarów nawet bardzo małych wartości wilgotnosci. Czujnik wartości pomiarowej posiada godną uwagi długotrwałą stabilność i nawet gdy punkt rosy spada do –60 °C, jest bardzo dokładny. Miernik wartości punktu rosy DMT 242 charakteryzuje się dużym zakresem pomiarowym. Mierzy temperaturę punktu rosy w zakresie od –60 do +60 °C z dokładnością ±2 °C. Czas odpowiedzi czujnika wartości jest krótki. Czujnik DRYCAP jest niewrażliwy na kondensację wody, zanieczyszczenia, pary oleju i większość chemikaliów. Program autokalibracji koryguje możliwy błąd na suchym końcu skali i zapewnia długoterminową stabilizację w suchych warunkach. Ponieważ czujnik wartości DMT wytrzymuje nawet 100% kondensację, to wg oświadczenia producenta nie ma on równych sobie pod względem odporności na skrajne

wartości zawilgocenia powietrza. DMT 242 został zaprojektowany jako zwarty i niezawodny instrument pomiarowy. Część mechaniczna została dobrana na ekstremalne warunki wymagające zabezpieczenia przed kurzem, brudem i bryzgami wody. Obudowa odpowiada stopniowi bezpieczeństwa IP 65, a czujnik wartości wytrzymuje bezpośrednie wmontowanie w układy o maksymalnym ciśnieniu 20 bar.

sprężarki powietrza

ALUP Kompressoren

Sprężarki śrubowe o ciśnieniach roboczych od 4 do 15 bar i wydajnościach od 0.4 do 70 m³/min.

ciche

Sprężarki śrubowe pracują cicho i bez wibracji, dzięki temu praca z nimi nie jest uciążliwa.

oszczędne

Procesorowy system sterowania zapewnia ekonomiczne wykorzystanie energii, przypomina o konieczności serwisowania i diagnozuje awarie.

niezawodne

Najwyższą jakość sprężarek potwierdzają liczne certyfikaty morskich towarzystw klasyfikacyjnych: Lloyd's Register of Shipping, Germanisher Lloyd, Det Norske Veritas, Bureau Veritas. Również NATO wybrało ALUP Kompressoren na dostawcę strategicznego. Firma spełnia także warunki ISO 9001.

ABS TÜV CE

KOMPRESS

PPHU KOMPRESS jest wyłącznym przedstawicielem ALUP Kompressoren w Polsce. Nasza oferta jest dostępna w sieci Internet. Chętnie odpowiemy na pytania osobiście.

02-288 Warszawa, ul. Krzysztofa Kolumba 22
tel./faks: (0 22) 846 62 54 i 868 00 33
e-mail: kompress@kompress.com.pl

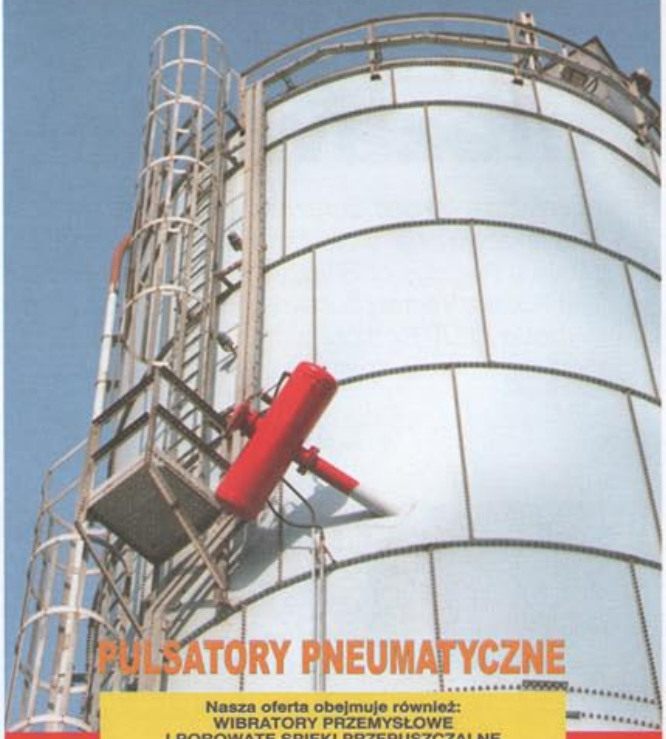
www.kompress.com.pl

HYDRAULIKA · PNEUMATYKA · AUTOMATYKA

AMET®

51-130 Wrocław, Żmigrodzka 79
tel. (071) 352-84-41, 372-63-82, tel./fax (071) 352-75-39
www.amet.com.pl e-mail: amet@amet.com.pl

INWET® Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji Spółka Akcyjna



PULSATORY PNEUMATYCZNE

Nasza oferta obejmuje również:
WIBRATORY PRZEMYSŁOWE
I POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE

41-500 Chorzów, ul. Zgrzebnioka 5; telefony: (32) 241 13 09, 246 02 74, fax (32) 247 48 94; tel.kom. (601) 493 435; http://www.inwet.chorzow.pl; e-mail:inwet@inwet.chorzow.pl

BRNO 2002

W dnach 16 – 20 września 2002 r. w czeskim Brnie odbędą się 44 Międzynarodowe Targi Maszynowe i Trzecie Międzynarodowe Targi Obrabiarek i Maszyn do Obróbki Plastycznej.

Warto się przyjrzeć jak u naszych południowych sąsiadów organizowane są imprezy targowe. Brneńskie centrum Wystawiennicze ma powierzchnię 650 000 m^2, w tym powierzchnia wystawiennicza 196 000 m^2. Zamknięta powierzchnia wystawiennicza zajmuje 107 000 m^2 w 16 pawilonach. Targi w Brnie odbywają się od ponad 70 lat. Pierwsze Międzynarodowe Targi Brno odbyły się w 1959 r. W 1990 r. powstała spółka BVV – Brnenske Veletrhy a Vystavy a.s. (Brneńskie Targi i Wystawy). Dzisiejsza dobra kondycja targów w Brnie to zapewne wynik ścisłej współpracy z partnerem niemieckim. W 1998 r. spółka Messe Duseldorf stała się większościowym właścicielem przedsiębiorstwa. W 1999 r. powstała spółka Targi Brno (współwłaścicielem zostało miasto Brno). W roku 2001 nastąpiła fuzja BVV i targów Brno. Już przed tymi przemianami targi w Brnie miały wyrobioną renomę. Jednak rysujące się od kilku lat ogólnoświatowe tendencje do zmiany funkcji targów, wymusiły poszukiwanie nowych koncepcji. Związek z partnerem niemieckim oznaczał przyjęcie düsseldorfskiego modelu organizacyjnego oraz nowych standardów obsługi wystawców i zwiedzających. Najbardziej widoczne przykłady to nowocześnie wyposażone we wszelkie systemy łączności, komputery i sale konferencyjne Centrum Biznesu, zapewniające odpowiednie warunki do rozmów handlowych, duży wielopiętrowy parking oraz nowa, kompleksowo wyposażona hala targowa (pawilon V), największa w Europie Środkowej i Wschodniej.

Dzięki połączeniu sieci przedstawicieli obu zarządów targowych w Düsseldorfie i Brnie, wzrosła również operatywność w pozyskiwaniu wystawców z całego świata. Do pewnego stopnia ujednolicono również tematykę targów odbywających się w obu miastach. Przy zachowaniu specyfiki i wielkości rynku w obu krajach organizowane są analogiczne imprezy targowe. I tak na przykład Targi Maszynowe nawiązują do düsseldorfskich targów „K" lub INTERKAMA. Kolejne pary to np.: KABO

w Brnie –GDS w Düsseldorfie, dalej odpowiednio MEFA-MEDICA, REHAPROTEC – REHACARE, ENVIBRNO – ENVITEC, FONDEX – GIFA i inne. Jeżeli wziąć jeszcze pod uwagę ciągłą wymianę doświadczeń i koordynację działań medialnych, to nie dziwi fakt, że na trudnym rynku usług targowych i wystawienniczych Targi Brneńskie zajmują wysoka pozycję.

Zainteresowanie polskich przedsiębiorstw targami w Brnie stale wzrasta, a w niektórych imprezach (targi mody) polskie firmy odgrywają dominująca rolę. W czasie Targów Maszynowych w 2001 r. połączonych z Targami Transportu i Logistyki swoją ofertę zaprezentowało aż 2470 wystawców z 35 krajów, a obejrzało ją 100 000 zwiedzających. Polska reprezentowana była przez 23 firmy (o 50% więcej niż w roku poprzednim). Na Targi Maszynowe Wrzesień 2002 do początku lipca zgłosiło się już 2500 firm z całego świata, w tym 18 z Polski. Ogółem w roku 2002 w Brnie odbędzie się łącznie 40 różnych międzynarodowych imprez targowych.

* * *

Przedstawicielem firmy Veletrhy Brno (Targi Brno) w Polsce jest Agencja Promocji Eksportu, ul. Okulickiego 42/44, 42-200 Częstochowa, tel./faks (034) 366 59 54, e-mail: agencja@targi.biz.pl, http://www.targi.biz.pl

AIRPRESS FRIPOL Ltd
86-100 Świecie Wiąg 108 A
tel: /052/ 33-12-588, 33-24-573
fax: /052/ 33-12-043
05-092 Łomianki k/Warszawy
ul. Kolejowa 163/1
tel: /022/ 75-16-163
e-mail: fripol@pro.onet.pl

Nasza oferta:

- sprężarki śrubowe,
- sprężarki tłokowe,
- sprężarki specjalistyczne,
- systemy oczyszczania sprężonego powietrza: (osuszacze, filtry, mikrofiltry itp.)
- osprzęt pneumatyczny: reduktory, naoliwiacze, szybkozłącza, redukcje, węże,
- narzędzia pneumatyczne,
- montaż sieci pneumatycznych z elementów TRANSAIR.

Sprężarki gazowe membranowe

Sprężanie gazów innych niż powietrze odbywało się dotychczas m.in. za pomocą szybkoobrotowych sprężarek tłokowych. Ponieważ tłoki trzeba smarować olejem, więc i do medium może przedostać się olej, który następnie należy dużym nakładem odfiltrować aż do jego resztkowej zawartości. Inną możliwością sprężania gazów jest zastosowanie sprężarki membranowej. Jej względnie duża konstrukcja i ciężar własny powodują, że nadaje się ona tylko do dużych wydajności. Firma Schmidt Kranz opracowała sprężarkę gazową z elektrycznym napędem i pracującym na suchotłokiem. Tym samym wykluczone są zanieczyszczenia olejem. Modułowa konstrukcja dostarczanej z dwoma lub czterema cylindrami sprężarki umożliwia dobranie konfiguracji do prawie każdego zastosowania. Można np. istniejące wstępne ciśnienie podwyższyć jedno- lub kilkustopniowo bez jego zmniejszania, a więc energooszczędnie. Zależnie od medium możliwe są wszelkie stopnie sprężania aż do 1300 bar i objętościowych strumieni przepływu 20 do 800 l/min. Sprężarka ta jest bardzo łatwa do konserwowania.

Cyfrowy pistolet lakierniczy

Firma Sata wprowadziła nowy produkt pod nazwą DIGITAL 2, który przedstawiony został jako pierwszy na świecie pistolet lakierniczy z nastawianym ciśnieniem i cyfrowym odczytem w rękojeści. W rozwiązaniu zastosowano cyfrowy odczyt wejściowego ciśnienia i boczne odprowadzenie powietrza wyjściowego o parametrach nastawionych na wskaźniku pistoletu z powrotem do pomiaru. Pistolet lakierniczy, w którym można nastawić i zmierzyć ciśnienie, jest dla lakiernika niezwykle funkcjonalnym narzędziem spełniającym wszelkie oczekiwania. Cyfrowe pistolety sprostają wszystkim wymaganiom pod względem ergonomii i doboru tonacji kolorów. Dobudowane regulatory ciśnienia lub nastawianie ciśnienia natrysku na zamontowanym na ścianie ograniczniku ciśnienia wkrótce należeć będą do przeszłości. Do zwiększonej funkcjonalności pistoletów cyfrowych dochodzi jeszcze jedna zaleta – o 20% krótsza i lżejsza konstrukcja pistoletu. W system DIGITAL 2 zaopatrzone są pistolety serii SATAjet K3 i pistolety z pojemnikiem spływowym SATAjet 2000 HVLP oraz SATAjet RP.

Sprostowanie

Redakcja pragnie sprostować błędy i nieścisłości, jakie pojawiły się w poprzednim numerze naszego pisma „Pneumatyka" 3/34/2002.

W zestawieniu dostawców dmuchaw nieprawidłowo podaliśmy adres firmy Aerzen Polska. Prawidłowe dane to:

AERZEN POLSKA SA, ul. Marconich 9/17, 02-954 Warszawa, tel.: +48 22 642 29 09, fax: 48 22 642 33 08, e-mail: a.sobiecki@aerzen.pl.

W odniesieniu do artykułu pt. „Oszczędności energetyczne w pneumatycznych systemach przemysłowych", redakcja pragnie wyjaśnić, iż współautorstwo p. Bjoergulfa Meyera odnosi się jedynie do części mówiącej o systemach uzdatniania nie zaś do całości tekstu.

W tym samym artykule, na rys.5 z winy redakcji zamieniono oznaczenia na wykresie, co wypaczyło sens informacji. Rysunek ten w prawidłowej postaci znajduje się w tym numerze na str. 43 w artykule pt. „Zastosowanie przemienników częstotliwości DTC w sprężarkach łopatkowych".

Redakcja serdecznie przeprasza za błędy.

domnick hunter

dh Group Polska Sp. z o.o.,
ul. Ryżowa 87, 05-816 Opacz k/Warszawy,
tel. (022) 723 03 67, fax (022) 723 03 68
e-mail: info@dhgroup.pl

ISO 9001

Oczyszczanie sprężonego powietrza

Sprężarki BOGE KOMPRESSOREN pracują na wysokości

Prace kamieniarskie przy katedrze w Ulm

Odrestaurowanie takiej budowli jak katedra w Ulm, która posiada najwyższą w świecie wieżę kościelną mierzącą 161,53 m, to nie lada zadanie! Zanim nawet raz zdąży się ją odnowić, czynniki atmosferyczne (wiatr, woda, mgła, lód i śnieg) pozostawiają nowe ślady na zabytkowych kamieniach. Prace restauratorskie są prowadzone bez przerwy przez przykatedralne zakłady kamieniarskie.

Dalej ze sprężonym powietrzem

Przed 5 latami od południowej strony wieży chóralnej ulmskiej katedry odkryto poważne szkody. Po dokładnej ekspertyzie dokonanej przez specjalistów z BOGE KOMPRESSOREN, technika sprężonego powietrza BOGE przyczyniała się znacząco, praktycznie na „dwóch frontach", do postępu w zakresie restauracji budowli.

Fot. 1 Delikatna obróbka kostki kamienia w przykatedralnym zakładzie kamieniarskim

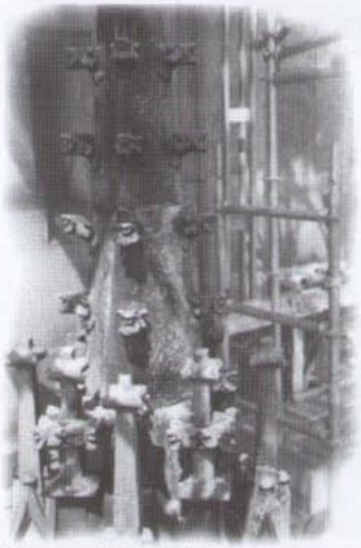
Najpierw został odrestaurowany stary, chroniony jako zabytek, przykatedralny zakład kamieniarski: wszystkie 10 kamieniarskich miejsc pracy otrzymało więcej światła, zostały wyposażone skuteczne urządzenia odpylające i w nowe urządzenia sprężonego powietrza.

Potem sprężone powietrze zostało wyniesione do góry, żeby prace prowadzone na zewnątrz uczynić bardziej efektywnymi i racjonalnymi. Urządzenie sprężające powietrze – sprężarka śrubowa BOGE typ S 25 – zostało umieszczone w jednym, osobnym pomieszczeniu. Wytwarza ona sprężone powietrze z wydajnością 2,5 m^3/min przy ciśnieniu 10 bar. Ta kompaktowa jednostka składa się z: sprężarki śrubowej, osuszacza ziębniczego, cyklonowego oddzielacza na wyjściu sprężonego powietrza, separatora woda-olej oraz stojącego zbiornika sprężonego powietrza. Sprężone powietrze gromadzi się najpierw w zbiorniku, skąd jest podawane do użytkownika. Dotychczasowa praca jednostki dowodzi, że sprężarki śrubowe serii S ze swoją długą żywotnością i wysoką dyspozycyjnością gwarantują wysoką niezawodność użytkowania. Budowa wewnętrzna maksymalnie ułatwia serwisowanie urządzenia, umożliwiając łatwy dostęp o wszystkich podzespołów, które wymagają konserwacji.

Więcej niż sprężone powietrze

Jeżeli dawniej obrabiano rękodzielniczo 40 kamieni rocznie, po wprowadzeniu techniki sprężonego powietrza BOGE, obrabia się 120 porównywalnych kamieni. Oprócz przykładowego zwiększenia wydajności przykatedralnych zakładów kamieniarskich, zastosowanie techniki sprężonego powietrza przynosi dalsze niewymierne korzyści, które dzisiaj są jeszcze trudne do oszacowania. Do nich należy uzasadniona nadzieja na przedłużenie żywotności nowo obrobionych kamieni. Jak wiadomo, technika „dłuta sprężonego powietrza" w porównaniu z obróbką wstępną kamienia za pomocą zwyczajnego dłuta znacznie delikatniej i równomierniej niweluje materiał. To również chroni zewnętrzną warstwę kamienia, która później

Fot. 2 Ulmska katedra jest najwyższym ewangelickim kościołem swiata, ze swoja wieżą mierzącą 161,53 m – najwyższą na świecie wieżą koscielną



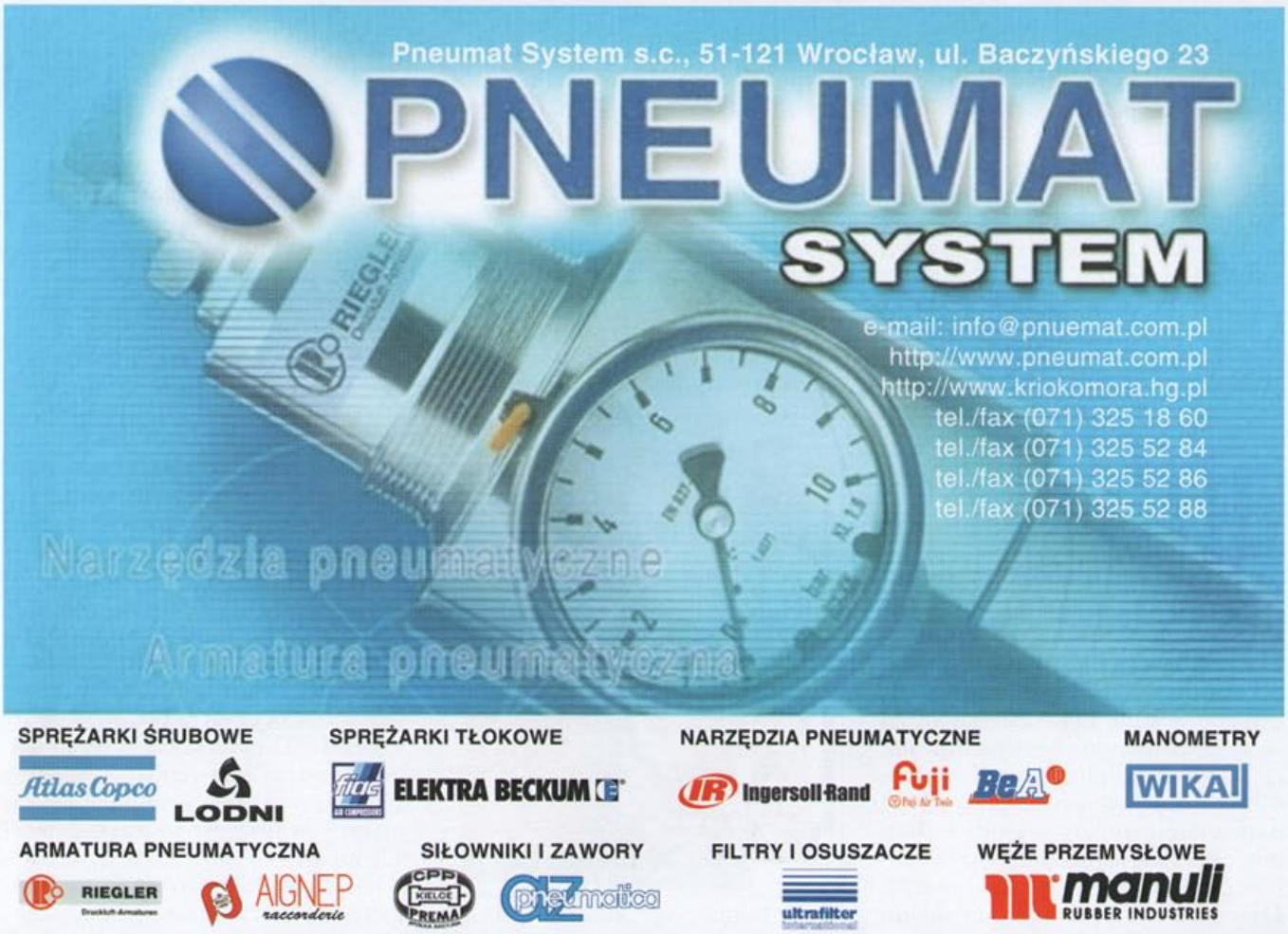
Fot. 2 Południowa wieża chóralna – restaurowana sprężonym powietrzem

przez lata jest narażona na niszczycielskie działanie wiatru, lodu, kwaśnego deszczu i kwaśnej mgły.

Wyżej ze sprężonym powietrzem

Następna stacja sprężonego powietrza znajduje się w południowej wieży chóralnej. Stacja sprężonego powietrza BOGE, umieszczona na wysokości 86 m, przechodzi samą siebie! Na tej wysokości używa się bezolejowego technicznie sprężonego powietrza, aby najpierw wstępnie oczyścić kamienie monumentalnej wieży chóralnej. W procesie rotacyjno-wirowym ścierniwo w postaci sproszkowanego pyłu szklanego jest nanoszone rotacyjnie – pod ciśnieniem 2 bar – na warstwę wierzchnią kamienia, przeznaczoną do oczyszczenia. Proces ten sprawia, że warstwa zanieczyszczeń do pewnego stopnia zostaje usunięta z powierzchni kamienia bez naruszenia struktury kamienia. Potrzebne powietrze jest dostarczane przez kompaktową stację sprężonego powietrza BOGE SD 50 PLUS. Wytwarza ona sprężone powietrze z wydajnością 5,4 m^3/min przy ciśnieniu 10 bar. Takie ciśnienie jest potrzebne do napędu narzędzi sprężonego powietrza, za pomocą których kamienie – nieraz tak bardzo zniszczone, że muszą zostać zastąpione nowymi na wystawionej na wiatr wysokości – są obrabiane ze szkodliwych związków. Również urządzenia tej stacji, wytwarzającej technicznie bezolejowe powietrze, zostały tak skonfigurowane, żeby maksymalnie zaoszczędzić miejsce. W skład stacji wchodzą: sprężarka śrubowa z osobno wbudowanym osuszaczem ziębniczym, filtr powietrza, separator woda-olej, jak również stojący zbiornik sprężonego powietrza, z którego pobierane jest suche sprężone powietrze.

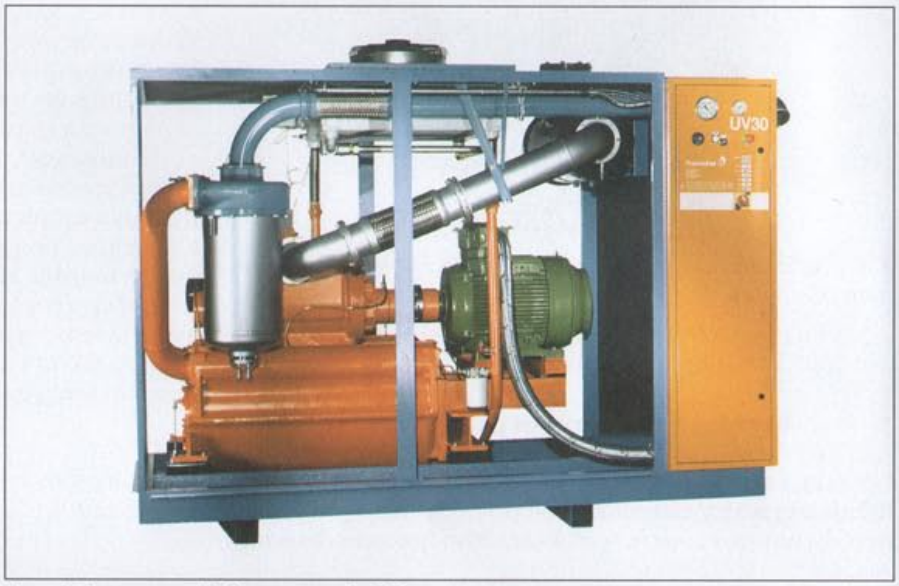
Artykuł promocyjny
Pneumatik SA



SPRĘŻARKI ŚRUBOWE: Atlas Copco, LODNI
SPRĘŻARKI TŁOKOWE: Atlas, ELEKTRA BECKUM
NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE: Ingersoll-Rand, Fuji, BeA
MANOMETRY: WIKA
ARMATURA PNEUMATYCZNA: RIEGLER, AIGNEP
SIŁOWNIKI I ZAWORY: CPP Kielce, PREMA, pneumatica
FILTRY I OSUSZACZE: ultrafilter
WĘŻE PRZEMYSŁOWE: manuli RUBBER INDUSTRIES

Czy potrzebna nam jest próżnia?

Na tak postawione pytanie odpowiedź jest jedna – tak i to w większym stopniu niż nam się zdaje. Odpowiedź na to pytanie już na początku dwudziestego wieku znała prezentowana poniżej włoska firma PNEUMOFORE SpA.



Rys. 1 Pompa próżniowa typu UV30

Firma Pneumofore produkuje pompy próżniowe od roku 1923. Stosując oryginalne, opracowane przez własnych konstruktorów rozwiązania, firma z Rivoli pod Turynem należy do czołówki światowych producentów sprężarek i pomp próżniowych, konstruowanych w oparciu o technologię stopni łopatkowych. W ramach tej działalności produkowane są – oprócz pomp próżniowych – sprężarki łopatkowe, śrubowe i tłokowe, a także dmuchawy boczno-kanałowe.

Łopatkowe pompy próżniowe Pneumofore stanowią najprostszy i najtańszy system dla zakładów wykorzystujących próżnię w procesie produkcji.

Pompy próżniowe z uwagi na swoje wydajności sklasyfikowane są w trzech seriach UV, UVD, UVL.

Typoszereg pomp serii UV tworzą cztery urządzenia o wydajności od 500 do 3200 m^3/h i mocy od 11 do 75 kW. Pompy te osiągają bardzo wysoki stopień próżni do – 1-0,5 mbara. Charakteryzują się ponadto praktycznie stałą wydajnością dla szerokiego zakresu ciśnień. Pozwala to na osiągnięcie wydajności porównywalnej z wydajnością innych typów pomp o znacznie większej mocy. W efekcie możliwe jest uzyskanie dużych oszczędności energetycznych i szybkiego zwrotu inwestycji. Pompy próżniowe UV są zgodne z międzynarodowymi normami. Są cenione w wielu gałęziach przemysłu ze względu na niskie koszty eksploatacji, standardy bezpieczeństwa, nieszkodliwość dla środowiska, stosunkowo niewielkie rozmiary, wysoką wydajność, prostotę wykonania, niezawodność i niezmienną w czasie efektywność. Działanie bez wykorzystania układu wody chłodzącej pozwala na uniknięcie problemów z osadzaniem się kamieni, utrzymaniem optymalnej temperatury wody oraz niestabilnym poziomem próżni.

Zużycie energii jest znacząco niższe w porównaniu z pompami próżniowymi z pierścieniem wodnym o tym samym poziomie nominalnego przepływu.

Urządzenia gotowe do pracy – wystarczy podłączyć je do sieci elektrycznej i instalacji próżniowej.

Rys. 2 Pompa próżniowa typu UV 16

Rotacyjne pompy próżniowe z serii UVL o wydajnościach od 3 do 250 m^3/h o mocach od 0,1 do 5,5 kW i próżni końcowej od 2 do 0,5 mbar stanowią najprostsze i najbardziej ekonomiczne rozwiązanie w przypadku konieczności instalacji jednostanowiskowego źródła podciśnienia.

Dzięki zastosowaniu najwyższej jakości materiałów i elementów oraz technologii konstrukcji, jednostopniowe pompy próżniowe z serii UVL osiągają wysoki poziom próżni w porównaniu z innymi urządzeniami podobnego typu, obecnymi na rynku. Pompy te są przeznaczone do odpompowania niewielkich systemów zamkniętych lub do pracy ciągłej.

Bezolejowe rotacyjne pompy próżniowe z serii UVD stanowią najprostsze i najbardziej ekonomiczne roz-wiązanie w przypadku konieczności instalacji jednostanowiskowego źródła czystej próżni. Pompy z serii UVD przeznaczone są do odpompowania niewielkich systemów zamkniętych. Wydajność pompowania od 3 do 40 m^3/h o próżni końcowej 120 mbar.

Ich specjalna konstrukcja o niewielkich wymiarach i masach, umieszcze-

nie wirnika bezpośrednio na wale silnika oraz silny wentylator odśrodkowy czynią pompy z serii UVD wyjątkowo trwałymi i niezawodnymi.

Charakterystyka maszyn

- System chłodzenia przy użyciu wentylatora.
- Niewielkie rozmiary i masa, idealne rozwiązanie w przypadku ograniczonej przestrzeni do instalacji sprężarki.
- Znacząco mniejsze zużycie energii w porównaniu do pomp próżniowych z pierścieniem wodnym o takiej samej wydajności pompowania.
- Bardzo niski poziom hałasu.
- Niezawodne przeniesienie napędu z silnika do pompy.
- Modele RA dostosowana do odpompowania powietrza wraz z kondensatem.
- Niskie koszty eksploatacji.
- Możliwość bezpośredniego montażu.
- Łatwość obsługi.

Charakterystyka maszyn UVD

- Jednorodna konstrukcja.
- System chłodzenia przy użyciu wentylatora.

Fot. 3 Pompy próżniowe PNEUMOFORE

- Niewielkie rozmiary i masa, idealne rozwiązanie w przypadku ograniczonej przestrzeni do instalacji pompy.
- Znacząco mniejsze zużycie energii w porównaniu do pomp próżniowych z pierścieniem wodnym o takiej samej wydajności pompowania.

Fot. 4 Stacja pomp próżniowych w zakładach Philips w Turynie

- Bardzo niski poziom hałasu.
- Niezawodne przeniesienie napędu z silnika do pompy.
- Doskonała szczelność dzięki specjalnej konstrukcji z uszczelnieniami z Vitonu (w modelu UVD3TV).

Główne elementy i wyposażenie dodatkowe

- Filtr olejowy z wkładem filtrującym (od modelu UVL40 wzwyż).
- Efektywny separator oleju i system odzysku oleju, eliminujący pary oleju z wydmuchiwanego powietrza.
- Specjalny system uszczelnień, zabezpieczający przed zwrotnym przepływem medium, umożliwia zatrzymanie pompy pod próżnią.
- Wizualny wskaźnik poziomu oleju.
- Tłumienie drgań.
- Zawór zwrotny.
- Przyłącze wlotowe do przewodu giętkiego.
- Filtr wlotowy zabezpieczający.

Wyposażenie dodatkowe:

- Zawory regulacyjne do próżni
- Próżniomierze.
- Filtry wlotowe w metalowej obudowie, łatwe do czyszczenia i wymiany.
- Ssawki i elementy łącznikowe.

Zastosowania

- Przetwórstwo żywności.
- Opakowania.
- Obróbka materiałów.
- Formowanie tworzyw na gorąco.
- Drukarnie i przemysł papierniczy.
- Aspiratory medyczne.
- Urządzenia odlewcze do metali szlachetnych.
- Podnośniki.
- Przenoszenie płyt wiórowych i sklejek.
- Zbiorniki gazu.
- Aspiratory medyczne.
- Laboratoria.

Firma Pneumofore – dotychczas nieznana na rynku polskim – od lat cieszy się uznaniem na rynkach europejskim i światowym. Do grona użytkowników produktów tej firmy należą następujące firmy: ABB, AVON Cosmetics, Braun, Ferrero, FIAT, Golden Lady, Motorola, Olivetti, L'Oreal, Philips, Procter & Gamble, Rexam, Saint Gobain, SKF, SNCF, Thyssen i wielu innych potentatów na rynku zachodnim. Po sukcesach osiągniętych na rynku czeskim pora na nasz kraj. W program firmy wpisany został nowy cel – POLSKA. Mamy nadzieję, że korzystając z doświadczeń zdobytych na polu technologii łopatkowej, firma nasza będzie odpowiednim partnerem w oferowaniu prezentowanych powyżej pomp próżniowych. Jeśli zainteresował Państwa nasz produkt i pragniecie otrzymać pełną ofertę techniczno-handlową, zapraszamy do naszego biura.

Artykuł promocyjny
BP Techem SA

BP Techem SA
ul. Ludwinowska 17
02-856 Warszawa
tel. (022) 648 83 38
fax (022) 648 83 78
techem@techem.com.pl

Regulacja powietrza płuczącego w osuszaczu membranowym

W wielu typowych zastosowaniach osuszaczy membranowych pobór sprężonego powietrza znacznie się waha lub jest cykliczny. Ciągły wypływ (niezależnie od poboru) powietrza płuczącego w tradycyjnym rozwiązaniu osuszacza membranowego może być więc problemem ekonomicznym. Problem ten trwale rozwiązuje system regulacji przepływu powietrza płuczącego w osuszaczu membranowym firmy ultrafilter. Poniżej opisano ten system, wcześniej omawiając zasadę działania osuszacza membranowego.

Sercem każdego osuszacza membranowego jest jego membrana, a ściślej mówiąc, odpowiednio ukształtowany materiał przepuszczający selektywnie wodę, a zatrzymujący powietrze. Jakość membrany odpowiada za jakość procesu suszenia, a tym samym decyduje o jakości sprężonego powietrza. Zastosowana w osuszaczu ultrafilter membrana jednorodna wykazuje przy tym jednoznaczne zalety w stosunku do membrany porowatej stosowanej w wyrobach innych firm.

Wszystko zależy od membrany

Starsza technologia opiera się na porowatych membranach, które z zasady działają jak sito molekularne. Wielkość porów jest tak dobrana, że mniejsze cząsteczki wody mogą łatwiej przez nie przenikać; oprócz tego przenika również ograniczona ilość zasadniczo większych cząsteczek tlenu i azotu. Cząsteczki te służą równocześnie jako powietrze płuczące, wynoszące cząsteczki wody.

Wielką wadą osuszaczy membranowych starszej generacji z membranami porowatymi jest to, że o ilości płuczącego powietrza decyduje wielkość porów i nie da się jej już zmienić. Niemożliwe jest więc elastyczne reagowanie na warunki otoczenia. Niekorzystne jest również to, że na skutek różnej wielkości cząsteczek stosunek tlenu do azotu się zmienia. Wiele zastosowań, przede wszystkim medycznych, jest tym samym z góry wykluczona.

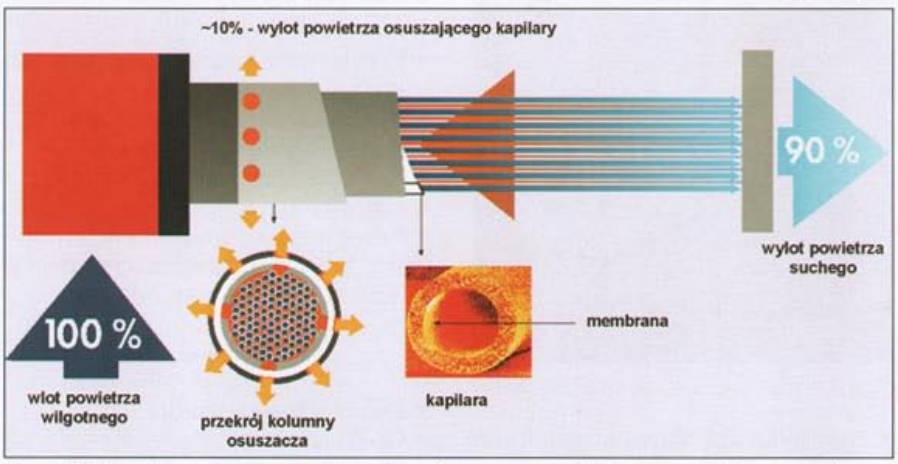
Wysoce selektywna membrana

W osuszaczach membranowych firmy ultrafilter zastosowano najnowszą technologię. Materiałem nośnym pustych w środku włókien jest wysokoodporne sztuczne tworzywo PEL. Wewnętrzną powłoką tych włókien jest jednorodna membrana przepuszczająca wyłącznie cząsteczki wody. Ta wysoce selektywna membrana, zwana również membraną – kompozytową, ma dwie istotne zalety. Po pierwsze, przepuszczane są tylko cząsteczki wody, reszta składu sprężonego powietrza nie zmienia się w żaden sposób podczas procesu suszenia. Po drugie zaś, powietrze płuczące jest pobierane z osuszonego już powietrza, dzięki czemu istnieje możliwość zmieniania ilości płuczącego powietrza w zależności od potrzeb. Poza tym, na bazie tej technologii możliwe jest też, w zasadzie, płukanie innych mediów niż powietrze. Ograniczenia istnieją tylko w związku z chemiczną odpornością zastosowanych materiałów.

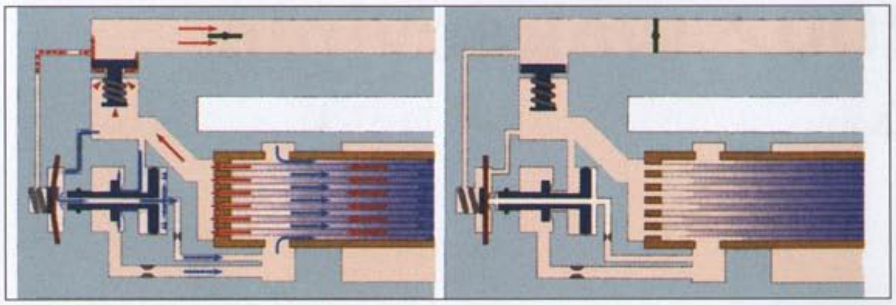
Klapy wentylacyjne na otwartym powietrzu lub napędy drzwi są typowymi przykładami zastosowania osuszaczy membranowych. W takich zastosowaniach system regulacji ilości powietrza płuczącego osuszacza membranowego, w zależności od zużycia sprężonego powietrza, (podobnie jak ma to miejsce w przypadku osuszacza adsorpcyjnego) może przynieść znaczne oszczędności, gdyż od 10 do 20% nominalnej wydajności osuszacza jest zużywane również podczas przerw w eksploatacji. Szczególnie w przypadku dużych przerw między cyklami pracy trudno pogodzić się ze stratą tego powietrza płuczącego. Już przy czasie włączenia 10 % więcej osuszonego powietrza zużywane jest na płukanie niż na jego produkcyjne przeznaczenie. W przypadku jeszcze większych przerw lub okazyjnej pracy powietrze płuczące staje się istotną pozycją kosztów. Wtedy stawia to opłacalność suszenia membranowego pod znakiem zapytania.

Sposób zmniejszenia zużycia powietrza płuczącego

Istnieje wiele możliwości zmniejszenia zużycia powietrza płuczącego. Najprostszą jest, oczywiście, zdławienie dopływu po-



Rys. 1 Zasada pracy osuszacza membranowego. Gdy jednorodna membrana przepuszcza wyłącznie wodę, powietrze płuczące jest odprowadzane poprzez dławik odgałęzieniem od osuszonego już powietrza, rozprężone do ciśnienia otoczenia i następnie przeciwprądem opływa po zewnętrznej stronie puste wewnątrz włókna. Następnie wzbogacone o dyfundującą wilgoć opuszcza z drugiej strony osuszacz przeponowy



Rys. 2 Schemat działania nowej regulacji powietrza płuczącego (z lewej: zawór otwarty; z prawej: zawór zamknięty)

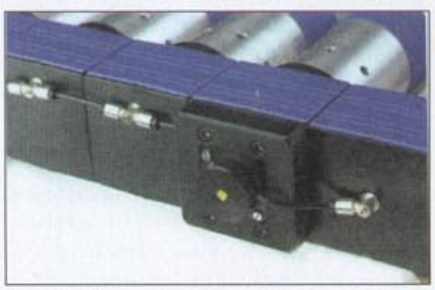
wietrza w czasie przerw w pracy i otwarcie go tylko na czas pracy. Niestety, możliwość tę można wykorzystać tylko tam, gdzie dopuszczalny jest spadek ciśnienia w przerwach pracy. Nie byłoby to możliwe w przypadku siłowników pneumatycznych, które muszą w określonych położeniach wytwarzać siłę. W takich przypadkach i przy pracy z regularnymi przerwami konieczne jest stosowanie specjalnych przełączników. Istnieją dwa możliwe rozwiązania:

- zawór przełączający w głównym przewodzie przed osuszaczem i zbiornik wyrównawczy za osuszaczem (zaleta: możliwość zrealizowania w istniejącej instalacji, wada: duży nakład, osuszacz nie ma już modułowości i zwartej budowy);
- regulacja ilości powietrza płuczącego (zaleta: dokładne dostosowanie ilości płuczącego powietrza do ilości zużywanego powietrza produkcyjnego; wada: duży nakład środków, drogo, często potrzebne jest dodatkowe zasilanie energią).

Maksymalna elastyczność przy zminimalizowanym zużyciu powietrza płuczącego

Aby nie trzeba było liczyć się z wadami obu wymienionych tu rozwiązań, opracowano własną, opatentowaną regulację powietrza płuczącego w osuszaczach membranowych ultrafilter. Zawór przełączający znajduje się wtedy w kanale powietrza płuczącego (rys. 2). W szczegółach rozwiązanie to przedstawia się następująco: po przepłynięciu przez wiązkę pustych wewnątrz włókien osuszone powietrze gromadzi się w komorze, skąd sterowanym sprężyną zaworem przelewowym jest kierowane do wylotu osuszacza. Różnica ciśnień steruje (poprzez typową przeponę) małym zaworem pomocniczym, który, w razie potrzeby, doprowadza produkcyjne powietrze płuczące poprzez dławik do przestrzeni na zewnątrz kapilar. Moment przełączenia i resztkowa ilość płuczącego powietrza są tak dobrane, że, po pierwsze, na wylocie osuszacza powietrze ma zawsze ten sam stopień osuszenia, a po drugie, zminimalizowana jest ilość powietrza suszącego podczas biegu jałowego. W zaworach przelewowym i pomocniczym zastosowano sprawdzone technologie, dzięki czemu jako energię napędową używa się tylko istniejącego sprężonego powietrza.

Efekt: W przerwach produkcyjnych zapotrzebowanie powietrza płuczącego spada do ok. 0,5 % nominalnej wydajności. Ta resztkowa ilość płuczącego powietrza gwarantuje istnienie pełnej ilości osuszonego sprężonego powietrza do dyspozycji w momencie jego odbioru. Praktycznie więc cała ilość powietrza płuczącego jest doprowadzana tylko wtedy, gdy jest potrzebna.



Rys. 3 Osuszacz przeponowy z opatentowaną regulacją powietrza płuczącego

Wszystkie zalety osuszaczy membranowych pozostają wykorzystane

Wielką zaletą tego opatentowanego systemu regulacji powietrza płuczącego jest przede wszystkim to, że charakterystyczne dla osuszaczy membranowych zalety systemowe są zachowane w pełnym zakresie. A więc nadal nie będą potrzebne żadne dodatkowe źródło energii. Urządzenie pozostaje zwarte, łatwe do zainstalowania i wymaga tylko minimum konserwacji. Poza tym nie potrzeba żadnych dodatkowych czujników i elementów sterujących.

Przedruk materiału promocyjnego ultrafilter z „Drucklufttechnik" 5-6/2002

pascal
kompresory i narzędzia
43-100 TYCHY, ul. Wejchertów 19, tel./fax (032) 219 29 34
81-537 GDYNIA, ul. Łużycka 9, tel./fax (058) 622 97 80
e-mail: pascal@pascal.net.pl
www.pascal.net.pl
KOMPRESORY I NARZĘDZIA
KOMPRESORY ŚRUBOWE AIRBLOK
KOMPRESORY ŚRUBOWE SERIA TKi
KOMPRESORY TŁOKOWE OLEJOWE
KOMPRESORY TŁOKOWE BEZOLEJOWE
OSUSZANIE I FILTRACJA
NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE
ZŁĄCZKI
ROZPROWADZANIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA
AUTORYZOWANE PUNKTY SERWISOWE:
CZĘSTOCHOWA ZUH PRECYZER
Mieczysław Uziało
42-208 Częstochowa, ul Okrzei 82/88
tel.: 0602 272 024
GDYNIA PASCAL - FILIA
81-537 GDYNIA, ul. Łużycka 9
tel.: (058) 622 90 68, 622 97 80
KOSZALIN PNEUMATICA
75-016 KOSZALIN, Jamno 109
tel.: (094) 341 35 13
LUBLIN ATM TECHNIKA
20-711 LUBLIN, ul. Laury 4 A
tel.: (081) 527 62 35, 526 02 03
OLSZTYN EKO-TECH
10-229 OLSZTYN,
al. Wojska Polskiego 30a
tel./fax: (089) 535 71 18
POZNAŃ ERKOMP
60-324 POZNAŃ, ul. Marcelińska 96
tel.: (061) 867 44 31 w. 324
0602 188 045
TYCHY PASCAL
43-100 TYCHY, ul. Wejchertów 19
tel.: (032) 219 29 34
WARSZAWA TARNAWA
05-090 RASZYN-JAWOROWO
ul. Warszawska 97
tel.: (022) 823 57 45
0601 730 416
WROCŁAW PNEUMAT-KOMPRESOR
51-121 WROCŁAW, ul. Baczyńskiego 23
tel.: (071) 325 52 88, 325 52 86
fiac AIR COMPRESSORS

PNEUMA 2002 wakacyjnie i narodowo

W dniach 27-30 czerwca 2002 r. nad jeziorem Wigry i w miejscowości Hołny Mejera odbyła się XIII konferencja PNEUMA.

Połączenie pracy i wypoczynku to marzenie wszystkich. Uczestnikom konferencji PNEUMA to marzenie się spełniło dzięki wyjątkowo pięknym miejscom, wyjątkowo pięknej pogodzie i wyjątkowym staraniom organizatorów. Ta cykliczna konferencja, o historii której pisaliśmy w poprzednim numerze „Pneumatyki", to przede wszystkim spotkanie ludzi, dla których pneumatyka jest dziedziną pasjonującą. W większości są to naukowcy pracujący na uczelniach i w instytucjach badawczo-rozwojowych oraz praktycy wdrażający i eksploatujący urządzenia i systemy pneumatyczne.

Przez trzy dni były miejsca na Mazurach, gdzie nikt nie miał wątpliwości, że pneumatyka jest najważniejszą dziedziną techniki. Nie mogło być inaczej, skoro wszystko odbyło się w tak wspaniałej oprawie. Jezioro Wigry jest jednym z najpiękniejszych w polskiej krainie tysiąca jezior. Leży w miejscu, które większości Polaków kojarzy się z dzikimi ostępami. I słusznie, bo przez wiele wieków mało kto miał odwagę zapuszczać się w te strony, oprócz władców, dla których były to tereny łowieckie. Cywilizacja przyszła wraz z zakonem kamedułów, którzy na wyspie połączonej z brzegiem wąską groblą założyli klasztor. Bujna przyroda i historia klasztoru nadają temu miejscu specyficzny klimat skłaniający do zadumy nad człowiekiem wtopionym w bezkresną naturę. Zespół poklasztorny, tkwiący jakby w objęciach jeziora, wciąż przywodzi na myśl pragnienie harmonii ze światem i wszechświatem, jakiego zapewne poszukiwali tu mnisi-pustelnicy. Zakonników nie ma tu już od dawna, ale spokój odnajdują tu artyści, bowiem obiekt, zrekonstruowany po wojennych zniszczeniach, pełni rolę ośrodka wypoczynkowego dla ludzi ze świata kultury i sztuki. Jezioro leży na znanym szlaku kajakowym Czarnej Hańczy i przyciąga miłośników przyrody. Tak jak przyciągnęło niegdyś młodego Karola Wojty-

łę i jak w roku 1999 przyciągnęło papieża Jana Pawła II. Wspomnienia o wizycie tak dostojnego gościa na stałe wpisały się w historii tego miejsca, ale prawdę mówiąc, relacja przewodnika o tym wydarzeniu to już tania komercja. Wróćmy więc do PNEUMY. Otwarcie i pierwsze obrady odbyły się w nieco uduchowionej atmosferze. Trzeba przyznać, że w takim otoczeniu nawet siłownik pneumatyczny wydaje się cudem natury, a zwłaszcza niuanse jego ruchu rozebranego na czynniki pierwsze przez dra inż. Mariusza Olszewskiego. Już od początku stało się jasne, że nie może być mowy o typowym konferencyjnym przysypianiu. Zwłaszcza że tego samego popołudnia odbyło jeszcze zwiedzanie klasztoru oraz rejs statkiem po jeziorze. Następnie cała grupa przetransportowana została do innego miejsca tuż przy granicy polsko-litewskiej, do ośrodka wypoczynkowego Politechniki Białostockiej w Hołnach Mejera. I tu kolejny podstęp organizatorów. Sceneria żywcem wyjęta z naszej narodowej literatury pięknej. Kameralny dworek (widoczny na zdjęciu) położony, a jakże, nad równie kameralnym jeziorem. Ktoś z głębi albo z drugiego krańca kraju, nieprzywykły do tak sielankowych widoków, mógł się wzruszyć. A była ku temu

szczególna sposobność w czasie ogniska przy blasku księżyca, z piwem, kiełbaskami i subtelnym podkładem wokalno-akordeonowym w wykonaniu miejscowych grajków. Duch komercji jednak i tu się przedarł, gdyż można było zauważyć, jak przedstawiciele firm nawiązują ze sobą kontakty w celach najwyraźniej handlowych. Niewiele czasu na sen, a rano do sali obrad i ciężka praca przez cały dzień jedynie z przerwą na obiad.

O czym rozprawiano, nie musimy specjalnie wyjaśniać, gdyż niemal wszystkie referaty zostały wydrukowane w „Pneumatyce" nr 3(34)2002 i nr 4(35)2002. Ważne jest, że uczestnictwo przedstawicieli firm i przedsiębiorstw przemysłowych nadawało dyskusji charakter praktyczny. Znalazło to wyraz również w dyskusjach kuluarowych i w czasie sesji plakatowej, gdzie poglądy wymienić mogli użytkownicy sieci sprężonego powietrza z elektrowni, hut i innych zakładów przemysłowych, z dostawcami sprężarek i dmuchaw, systemów uzdatniania siłowników oraz innych urządzeń pneumatycznych. Osoby mniej zainteresowane treścią obrad mogły skorzystać z zaimprowizowanej przez organizatorów wycieczki po okolicy albo wykąpać się w jeziorze, gdyż pogoda wyjątkowo temu sprzyjała. Plan zajęć był jednak bardzo napięty. Po całym dniu wystąpień i prezentacji, po tradycyjnym wieczornym, uroczystym przyjęciu niewiele czasu pozostawało na sen. Trzeciego dnia,

wczesnym rankiem cała grupa ruszyła do Wilna. Dla wielu uczestników konferencji był to ważny i oczekiwany punkt programu. Bliskość przejścia granicznego w Ogrodnikach, atmosfera kresów północno--wschodnich i zapewniona przez organizatorów obsługa to nie lada okazja. Wiele polskich rodzin ma korzenie w tamtych stronach i związanych jest z Wilnem uczuciowo. Historia Polski nierozerwalnie związana jest z Litwą, a takie miejsca, jak cmentarz Na Rosie czy Ostra Brama, to po prostu żywy kawałek historii naszej ojczyzny. Ciekawe były również elementy bardziej współczesne, np. wieża telewizyjna znana z tragicznych wydarzeń (13 ofiar śmiertelnych) w czasie wyzwalania się Litwy spod sowieckiego zwierzchnictwa. Ale wieża dostarcza również pozytywnych wrażeń. Kto nie zaznał atrakcji siedzenia na wysokości 164m, w restauracji poruszającej się w przestworzach z szybkością

jednego obrotu na godzinę, podziwiania panoramy miasta i okolic z wijącą się rzeką Wilią, ten nie zna uczucia wolności. Uczucie to można było zresztą jeszcze bardziej spotęgować. Piszący te słowa o mało nie poszybował z wieży głową w dół, ale zwyciężył brak zaufania do jakości materiału litewskiej liny bungy.

W tej wycieczkowej relacji warto również wspomnieć o najprawdziwszym zamku księcia Witolda, położonym w miejscowości Troki na wyspie na jeziorze, a przypominającym zamki krzyżackie. Również tam znajdziemy wiele nawiązań do naszej historii, chociaż faktem jest, że na razie Litwini, widocznie na świeżo po zdobyciu niezależności, są o historię jakby trochę zazdrośni.

Należałoby sobie życzyć, by kolejna PNEUMA, która odbędzie się za dwa lata w Bydgoszczy, również dostarczyła tylu wrażeń pozanaukowych i pozatechnicznych. Co do merytorycznej treści konferencji, rozwój następuje we właściwym kierunku, ale potrzeba jeszcze więcej i więcej przemysłu.

Z podziękowaniem dla organizatorów PNEUMY 2002.

Zdzisław Chrapkiewicz

Jednym kliknięciem myszą

W dzisiejszych czasach elektronika i komputery w niezwykle szybkim tempie opanowują coraz to nowe dziedziny życia i obszary przemysłu. W ślad za komputerami podąża technika internetowa.

Coraz większy obszar działalności biznesowej opanowany jest przez internet. Jest to już nie tylko wymiana informacji. Dzisiaj są to również usługi bankowe, handel, wypoczynek i turystyka, programy konfiguracji i doboru najrozmaitszych systemów. Niewątpliwie skraca to czas dostępu do informacji i przyspiesza przeprowadzanie transakcji (niezależnie, czy jest o zakup w sklepie internetowym, usługa bankowa, czy konfiguracja dowolnego systemu). Czy jednak zawsze jest to droga ułatwiająca nam życie i prawidłowo prowadząca do celu? Czy może czasem prowadzi do „samookaleczenia"? Czy w każdym przypadku należy korzystać z tych „udogodnień"?

Niektóre firmy proponują (lub – niektóre strony WWW zawierają) narzędzia do doboru urządzeń i konfiguracji całych skomplikowanych systemów za tzw. „jednym kliknięciem myszą". Dotyczy to również linii sprężonego powietrza, systemów sprężania i uzdatniania. Zastanówmy się jednak, dlaczego w przypadku kłopotów ze zdrowiem nie łączymy się z Internetem, lecz idziemy do lekarza? Przecież można by wprowadzić w odpowiednie pola strony internetowej informacje o dolegliwościach i gorączce i komputer zdiagnozowałby naszą chorobę, a na dodatek z internetowego sklepu moglibyśmy dostać lekarstwa. Nikt tego jednak nie robi. Otóż dzieje się tak dlatego, że są to sprawy zbyt złożone, gdzie występuje współzależność wielu czynników.

Tak jest również w przypadku sieci sprężonego powietrza. Kto przy projektowaniu sieci sprężonego powietrza, doborze sprężarek czy sytemu uzdatniania korzysta z internetowych programików, bardzo łatwo może sam nabić się w przysłowiową butelkę. Należy pamiętać, że w systemach sprężonego powietrza bardzo duże znaczenie mają warunki lokalne. Bardzo ważny jest przebieg i rozkład instalacji, ciśnienie, ale nie tylko maksymalne, lecz również (a w przypadku uzdatniania przede wszystkim) minimalne, temperatura powietrza, temperatura otoczenia, zastosowanie powietrza, stan instalacji (jeśli już istnieje) i wiele innych. Poza tym w grę wchodzą dodatkowo różne niuanse i opcje, których przyszły użytkownik korzystający z internetowego programu doboru może nie być świadomy. Sam system tego nie podpowie. Chodzi tu również o różne wersje tych samych urządzeń, posiadające pewne dodatkowe funkcje lub bez nich. Poza tym użytkownik nie posiadający dostatecznie dużego doświadczenia w technice sprężonego powietrza może do systemu internetowego wprowadzić niewłaściwe bądź niepełne dane. Czasem jeden parametr ma kluczowe znaczenie. Urządzenia wchodzące w skład instalacji sprężonego powietrza to nie cukierki czy gumy do żucia, które można kupować na podstawie opisu smaku i wyglądu. Taki internetowy system doboru nie podpowie, czy lepiej zastosować jedną sprężarkę i centralny system uzdatniania, czy może zespół sprężarek i uzdatnianie decentralne lub mieszane. Do tego dochodzi jeszcze wątpliwość, na ile solidnie został zaprojektowany ten internetowy „doktor", z którego w danym momencie korzystamy i jak pełną zawiera bazę danych. Oczywiście nikt nie zabrania korzystać z tego typu ułatwień techniki, jednak – jeśli w efekcie zakupione na podstawie takiego doboru urządzenia nie będą spełniały oczekiwań użytkownika – wcale nie musi to oznaczać, że urządzenia te są wadliwe lub złej jakości. Problem może tkwić w niewłaściwym ich skonfigurowaniu.

Kto chce niech klika. Ja polecam klikanie w pasjansa, a dobór i konfigurację urządzeń instalacji sprężonego powietrza należy zlecić doświadczonym i posiadającym odpowiednią wiedzę inżynierom z firm specjalizujących się w tej branży.

Z przyjacielskim kliknięciem.

Szymon Sadowski

Dlaczego warto odwiedzać targi?

W czerwcu, jak co roku odbyły się Poznańskie Targi Technologii Przemysłowych i Dóbr Inwestycyjnych. Obejrzało je około 14 500 zwiedzających. Ponad 1000 wystawców, wśród których nie zabrakło liderów polskiego i europejskiego rynku, zaprezentowało swoje ekspozycje w 12 salonach tematycznych. W salonie HYDROPNEUMATICA – PAN na blisko 200 m powierzchni swoje produkty zaprezentowała firma KAESER KOMPRESSOREN.

Można było obejrzeć wszystkie rodzaje oferowanych urządzeń: sprężarki śrubowe stacjonarne i przewoźne, dmuchawy, stacje wysokiego ciśnienia, jak również sterowanie całymi stacjami sprężarek.

Bardzo dużym zainteresowaniem cieszyła się nowa sprężarka z napędem bezpośrednim CSD 122, pozwalająca na uzyskanie ponad 8 m^3/min przy ciśnieniu 15bar. Jest to kolejne już urządzenie, wprowadzone do sprzedaży, w którym blok śrubowy pracuje z prędkością obrotową równą prędkości silnika. Bardzo chętnie włączana była sprężarka BSD72 SFC T, dopasowująca się do zmiennego zapotrzebowania sieci sprężonego powietrza, dzięki zastosowaniu regulacji obrotów silnika zmienną częstotliwością – tzw. falownikiem. Dużym zaskoczeniem dla wielu odwiedzających był niski poziom hałasu. Jest to zresztą cecha wspólna wszystkich maszyn KAESER KOMPRESSOREN z napędem bezpośrednim.

Kolejna nowość – dmuchawa walcowa typu Compact EB290 C o wydajności 29 m^3/min i mocy silnika 30kW – wzbudziła szczególne zainteresowanie wśród przedstawicieli oczyszczalni ścieków oraz osób zajmujących się transportem pneumatycznym. Na stoisku KAESER KOMPRESSOREN nie zabrakło także nowości dla budownictwa, a więc nowej przewoźnej sprężarki śrubowej M 121, wyposażonej w wysokoprężny silnik firmy Deutz. Prawie 12 m^3/min przy ciśnieniu 7 bar, które wytwarza ta maszyna, jest w stanie zasilić większość urządzeń przeznaczonych dla budownictwa spotykanych na rynku. Dodatkowym atutem jest układ oczyszczania i przygotowania powietrza, dający wszechstronne możliwości zastosowań.

Coraz częściej słyszy się opinie, że targi tracą swe znaczenie i jest to tylko niepotrzebny wydatek. Jednak to właśnie imprezy targowe tworzą idealne miejsce spotkań kupującego ze sprzedającym, gdzie zainteresowany może zobaczyć i porównać wszystkie produkty oferowane w danej branży. Targi nie tylko ułatwiają kontakty handlowe czy kooperacyjne, ale również wpływają na gospodarkę poprzez promocję nowych technologii, kreują trendy rozwoju oraz wymuszają postęp.

Wszystkich zainteresowanych ofertą w dziedzinie sprężonego powietrza na polskim rynku zapraszamy do odwiedzania stoisk firmy KAESER KOMPRESSOREN podczas kolejnych poznańskich imprez targowych: TAROPAK (we wrześniu) oraz POLECO (w listopadzie).

Artykuł promocyjny
Kaeser Kompressoren Sp. z o. o.
Robert Ryt

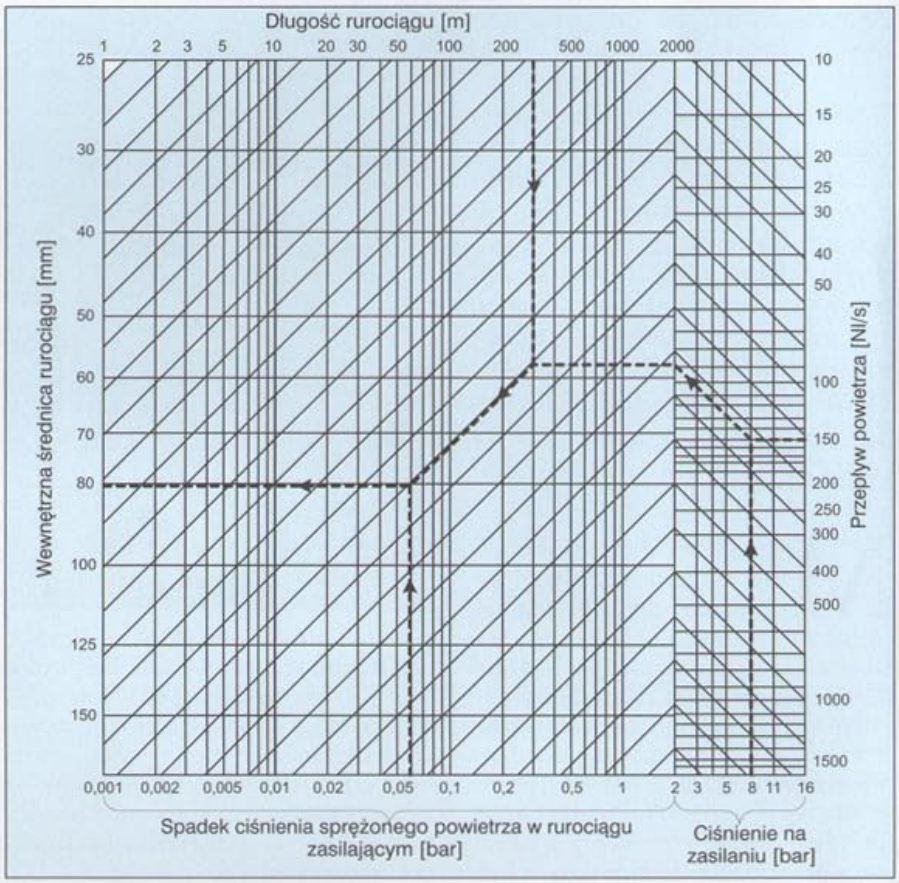
Podstawy pneumatyki

Część V – Sieci sprężonego powietrza

Zasilanie odbiorników w sprężone powietrze to nie tylko jego wytworzenie i odpowiednie przygotowanie (oczyszczenie, osuszenie bądź naoliwienie), ale również odpowiednie przesyłanie.

Dobrze zaprojektowana sieć sprężonego powietrza może uchronić przedsiębiorstwo przed bardzo dużymi stratami finansowymi, których przyczyną mogą być następujące błędy przy jej projektowaniu i wykonaniu:

- zbyt mała średnica przewodów zasilających:
  a) nieuwzględnienie oporów przepływu na kolankach i rozgałęźnikach,
  b) zwiększone opory przepływu z powodu korozji lub zabrudzeniu wewnętrznych powierzchni przewodów,
  c) zmniejszenie się „prześwitu" przewodów ze względu na odkładający się kondensat,
  d) brak perspektywicznego planowania rosnącego zapotrzebowania na sprężone powietrze,
  e) brak lokalnych zbiorników powietrza zwiększających chwilową wydajność systemu zasilania,
- złe sekcjonowanie sieci i zły dostęp do zaworów sekcyjnych,
- brak odpowiednich tłumików prowadzi do przedostawania się na instalację zasilającą drgań z wytwornic powietrza i z odbiorników powodujących jej uszkodzenie (najczęściej rozszczelnienie),
- złe zaprojektowanie odejść prowadzi do przedostawania się do odbiorników kondensatu z instalacji zasilającej skracając ich okres bezawaryjnej pracy,
- pominięcie możliwości szybkiej rekonfiguracji sieci lub jej rozbudowy prowadzi do konieczności ponoszenia dużych kosztów w przypadku zaistnienia takiej potrzeby,
- brak kompensacji rozszerzalności termicznej przewodów zasilających, prowadzący do uszkodzenia sieci.



Rys. 31 Wykres umożliwiający graficzne wyznaczenie podstawowych parametrów linii zasilającej w sprężone powietrze, wykonanej z rur stalowych

Dobór średnicy przewodów

Istnieje wiele metod analitycznych i graficznych, umożliwiających właściwy dobór średnicy przewodów zasilających. Przykładem może być wykres przedstawiony na rys. 31. Dzięki niemu można wyznaczyć jeden z czterech podstawowych parametrów sieci zasilającej (wykonanej z rur stalowych), pod warunkiem że znane są wartości trzech pozostałych (przy danej wartości ciśnienia zasilającego). Parametry te to:

- Q_{max} – maksymalny przepływ strumienia powietrza,
- Δp – spadek ciśnienia w najdalszym punkcie sieci,
- L – skompensowana długość linii zasilającej,
- Φ_L – średnica przewodów linii zasilającej.

Przykładowo, jeśli chce się wyznaczyć minimalną średnicę Φ_L linii zasilającej długości L=300 m, przy ciśnieniu zasilającym p=8 bar, zakładanym przepływie V_{max}=150 Nl/s i dopuszczalnym spadku ciśnienia Δp=0,3 bar, to należy posłużyć się wykresem z rys. 31 w następujący sposób:

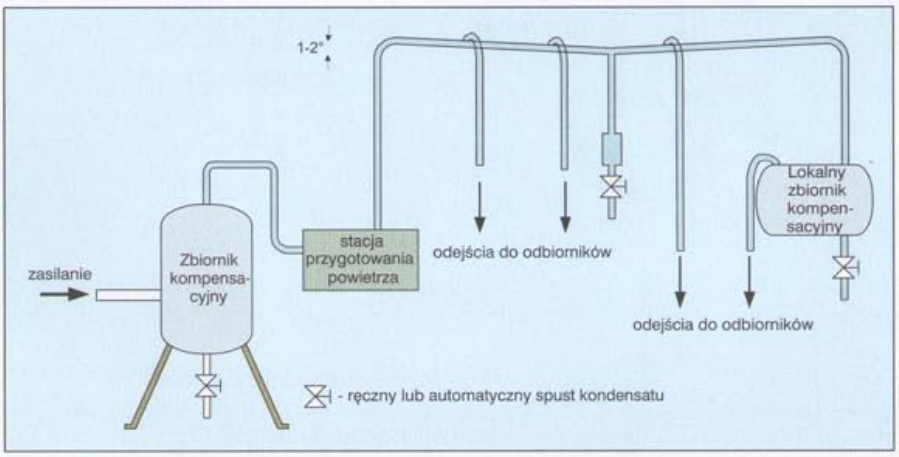
- wykreślić linię pionową po prawej stronie wykresu wzdłuż linii wyznaczającej wartość ciśnienia zasilania (8 bar) aż do miejsca przecięcia się jej z linią poziomą określającą wymagany przepływ powietrza (150 Nl/s),
- wykreślić linię równoległą do ukośnych linii wykresu do momentu przecięcia się z lewą granicą tej części wykresu,
- wykreślić linię poziomą do punktu przecięcia się jej z prostą pionową

określającą długość projektowanego odcinka linii zasilającej (300 m),
- wykreślić linię równoległą do ukośnych linii wykresu do momentu przecięcia się jej z pionową linią wyznaczającą dopuszczalny spadek ciśnienia zasilającego,
- wykreślić linię poziomą do lewej granicy wykresu i odczytać wymaganą wartość wewnętrznej średnicy rurociągu.

W analizowanym przykładzie wyznaczona minimalna średnica Φ_L wynosi 80 mm.

Podstawowym błędem, jaki jest popełniany przy projektowaniu sieci sprężonego powietrza, jest nieuwzględnienie oporów przepływu powietrza na wszelkiego rodzaju kolankach, rozgałęźnikach i przewężeniach. Najprostszym sposobem uwzględnienia tych elementów przy obliczaniu parametrów sieci zasilającej jest przeliczenie ich na zastępcze metry bieżące prostego odcinka tej sieci i dodanie ich do sumarycznej długości przewodów. Niestety, wartości tych przeliczników zależą od materiału, z jakiego wykonana jest sieć, rodzaju i wymiarów geometrycznych elementu złącznego oraz od średnicy przewodów. Nie ma uniwersalnych przeliczników, dlatego należy posiłkować się informacjami zawartymi w różnego rodzaju poradnikach technicznych lub kierować się wskazówkami producenta. Dla przykładu: producent specjalizowanego systemu Transair® do rozprowadzania sprężonego powietrza i podciśnienia, firma Legris, podaje takie współczynniki dla każdego elementu złącznego (np. jedno kolanko dla rur aluminiowych średnicy zewnętrznej O = 25 mm stawia taki sam opór przepływu powietrza co 2,08 mb prostego odcinka tej średnicy).

Przy wyznaczaniu średnicy przewodów zasilających bierze się pod uwagę maksymalny chwilowy przepływ, jaki może wystąpić w sieci, zakładając najbardziej „niekorzystną" sytuację. Aby uniknąć niepotrzebnego „przewymiarowania" instalacji, dla odbiorników pobierających duże ilości powietrza w krótkim czasie co pewien dłuższy okres, można przewidzieć lokalne zbiorniki kompensacyjne, instalowane przy tych odbiornikach. Mają one za zadanie „odciążyć" główne linie zasilające sieci i istotnie zmniejszyć występujące w nich spadki ciśnienia (rys. 32). Istnieją również rozwiązania sieci sprężonego powietrza, w których sprężarki instaluje się w układzie rozproszonym ze specjalnym układem sterowania ich pracą. Jest to rozwiązanie bardzo ciekawe w przypadku dużych systemów zasilających, jednak wymagających bardzo dużych nakładów finansowych w fazie projektowania i instalowania, które powinny się zwrócić w trakcie eksploatacji.



Rys. 32 Schemat przykładowej sieci sprężonego powietrza

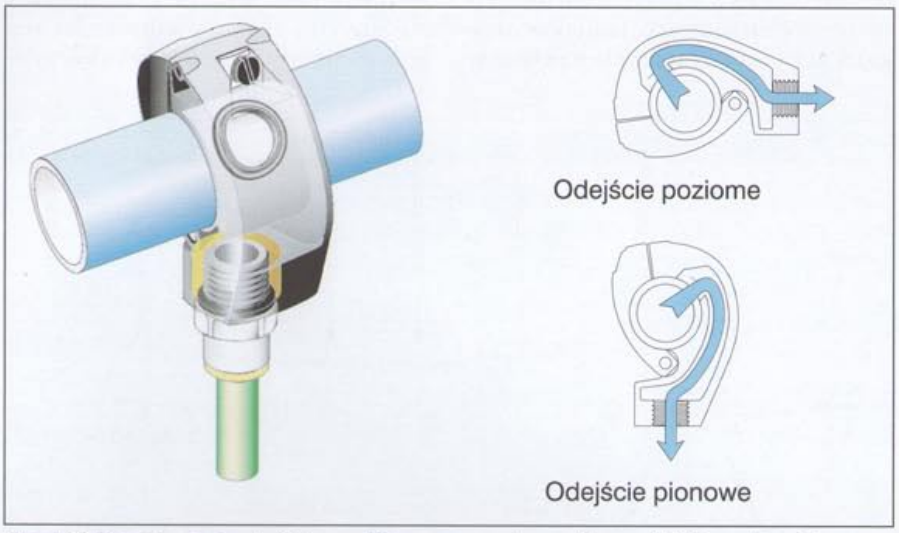
Łatwo można też wyznaczyć zbyt małą wartość średnicy przewodów zasilających. Często przy projektowaniu sieci nie bierze się pod uwagę perspektyw rozwoju przedsiębiorstwa. W takich przypadkach, nierzadko już po roku, okazuje się, że nie tylko przewody zasilające mają zbyt małą średnicę, ale również nie ma miejsca na nową sprężarkę lub większą, centralną stację przygotowania powietrza.

W zależności od rodzaju materiału użytego na przewody zasilające i jakości powietrza na zasilaniu (dokładności jego oczyszczenia i stopnia osuszenia), wyznaczona minimalna średnica wewnętrzna przewodów powinna zostać zwiększona o następne kilkanaście do kilkudziesięciu procent. Konieczność ta wynika z nieuchronnych procesów korozji powierzchni wewnętrznej przewodów (gdy powietrze nie jest „idealnie" oczyszczone i osuszone) zwiększających opory przepływu powietrza oraz z faktu odkładania się kondensatu (pod tym samym warunkiem) zmniejszającego czynną średnicę przekroju poprzecznego rur zasilających. Z tego powodu zaleca się wykonywanie instalacji sprężonego powietrza z materiałów odpornych chemicznie na wodę i oleje (np. aluminium, miedź, różnego rodzaju tworzywa sztuczne). Innym środkiem zaradczym jest bardzo dobre oczyszczenie i osuszenie powietrza na zasilaniu, co zapobiegnie wytrącaniu się kondensatu w przewodach i zapobiegnie wymienionym wyżej sytuacjom. Gdy z różnych powodów kondensat ten jednak się wytrąca, należy sukcesywnie usuwać go z instalacji, uniemożliwiając tym samym przedostawaniu się go do odbiorników lub zapobiegając jego zaleganiu w instalacji. W tym celu główne, poziome przewody zasilające należy prowadzić pod pewnym, niewielkim kątem (ok. 1 – 2°), co umożliwi grawitacyjne spływanie kondensatu w miejsca linii najniżej położone. W tych miejscach należy zainstalować ręczne lub automatyczne spusty kondensatu (rys. 32).

Odejścia zasilające odbiorniki

Jak już wcześniej zasygnalizowano, wytrącający się kondensat w liniach zasilających może przedostawać się do odbiorników. Najprostszym sposobem zapobiegania takiej sytuacji jest wykonywanie odejść do odbiorników w taki sposób, aby otwór zasilający odejście znajdował się zawsze w górnej części głównego przewodu zasilającego. W przypadku stosowania rur stalowych najczęściej odejście takie wykonuje się poprzez wspawanie od góry tzw. „łabędziej szyi" (rys. 32). Można również zastosować układ kolanek. Podraża to jednak koszt samej instalacji i jej wykonania. W nowoczesnych systemach rozprowadzania sprężonego powietrza stosuje się specjalne przyłącza odbiornikowe, które mają wbudowany kanał pneumatyczny w postaci „łabędziej szyi". Tak zaprojektowane przyłącza umożliwiają pobieranie powietrza z górnej części

przewodu zasilającego zarówno przy wykonaniu odejścia poziomego, jak i pionowego (rys. 33).



Rys. 33 Konstrukcja odejścia zasilającego systemu Transair® firmy Legris

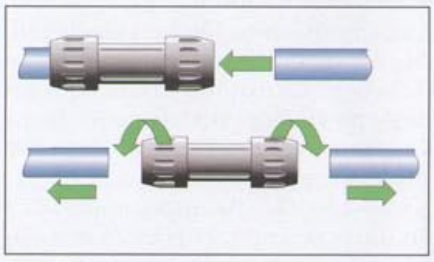
Przy źle wykonanych odejściach zasilających przed uszkodzeniem urządzenia nie ochronią, niestety, instalowane seryjnie lokalne stacje przygotowania powietrza. Są to najczęściej urządzenia zatrzymujące tylko ok. 95% kondensatu zawartego w powietrzu, a dodatkowo nie posiadają najczęściej automatycznego spustu kondensatu. W krótkim więc czasie ich niewielki zbiornik przepełnia się i cały przedostający się z zasilania kondensat zanieczyszcza zawory, elementy wykonawcze i pomiarowe urządzenia.

Sekcjonowanie sieci

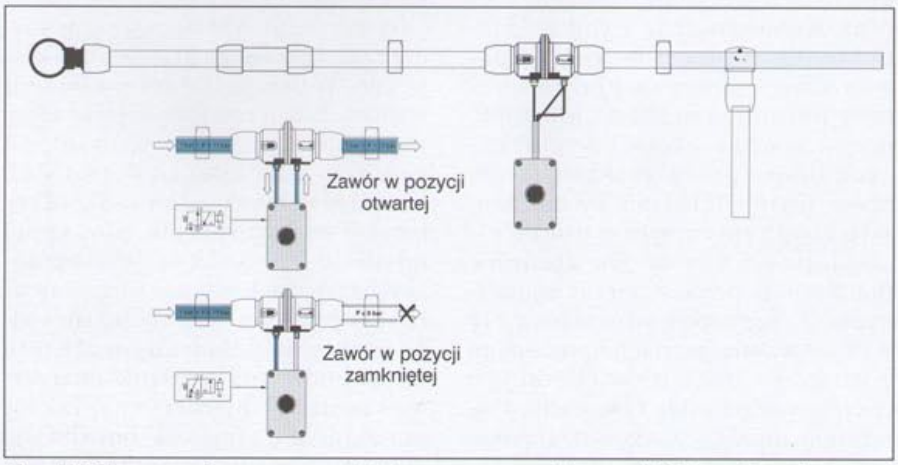
Bardzo ważnym zagadnieniem przy projektowaniu sieci sprężonego powietrza jest jej sekcjonowanie, tzn. odpowiednie rozmieszczenie zaworów odcinających zasilanie w poszczególnych sekcjach odbiorników. Podstawowym zadaniem tych zaworów jest szybkie odcięcie sprężonego powietrza od odcinka sieci, która uległa uszkodzeniu, jej rozbudowywana bądź wykonywany jest jej przegląd lub konserwacja.

Czym bardziej selektywnie można odłączyć dany odcinek sieci, tym mniejsze są straty dla przedsiębiorstwa, związane z brakiem zasilania pozostałych, czynnych urządzeń lub linii produkcyjnych. Nie jest jednak opłacalne stosowanie zbyt dużej liczby zaworów, gdyż w przypadku awarii godzimy się najczęściej z okresowym wyłączeniem grupy odbiorników, a przy wyłączeniach planowych jest czas na zaprojektowanie i wykonanie awaryjnego zasilania odbiorników, które w danej sekcji powinny być stale zasilane. Istotniejsze jest to, aby zawory te nie wprowadzały istotnych dodatkowych oporów przepływu (zalecane jest stosowanie zaworów kulowych lub aksjalnych) oraz aby były łatwo dostępne w przypadku wystąpienia awarii. Nie chodzi tu tylko o aspekt ekonomiczny (rozszczelnienie się układu zasilania może prowadzić do bardzo dużych strat drogiej energii, jaką jest sprężone powietrze), ale przede wszystkim o bezpieczeństwo osób pracujących lub przebywających w strefie zagrożenia. Należy więc zadbać o to, aby można było szybko zamknąć zawór odcinający daną sekcję. Niestety, praktyka pokazuje, że linie zasilające w sprężone powietrze prowadzone są w halach produkcyjnych na wysokości powyżej 3 m i montowane na nich zawory sekcyjne są wyposażone tylko w dźwignię do ręcznego przesterowania. Mając na uwadze fakt, że bez drabiny lub wysięgnika nie można zamknąć lub otworzyć zaworu, oraz to, że ich rozmieszczenie najczęściej nie jest dobrze oznakowane, staje się oczywiste, że najszybszym sposobem odcięcia zasilania w miejscu wystąpienia awarii jest wyłączenie zasilania na całym obiekcie.

Prostym i niezbyt kosztownym rozwiązaniem jest zastosowanie zaworów kulowych lub aksjalnych z własnym napędem pneumatycznym lub elektrycznym, którego przewody sterujące poprowadzone są do przełącznika w miejscu dobrze oznakowanym i łatwo dostępnym dla personelu zakładu. Bardzo dobrym rozwiązaniem może poszczycić się firma Legris produkująca wspomniany wcześniej system Transair®, w skład którego wchodzą zawory aksjalne, sterowane prostym zaworem pneumatycznym 3/2 z dźwignią do ręcznego przełączania. Prostota instalacji takiego zaworu polega na tym, że nie wymaga on wykonania dodatkowego układu zasilania jego napędu. Konstrukcyjnie przygotowany jest on do pobierania sprężonego powietrza, służącego do jego przesterowywania, przed zaworem (czyli po stronie zasilania). Spo-



Rys. 35 Sposób łączenia rur zasilających systemu Transair®



Rys. 34 Sterowanie zaworem aksjalnym systemu Transair® firmy Legris.

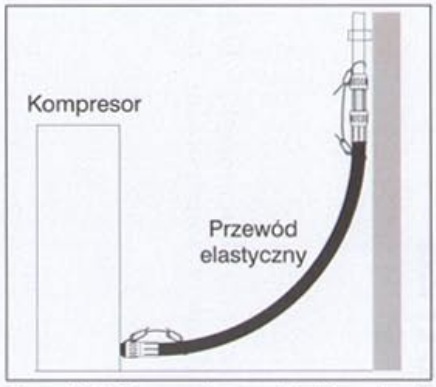
sób pracy takiego zaworu przedstawiony jest na rys. 34.

Adaptowalność sieci

W przypadku gdy istnieje już sprawnie działająca sieć sprężonego powietrza i występuje konieczność zmiany jej konfiguracji (rozbudowa, wykonanie nowego odejścia, zmiana przebiegu trajektorii głównych linii zasilających), pojawia się pytanie: jak szybko i jakimi nakładami finansowymi można przeprowadzić dane przedsięwzięcie, czyli w jakim stopniu można zaadaptować istniejącą sieć? W przypadku zastosowania przewodów, które są ze sobą spawane, lutowane, skręcane bądź klejone, wspomniane wyżej czynności rekonfigurujące sieć będą z pewnością bardzo pracochłonne. Alternatywą może być tu system Transair® firmy Legris, w którym prawie wszystkie połączenia są połączeniami wtykowymi (rys. 35), a odejścia dla nowych odbiorników wykonuje się bez przecinania głównej linii zasilającej, wykonując jedynie otwór pod specjalnie zaprojektowane złącze z własnym uszczelnieniem i odpowiednio ukształtowanym kanałem pneumatycznym (patrz rys. 33).

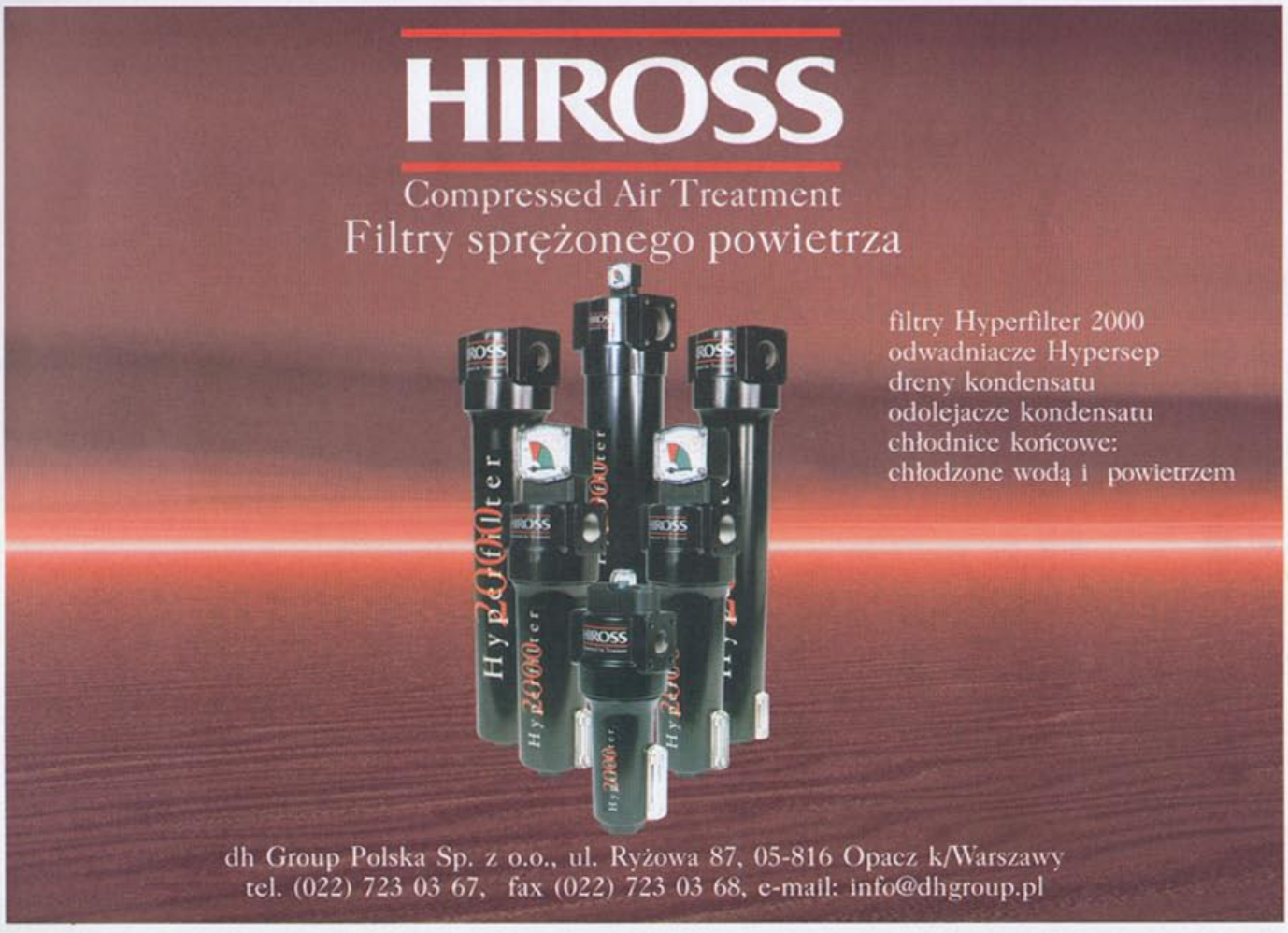
Kompensacja termiczna i drgania mechaniczne

Równie ważnym zagadnieniem przy projektowaniu sieci sprężonego powietrza co zapewnienie, aby nie wystąpiły większe od zakładanych spadki ciśnienia zasilającego, jest uwzględnienie rozszerzalności termicznej przewodów sieci. Przy dużych wahaniach temperatury otoczenia lub samego medium mogą wystąpić w przewodach naprężenia przekraczające dopuszczalne wartości. Prowadzi to niechybnie do awarii i dużych strat związanych nie tylko z przerwą w produkcji, ale także z kosztami przeprojektowania i przekonstruowania samej sieci. Wykonywanie na długich odcinkach linii pętli kompensacyjnych jest koniecznością, z którą wiążą się dodatkowe nakłady finansowe, zarówno materiałowe, jak i wykonawcze. Wspomniany, specjalnie zaprojektowany system rozprowadzania sprężonego powietrza Transair® posiada w standardowym zestawie przewody elastyczne. Dzięki nim oraz systemowi szybkiego mocowania wykonanie pętli kompensacyjnej jest bardzo proste. Przewody te mają poza tym szerokie zastosowanie przy wykonywaniu obejść wszelkiego rodzaju przeszkód konstrukcyjnych lub do odseparowania sieci od źródeł drgań mechanicznych (np. sprężarki - rys. 36). Drgania mechaniczne są bardzo szkodliwe przede wszystkim dla połączeń spawanych, lutowanych i klejonych. Mikropęknięcia mogą być przez dłuższy czas nie wykryte, a straty związane z upływem przez nie powietrza sięgać dziesiątków tysięcy złotych rocznie.



Rys. 36 Połączenie sprężarki z siecią pneumatyczną za pomocą elastycznego przewodu Transair®

Artykuł promocyjny
ARA Pneumatik
Andrzej Kocełuch



Zestawienie dostawców osuszaczy sprężonego powietrza na rynku niemieckim

Część III

Zgodnie z zapowiedzią kontynuujemy zestawienie dostawców osuszaczy na rynku niemieckim rozpoczęte w numerze 1(32) „Pneumatyki". Dane te są interesujące dla polskiego odbiorcy, gdyż wiele firm z Unii Europejskiej ma w Polsce swoje przedstawicielstwa. Zamieszczone poniżej zestawienie pochodzi z czasopisma Druckluftechnik 11-12/2001 (za zgodą wydawcy).

Firma	rodzaje osuszaczy: adsorpcyjne: regenerowane na zimno	adsorpcyjne: regenerowane na gorąco z wewnętrznym grzaniem	adsorpcyjne: regenerowane na gorąco z zewnętrznym grzaniem	adsorpcyjne: regenerowane z wykorzystaniem ciepła sprężania	adsorpcyjne: ziębnicze	adsorpcyjne: inne	Wydatek (przepływ) wg DIN ISO 7183	Maksymalne ciśnienie pracy	Ciśnieniowy punkt rosy na wyjściu osuszacza	Spadek ciśnienia na osuszaczu	Temperatura powietrza na wejściu osuszacza	Temperatura powietrza na wyjściu osuszacza	Straty sprężonego powietrza na regenerację	Moc przyłączeniowa	Uwagi
							m³/min	bar	°C	bar	°C	°C	%	kW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ultrafliter	x						0,08÷146	16/10	-20	0,15	35	40	14	0,02÷0,04	
	x						0,08÷146	16/10	-40	0,15	35	40	15	0,02÷0,04	
	x						0,08÷146	16/10	-70	0,15	50	55	20	0,02÷0,04	
	x						0,2÷31	25÷400	-40	0,15÷0,4	55	60	4,5÷8[1]	0,02÷0,04	[1] zależnie od ciśnienia roboczego
	x						0,08÷166	16	-40	0,07÷0,29	50	55	17	0,02÷0,04	
	x						0,08÷146	16/10	-70	0,07÷0,37	50	55	20	0,02÷0,04	
		x[2]													[2] tylko na zamówienie
			x				6,25÷146	10	-40	0,1÷0,2	40	50	2	3,0÷64	
			x				6,25÷146	10	-40	0,1÷0,15	40	50	0	4,0÷81	
			x				6,25÷146	10	-40	0,1÷0,2	40	50	0	3,3÷71	
			x				160÷1000	10	-20/-40	0,1÷0,2	40	50	0	160÷800	
				x			11,25÷158	10	-5÷-40	0,15÷0,3	40	50	0	0,14÷115	
					x		0,17÷1,33	16	+3	0,1÷0,3	55	47		0,15÷0,35	
					x		1,67÷27.5	16	+3	0.14÷0,29	60	5.3		0,38÷2,9	
					x		32,8÷208	16	+3	0,21	60	53		3,15÷19	
					x		175÷733	16	+3	0,17	55	47		17,3÷65	
					x		0,17÷2,08	16	+10	0,35	120	113		0,25÷0,6	[3] osuszacz membranowy
					x		0,67÷ .83	45	+3	0,4	60	50		0,15÷5,9	[4] zależnie od modelu
						x[3]	0,02÷2,5	16	-70	0,1	35÷60	35	8÷33[4]		
ultratroc					x		0,17÷733	16	+3	0,1÷0,3	+35/maks.55	+27		0,15÷0,35	
					x		1,67÷27,5	16	+3	0,14÷0,29	+35/maks. 60	+29		0,38÷2,9	
					x		32,5÷208	16	+3	0,21	+35/maks. 60	+30		3,15÷ 19	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ultratroc cd.					x		175÷733	10	+3	0,17	+35/ maks. 55	+27		17,3÷65	
					x		0,17÷2,08	16	+10	0,35	+80/maks.120	+30		0,25÷0,6	
					x		0,67÷83	45	+3	0,4	+35/max60	+25		0,15÷5,9	[1] zależnie od modelu i ciśnieniowego
	x						0,08÷146	10/16	-20/-40/-70	0,07÷*0,29*	+35/maks.50	+40	11÷20[1]	0,02÷ .0,04	punktu rosy
		x					*	*	*	*	*	*	*	*	[2] zależnie od modelu
			x				6,25÷ 1000	10	*-20/-40*	0,01	+35/max .40	+46	0÷2[2]	3,0÷800	[3] osuszacz membranowy
				x			11,25÷ 158	10	-5÷-40	0,15÷0,3	+36/ maks.40	+45	0	0,14÷115	* na zamówienie
						x[3]	0,02÷2,5	16	bis -70	maks. 0,1	+35/maks. 60	+35	8÷33[1]		
Unimatic					x		0,8÷ l,3	150÷ .350	-20		25÷55			0.4÷0,7	[1] osuszacz membranowy
					x		2,0	30÷90	-20		25÷55			1,8	[2] osuszacz adsorpcyjny bez
						x[1]	0,03÷0,8	10,4	÷-30		÷55		7÷18		powietrza regeneracyjnego
						x[2]	0,48÷ 1,75	16/25/40	-40		10÷40				chłodzony wodą
	x						0,2÷35	50÷350	÷-70		55				
	x						0,03÷123	10/16	÷-70		35				
					x		0,04÷.446	10/12/16	3		35			0,13÷38,9	
		x					4,2÷200	10	÷-40		5÷50		2,2	1,7÷29	
VPT Kompressoren	x						0,033÷ 160	16/40	-40,-70	≤0,1	35/maks. 50		14,5	0,04	
			x				2,41÷160	16/40	-25/- 40	≤0,1	35/maks. 40		14,5	2,25÷ 131	
					x		0,37÷350	16/63	+2	0,1÷0,2	*35/maks. 50*			0,19÷35	
						x[1]	0,019÷ 12,5	4/14	-40	0,3	35/maks. 40		14,5		
Zander	x						0,12÷1,42	16	-40	0,1	35	35	14,3	0,04	możliwe filtry wstępne i końcowe
	x						2,16,.14,2	16	*-40*	0,1	35	35	14,3	0,04	do powietrza do oddychania
	x						0,12÷1,42	16	-40	0,1	35	35	14,3	0,04	
	x						2,16÷14,2	16	*-40*	0,1	35	35	14,3	0,04	niższa wartość ciśnieniowego
	x						19,1÷93,3	10	-40	0,1	35	35	14,3	0,04	punktu rosy lub wyższe ciśnienie na zamówienie
	x						0,41÷10	25	-40	0,2	35	35	7,5	0,04	
	x						0,41÷10	40	-40	0,2	35	35	6,5	0,04	wersje do osuszacza gazu ziemnego
	x						0,83÷9,6	100	-40	0,3	35	35	5,5	0,04	i dwutlenku węgla
	x						1,3÷17	250	-40	0,4	35	35	4,5	0,04	
	x						1,6÷21,3	350	-40	0,5	35	35	3,5	0,04	regeneracja próżniowa
	x						0,4÷4,7	100	*-40*	0,3	35	35	5,5	0,04	
	x						0,6÷8,5	250	-40	0,4	35	%	4,5	0,04	
	x						0,8÷ 10,5	350	*-40*	0,6	35	35	3.5	0,04	
		x					3.3÷93.3	16	-25	0,1	35	46	3,5	1,9÷51,2	
		x					2,2÷62,2	25	-50	0,1	30	45	3,5	2,1÷6()	
			x				6,6÷24()	10	-25	0,1	35	41	0	3,1÷114	
					x		11.3÷ 76,6	10	-25	0,3	35	41	0	0,08	[1] moc dla kompresora i kondensatora
						x[2]	0,4÷ *90*	16,50	3	0,18	36	zmienna		0,24÷8,14[1]	[2] osuszacz membranowy
							0,03÷0,8	8,5	-30	*	*	*	*		* na zamówienie
Zetro					x		0,2÷1000	0.2÷80	+1.5	0,01÷0,19	20÷60	10÷45		0,2÷ 120	

Produkt z najwyższej półki

Rozmowa z dr. inż. Leszkiem Sztylinskim prezesem firmy BIAP

Kiedy powstała firma BIAP

Biuro Inżynierskie Automatyki Przemysłowej powstało na początku lat dziewięćdziesiątych. Wtedy to wraz z kolegami z Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej postanowiliśmy rozpocząć działalność gospodarczą. Po kilku próbach organizacyjnych utworzyliśmy z Andrzejem Morawskim zręby dzisiejszej firmy. Po pewnym czasie dołączyli do nas Michał Lewandowski i Marek Włodarczyk. Nasze zainteresowania były związane z automatyką przemysłową, zaczynaliśmy od jednego komputera i tego co mieliśmy w głowach. To wystarczyło by nawiązać współpracę ze szwajcarską firmą SAIA Burgess-Electronics. Wkrótce mieliśmy już podpisane znaczące kontrakty (z KGHM Polska Miedź SA, Petrochemią Płocką) i nie było odwrotu z wybranej drogi. Okazało się jednak, że nie można pogodzić pracy naukowej z działalnością gospodarczą. Odeszliśmy z Instytutu Układów Elektromaszynowych. Naszą specjalizację doceniła firma ABB przekazując nam wiedzę technologiczną w zakresie napędu elektrycznego i uprawnienia handlowe. Wiedza merytoryczna i znajomość środowiska pozwoliły nam na wygrywanie znaczących przetargów i realizację szeregu kontraktów dla dużych firm polskich i zachodnich. Możemy pochwalić się realizacją takich przedsięwzięć, jak np. komora termiczna dla Boeinga, insalacja utylizacji kwasu siarkowego i główna pompownia odpadów poflotacyjnych ZWM w Polkowicach, główna dyspozytornia Wodociągów Wrocławskich. Przyczyniły się one do zainteresowania się nami przedstawicieli dużych koncernów zachodnich, które zapewniły nam stały transfer technologiczny. Dzięki nim i wspaniałej kadrze jesteśmy w stanie realizować bardzo złożone i zaawansowane technicznie zadania.

Fot. 1 Leszek Sztyliński(w środku) wraz z Andrzejem Morawskim (po prawej) i Markiem Włodarczykiem demonstrują Puchar Rektora Politechniki Wrocławskiej otrzymany za systemy dyspozytorskie, oraz medal targowy

Jaki jest obecny zakres działania firmy?

Obraz firmy ukształtował się w wyniku prowadzonej od samego początku działalności w zakresie automatyki przemysłowej. Postrzegani jesteśmy jako firma wykonująca instalacje wymagające rozległej wiedzy inżynierskiej. Mamy na swym koncie wykonane znaczące instalacje w przemyśle chemicznym, górniczym, przeróbki miedzi, przemysłu spożywczego. Z naszych rozwiązań korzystają firmy polskie, zachodnioeuropejskie i amerykańskie.

BIAP to nie tylko usługi. W ramach firmy prowadzimy również działalność handlową. Ostatnio nasze osiągnięcia doceniła również, firma Gardner Denver Wittig (GDW) dając nam wyłączność handlową i uprawnienia serwisowe na terenie Polski na sprężarki łopatkowe, pompy próżniowe i pompy do gazów technologicznych.

Naszym sukcesem jest uzyskanie zgody GDW na zastosowanie naszych opracowań i sprzętu ABB w sprężarkach zmienno obrotowych.

W rankingu firm automatyki opublikowanym w marcu tego roku przez pismo „Elektrosystemy" (wydawnictwo Techmedia) zajmujemy 20 miejsce.

W celu lepszego kontaktu z klientem otworzyliśmy biura w Warszawie i Wałbrzychu.

Wdrożyliśmy i stosujemy w naszej firmie system sterowania jakością oparty o normę ISO9001:2000. Oprócztego posiadamy Certyfikat Jakości Zarządzania Ryzykiem, będący w istocie kompletnym ubezpieczeniem wszelkich elementów działalności naszej firmy i uwzględnającym ochronę naszych klientów

Jak można ocenić dotychczasową obecność firmy Gardner Denwer Wittig na rynku polskim?

Dotychczasowy udział GDW w całym rynku można szacować na 2-3 % z bardzo wyraźną tendencją zwyżkową. Przełamany został syndrom „niewiedzy" o łopatkowej metodzie sprężania powietrza. W zasadzie ze względu na oferowany typoszereg możemy uczestniczyć w przetargach u największych inwestorów, oferując sumaryczny wydatek sprężonego powietrza w systemach do 400 m^3/min i więcej. W obecnej sytuacji możemy skutecznie rywalizować z innymi producentami sprężarek takimi jak Kaeser, Atlas Copco, CompAir. Usilnie staramy się, byśmy byli postrzegani jako firma wy-

soce wiarygodna, kompetentna, trwała, bardzo przyjazna inwestorowi, oferująca rewelacyjne urządzenia, ale także kompleksowo rozwiązująca problemy dużych systemów, sterowania, wykonawstwa. Niestety ze względu na jakość oferowanego sprzętu i rozwiązań nie jesteśmy najtańsi. Postrzegani jesteśmy jako firma oferująca produkt z wyższej półki – tak jak Mercedes wśród samochodów.

Wśród sprężarek łopatkowych mamy również konkurencję (ostatnio powiększona o Pneumofore). Taka sytuacja jest korzystna, będziemy mieli sprzymierzeńców w promowaniu tej technologii.

Czy firma ma odpowiednie doświadczenie handlowe by oferować sprężarki?

W zakresie handlu urządzeniami energetycznymi nie jesteśmy nowicjuszami, zatem sprawdzone metody stosowane w dotychczasowej działalności potwierdzą się także w dziale sprężarek. Najważniejsze, żeby po zapoznaniu się z problemami klienta i ich analizie zaproponować prawidłowo sprzęt, optymalne ekonomicznie rozwiązanie i zapewnić kompleksowa obsługę. Zdaję sobie sprawę, że oferowane produkty są wysokiej klasy i decyzja o ich zakupie musi mieć podstawy ekonomiczne. Potrafimy udokumentować wyższość oferowanych rozwiązań nad klasycznymi, często przestarzałymi. Największe plusy to niskie nakłady eksploatacyjne, niezawodność i trwałość. Ponadto naszym atutem jest doświadczenie w sterowaniu, wizualizacji złożonych dyspozytorni mediów technologicznych. Jest to doskonale zrozumiane i zaakceptowane przez polski rynek i spodziewamy się znaczącego wzrostu sprzedaży. Wdrożyliśmy już w przemyśle unikalne, znakomicie funkcjonujące i chronione prawem patentowym rozwiązania systemów wielosprężarkowych.

Jak określiłby Pan polski rynek inwestycyjny?

Na rynku polskim po bardzo korzystnych latach 90. notuje się początki zastoju inwestycyjnego. W tej sytuacji szansę na sukces mają firmy o stabilnej pozycji i te które potrafią szybko dostosować się do istniejących warunków. Brak inwestycji powoduje „zagęszczenie" firm walczących o rynek. Ten kto posiada dobry produkt, odpowiednie zaplecze kapitałowe, duże doświadczenie i zapewnia perfekcyjną realizację będzie preferowany. Nie uniknie się też elementu ekonomicznego czyli ceny, ale jak złudna może być korzyść z niskiej ceny zakupu przekonują się niektórzy inwestorzy po zakończeniu zadania. W naszym przypadku w zakresie handlu sprężarkami liczymy na odbiorców eksploatujących je w cyklu ciągłym.

Największe problemy związane są z realizacją przez inwestorów zobowiązań płatniczych. Doprowadziło to wiele firm dużych i małych na skraj bankructwa lub upadłości. W chwili obecnej najbardziej obserwuje się to w branży budowlanej. Jest to bardzo groźne dla firm kooperujących. Niestety polskie prawo nie chroni należycie handlowców. Drugim nie mniej ważnym problemem jest brak stałości kursu euro. Bardzo łatwo ponieść straty w przypadku kontraktów kompleksowych zawieranych z złotówkach.

Na czym polega konkurencja na rynku sprężarek?

W handlu sprężarkami zauważa się podobną sytuację jak w innych branżach. Trwa wyścig obniżania cen, skracania czasu dostaw licytacja warunków płatniczych. Modne stają się kompleksowe usługi jak np. monitorowanie zapotrzebowania powietrza w firmach, optymalizacja istniejących systemów, wizualizacja. Ostra rywalizacja występuje także w zakresie działań serwisowych. Najczęściej już na etapie wstępnych rozmów handlowych sprawy obsługi technicznej stawiane są bardzo wysoko. Inwestorzy wymuszają wręcz pewne rozwiązania. Najważniejsze jest zachowanie zdrowego rozsądku a przede wszystkim gry „fair play".

Jakie metody promocji zamierza firma zastosować?

Firma Wittig, mimo że najstarsza wśród producentów sprężarek łopatkowych, w Polsce jest nieco mniej znana. Z tego względu musimy zainwestować w promocję. Przewidujemy w najbliższym czasie zorganizowanie seminariów dla osób współpracujących, biur projektowych i potencjalnych inwestorów. Z naszego doświadczenia wynika, że niezbędnym jest uczestnictwo w targach branżowych. Znaczną wagę przywiązujemy do promocji w internecie. W krótkim czasie nasi potencjalni odbiorcy będą mogli skorzystać z tej powszechnej dzisiaj formy pozyskiwania wszelkich niezbędnych informacji. Z ciągle prowadzonej analizy rynku wynika też konieczność rozszerzenia działalności o pewne dodatkowe elementy kompleksowej usługi, ułatwiające bliższy kontakt z klientem.

Jakie są plany na przyszłość?

W obecnej chwili ze względu na ograniczone plany inwestycyjne kontrakty wygrywają najlepsi. Z tego też względu konieczne jest inwestowanie w rozwój. Przewidujemy stworzenie rozległej sieci handlowej i serwisowej aby być blisko klientów i spełniać ich wymagania. Idąc w kierunku spełnienia wysokich wymagań uzyskaliśmy certyfikat ISO9001:2000.

Podjęliśmy działania w kierunku rozszerzenia swojej działalności o własne rozwiązania napędowe, akceptowane przez GDW. Pozwoli to na obniżenie kosztów układów o regulowanej prędkości i lepszy serwis. Jak już wspominałem mamy dział zajmujący się serwisowaniem gwarancyjnym i pogwarancyjnym falowników ABB.

Jeżeli chodzi o prace rozwojowe to obiecująco wyglądają kontakty z firmą Siemens w zakresie dużych systemów sterowania tzw. DCS-ów oraz systemów rozproszonych wykorzystujących komputery przemysłowe. Otwieramy dla firmy Beckhoff centrum szkoleniowe.

Proszę o kilka słów o sobie.

Przez blisko 20 lat byłem pracownikiem naukowym Politechniki Wrocławskiej. Wraz z żoną Beatą i dziećmi Małgorzatą i Stasiem, każdą wolną chwilę spędzamy w naszej oazie spokoju, małej miejscowości w Górach Złotych. Oprócz walorów rekreacyjnych ma ona to czego nie posiadają inne miejscowości – jest poza zasięgiem telefonu komórkowego.

Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz

Zadbajmy o sprężone powietrze w warsztacie

Sprężarki należą do podstawowego wyposażenia zakładów produkcyjnych i warsztatów usługowych w zakresie mechaniki i lakiernictwa. Istotny jest wybór urządzeń o dobrej jakości od wiarygodnego dostawcy z szybkim serwisem gwarancyjnym, pogwarancyjnym oraz możliwością zaopatrywania się w części i możliwością korzystania z serwisu w wielu źródłach. Poniżej postaramy się poruszyć chociaż kilka wątków tego szerokiego tematu.

Lakiernictwo jest dobrym przykładem dziedziny, w której końcowa jakość produktu w zdecydowanym stopniu zależy od jakości sprężonego powietrza. Pewność procesu wytwarzania powietrza i jego uzdatniania jest zależna od najsłabszego jego ogniwa. Pamiętać należy wiec, aby wszystkie elementy biorące udział w wytwarzaniu sprężonego powietrza (łącznie z instalacją) były jak najbardziej dopasowane do konkretnych potrzeb. Lakiernicy używają zazwyczaj najwyższej jakości pistoletów lakierniczych w trosce o jak najlepszy efekt pracy. Często jednak pistolety te pracują w połączeniu ze starymi, niesprawnymi lub nieodpowiednimi sprężarkami i innymi elementami systemu, np. rurociągami,filtrami, odwadniaczami itp. Poprawki błędów lakierniczych spowodowanych złą jakością powietrza są w końcowym rozrachunku (robocizna, materiały, praca kabin i inne) zawsze kosztowniejsze niż modernizacja systemu zasilania sprężonym powietrzem.

Właściwy dobór urządzeń to także ich wielkość i liczba. Zapotrzebowanie na sprężone powietrza zazwyczaj nie jest stałe. Czasami różnice w ciągu dnia są znaczne i nie wskazane jest utrzymywanie w ciągłym ruchu jednej dużej sprężarki. Lepszym rozwiązaniem mogą się okazać dwie mniejsze jednostki pracujące z zbiornikiem wyrównawczym (ciśnieniowym). Jedna z nich będzie pracować jako podstawowa, druga będzie wchodzić do pracy w przypadku wystąpienia szczytu zapotrzebowania na sprężone powietrze. Ponadto z dwoma urządzeniami awaria jednego z nich nie będzie tak uciążliwa.

Wielkość sprężarek

Pierwszym krokiem przy doborze właściwych urządzeń jest określenie zapotrzebowania na sprężone powietrze. Uwzględnić należy przy tym, jak zmienia się zapotrzebowanie w ciągu przeciętnego dnia pracy, czy jego wartość jest w miarę stała, czy i jak często pojawiają się spadki lub chwilowe wzrosty (najlepiej określić je procentowo). Będzie to miało wpływ na określenie wymaganej wielkości i liczby sprężarek oraz wielkości zbiornika ciśnieniowego.

Wielkość zapotrzebowania na sprężone powietrze dla narzędzi i innego wyposażenia można ocenić na podstawie ich liczby i maksymalnego zużycia powietrza podanego przez producenta. Pamiętać przy tym należy, iż teoretyczne wielkości podane przez dostawców urządzeń mogą się znacznie różnić od rzeczywistego zużycia. Dzieje się tak głównie z dwóch powodów:

- Eksploatacja narzędzi odbiega znacznie od nominalnych warunków określonych w instrukcji, np. stosowanie większych ciśnień.
- Stan techniczny narzędzi jest zły, np. brak tłumików wydmuchu w szlifierkach i tym samym zwiększone zużycie powietrza.

W wypadku braku dokładniejszych danych można się wartościami teoretycznymi, takimi jak np. w tabeli 1.

Jednak trzeba wiedzieć, że są to wartości wyłącznie orientacyjne i mogą się znacznie różnić od danych producentów tych narzędzi. Jest to wynik stale rozwijających się technologii i dążenia producentów do stosowania najbardziej ekonomicznych rozwiązań.

Łączna wydajność sprężarki (lub sprężarek) musi odpowiadać zapotrzebowaniu dla podstawowych urządzeń oraz zapewnić wystarczające ciśnienie do pracy. Pamiętajmy, iż odejście od nominalnych parametrów pracy urządzeń może spowodować znaczny przyrost zapotrzebowania, szczególnie dla odmuchiwania i pistoletów HVLP.

Stosowane urządzenia wymagają niejednokrotnie różnego ciśnienia roboczego. Poprawny dobór sprężarki,

zbiornika i konstrukcja linii zasilającej pozwala na efektywne rozwiązanie tych problemów.

Przed podjęciem decyzji o modernizacji, skonsultujmy się z dostawcami lub firmami, które potrafią ocenić sytuację w zakładzie kompleksowo, proponując jednocześnie rozwiązania najbardziej efektywne – zazwyczaj nie są to rozwiązania najdroższe.

konwencjonalny pistolet lakierniczy	280 - 350 l/min
pistolet lakierniczy niskociśnieniowy HVLP	420 - 500 l/min
półmaska lakiernicza	180 l/min
pełna maska lakiernicza	400 - 550 l/min
szlifierka oscylacyjna	280 - 450 l/min
polerka	400 - 600 l/min
odmuchiwanie	200 - 600 l/min

Tabela 1 Przybliżone teoretyczne wartości zapotrzebowania na sprężone powietrze dla niektórych urządzeń lakierniczych

Ilość powietrza i ciśnienia

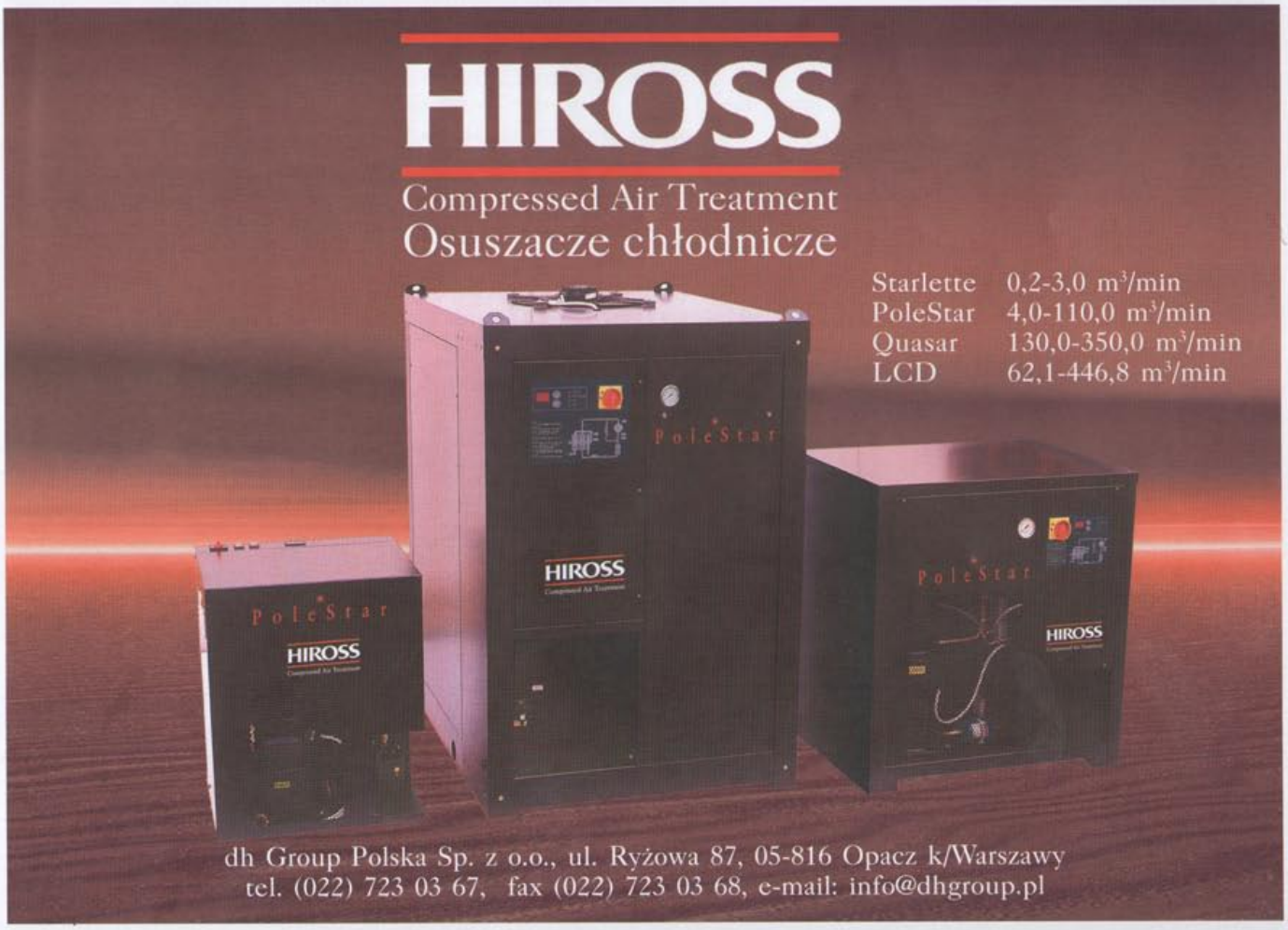
Przeciętnie zakład lakierniczy będzie potrzebować 1000 - 1500 l/min sprężonego powietrza, zakładając, iż pracuje jednocześnie pistolet lakierniczy, szlifierka i polerka oraz doraźnie drobne urządzenia. Średnio każde z tych urządzeń wymaga jednocześnie ciśnienia 6-7 bar. Jeśli nastąpi chwilowy zwiększony pobór powietrza, wówczas może spaść ciśnienie w sieci. Następstwem takiej sytuacjibędzie zwiększenie poboru powietrza przez pracujące urządzenia i dodatkowy spadek ciśnienia. Praca niektórych urządzeń staje się wówczas praktycznie niemożliwa.

Podobne problemy mogą wystąpić w przypadku nieodpowiedniej instalacji. Jej średnice, ukształtowanie musi zapewniać doprowadzenie powietrza w odpowiedniej ilości do każdego punktu odbioru. Przeciążenie punktu odbioru może spowodować opisane powyżej problemy.

W systemie powinny znajdować się także urządzenia do uzdatniania powietrza: osuszacz, filtry, zespoły przygotowania, odwadniacze, regulatory ciśnienia itp. Każdy z tych elementów ma swój określony przepływ nominalny oraz powoduje stratę ciśnienia, szczególnie w przypadku ich złego stanu technicznego.

Ekonomiczne wykorzystanie sprężonego powietrza wiąże się także z ciśnieniem. Trwałość narzędzi pneumatycznych zależy w głównej mierze od ciśnienia powietrza. Zbyt wysokie może powodować nadmierne nagrzewanie się elementów ruchomych, szybsze zużycie łożysk tocznych, łopatek tekstolitowych, zmniejszone smarowanie, zmianę częstotliwości drgań. Niskie ciśnienie najczęściej powoduje silniejszy nacisk pracownika na urządzenia, dłuższą, lecz niepotrzebną pracę. Dlatego jednym z niezbędnych warunków jest utrzymanie w określonym punkcie odpowiednich parametrów powietrza.

Aby optymalizować dowolny układ zasilania sprężonym powietrzem, trzeba brać pod uwagę wszystkie omówione elementy. Pamiętajmy jednakże, iż błędem jest proste sumowanie zapotrzebowania powietrza przez wszystkie elementy i dodanie strat na elementach regulacyjnych, filtrach itp. W końcu przecież nie wszystkie



urządzenia pracują jednocześnie, dlatego posługujemy się dodat-kowo współczynnikiem jednoczesności pracy, którego wartość może wynieść od 0,1 do 1,0. Elementem równoważącym jest także zbiornik ciśnieniowy i jego pojemność. Poprawnie przeprowadzona optymalizacja układu zasilania sprężonym powietrzem powinna uwzględniać wszystkie te aspekty. Dopiero wówczas przyniesie najmniejsze koszty inwestycji i eksploatacji.

Instalacja sprężarki i urządzeń uzdatniających

Zapewnienie poprawnych warunków instalacyjnych dla sprężarek oznacza możliwość ich długiej i bezawaryjnej pracy. Doświadczenie wskazuje, iż błędy w instalacji szybko przenoszą się na jakość powietrza i powodują wymierne straty finansowe – częstsze serwisy, zła jakość końcowego produktu, zdecydowanie skrócona żywotność sprężarek itp. Dlatego ważne jest przestrzeganie wszelkich zaleceń producentów zainstalowanych urządzeń oraz stała dbałość o zachowanie tych warunków.

Podstawowymi zasadami, na które należy zwrócić uwagę przy wyborze miejsca, są:

- Unikanie gorącego albo wilgotnego otoczenia.
- Zapewnienie wystarczającej wentylacji dla układów schładzania oleju.
- Niekierowanie gorącego powietrza na urządzenia.
- Powietrze wentylacyjne musi być wolne od zanieczyszczeń, dymów itd.
- Zasilanie elektryczne musi być wystarczające dla wszystkich urządzeń.
- Ilość wytwarzanego powietrza i jego jakość musi odpowiadać potrzebom.

Jakość powietrza, sieć

Woda i olej w sieci sprężonego powietrza poprzez tworzenie emulsji niekorzystnie wpływają na trwałość narzędzi i końcowy efekt lakierowania. Dodatkowo nieprzyjemny zapach rozgrzanego w powietrzu oleju powoduje szkodliwe skutki dla używających masek do oddychania. Stosowane przy nich filtry nie zawsze mogą dać sobie radę z takimi zanieczyszczeniami, szczególnie w przypadku, kiedy powietrze jest rozgrzane. System uzdatniania powietrza powinien być dobrany do rzeczywistych potrzeb, bowiem koszt inwestycyjny jest wprost zależny od wielkości systemu i poziomu uzdatnienia powietrza. Usunięcie z powietrza wilgoci zwiększa trwałość narzędzi, szczególnie w przypadkach, kiedy instalacja jest wykonana z rur stalowych nieocynkowanych, co często zdarza się w polskich lakierniach.

Ponieważ o końcowej jakości powietrza będzie decydować także instalacja sprężonego powietrza, najlepszym rozwiązaniem jest uzyskanie fachowej pomocy w zaprojektowaniu jej przebiegu, wyposażenia punktów odbioru, dobrania parametrów ciśnienia w instalacji itp. Właściwie zaprojektowana sieć musi zapewnić powietrze o odpowiedniej jakości i ilości w poszczególnych punktach, uwzględniać miejsca, w których niezbędne jest olejenie powietrza do narzędzi. Nie może powodować lokalnych spadków ciśnienia prowadzących do niewłaściwej reakcji układów sterowania sprężarkami. Musi zapewnić możliwość jej odwadniania, szczególnie w przypadkach, gdy przebiega w miejscach o różnej temperaturze otoczenia.

Pewność, koszt, utrzymanie i inne czynniki

Zazwyczaj zakłady posiadają jedną sprężarkę. W efekcie każda jej usterka bądź konieczność zatrzymania z powodu awarii prowadzi do strat związanych z błędami lakierniczymi (spowodowanych jakością powietrza) lub brakiem możliwości produkcji. Jedynym sposobem dającym 100% pewności jest zakup dwu sprężarek o wydajnościach w pełni pokrywających maksymalne potrzeby. Jednak koszt inwestycji jest tak wysoki, iż rozwiązanie to stosują wyłącznie zakłady, w których koszt nawet jednodniowego przestoju (brak produkcji, koszty stałe i osobowe) jest znacznym procentem wartości sprężarki.

Innym stosowanym rozwiązaniem jest zakup dwu urządzeń o łącznej wydajności równej potrzebom. Rozwiązanie tańsze, lecz w przypadkach awaryjnych możemy utrzymać przynajmniej 50% produkcji.

Jednak w obecnej sytuacji gospodarczej oraz z uwagi na wysokie koszty sprężarek polecamy przeprowadzenie szczegółowej i kompleksowej analizy ofert dostawców tych urządzeń. Ocenie powinny podlegać na równi: cena, rodzaj urządzenia, okres i warunki gwarancji, koszt i dostępność serwisu, liczba punktów zaopatrzenia w części zamienne itp. Z drugiej zaś strony musimy bardzo dokładnie przeanalizować potrzeby na sprężone powietrze, charakterystykę jego zużycia, plany rozwoju itp. Pamiętajmy, iż koszt inwestycji jest niewielki w porównaniu do później ponoszonych kosztów eksploatacji: energii, przeglądów, kosztów materiałów technicznych itp. Nie bójmy się więc korzystać z usług firm wyspecjalizowanych w takich opracowaniach. Koszt związany z profesjonalnym przygotowaniem danych z pewnością wielokrotnie zwróci się nam przy zakupie i eksploatacji urządzeń. Unikajmy jednak „pomocy" osób związanych z jednym dostawcą urządzeń, raczej nie będzie to wówczas opracowanie obiektywne.

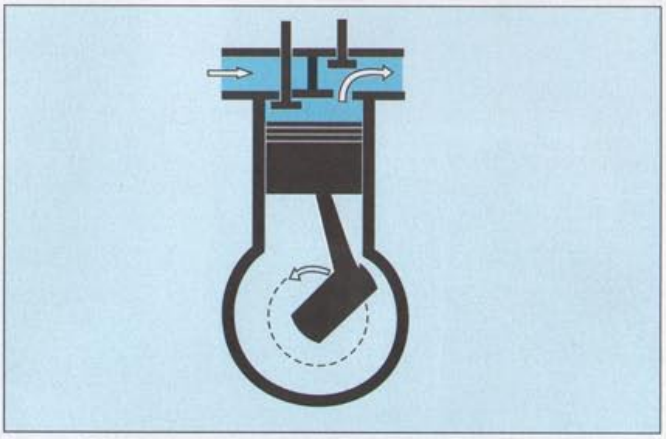
Pamiętać także należy o obowiązujących przepisach dotyczących ochrony środowiska (oleje, ich utylizacja, poziom hałasu itp.) oraz bezpieczeństwa pracy i kontroli technicznej (np. zbiorniki ciśnieniowe).

Rodzaje sprężarek

Obecnie w zakładach spotykane są trzy rodzaje sprężarek:

- tłokowe,
- śrubowe,
- łopatkowe.

Poniżej przedstawimy najważniejsze cechy każdego z tych rodzajów.



Rys. 1 Schemat działania sprężarki tłokowej

Sprężarki tłokowe – najczęściej używane w zakładach branży motoryzacyjnej. Obecnie zastępowane głównie przez sprężarki śrubowe lub łopatkowe. Podstawowym problemem wynikającym z ich stosowania to niska jakość powietrza: duże zaolejenie oraz ilość kondensatu (wody). Dodatkowo są źródłem dużego hałasu. Pomimo stałego postępu w ich konstrukcji i rozwoju technologii materiałowych trudno zaobserwować tu znaczny postęp. Głównie poprawia się trwałość tych urządzeń i sięga ona obecnie 10 000 godzin pracy pomiędzy remontami głównymi.

Dostawców tego typu sprężarek jest na polskim rynku bardzo wielu i spore są też różnice w cenach oferowanych sprężarek. Z pewnością jednak możemy rozróżnić dwie kategorie:

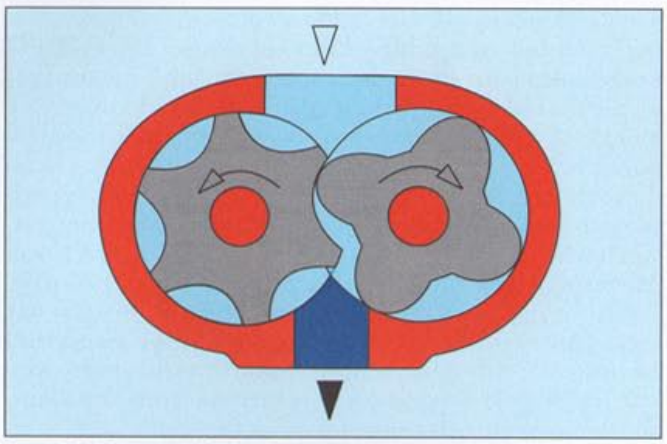
- Niska cena sprężarek, niższa jakość wykonania i trwałości - w efekcie także wyższe koszty eksploatacji.
- Wyższa cena, wyższa jakość, wysoka trwałość – tańsza eksploatacja.

Wybór odpowiedniej sprężarki zależy, więc głównie od ilości czasu pracy w roku, zaś w obu przypadkach jakość powietrza i konieczność stosowania odpowiednich filtrów jest praktycznie taka sama. Polecamy stosowanie sprężarek tłokowych wyłącznie w małych zakładach, o dobrej instalacji i odpowiednim systemie mechanicznego uzdatniania.

Zaletą tych sprężarek jest natomiast – oprócz niskiej ceny – prostota ich konserwacji, utrzymania, szeroka dostępność serwisu i niska cena części zamiennych. Nie bez znaczenia pozostaje fakt niskiego poziomu zużycia energii elektrycznej (możliwość pracy start/stop). Dobrą radą jest również korzystanie z sprężarek tłokowych zbudowanych w układzie V- dwucylindrowych, w których obciążenia wału są zmniejszone konstrukcyjnie. Korzystanie z tego rodzaju urządzeń może mieć ekonomiczne uzasadnienie dla mocy nie przekraczających 15 kW. Pamiętajmy jednak, iż wielkość strat związanych z produkcją sprężonego powietrza rośnie wraz z zużyciem sprężarki. Decydując się na jej zakup, pamiętajmy o rosnących potrzebach (np. wprowadzenie pistoletów HVLP, narzędzi pneumatycznych), zdecydowanym schłodzeniu i oczyszczeniu powietrza i hałasie przekraczającym najczęściej 80 dBa. Wersje wyciszone sprężarek tłokowych wymagają zaś szczególnego dozoru i codziennej opieki związanej z możliwością pogorszenia warunków wentylacyjnych cylindrów. Niezbędna jest także stała kontrola stanu i poziomu oleju, usuwanie kondensatu z sieci.

Inną opcją jest zastosowanie sprężarek śrubowych lub łopatkowych. Ta nowsza generacja sprężarek jest pozbawiona wielu wad urządzeń tłokowych: niskiej trwałości, jakości powietrza sprężonego, poziomu hałasu itp.

Sprężarki śrubowe – obecnie najpopularniejsze rozwiązanie dla urządzeń od 4 kW (500 l/min) wzwyż. Powietrze sprężane jest pomiędzy dwoma wirnikami o zarysie śrubowym, do uszczelniania i chłodzenia wykorzystywany jest olej. W praktyce jakość tych sprężarek i ich trwałość jest wyłącznie związana z jakością wykonania stopnia śrubowego i pomimo wielu dostawców tych urządzeń zdecydowanie mniejsza jest producentów stopni sprężających. Brak pulsacji powietrza, niski poziom hałasu, wysoka jakość powietrza, często niskie koszty utrzymania są podstawowymi przyczynami ich rosnącej popularności. Nie bez znaczenia jest także fakt, iż znaczna licz-



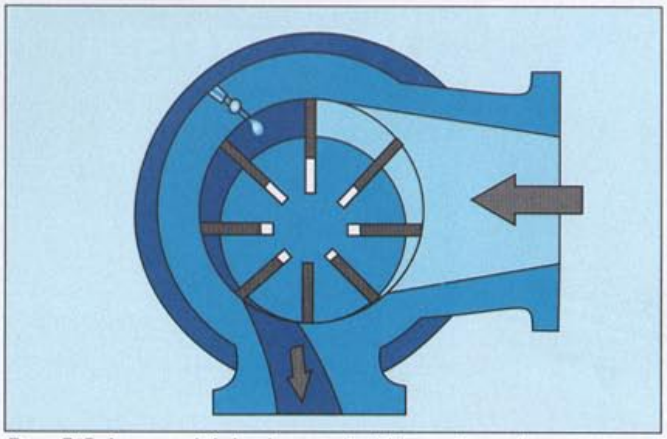
Rys. 2 Schemat działania sprężarki śrubowej

ba dostawców i producentów z wielu krajów (łącznie z Polską) powoduje stały spadek ich cen. Do zalet zaliczyć także należy małą powierzchnię, którą zajmują, oraz możliwość zakupu urządzenia kompaktowego: sprężarka i zespół uzdatniania powietrza w jednej obudowie.

Jakość powietrza jest praktycznie bezporównywalna z powietrzem uzyskanym ze sprężarki tłokowej, więc również koszt eksploatacji jest znacznie mniejszy. Jednakże na początku koszt takiej sprężarki jest od 2 do 5 razy większy niż tłokowej. W związku z tym opłacalność inwestycji w tego typu urządzenie jest zdecydowanie związane z ilością jego rocznej pracy oraz głównego zastosowania dla powietrza. Jeśli jest to lakiernia, z pewnością warto przeanalizować zakup sprężarki śrubowej, w przypadku zakładu mechanicznego kwestia podlega dokładniejszej analizie.

Przy podejmowaniu decyzji pamiętajmy także i o tym, iż tego rodzaju sprężarki „nie lubią" pracy z częstym cyklem start/stop oraz większość z nich wymaga przed zatrzymaniem okresu pracy „bez obciążenia". Tym samym koszty energii – lub inaczej koszt wytworzenia sprężonego powietrza – może znacznie wzrosnąć.

Sprężarki łopatkowe – rozwiązanie stosunkowo najmniej znane, aczkolwiek nie najnowsze. W zasadzie jest to odwrócenie zasady pracy narzędzi pneumatycznych – mimośrodowo usytuowany wirnik w obudowie i wysuwające się łopatki. W przypadku tego typu urządzeń liczba dostawców jest najmniejsza, zaś ich ceny należą do najwyższych. Niezaprzeczalnie jednak są to sprężarki, których trwałość jest najwyższa, a ponadto jakość powietrza odpowiada sprężarkom śrubowym. Główną przyczyną, dla której nie zostały tak szeroko rozpowszechnione jak sprężarki śrubowe była ich początkowa wada polegająca na nadmiernym zaolejeniu powietrza sprężonego. Dziś w zasadzie większości producentom udało się usunąć tą usterkę i ilość oleju nie przekracza 5 ppm. Możliwość zastosowania bezpośredniego napędu, brak przekładni i niska prędkość obrotowa wirnika są głównymi przyczynami tak wysokiej trwałości, sięgającej w praktyce 100 000 godzin pracy. Niestety, ta cecha ma swoja bardzo wymierną wartość i dlatego sprężarki te znajdują zastosowanie w zakładach o najwyższych wymaganiach związanych z ilością czasu pracy. Ograniczona wyjątkowo liczba dostawców tych urządzeń musi powodować ograniczony dostęp do części serwisowych i eksploatacyjnych. Mała jest również liczba firm niezależnych oferujących profesjonalne usługi dla użytkowników tych urządzeń. Pamiętajmy więc, iż decydując się na takie rozwiązanie, często wybieramy konieczność współpracy z monopolistą wraz z wszelkimi tego konsekwencjami. Nie oznacza to jednakże, iż nie należy brać pod uwagę i tych sprężarek. Wiele ich zalet oraz rozwijająca się konkurencja zdecydowanie sprzyja użytkownikom sprężarek łopatkowych.



Rys. 3 Schemat działania sprężarki łopatkowej

Podsumowanie

Pragnąc uzyskać najwyższej jakości produkt końcowy, musimy pamiętać, iż powstaje on w wyniku zastosowania odpowiedniej jakości narzędzi i urządzeń, a także zastosowanego sprężonego powietrza. Ten nośnik energii jest najdroższym z mediów: nie mniej niż 50% energii przekazanej przez silnik jest zamieniane w ciepło i praktycznie nie wykonuje żadnej pracy. Pomimo to jest ono niezastąpione i dlatego bardzo istotne jest zanalizowanie kosztów jego wytwarzania i stopień wykorzystania. Szybki rozwój pneumatyki i innych dziedzin spowodował konieczność specjalizacji. Prawie codziennie powstają nowe rozwiązania i nikt już nie może być na bieżąco we wszystkich interesujących go dziedzinach, zaś wolny rynek dostarcza nam możliwość zastosowania wielu rozwiązań o różnym stopniu opłacalności ekonomicznej. Często posługując się własnym doświadczeniem uzyskanym wiele lat temu, popełniamy błędy, które mają swoją wymierną, złotówkową wartość. Racjonalne rozwiązania w sferze sprężonego powietrza wymagają aktualnej wiedzy, doświadczenia, znajomości rynku dostawców i umiejętności rzetelnej oceny potrzeb użytkownika. Chcąc oszczędzić nasze pieniądze jutro, musimy o tym myśleć dziś i dokonywać wyborów wyłącznie uzasadnionych. Rodzaj sprężarek, ich liczba, wielkość, system uzdatniania, poprowadzenie sieci, optymalizacja ciśnień, często też układ sterowania sprężarkami – to wszystko musi być brane pod uwagę i na podstawie rzeczywistych danych i aktualnej oferty rynku można podejmować decyzję. Nie ma prostej reguły na rozwiązywanie tych problemów. Raz będzie lepsze zainwestowanie w drogie urządzenia o niskim koszcie eksploatacji, innym zaś razem zdecydowanie warto kupić urządzenia tanie, godząc się niejednokrotnie z podwyższonym ryzykiem awarii bądź wyższymi kosztami energii. Tylko dobrze określona funkcja celu i prawidłowo postawione warunki brzegowe pozwolą na podjęcie optymalnej decyzji.

Tomasz Górczyński

Bezolejowe sprężarki powietrza serii ZR/ZT

Nowe bezolejowe sprężarki śrubowe o zwiększonej wydajności serii ZR/ZT 55-90 VSD

Chłodzone powietrzem lub wodą, dostępne również w wersji przystosowanej do odzysku energii

Idealne rozwiązanie dla przemysłu farmaceutycznego i spożywczego

Dokładne dopasowanie do potrzeb użytkownika dzięki płynnej regulacji wydajności (ZR/ZT 90 VSD)

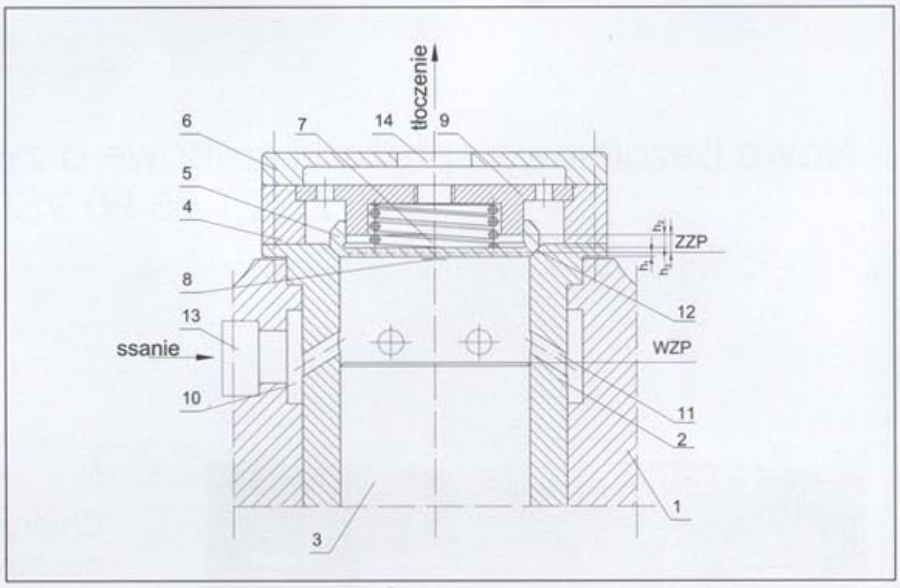
Wytwarzaj sprężone powietrze najwyższej jakości – ekonomicznie

Atlas Copco Polska Sp. z o.o.
ul. Przyce 21, 21-252 Warszawa
tel. (022) 3329300, fax (022) 3329309
e-mail: acpoland@atlascopco.com

Atlas Copco
www.atlascopco.com

Szczelinowo-zaworowy rozrząd w sprężarkach tłokowych

W artykule przedstawiono zasadę działania rozrządu szczelinowo-zaworowego w sprężarkach tłokowych. Prezentowane rozwiązanie zostało zrealizowane, a prototypowe egzemplarze sprężarek przebadano. Wyniki badań prototypowych sprężarek chłodniczych pozwoliły określić cechy eksploatacyjne.



Rys. 1 Schemat sprężarki szczelinowo-zaworowej: 1 – cylinder, 2 – tuleja cylindra, 3 – tłok, 4 – tuleja głowicy, 5 – płytka zaworowa, 6 – głowica, 7 – sprężyna, 8 – WPPZ (wewnętrzna powierzchnia płytki zaworowej), 9 – zderzak, 10 – kolektor, 11 – szczelina, 12 – gniazdo zaworu, 13 – filtr, 14 – odprowadzenie czynnika (WZP – wewnętrzny zwrotny punkt tłoka, ZZP – zewnętrzny zwrotny punkt tłoka)

W sprężarkach wyporowych najczęściej stosuje się rozrząd zaworowy samoczynny. Jak wiadomo, zawory są otwierane i zamykane na skutek istnienia różnicy ciśnień czynnika po obu stronach każdego zaworu przy jednoczesnym wspomaganiu sprężyn zaworowych. Zawory wymagają stosowania drogich stali stopowych dwukierunkowo walcowanych. Mimo to sprężarki mają znacznie ograniczoną trwałość. Są zawodne. Na ogół sprężarki posiadają dużą przestrzeń szkodliwą, co znacznie obniża sprawność wolumetryczną i pogarsza szereg innych parametrów. Są przy tym wrażliwe na zanieczyszczenia. Z powyższych powodów podjęto próby opracowania nowego typu rozrządu sprężarek tłokowych. Spośród kilku konstrukcji możliwych do zastosowania w referacie przedstawiono budowę oraz wyniki badań rozrządu szczelinowo-zaworowego.

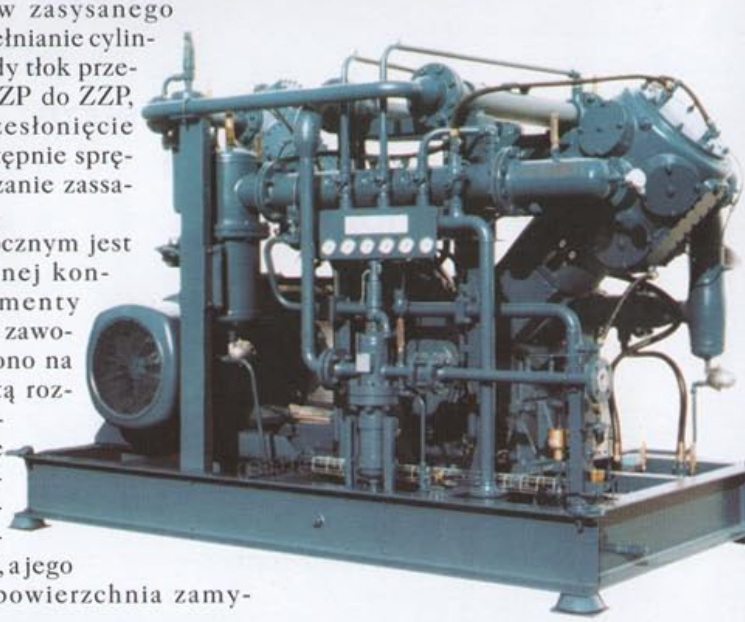
W proponowanym rozwiązaniu zasysanie jest dokonywane poprzez szczeliny umieszczone w cylindrze przesłaniane tłokiem. Zawór tłoczny jest zaworem samoczynnym, który posiada średnicę odpowiadającą średnicy cylindra zamykając go od strony zewnętrznej.

Budowa rozrządu szczelinowo - zaworowego

Konstrukcję szczelinowo – zaworowego rozrządu sprężarki tłokowej przedstawiono na rysunku. Zadanie zaworu ssawnego tradycyjnej sprężarki tłokowej pełnią otwory (szczeliny) umieszczone w cylindrze, przysłaniane tłokiem.

W czasie, gdy w cylindrze istnieje ciśnienie niższe od ciśnienia na ssaniu, a szczeliny są odsłonięte, następuje przepływ zasysanego czynnika i napełnianie cylindra. Podczas gdy tłok przesuwa się od WZP do ZZP, następuje przesłonięcie szczelin, a następnie sprężanie i wytłaczanie zassanego czynnika.

Organem tłocznym jest zawór specjalnej konstrukcji. Elementy składowe tego zaworu przedstawiono na rysunku. Istotą rozwiązania zaworu jest to, że element zamykający (5) stanowi jakby ruchomą głowicę, a jego wewnętrzna powierzchnia zamykająca 8, w stanie gdy zawór jest zamknięty, znajduje się poniżej ZZP tłoka w odległości h_1. Podczas sprężania, tłok osiąga ZZP, unosząc, za pośrednictwem sprężonego powietrza, płytkę zaworową (5), przemiesz-



czając ją o wartość h_2, usadawiając na zderzaku (9) (h_2>h_1), wytłaczając sprężony gaz. Podczas powrotu tłoka płytka osiada na jego denku, a następnie w gnieździe zaworu (12).

Istotną cechą powyższego rozwiązania jest także wyeliminowanie przestrzeni szkodliwej, której wartość decyduje zarówno o sprawności wolumetrycznej, jak i szeregu innych parametrach sprężarki.

Cechy konstrukcyjne i eksploatacyjne

Rozrząd szczelinowo-zaworowy, z uwagi na zasysanie na dole cylindra i wytłaczanie po przeciwnej stronie, w pewnym sensie czyni sprężarkę przepływową. Jest to dość ważne, ponieważ zasysany czynnik nie przepływa przez gorącą głowicę. Badania eksploatacyjne prototypu wykazały:

- bardzo dobrą (bezuderzeniową) współpracę par tłok-płytka zaworowa, płytka zaworowa – gniazdo zaworu;
- bardzo dobrą szczelność pary płytka – gniazdo zaworu;
- łagodny (o małych prędkościach) wypływ czynnika z cylindra poprzez dużą (na całym obwodzie) szczelinę pomiędzy płytką a gniazdem zaworu;
- zerową przestrzeń szkodliwą;
- zlikwidowano cofanie się czynnika tłoczonego z komory tłocznej do cylindra.

Podsumowanie

Ogólnie można powiedzieć, że sprężarki szczelinowo-zaworowe w porównaniu do sprężarek konwencjonalnych są znacznie prostszej konstrukcji. Uzyskane parametry tych sprężarek są obiecujące. Duże wydajności z jednostki objętości, małe jednostkowe zużycie energii, małe natężenie dźwięku.

Podsumowaniem badań było porównanie niektórych parametrów eksploatacyjnych prototypów z rozrządem szczelinowo-zaworowym ze sprężarkami chłodniczymi typu YB-08 THOMSON-a. Przebadane sprężarki posiadały tę samą pojemność. Okazało się, że wydajności chłodnicze prototypów są znacznie wyższe od sprężarek THOMSON-a, przy mniejszym jednostkowym zużyciu mocy. Pozostałe parametry były porównywalne. Uzyskane wyniki zachęcają do dalszych badań.

Literatura

[1] W. Chomczyk: Sposób napełniania sprężarki oraz urządzenie do stosowania tego sposobu. Patent Nr 65 706.

[2] W. Chomczyk: Zawór tłoczny do maszyn sprężających czynnik. Patent Nr 91 288 (współautor).

[3] W. Warczak: Sprężarki zębnicze. WNT Warszawa 1987.

doc. dr inż. Włodzimierz Chomczyk
dr hab. inż. Franciszek Siemieniako

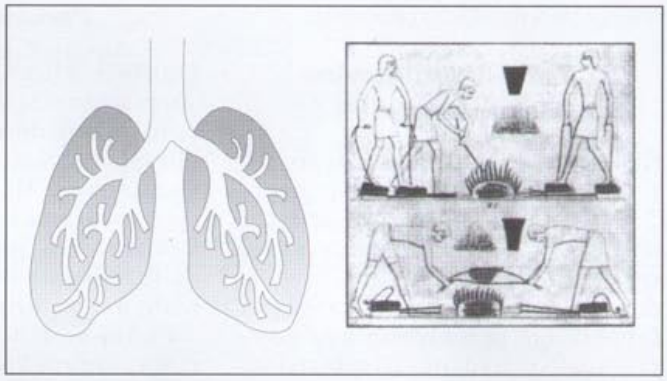
NOWOŚĆ
SUW MAPA
odległościowe mapy reklamowe
MAŁY RUCH RĘKI I WIESZ

Powietrze a historia gospodarcza

Jest oczywiste, że rozwój techniki ma bardzo istotny wpływ na gospodarkę. Jednym z działów techniki jest mechanika płynów zajmująca się własnościami gazów, a w niej pneumatyka – skupiająca się na wykorzystaniu powietrza jako medium roboczego. Podjęto tu próbę przedstawienia w zarysie, jak wykorzystywano sprężone powietrze na przestrzeni wieków. A trzeba powiedzieć, że pneumatyka jest jedną z najstarszych technik stosowanych przez człowieka, która mimo upływu lat nadal zajmuje czołowe miejsce wśród technik mechanizujących i automatyzujących procesy produkcyjne. Przedstawione tu historia pneumatyki od czasów starożytnych po współczesność pokazują drogę rozwoju tej dziedziny techniki.

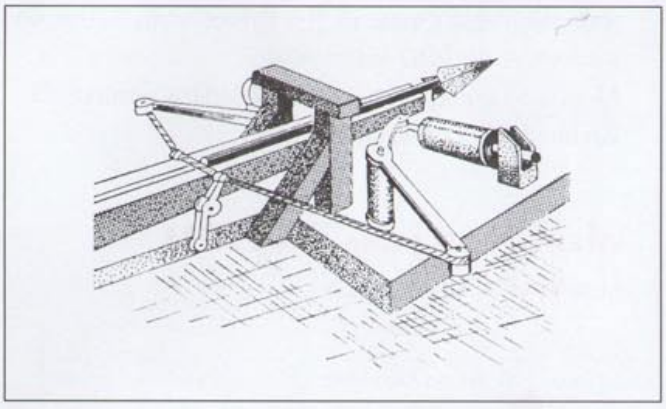
Z okazji jubileuszu działalności naukowej prof. zw. dr. hab. Ryszarda Orłowskiego – naukowca, znawcy historii gospodarczej – ten artykuł będzie poświecone temu, bez czego żaden człowiek nie może żyć i pracować, czyli powietrzu. Ale nie będzie to spojrzenie fizyka czy inżyniera, ale informacja o tym, jaką rolę odgrywało prężone powietrze w gospodarce na przestrzeni wieków i nadal odgrywa, czyli to, co może interesować historyka. Zadajmy sobie najpierw pytanie: czy powietrze, które nas otacza i którego my faktycznie nie widzimy, może mieć jakieś zastosowanie i odgrywać istotną rolę w gospodarce i przemyśle? Okazuje się, że tak. Na dodatek energia zawarta w powietrzu jest najstarszym rodzajem pracy świadomie wykorzystywanym przez ludzi już od kilku tysięcy lat. Są na to dowody w różnych przekazach. I tak na przykład w Biblii w Księdze Jozuego (6.20) można się dowiedzieć, jak zostały zburzone mury Jerycha: skoro tylko usłyszał lud dźwięk trąb, wzniósł gromki okrzyk wojenny i mury rozpadły się na miejscu. To fala ciśnienia powietrza może mieć taką niszczącą moc.

Podwaliny współczesnej wiedzy o powietrzu, czy ogólniej o gazach, zostały opracowane z końcem XIX wieku, ale jej podstawy należą do najstarszych zdobyczy ludzkości. Mechanika płynów – zajmująca się konstrukcją i wykorzystaniem urządzeń stosujących powietrze jako medium robocze i działających na zasadzie różnicy ciśnień nazywana jest obecnie pneumatyką. Termin ten pochodzi od greckiego słowa „pneuma" oznaczającego oddech, wiatr, ale również powietrze. Pneumatyka obejmuje swoim zasięgiem ogromne spektrum zastosowań. Na odbywającej się w roku 1999 we wiedeńskim Muzeum Techniki wystawie „pracujące powietrze" (Arbeitende Luft) przedstawiono 24 dziedziny zastosowań sprężonego powietrza – od sztuki przez przemysł i produkcję, kształcenie, komunikacje, zapewnienie jakości, medycynę aż po ochronę środowiska. Nie ma chyba takiej dziedziny, w której pneumatyka nie miałaby jakiegoś ważnego zastosowania. Poniżej starano się w zarysie przybliżyć historię wykorzystania sprężonego powietrza w gospodarce i przemyśle na ogólnym tle różnych oryginalnych aplikacji pneumatyki.



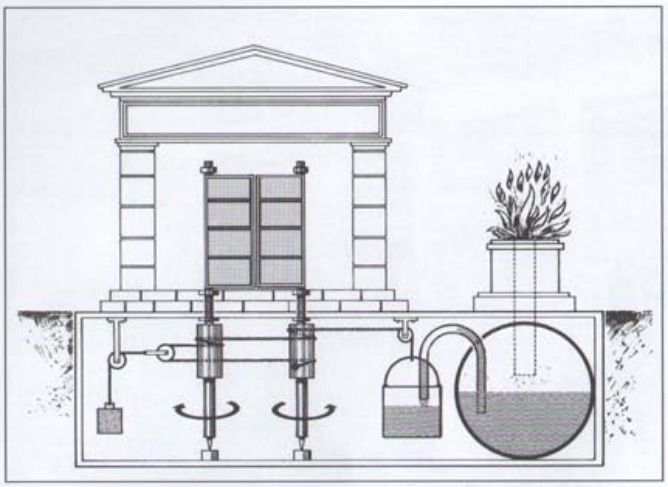
Rys. 1 Najstarsze sprężarki – płuca i starożytne miechy nożne

W dziejach pneumatyki można wyróżnić kilka udokumentowanych faktów, które pokazują drogę jej rozwoju. Pierwszym naturalnym kompresorem są ludzkie płuca. Ta naturalna biologiczna sprężarka jest wykorzystywana przez człowieka od początków jego egzystencji na Ziemi nie tyko do oddychania. Za jej pomocą pierwotny człowiek rozniecał ogień z żaru, a do dnia dzisiejszego w niektórych



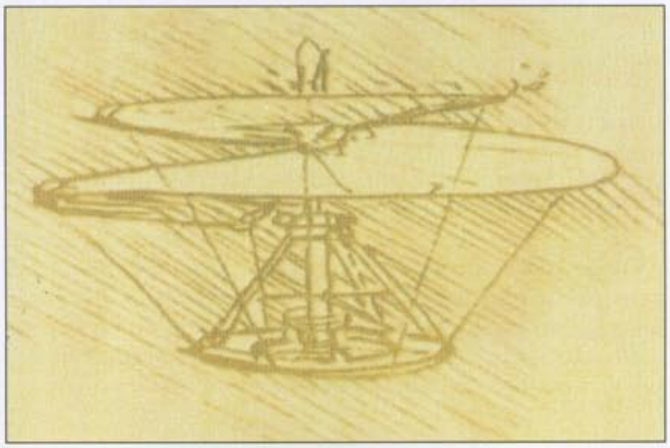
Rys. 2 Wyrzutnia Ktesibiosa

hutach szkła można spotkać pracowników wydmuchujących piękne kształty szklanych wyrobów. Mechaniczne kompresory, którymi były miechy, pojawiły się już około 3 tys. lat przed Chr. Dowodem na to są odkryte freski. A w roku 1500 przed Chryst. stosowane były w Egipcie kompresory przeponowe napędzane przez człowieka przy pomocy nóg. Natomiast w starożytności energia zawarta w sprężonym powietrzu była wykorzystywana



Rys. 3 Konstrukcja drzwi świątyni opisana przez Herona z Aleksandrii

również w celach militarnych – miotacze pocisków oraz kultowych (organy wodne). W III wieku przed Chr. Grek Ktesibios skonstruował wspomaganą pneumatycznie wyrzutnię pocisków. W specjalnych cylindrach następowało sprężenie powietrza przez ręczne przemieszczenie układem dźwigni umieszczonych w nich tłoków. Zakumulowana w ten sposób energia powietrza oddawana



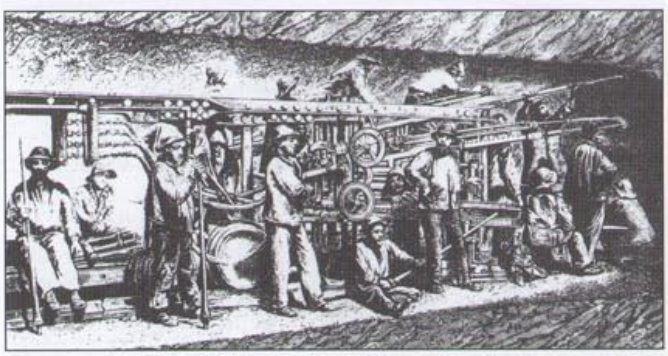
Rys. 4 Szkic wynalazku Leonarda da Vinci

przy rozprężaniu powodowała zwiększenie zasięgu wyrzucanych pocisków. Ten starożytny cylinder z tłokiem niewiele różnił się w działaniu od współczesnego siłownika pneumatycznego. W organach wodnych skonstruowanych również przez Ktesibiosa mamy do czynienia z wykorzystaniem powietrza do wywoływania i redukcji wibracji. Natomiast wspaniały wynalazca Heron ze szkoły aleksandryjskiej opisał w swym dziele o pneumatyce między innymi zasadę działania lewaru, która była wykorzystywana gospodarczo w urządzeniach do czerpania wody (w systemach nawadniających) i do otwierania drzwi w świątyniach. Wskazuje to na praktyczną znajomość w tym czasie podstawowych praw mechaniki, mimo błędnego ujęcia wielu problemów fizyki. W późniejszych czasach urządzeniami wykorzystującymi sprężone powietrze zajmował się sam Leonadro da Vinci, na co wskazują zachowane szkice różnych jego wynalazków, w których doszukać się można urządzeń pneumatycznych.

W XVII w. Otto von Guericke wykonał doświadczenia z tzw. półkulami magdeburskimi, udowadniając, jaką pracę należy wykonać, pokonując zwykłe ciśnienie atmosferyczne. Wskazał w ten sposób na możliwości energetyczne powietrza. W tym samym wieku francuski fizyk Denis Papin opisał konstrukcję urządzenia zwanego pneumatyczną pocztą. Dwa wieki później, w roku 1853, ten rodzaj poczty został po raz pierwszy zrealizowany w Londynie i połączył Główny Urząd Poczty z Londyńską Giełdą. Był to przykład szybkiego przesyłu informacji na fizycznym

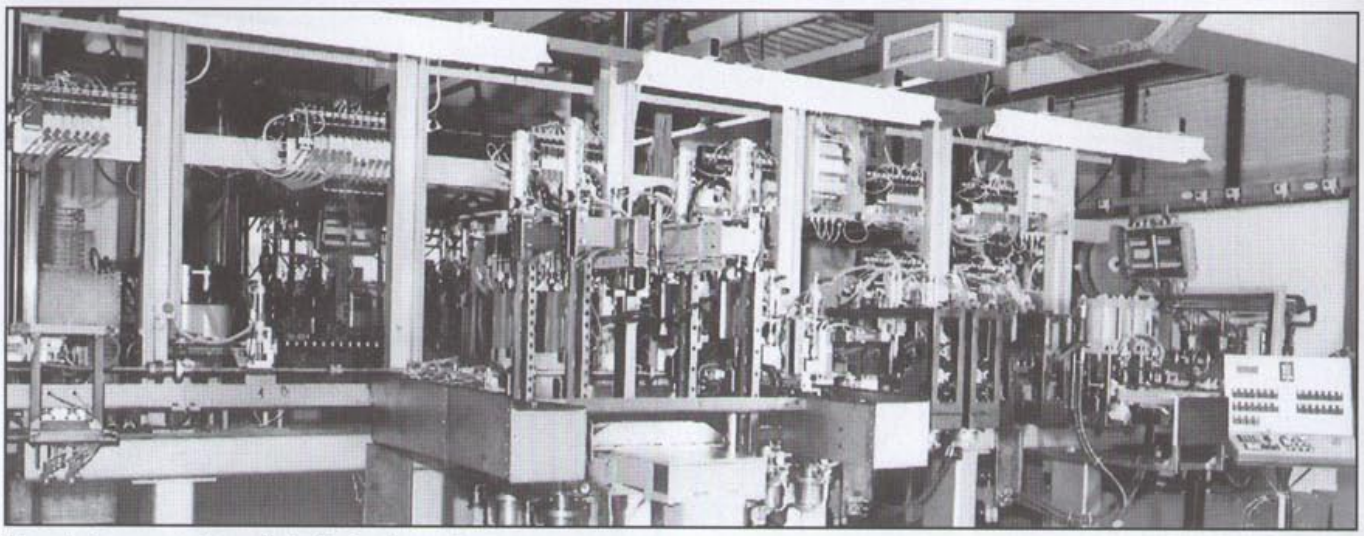
Rys. 5 Półkule magdeburskie

nośniku. Dopiero rozwój elektroniki skutecznie ją wyeliminował. Epoka uprzemysłowienia, z budową dróg kolejowych na czele, pobudziła rozwój techniki pneumatycznej. Powietrze na równi z parą wodną wkroczyło do przemysłu, wspomagając pracę człowieka i przyczyniając się do szybkiego rozwoju gospodarczego. W XIX wieku przy budowie tunelu pod Mont-Cenis zaczęto używać pneumatycznych wiertarek, wynalezionych przez niemieckiego inżyniera Sommeillera. Dzięki tym urządzeniom, wykorzystującym po raz pierwszy sprężone powietrze na skalę przemysłową, uzyskano zwiększenie tempa prac drążeniowych z 60 cm na dzień do 2 metrów. To otworzyło drogę do mechanizacji prac w podobnych zastosowaniach, jak drążenia studni, urabianiu węgla w kopalniach itp. Natomiast w kolejnictwie – prawie natychmiast po ich wynalezieniu – wdrożono hamulce pneumatyczne, które już udoskona-



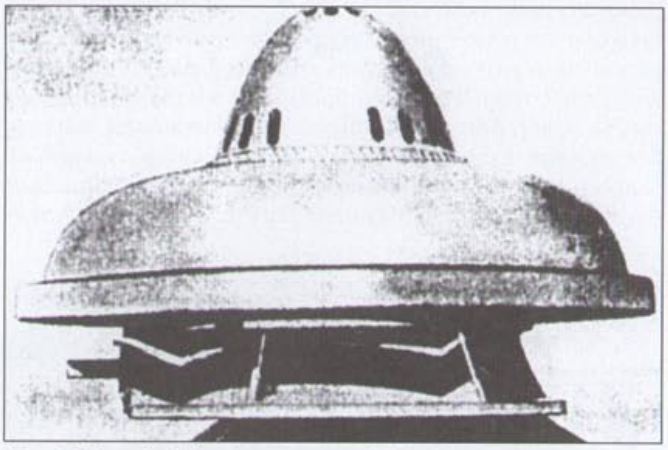
Rys. 6 Drążenie tunelu pod Mont-Cenis

lone, wyposażone w automatykę, są używane do dzisiaj. Nieco inne hamulce pneumatyczne stosowane są współcześnie w samochodach ciężarowych i autobusach. Należy nadmienić, że obecnie w pojazdach pneumatyka znalazła bardzo szerokie zastosowania – w otwieraniu drzwi, w amortyzacji drgań, automatycznym sprzęgu, wycieracz-



Rys. 7 Pneumatyka w liniach obróbczych

kach itp. Coraz szersze stosowanie pneumatyki doprowadziło do tego, że w roku 1888 Wiktor Popp poprowadził w Paryżu pierwszą sieć sprężonego powietrza, która rozprowadzała to medium o ciśnieniu 0,6 MPa (6 bar) rurociągami długości ponad 1000 km po całym mieście. Stanowiła ona pierwowzór sieci instalacji energetycznych i działa podobno do dnia dzisiejszego. W wieku XX pneumatykę wykorzystywano już nie tylko w układach napędowych, ale również do sterowania urządzeniami i procesami przemysłowymi. Pojawiły się też pierwsze statki powietrzne – aerostaty (balony), a potem samoloty. W latach sześćdziesiątych zastosowano pneumatyczne elementy strumieniowe, czyli bez ruchomych części mechanicznych, w układach sterowania ra-



Rys. 8 Bączek Schaubergera znaleziony przez aliantów

kietami kosmicznymi. Elementy te zintegrowane na płytkach, zasilane bardzo niskim ciśnieniem 0,0001 do 0,01 MPa, odporne na radiację i wibracje stosowane były również w urządzeniach wykorzystujących energię nuklearną.

Zastosowanie na szeroką skalę pneumatyki w przemyśle nastąpiło w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku. Dzięki wprowadzeniu udoskonalonych narzędzi z napę-

cowano wiele elementów pneumatycznych, z których łatwo i w sposób elastyczny można budować mechanizmy wykonawcze i sterujące stosowane w zautomatyzowanych urządzeniach i liniach produkcyjnych. Powstanie i rozwój robotyki wiąże się ściśle z pneumatyką i jeszcze dziś, przy takiej ekspansji elektroniki, ciągle 20% urządzeń jest wyposażonych w pneumatykę.

Pneumatyka miała też swoją mroczną stronę. W czasie II wojny światowej Niemcy, nieludzko wykorzystując więźniów, prowadzili intensywne badania między innymi nad silnikami antygrawitacyjnymi, wykorzystującymi zjawisko hiperbolicznych wirów implozyjnych w powietrzu. Prace te prowadził między innymi austriacki inżynier Viktor Schauberger. Latające prototypy silników, około 1,5 m średnicy, zwane bączkami Schaubergera, zostały znalezione przez aliantów w jego pracowni koło Linzu.

Na koniec, mimo że nie jest to bezpośrednio związane z gospodarką, nie sposób nie wspomnieć o całej gamie zastosowań pneumatyki w medycynie. Wymienić tu można respiratory, wiertarki dentystyczne, elementy do pomiaru ciśnienia podczaszkowego, manipulatory chirurgiczne, urządzenia szpitalne, rehabilitacyjne itp.

Literatura

[1] Didacticum, Zeitschrift fuer Aus- und Weiterbildung in Automatisierungstechnik, Nr. 8-12, 1991.
[2] Gamow G.: Biography of Physics, Harper & Row Publishers, New York 1961.
[3] Henau J. F.: Industrial Pneumatics, La Nouvelle Libraire S.A., Paris 1986.
[4] Pneumatytka, Dwumiesięcznik o technice sprężania gazów, Nr 2/2002.
[5] Trend, Automatisieren mit Pneumatik, Festo Esslingen Nr 1-3 1997.
[6] Witruwiusz (Marcus Vitruvius Polio): O architekturze ksiąg dziesięć, *PWN, Warszawa 1956.*

* Łukasz N. Węsierski – prof. nadzw; kierownik Za[illegible]

10 – kolektor, 11 – szczelina, 12 – gniazdo zaworu, 13 – filtr, 14 – odprowadzenie czynnika (WZP – wewnętrzny zwrotny punkt tłoka, ZZP – zewnętrzny zwrotny punkt tłoka)

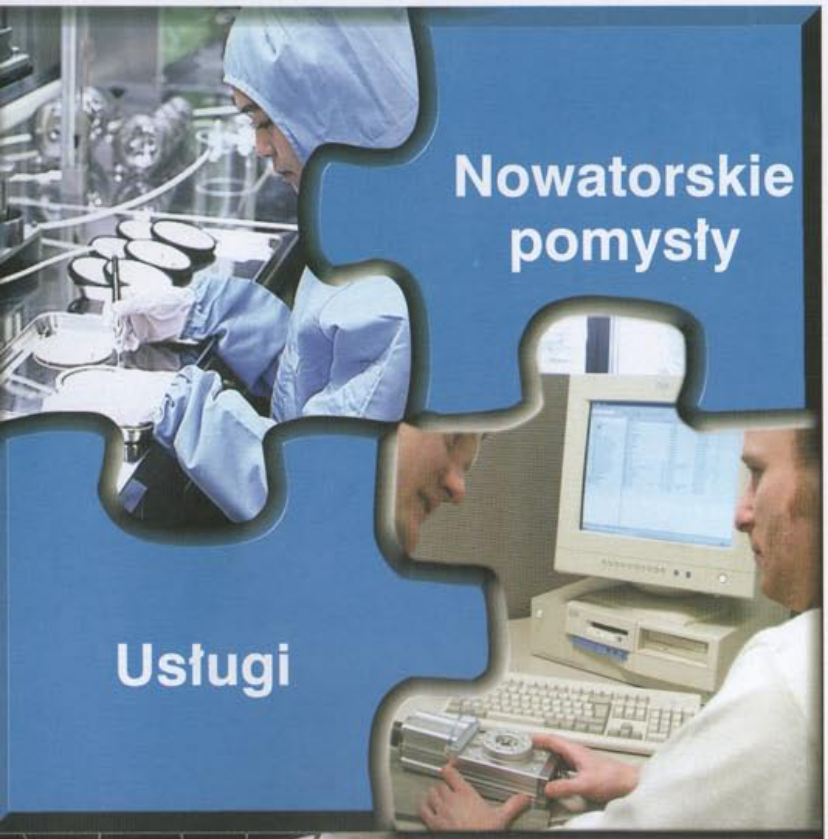
rki mają znacz-
ść. Są zawodne.
dają dużą prze-
nacznie obniża
czną i pogarsza
rów. Są przy tym
zczenia. Z po-
podjęto próby

tłokowej pełnią otwory (szczeliny) umieszczone w cylindrze, przysłaniane tłokiem.

W czasie, gdy w cylindrze istnieje

kająca 8, w stanie gdy zawór jest zamknięty, znajduje się poniżej ZZP tłoka w odległości h_1. Podczas sprężania, tłok osiąga ZZP, unosząc, za

nie ograniczoną trwał
Na ogół sprężarki posi
strzeń szkodliwą, co
sprawność wolumetry
szereg innych parame
wrażliwe na zanieczy
wyższych powodów
opracowania nowego



SMC

e-mail: office@smc.pl
www.smc.pl

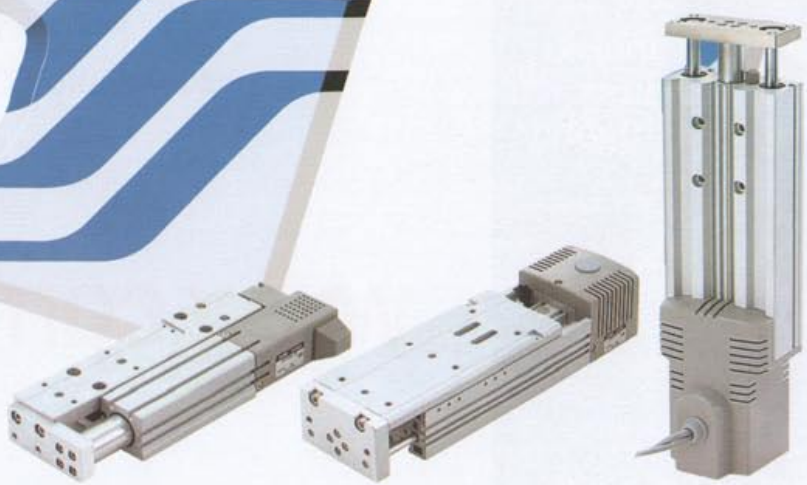
Elektryczne osie napędowe

SERII LX

- napęd:
  2-, 5 fazowe silniki krokowe,
  serwonapędy AC

- przeniesienie napędu:
  śruba ślizgowa
  (skok 6 i 12 mm),
  śruba kulowa
  (skok 2 i 5 mm)

- długość skoku napędu
  od 25 do 400 mm



Światowa technologia w każdym produkcie

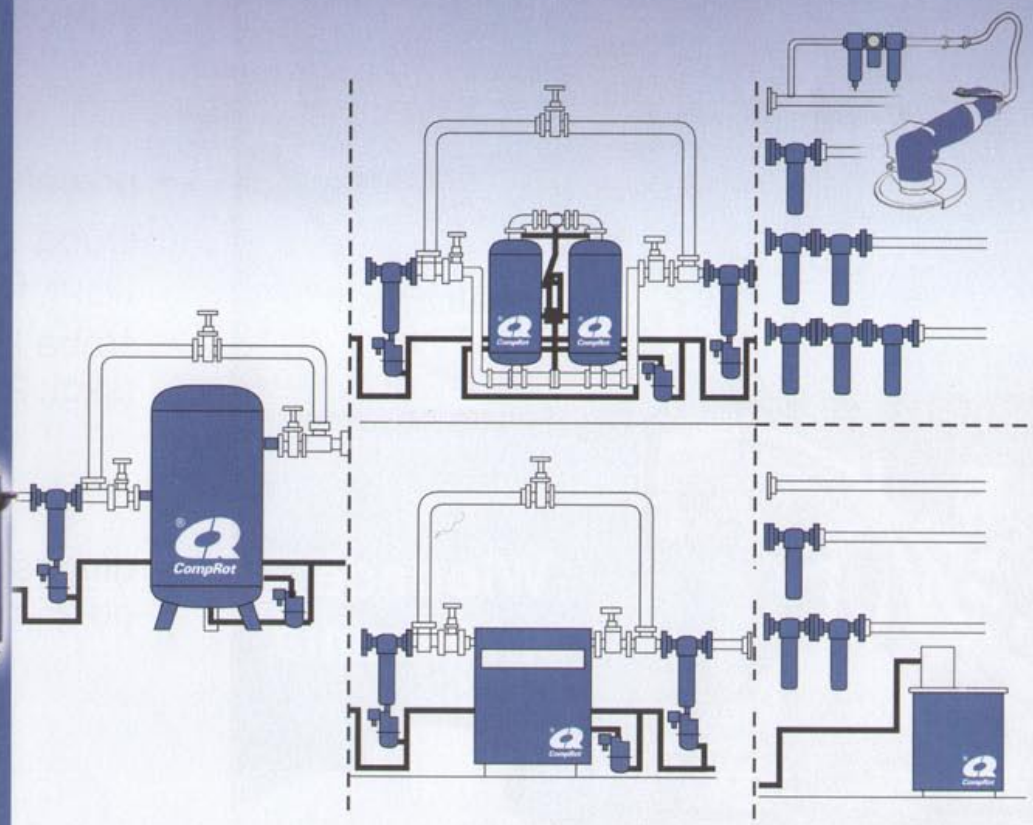
SMC Industrial Automation Polska Sp. z o.o. • PL 02-673 Warszawa, ul. Konstruktorska 11 A • Tel.: +22 548 50 85 • Fax: +22 548 50 87

CompRot

Jedyny polski producent sprężarek o mocach 4–400 kW
zaprasza do nowootwartego

Internetowego Salonu Obsługi Handlowo-Technicznej

Sprężarki
filtry
osuszacze
separatory



Nasz Partner

Europejski Fundusz Leasingowy

http://www.efl.com.pl
infolinia: 0 800 566 800

Kompleksowy system
uzdatniania sprężonego powietrza

www.comprot.com.pl

Dobór urządzeń do instalacji sprężonego powietrza
„jednym kliknięciem"

CompRot Sp. z o.o.
53-608 Wrocław
ul. Robotnicza 72
tel./fax (071) 373 59 00
e-mail:comprot@comprot.com.pl
www.comprot.com.pl

Zastosowanie przemienników częstotliwości DTC w sprężarkach łopatkowych

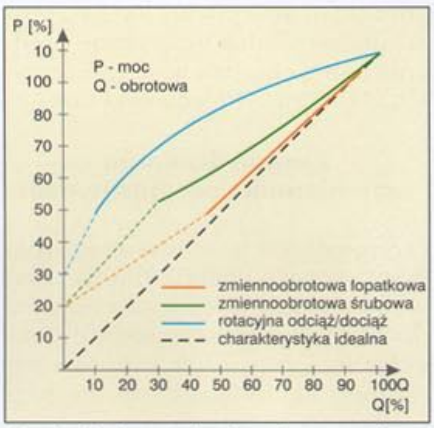
Konieczność stosowania energooszczędnych technologii w procesach produkcyjnych, związana z konkurencyjnością wyrobów, a także z dbałością o ochronę środowiska, wymusza w procesach zasilania pneumatycznego coraz częstsze stosowanie sprężarek zmiennoobrotowych. Na skalę przemysłową metodę tę wprowadziły jako pierwsze firma Atlas Copco dla agregatów śrubowych i firma WITTIG dla agregatów łopatkowych. Obecnie producenci, którzy nie posiadają w swojej ofercie sprężarek zmiennoobrotowych, są znacznie opóźnieni pod względem technicznym.

Metody sterowania wydatkiem dla rotacyjnych sprężarek wyporowych

Najpopularniejszą, najstarszą i najprostszą metodą jest praca w cyklu odciąż/dociąż. Polega ona na przechodzeniu sprężarki w stan biegu jałowego przy uzyskaniu górnego zakresu nastawionego ciśnienia i podejmowaniu pracy przy dolnym zadanym ciśnieniu. Za wyjątkiem niskiej ceny zakupu, metoda ta jest dla użytkownika energetycznym nieporozumieniem, zwłaszcza przy sprężarkach o mocach powyżej 30-45 kW. Niewielkie znaczenie w zastosowaniach przemysłowych mają agregaty dwubiegowe lub z mechaniczną kontrolą wydatku. Najlepszym energetycznie i najbardziej perspektywicznym rozwiązaniem dla sprężarek wyporowych jest zastosowanie płynnej regulacji przez kontrolę prędkości obrotowej wirujących elementów roboczych. Powszechnie stosowanym rozwiązaniem dla zmiennoobrotowych sprężarek łopatkowych i śrubowych jest przemiennik częstotliwości nadzorujący pracę trójfazowego silnika klatkowego. Inne systemy napędu elektrycznego ze sterowanymi obrotami mają charakter ciekawostek technicznych, bez większych szans do powszechnego wdrożenia. Zmiennoobrotowe sprężarki śrubowe mogą pracować w zakresie od około 30 do 100% wydatku. Przy tej metodzie występuje bardzo znaczny spadek sprawności energetycznej wraz ze zmniejszaniem się prędkości wirników. Typowy zakres obrotów przy napędzie bezpośrednim wynosi od 700 do 4 800, co odpowiada częstotliwości od 15 do 160 Hz. Zmiennoobrotowe sprężarki łopatkowe mogą pracować w zakresie od 50 do 120% wydatku. Przy tej metodzie sprawność energetyczna jest stała w całym zakresie sterowania. Typowy zakres obrotów wynosi 900 do 1 800, co odpowiada częstotliwości od 30 do 60 Hz. Porównanie charakterystyk regulacyjnych dla powszechnie stosowanych rozwiązań przedstawia rys 1.

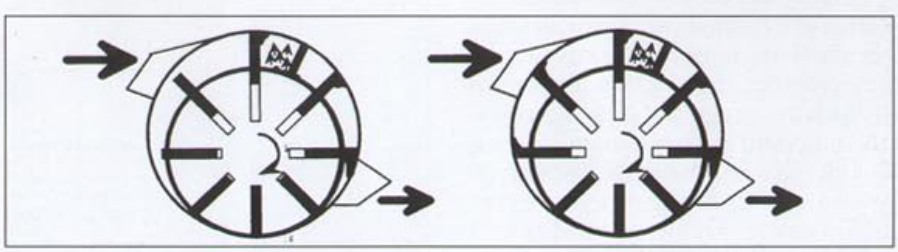
Podstawy sterowania wydatkiem w sprężarkach zmiennoobrotowych

Parametrem bardzo dokładnie charakteryzującym stan systemu zasilania pneumatycznego jest ciśnienie, przy jego tanim i niezawodnym pomiarze. Gdy ciśnienie spada, to system otrzymuje za mało sprężonego medium, gdy ciśnienie wzrasta, mamy nadwyżkę wydatku nad chwilowym zapotrzebowaniem. Ta właściwość jest wykorzystywana do sterowania obrotami sprężarki zaopatrzonej w przemiennik częstotliwości. Jest ona zaprogramowana na utrzymanie stałego ciśnienia.

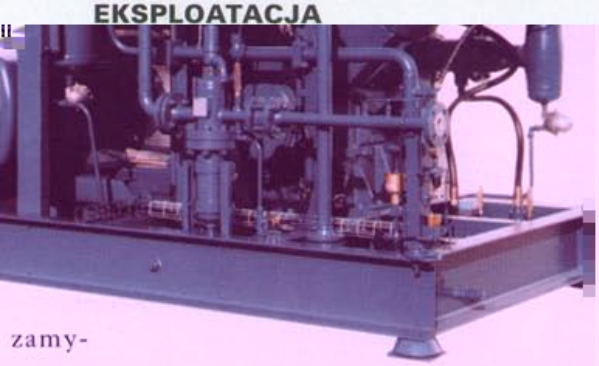


Rys. 1 Porównanie charakterystyk regulacyjnych – idealnej, dla zmiennoobrotowej sprężarki łopatkowej, zmiennoobrotowej śrubowej i stałoobrotowej pracującej w reżimie odciąż/dociąż

Wszelkie odchyłki jego wartości powodują odpowiednie zmiany energii dostarczanej do elektrycznego silnika klatkowego, a co za tym idzie – wydatku. Ograniczenia zakresu obrotów dla systemu śrubowego spowodowane są koniecznością zapewnienia odpowiedniego chłodzenia silnika przy najmniejszych obrotach oraz niewielką wtedy sprawnością energetyczną stopnia sprężającego. Maksymalne obroty są limitowane obciążeniem i trwałością węzłów łożyskowych, temperaturą pracy stopnia sprężającego, a także warunkami obciążenia elektrycznego i termicznego silnika napędowego. Inaczej jest dla sprężarek łopatkowych. Ograniczenie zakresu prędkości w tej metodzie jest spowodowane wyłącznie mechanicz-



Rys. 2 Za mała prędkość obrotowa będzie powodowała odrywanie się łopatek od cylindra komory roboczej (po lewej) i jej rozszczelnienie się, zaś nadmierna może spowodować zerwanie filmu olejowego pomiędzy łopatką a cylindrem i uszkodzenie stopnia (po prawej). W praktyce łopatkowe stopnie sprężające pracują w zakresie od 900 do 1 800 obr/min



zamy-

wnętrznej.

Budowa rozrządu szczelinowo - zaworowego

Konstrukcję szczelinowo–zaworowego rozrządu sprężarki tłokowej przedstawiono na rysunku. Zadanie zaworu ssawnego tradycyjnej sprężarki

składowe tego zaworu przedstawiono na rysunku. Istotą rozwiązania zaworu jest to, że element zamykający (5) stanowi jakby ruchomą głowicę, a jego wewnętrzna powierzchni

od zdolności forsowania momentu przez napęd elektryczny. Przemienniki DTC umożliwiają forsowanie i regulację momentu silnika napędowego sprężarki w najwyższym znanym obecnie stopniu. W stanach dynamicznych można wykorzystać zdolność DTC rozwijania momentu od 200% do 300% momentu znamionowego silnika, co decyduje o szybkości zmian prędkości stalowego wirnika sprężarki. Równocześnie regulacja prędkości silnika w stanach ustalonych zapewnia wysoką sprawność samego napędu elektrycznego i sprężarki w całym zakresie regulacji.

Typowym przykładem możliwości energetycznych i dynamiki dla łopatkowych sprężarek zmiennoobrotowych jest działanie agregatu WITTIG ROW 120 FU, z którym współpracuje przemiennik częstotliwości ABB typ ACS 601-0120 z techniką sterowania DTC. W podstawowym wykonaniu stałoobrotowym sprężarka ta charakteryzuje się następującymi parametrami:

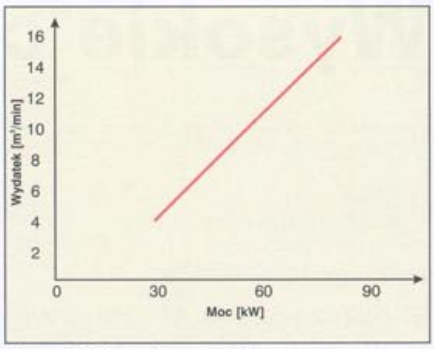
wydatek	12.75 (m^3/min)
ciśnienie	6 (bar)
prędkość obrotowa	1 480 (obr/min)
moc znamionowa silnika elektrycznego	75 (kW)
rzeczywista moc na wale	65 (kW)
rzeczywista energetyczna sprawność właściwa	5.1 (kW/m^3/min).

W wersji zmiennoobrotowej zastosowano typowy 90 kW silnik elektryczny, ze względu na możliwość uzyskania większego wydatku przy większej prędkości obrotowej; silnik o mocy 75 kW byłby wtedy elektrycznie nieco przeciążony. W wersji zmiennoobrotowej sprężarka pracuje w zakresie prędkości 900-1780 obr/min, częstotliwości 30 do 60 Hz, z dynamiką 10 Hz/s. Przedstawia to wykres nr 1. Wirnik roboczy to stalowy walec średnicy 228 mm i wysokości 280 mm. Można uzyskać dla tej dynamiki skoki ciśnienia w sieci o wielkości 0.1 bara/s (w praktyce w innych systemach zasilania zmiennoobrotowego przyjmuje się 0.1 bara na 3-5 sekund). Ponadto zaadaptowano sterowanie do współpracy z przemiennikiem DTC. Zmieniony został program sterownika sprężarki, by mógł komunikować się z mikrokomputerem zastosowanym w przemienniku częstotliwości. Przemiennik umieszczono na zewnątrz, by nie narażać go na dodatkowe wibracje, zapylenie czy działanie podwyższonych temperatur. Zastosowanie przemiennika DTC pogorszyło rzeczywistą sprawność energetyczną zaledwie o 0.1 (kW/m^3/min) do wartości 5.2 (kW/m^3/min), która jest w zasadzie stała dla całego zakresu sterowania w stanach ustalonych. (Sprawność energetyczna podana z dokładnością ±3% przy mocy i wydatku zgodnie z Cagi – Pneurop PN2CPTC2).

Równocześnie nieco wzrosła sprawność sprężarki przy obniżonym wydatku, uzyskiwanym dla minimalnej prędkości obrotowej silnika.

Podsumowanie

Jak wynika z zaobserwowanych zastosowań, dynamika napędu sprężarki łopatkowej z przemiennikiem DTC pozwala na znaczne ograniczenie objętości zbiorników i redukcję wahań ciśnienia przy szybkich zmianach poboru powietrza w instalacji. Przewiduje się przeprowadzenie badań mających na celu ilościową ocenę wpływu takiego zasilania na sposób projektowania i rozwiązania regulacji w rozległych sieciach przemysłowych. Już teraz wiadomo, że ta metoda sterowania wydatku w sprężarkach łopatkowych zapewnia najmniejsze koszty energetyczne wytwarzania odpowiedniej, zmiennej ilości sprężonego powietrza o bardzo stabilnym ciśnieniu.



Rys. 5 Charakterystyka energetyczna sprężarki łopatkowej WITTIG ROW 120 FUz przemiennikiem częstotliwości DTC dla ciśnienia 6 bar

Literatura

[1]. Araszkiewicz A.: (Po) co to jest przemiennik częstotliwości w sprężarce, Pneumatyka 3/2001.

[2]. Gardner Denver WITTIG. Stationary machines, Schopfheim RO_FU2.PPT-22.01.02.

[3]. ABB Industry. Przemienniki częstotliwości ACS 601, 3FAY 61201360 R0025 REV D.

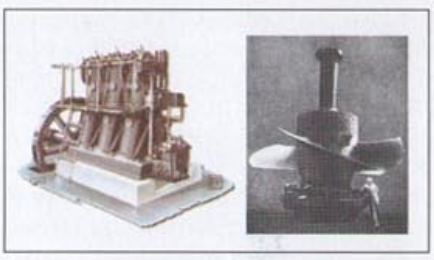
[4]. Barber A.: Pneumatic Handbook, Elsevier Advanced Technology, Oxford 1997.

Andrzej M. Araszkiewicz
Andrzej J. Morawski

Wysokie ciśnienie – LMF

Mieszcząca się w Gorzowie Wielkopolskim firma EDBU Sp. z o.o. jest jedynym w Polsce i w Europie Wschodniej przedstawicielem handlowym i serwisantem fabrycznym austriackiej firmy Leobersdorfer Maschinenfabrik LMF – jednego ze światowych liderów w produkcji sprężarek wysokociśnieniowych i specjalistycznych urządzeń sprężarkowych.

Historia firmy LMF sięga roku 1850, kiedy w austriackiej miejscowości Leobersdorf powstała odlewnia żeliwa. W roku 1896-7 Rudolf Diesel uruchomił tam produkcję pierwszych w Austrii silników Diesla. W 1901 r. w fabryce rozpoczął pracę konstruktor Viktor Kaplan, wynalazca turbiny wodnej Kaplana. W 1946 r. do programu produkcyjnego firmy włączono kompresory do powietrza i do innych gazów. W 1963 r. LMF weszła w skład Deutsche Babcock & Wilcox AG. Rozpoczęto produkcję kompresorów wysokociśnieniowych (stacjonarnych i przewoźnych) do 450 bar. W 1998 r. właścicielem firmy stała się Group of Inwestors Andlinger & Company, mająca siedziby w Nowym Jorku, Brukseli i Wiedniu.



Fot. 1 Silnik Diesla i turbina Kaplana – historia firmy LMF

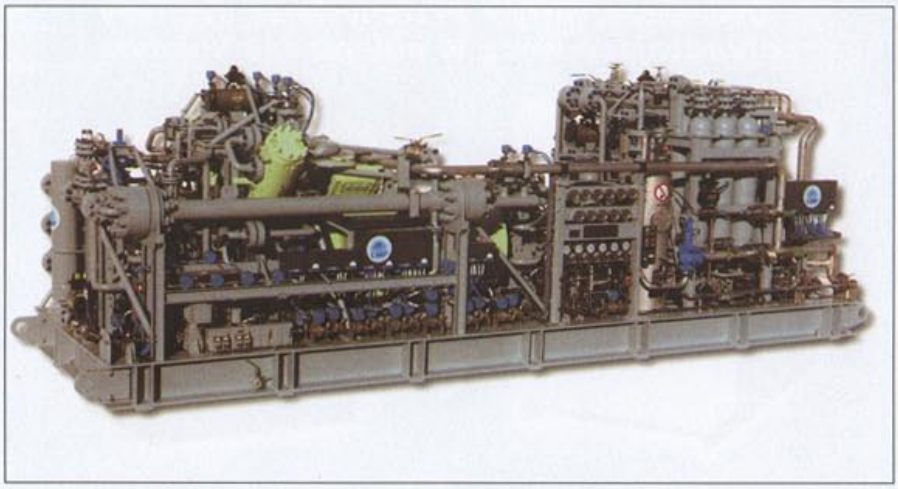
Zakres produkcji

O dzisiejszym profilu firmy zdecydowały m. in. wymienione etapy rozwoju technicznego:

Fot. 2 Zakład produkcyjny firmy Leobersdorfer Maschinenfabrik – Loebersdorf, Austria

- W 1988 r. wyprodukowano i dostarczono pierwsze zespoły kompresorów wysokociśnieniowych dla statków do badań sejsmicznych.
- W 1985 r. na rynek wprowadzono pierwszy kompresor do gazów procesowych.
- W roku 1988 LMF wyprodukowano pierwszy bezolejowy kompresor do zastoso-wań PET.
- W 1993 r. opracowano kompresory z regulowanymi obrotami.
- W 1998 r. wprowadzono panel sterujący „Air –Logic".
- W 1999 r. zbudowano jednostkę kompresorową zawierającą system separacji azotu.
- W 2000 r. opracowano kompresory o wysokiej wydajności w układzie „bokser".

Dzisiaj firma jest wiodącym austriackim producentem wysokociśnieniowych kompresorów tłokowych do powietrza, gazu ziemnego,

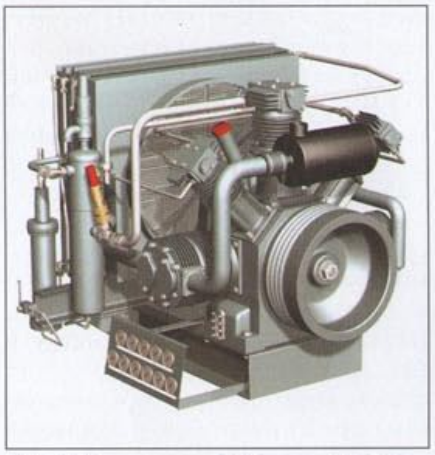


Fot. 3 Sprężarka tłokowa o wysokiej wydajności

i innych gazów technicznych i przemysłowych, kompresorów o zakresie mocy od 20 do 1200 kW i ciśnień do 450 bar. Firma sprzedaje ponad 90% produkcji odbiorcom na całym świecie. Sprężarki mają zastosowanie w przemyśle wydobywczym gazu i ropy naftowej chemicznym, petrochemicznym, tworzyw sztucznych i wielu innych. Roczny obrót firmy wynosi ok. 25 mln EUR.

Główne linie produktów

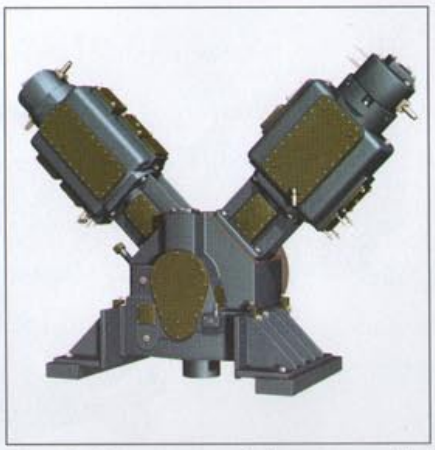
Kompresory tłokowe wysokociśnieniowe chłodzone powietrzem i wodą, kompresory chłodzone wodą w konfiguracji cylindrów pionowej i w układzie „bokser", smarowane i bezsmarowe, kompresory o wysokiej wydajności, jednostki wysokociśnieniowe złożone z kompresorów śrubowych i tłokowych, jednostki ze zintegro-wanym systemem separacji azotu, Specjalne wykonania kompresorów według specyfikacji zamawiającego.



Fot. 4 Kompresor tłokowy chłodzony powietrzem firmy LMF

Kompresory tłokowe chłodzone powietrzem

- Ekonomiczne rozwiązanie dla zastosowań wymagających wysokiego ciśnienia i niezbyt wysokich wydajności, minimum wymaganej przestrzeni dzięki optymalnemu usytuowaniu cylindrów.
- Niska temperatura pracy dzięki chłodnicom międzystopniowym.
- Niski poziom wibracji dzięki dobrze zbalansowanym masom elementów ruchomych.
- Łatwe serwisowanie dzięki rozwiązaniom zaworów, umożliwiającym obsługę serwisową bez demontowania przyłączy.



Fot. 5 Kompresor tłokowy wysokiej wydajności chłodzony wodą, cylindry w układzie V

Kompresory tłokowe chłodzone wodą

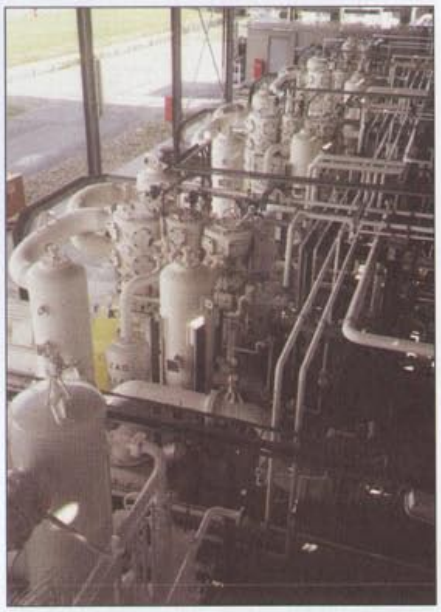
- Zaprojektowane do wysokich ciśnień i wysokich wydajności;
- odpowiednie do różnych gazów technicznych, dzięki wersjom smarowanym, o zmniejszonym smarowaniu i bezsmarowym;
- minimalna ilość wymaganej powierzchni dzięki cylindrom w układzie „V";
- niska temperatura pracy dzięki otwartemu i zamkniętemu systemowi chłodzenia na każdym stopniu.

Zastosowania kompresorów bezolejowych do produkcji PET

- Pełny zakres od 600 Nm^3/h do 2700 Nm^3/h;
- całkowicie bezsmarowe działanie,
- regulowana wydajność;
- elastyczność konfiguracji dzięki konstrukcji modułowej;
- znaczna oszczędność energii przy częściowym obciążeniu;
- miejsce posadowienia nie wymaga specjalnego przygotowania.

Kompresory do gazów procesowych

- Odpowiednie do rożnych gazów i mieszanin ze względu na wersje cylindrów bezolejowe, częściowo smarowane i smarowane;
- minimalne wymagania przestrzeni, dzięki kompaktowemu upakowaniu i zamontowaniu na płozach;



Fot. 7 Kompresory w przemyśle chemicznym

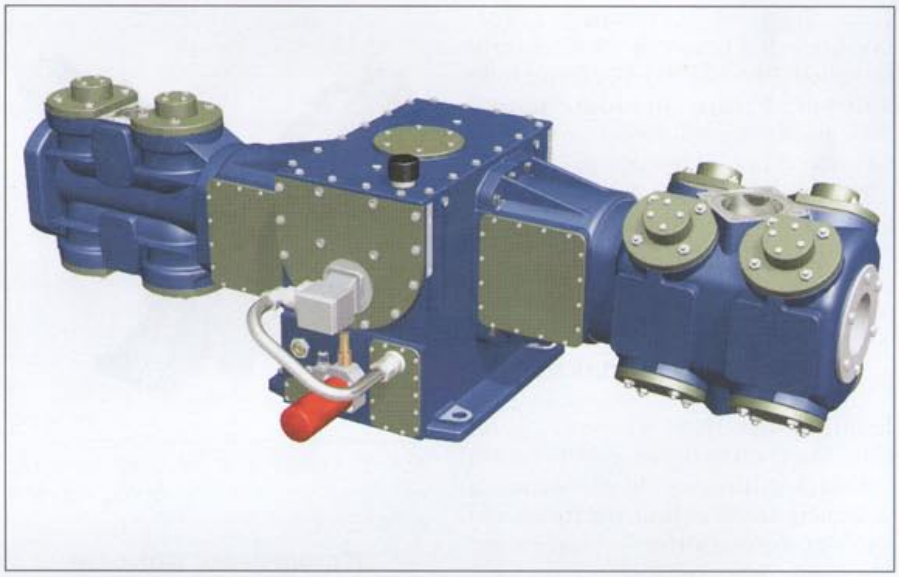
- zgodność z API 618 (pełna lub częściowa);
- duży wybór rozwiązań dzięki układowi cylindrów pionowemu lub „bokser";
- zakres mocy od 50 do 1000 kW i ciśnienia do 450 bar;
- dopasowanie „na miarę" do konkretnego zastosowania.

Fot. 6 Zestaw wysokociśnieniowy do rozdmuchiwania butelek PET

Jednostki wysokociśnieniowe

- Dostępne stacjonarne i przewoźne (montowane na samochodach lub przyczepach);
- minimalna powierzchnia wymagana do posadowienia;
- dopasowane do rozmiarów standardowych kontenerów;
- zaprojektowane pod katem minimalnych wibracji;
- zintegrowane rozwiązanie z systemem separacji azotu;
- napędzane silnikiem elektrycznym lub silnikiem Diesla;
- zamontowana na ciężarówce jednostka wysokociśnieniowa z kompresorem VC-3221 W 25 wraz z wymiennikiem ciepła azot/powietrze, napędzana 12-cylindrowym silnikiem Diesla o mocy 900 kW, umieszczona w kontenerze umożliwiającym pracę przy temperaturze otoczenia od +35 do –50 °C;
- kompresory wysokoobrotowe w układzie „bokser";
- ekonomiczne posadowienie bez fundamentu oraz łagodne działanie dzięki zbalansowanej konstrukcji;
- bezpośrednie połączenie z silnikiem elektrycznym, na paliwo ciekłe lub gaz dla uzyskania wysokich obrotów do 1800 obr/min;
- kanały przepływowe o dużym przekroju, przystosowane do zwiększonej wydajności;
- oprowadzenie kondensatu z cylindrów poprzez zaworu umieszczone w najniższej ich części;

Fot. 9 Jednostka kompresorowa napędzana silnikiem Diesla do pracy w różnych warunkach klimatycznych



Fot. 8 Wysokoobrotowa sprężarka tłokowa w układzie „bokser"

- konstrukcja zaprojektowana pod kątem łatwego dostępu do obsługi serwisowej.

Produkcja i testowanie

Ciągłe inwestowanie w nowoczesne komputerowo sterowane maszyny produkcyjne, urządzenia, narzędzia, elektroniczne systemy testujące, wyposażenie CAD itp.

Testowanie każdej jednostki kompresorów w warunkach maksymalnego obciążenia zgodnie z wymogam i zamawiającego i międzynarodowych standardów.

Obsługa po sprzedaży i serwis

- Rozbudowana światowa sieć sprzedaży i serwisu;
- 43 przedstawicieli handlowych i serwisowych na całym świecie;
- możliwość dotarcia inżynierów serwisu do dowolnego miejsca pracy kompresorów;
- szkolenia u użytkownika i w fabryce LMF;
- dostępność materiałów szkoleniowych na płytach CD i kasetach video;

Oferta EDBU

Firma EDBU ma wieloletnie doświadczenie w handlu zagranicznym oraz dysponuje doświadczoną grupą remontową, przeszkoloną w LMF Austria wraz z uprawnieniami energetycznymi E i na urządzenia sprężarkowe oraz sieci sprężonego powietrza do 600 bar.

Jako serwisant fabryczny LMF, firma EDBU zapewnia: bezpłatne doradztwo w projektowaniu sprężarkowni i sieci sprężonego powietrza, dostawy urządzeń, montaż i rozruch, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny, opracowanie wszelkich instrukcji DTR w języku polskim, krótkie terminy realizacji zamówień, szybką i profesjonalną obsługę.

Ponadto EDBU proponuje: dostawy urządzeń sprężarkowych produkcji austriackiej, niemieckiej, rosyjskiej, szwedzkiej i czeskiej, przeglądy i remonty bieżące, średnie i kapitalne, projektowanie kompletnych sieci sprężonego powietrza, dostawy części zamiennych, dostawy osuszaczy i filtrów powietrza, diagnostyka stanu urządzeń technicznych.

Istotną pozycją w ofercie firmy EDBU są wszelkiego rodzaju zawory robocze firmy HOERBIGER do sprężarek różnych typów, a także zawory bezpieczeństwa LESER.

* * *

Firma serdecznie zaprasza do współpracy.

Artykuł promocyjny EDBU Sp. z o.o.

Technologie Sprężania
EDBU Sp. z o.o.
66-400 Gorzów, ul. Wybickiego 6/5
tel./fax (095) 722 59 76
tel. kom. 0601 75 20 99
e-mail: edbu1@wp.pl, www.edbu.pl

Branża pneumatyczna w Polsce

OFERUJE:

- *Śrubowe agregaty sprężarkowe*
- *Filtry, osuszacze ziębnicze i adsorpcyjne*
- *Budowę kompletnych stacji sprężonego powietrza*
- *Części zamienne, remonty*
- *Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny*

FABRYKA MASZYN W STRZYŻOWIE

FABRYKA MASZYN
W STRZYŻOWIE
38-100 STRZYŻÓW
ul. 1 Maja
tel.: (017) 276-10-86, 276-13-28
fax: (017) 276-15-33
http://www.fms.intertele.pl
e-mail: marketing@itl.pl

FMS STRZYŻÓW

Pneumatyka

Dwumiesięcznik o technice sprężania gazów ukazuje się od 1996 roku. Jest to forum, na którym specjaliści-teoretycy i praktycy przedstawiają fachowe artykuły omawiające eksploatację wszystkich typów sprężarek, osuszaczy, filtrów, narzędzi pneumatycznych, instalacji sprężonego powietrza, pneumatycznych układów napędowo-sterujących oraz transportu pneumatycznego. Pismo przeznaczone jest dla użytkowników sprężonego powietrza w wielu gałęziach przemysłu, takich jak górnictwo, metalurgia, energetyka, przemysł drzewny, maszynowy, spożywczy oraz wszędzie tam, gdzie stosowane jest sprężone powietrze.

Spis reklam

AMET 8
Atlas Copco 35
Bovin 6
CompRot 42
domnick hunter 11
FMS Strzyżów 49
Fripol 9
Hiross 25, 31
HPS 10
INCO 9
Inwet 8
Kompress 7
Norgren-Herion 33
Pascal 17
Pneumatica 5
Pneumatik 5
Pneumat System 13
Prema Kielce 6
SMC 41
Unigoods 45

Okładka

I. ..... BIAP
II ..... B.H. Ruda
III ..... Wimtec
IV ..... Rafineria Gdańska

Artykuły promocyjne

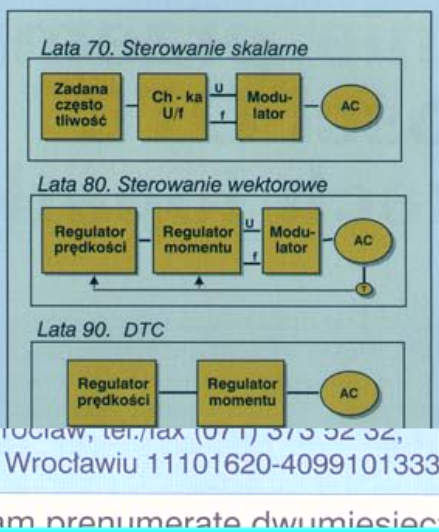
Pneumatik 12
ultrafilter 16
BP Techem 14
Kaeser 21
Ara Pneumatik 22
EDBU 46

Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika Pneumatyka

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel./fax (071) 372 52 32

zy rozruchu, zatrzy-
aniu przyspieszenia
Regulacja prędkości
a jest bardzo szybka
rezultacie właściwo-
iem klatkowym zbli-
wości typowych dla
ego. Przemiennik ze
C można zastosować
ka klatkowego w do-
e bez potrzeby sto-
kolwiek zmian czy
zie sterującym.
przemienniki DTC

nymi uwarunkowaniami pracy stopnia. Siła wypadkowa działająca na przesuwne łopatki przy najmniejszych obrotach musi zapewnić odpowiednio szczelne połączenie dynamiczne pomiędzy krawędzią łopatki a cylindrem komory sprężania oraz nie dopuścić do utraty z nią kontaktu mechanicznego. Maksymalne obroty limituje bezpieczna wytrzymałość filmu olejowego pomiędzy tymi powierzchniami (dopuszczalna bezpieczna prędkość liniowa łopatek po korpusie wynosi 29-30 m/s). Przedstawia to rys 2.



kowego, także p
mywaniu, forso
czy hamowania.
i momentu silni
i precyzyjna. W
ści napędu z silni
żają się do właś
napędu prądu st
sterowaniem D
do każdego silni
wolnym napędz
sowania jakich
sprzężeń w ukła
Zastosowanie

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel./fax (071) 372 52 32,
Powszechny Bank Kredytowy SA w Warszawie III oddz. we Wrocławiu 11101620-409910133389

ma

Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika

fi

XII Krajowa Konferencja
PNEUMA 2002
Pneumatyka w polskim przemyśle

BIAŁYSTOK - WIGRY
20-23 czerwca 2002 r.

Organizatorzy

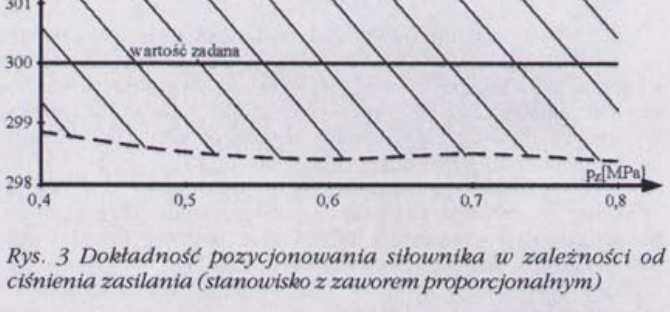
Politechnika Białostocka
Politechnika Rzeszowska
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach
patronat medialny: Czasopismo „PNEUMATYKA

Komitet naukowy konferencji

prof. dr hab. inż. Mirosław Werszko – przewodniczący
prof. dr hab. inż. Wiesław Szenajch – v-ce przewodniczący
inż. Józef Barycki
mgr Zdzisław Chrapkiewicz
dr hab. inż., prof. nadzw. Ryszard Dindorf
dr hab. inż., prof. nadzw. Jerzy Iwaszko
dr hab.

- dla ciśnienia 0,7 MPa (rozrzut wyników +1,7, –1,7 mm),
- dla ciśnienia 0,8 MPa (rozrzut wyników +1,7, –1,3 mm).

Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe wyniki doświadczalne dokładności pozycjonowania siłownika, w zależności od ciśnienia zasilania (z zaworem proporcjonalnym).



Rys. 3 Dokładność pozycjonowania siłownika w zależności od ciśnienia zasilania (stanowisko z zaworem proporcjonalnym)

Dokładność pozycjonowania tłoczyska po wyłączeniu sygnału sterującego, sterowanego rozdzielaczem 5/3, na pozycji 300 mm waha się w granicach ±2,0 mm.

Rozszerzenie zakresu badań czy też zmianę metodyki badań uzyskuje się po podłączeniu sterownika do komputera. W takiej konfiguracji można wykonać następujące badania:

przy czym:

$$\Delta(k) = k_p[r_0 e(k) + r_1 e(k-1) + r_2 e(k-2)]$$

$$r_0 = 1 + \frac{T_d}{T}, \quad r_1 = -\left(1 + 2\frac{T_d}{T} - \frac{T}{T_i}\right)$$

$$r_2 = \frac{T_d}{T}$$

gdzie:
k – bieżący czas,
$U(k)$ – sterowanie sygnałem wyjścia regulatora w c
$e(k), e(k-1), e(k-2)$ – odchyłka regulacji w chwili ste
2,
k_p – współczynniki proporcjonalności,
T_d – stała czasowa akcji różniczkującej,
T_i – czas zdwojenia (działanie akcji całkującej),
T – czas próbkowania,
r_0, r_1, r_2 – współczynnik regulatora PID w wykonan

Podsumowanie

Siłownik pneumatyczny, będący ważnym elem napędowych w urządzeniach przemysłowych, st nie mechatroniczne. Właśnie takie podejście w p nia studentów może dać pełen obraz problemów pracy tych urządzeń, a także ich budowy. W reali nas ćwiczeniu studenci zapoznają się z problemat nia i pomiaru położenia tłoczyska. Ponadto mog

Wykaz referatów cz. I

Referaty zamieszczone w Pneumatyce nr 3/34/2002

Modele zachowań ruchowych pneumatycznego napędu siłownikowego w syntezie układów sterowania pozycyjnego 3
dr inż. Mariusz Olszewski, Instytut Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej

Microfluidic oscillator for generating oil/water emulsion 8
Vaclav Tesař, Department of Chemical and Process Engineering The University of Sheffield, United Kingdom,
Kazimierz Peszyński, Department of Control and Machinery Design, The University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz, Poland

Zdwojony rozdzielacz pneumatyczny z pośrednią kontrolą położeń grzybków 11
Łukasz N. Węsierski, Andrzej Wiatkowski, lukwes@prz.rzessim.pt, obr@kce.pl Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach
Politechnika Rzeszowska w Rzeszowie

Notacja grafów wiązań dla układów pneumatycznych 13
dr hab. inż. Ryszard Dindorf, prof. PŚK, Politechnika Świętokrzyska, Kielce, prof dr hab. inż. Jerzy Wołkow

Pneumatyka w pomiarach ciśnienia krwi 14
prof. dr hab. inż. Mirosław Werszko, dr inż. Radosław Werszko, Politechnika Wrocławska

Sposób doboru zaworu rozdzielającego z katalogu 16
Tomasz Kiczkowiak, Katedra Systemów Sterowania, Politechnika Koszalińska
75-620 Koszalin, ul. Racławicka 15-17, e-mail: kiczko@lew.tu.koszalin.pl

Półautomatyczna foliarka PFZ II do foliowania zaworów butli LPG 19
mgr inż. Wojciech Kowalczuk, Tema Sp. z o.o., Białystok, mgr inż. Zbigniew Suchocki, Tema Sp. z o.o.. Białystok
dr hab. inż. Franciszek Siemieniako, prof. PB, Politechnika Białostocka, Wydz. Mech., dr inż. Jan Skórko, Tema Sp. z o.o., Białystok

Pneumatyka w przemyśle włókienniczym (zagadnienia wybrane) 20
Leszek Zawadzki
Katedra Mechaniki Maszyn Włókienniczych, Politechnika Łódzka
ul. Żwirki 36, 90-924 Łódź, tel./fax (42)631 33 84, e-mail:awilanow@ck-sg.p.lodz.pl

Przepływ powietrza oraz wpływ włókien i przędzy na jego wybrane parametry w nadciśnieniowej komorze przędzącej .. 22
dr inż. Józef Golański – adiunkt w katedrze Mechaniki Maszyn Włókienniczych Politechniki Łódzkiej
dr inż. Dariusz Witczak – adiunkt w katedrze Mechaniki Technicznej Politechniki Łódzkiej i adiunkt w katedrze Inżynierskich Zastosowań Informatyki Wyższej Szkoły Informatyki w Łodzi

Badania laboratoryjne elektropneumatycznych generatorów drgań mechanicznych 24
dr inż. Janusz Pluta, dr inż. Andrzej Podsiadło, mgr inż. Roman Korzeniowski
Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Automatyzacji Procesów,
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30, e-mail: plutian@ci.agh.edu.pl, apod@uci.agh.edu.pt, korzerom@uci.agh.edu.pl

Zastosowanie hamulca magnetoreologicznego do regulacji prędkości obrotowej siłownika pneumatycznego 27
Bogdan Sapiński*, Sławomir Bydoń**,
Katedra Automatyzacji Procesów, Akademia Górniczo-Hutnicza,
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30, *deep@uci.agh.edu.pl, **sbydon@uci.agh.edu.pl

Pneumatyczny silnik krokowy typu SMM 30
Józef Niegoda
Politechnika Gdańska, Wydziat Mechaniczny, 80-952 Gdańsk, ul. G. Narutowicza 11/12,
jniegoda@pg.gda.pl

Zagadnienie sterowania systemami zasilania sprężonym powietrzem 32
Łukasz N. Węsierski
Politechnika Rzeszowska w Rzeszowie, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach,
lukwes@prz.rzeszów.pl

Optymalizacja parametrów regulatora serwonapędu elektropneumatycznego 33
dr inż. Janusz Pluta, dr inż. Waldemar Rączka, dr inż. Marek Sibielak
Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydzial Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Automatyzacji Procesów,
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30, e-mail: plutian@uci.agh.edu.pl, wraczka@uci.agh.edu.pt, sibielak@uci.agh.edu.pl

Modelowanie układu napędowego z dwoma siłownikami membranowymi 36
Zbigniew Sławomir Kulesza
Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok, kuleszbi@cksr.ac.bialystok.pl

Sterowanie manipulatora przemysłowego AA - 700 38
mgr inż. Kazimierz Dzierżek, mgr inż. T. Huścio, mgr inż. T. Kuźmierowski, dr inż. L. Gołdyn

Specjalny zawór poliharmonicznych sygnałów pneumatycznych 40
dr hab. inż. Bolesław Kuźniewski, prof nadzw. Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie, Instytut Nauk Podstawowych Technicznych, ul. Podgórna 51/53, 70-205 Szczecin, tel. +48 91 433 45 21, fax+48 91 434 10 98, e-mail: boku@wsm.szczecin.pl

OBR Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach - czy to już tylko historia? 43
Józef Barycki
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach, obr@kce.pl

Od redakcji.
W części I zamieszczonej w Pneumatyce 3/34/2002 wystąpiły błędy w nazwiskach autorów referatów. Poniżej podajemy prawidłowe informacje:

Microfluidic oscillator for generating oil/water emulsion
Vaclav Tesař, Department of Chemical and Process Engineering The University of Sheffield, United Kingdom,
Kazimierz Peszyński, Department of Control and Machinery Design, The University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz, Poland.
(błąd w spisie treści oraz w artykule na str. 8)

Przepływ powietrza oraz wpływ włókien i przędzy na jego wybrane parametry w nadciśnieniowej komorze przędzącej.
dr inż. Józef Golański – adiunkt w Katedrze Mechaniki Maszyn Włókienniczych Politechniki Łódzkiej,
dr inż. Dariusz Witczak – adiunkt w Katedrze Mechaniki Technicznej Politechniki Łódzkiej i adiunkt w Katedrze Inżynierskich Zastosowań Informatyki Wyższej Szkoły Informatyki w Łodzi.
(błąd w spisie treści)

Za błędy redakcja serdecznie przeprasza Autorów i Czytelników

Wykaz referatów cz. II

Referaty zamieszczone w Pneumatyce nr 4/35/2002

Uszczelnienia w technice wysokich ciśnień. Zawór szczelinowy 4
dr inż. Zdzisław Sysak
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Instytut Techniki Cieplnej i Mechaniki Płynów

Konstrukcja układów pneumatycznych nowoczesnych urządzeń wiertniczych dużych mocy 6
dr inż. Krzysztof Władzielczyk
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Zarządzanie bezpieczeństwem układów pneumatycznych 8
mgr inż. Dorota Stadnicka
Politechnika Rzeszowska

Analiza odkształcenia wieloosiowego napędu elektropneumatycznego 10
mgr inż. Paweł Łaski
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Samodzielny Zakład Automatyki i Robotyki
Laskip@eden.tu.kielce.pl

Badania dynamiki napędu udarowego z samoczynnym zaworem impulsowym 12
mgr inż. Józef Barycki*, mgr inż. Mirosław Ganczarek**, prof. dr hab. inż. Wacław Kollek***, prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński**
* Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach
** Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej
*** Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej

Projektowanie i symulacja działania układów elektropneumatycznych za pomocą programu FLUID SIM-3P 14
dr hab. inż. Ryszard Dindorf, prof. PŚk, mgr inż. Paweł Łaski, Politechnika Świętokrzyska, Kielce,
prof. dr hab. inż. Jerzy Wołkow, Politechnika Krakowska.

Miniaturowa głowica do wkręcania łączników gwintowych 15
mgr inż. Wojciech Śliżewski
Zespół Szkół Technicznych
16 –400 Suwałki, Sejneńska 33

Zagadnienia technologiczne i eksploatacyjne urządzeń sterujących i wykonawczych pneumatyki 17
dr inż. Antoni Znorko

Układ pozycjonowania siłowników pneumatycznych – stanowisko dydaktyczne 19
mgr inż.Kazimierz Dzierżek
Katedra Techniki Automatyzacji, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka,
ul. Wiejska 45c, 15–351 Białystok, email:kazde@pb.bialystok.pl

Uszczelnienia w technice wysokich ciśnień

Zdzisław Sysak
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny
Instytut Techniki Cieplnej I Mechaniki Płynów

Wprowadzenie

W maszynach i urządzeniach pneumatycznych jak również hydraulicznych pracujących pod ciśnieniem stosowane są uszczelnienia, których zadaniem jest zapewnienie szczelności. Rola i znaczenie uszczelnień w miarę rozwoju techniki stale wzrasta. Przyczyn jest wiele. Jedną z zasadniczych jest dbałość o ochronę środowiska. Przytoczymy tylko jeden przykład - otóż jedna kropla oleju może zanieczyścić 200 litrów wody. W nowych oraz modernizowanych konstrukcjach zaleca się stosowanie uszczelnień najnowszej generacji. Odnosi się to bezpośrednio do intensywnie rozwijających się napędów i sterowań pneumatycznych i hydraulicznych z wyraźnym wyróżnieniem automatyki, gdzie obniża się ciężar urządzeń poprzez zmniejszenie gabarytów i podwyższenie wartości ciśnienia roboczego. Rozwój techniki i technologii, zwłaszcza chemii i energe-tyki atomowej z zastosowaniem reaktorów dla wysokich ciśnień i temperatur oraz różnych czynników, w tym silnie agresywnych, byłby niemożliwy bez zapewnienia odpowiedniej szczelności różnych maszyn i urządzeń [1,4].

Od poprawnej pracy uszczelnienia zależy okres eksploatacji urządzenia pomiędzy remontami. O wadze problemu niech świadczy fakt, że większość awarii maszyn i urządzeń pracujących pod ciśnieniem spowodowana jest nieprawidłową pracą węzła uszczelniającego, przy czym koszt remontu urządzenia jest bardzo duży w porównaniu z ceną uszczelnienia, a trudno przewidzieć koszty wynikające z awaryjnego przerwania procesu technologicznego spowodowane złą pracą uszczelnienia.

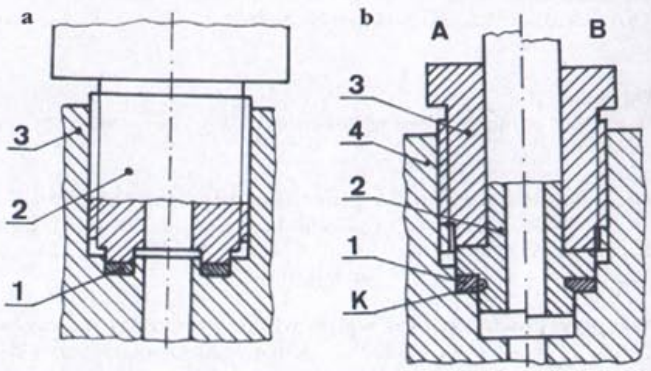
Konstrukcję uszczelnień stosowanych we współczesnych maszynach i urządzeniach powinny cechować: niezawodność, prostota, duża odporność mechaniczna, chemiczna i cieplna, szczelność, mały współczynnik tarcia, łatwy montaż i demontaż, odporność na korozję, bezpieczeństwo pracy, możliwie niskie koszty wytwarzania.

W zależności od rodzaju ruchu współpracujących elementów wyróżnia się uszczelnienia dla połączeń spoczynkowych (statycznych) oraz połączeń ruchowych (dynamicznych). Uszczelnienia spoczynkowe wyróżniane są jako rozłączalne i nierozłączalne; rozłączalne to takie, które mogą byś demontowane bez celowego zniszczenia węzła uszczelniającego. Uszczelnienia ruchowe zapewniają szczelność w urządzeniach i maszynach pracujących ruchem posuwisto-zwrotnym, w określonych warunkach mogą również pełnić rolę uszczelnienia dla ruchu obrotowego. Szczególną cechą uszczelnień jest zapewnienie poprawnej pracy układu w całym zakresie ciśnień, tj. zapewnienie szczelności od ciśnień najniższych do ciśnień próby szczelności układu (p_{pr}).

Zaprezentowane zostaną wybrane problemy eksploatacyjne oraz rozwiązania konstrukcyjne węzłów uszczelniających stosowanych w urządzeniach wchodzących w skład wysokociśnieniowego hydrostatycznego autorskiego stanowiska badawczego zaprojektowanego i eksploatowanego w Instytucie Techniki Cieplnej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej.

Uszczelnienia spoczynkowe nieczęsto demontowane

Konstrukcje uszczelnień spoczynkowych rozłączalnych różnią się w zależności od częstości demontażu. W połączeniach podlegających demontażowi przy zmianie konfiguracji urządzeń – czynność rzadko wykonywana – stosowane są uszczelnienia z powierzchnią skompensowaną (rys.1.a, 1.b). Zasada działania polega na wytworzeniu wstępnego obciążenia wywołującego w uszczelce płaskiej minimalny jednostkowy nacisk stykowy $p_{k\,min}$, zapewniający szczelność. Uszczelka pod wpływem obciążenia odkształca się i przybiera kształt rowka/gniazda, wypełniając nierówności. Naprężenia w uszczelce wywołane wstępnym obciążeniem muszą być wyższe od ciśnienia roboczego występującego w przestrzeni uszczelnianej. Minimalne wartości jednostkowych nacisków dla uszczelek płaskich wykonanych z różnych materiałów podane są w pracy Kondakowa [2] w tabl. 5.



Rys. 1 Węzły uszczelniające z uszczelką płaską o powierzchni uszczelniającej skompensowanej

Konstrukcja węzła uszczelniającego – przedstawiona na rys.1.a – którego podstawowym elementem jest płaska uszczelka pierścieniowa (1), umieszczona w rowku prostokątnym wykonanym w korpusie (3) i dociskana śrubą (2). Śruba (2) dociskająca uszczelkę (1) ma odpowiedni pierścieniowy występ odpowiadający wymiarom prostokątnego rowka. Elementy tworzące węzeł uszczelniający muszą być starannie wykonane; gwint i rowek w korpusie (3) muszą być wykonane z jednego zamocowania, takie same wymogi stawiane są przy wykonaniu gwintu i pierścieniowego występu śruby (2). Wadą tej konstrukcji są trudności związane z wymianą uszczelki, którą można usunąć stosując obróbkę mechaniczną. Inną niedogodnością jest to, że podczas dokręcania śruby może wystąpić nierównomierne przesunięcie uszczelki, powodując jej sfalowanie i tym samym wystąpienie w niej niejednorodnych naprężeń miejscowych.

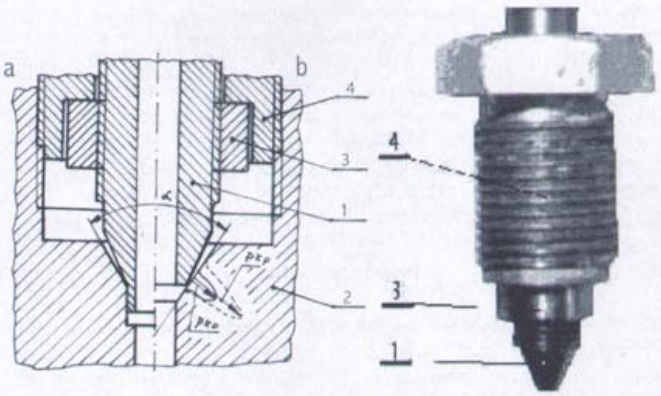
Rozwiązanie konstrukcyjne uszczelnienia eliminujące skręcenie płaskiej uszczelki pierścieniowej przedstawiono na rys.1b. Płaska uszczelka pierścieniowa (1) usytuowana jest na pierścieniowej powierzchni w korpusie (4) i dociśnięta pierścieniową powierzchnią dławika (2) (patrz rys.1.b.A). Szczelność uzyskuje się przez dokręcenie odpowiednim momentem śruby dociskowej (3), powodując przemieszczenie poosiowe dławika (2) i wywołując w uszczelce (1) naprężenia przekraczające granicę plastyczności i jej odkształcenie. Wyjęcie uszczelki umożliwia podcięcie (K) na powierzchni walcowej dławika o odpowiednim kształcie do którego „wpływa" uszczelka po odkształceniu (patrz rys.1.b.B).

Uszczelnienia te cechuje prostota konstrukcji. Przedstawione powyżej węzły uszczelniające mogą być stosowane w urządzeniach pracujących pod ciśnieniem do 50 80 MPa w normalnych temperaturach.

Węzeł uszczelniający przedstawiony na rys. 2 jest połączeniem bezpośrednim o powierzchniach uszczelniających mających postać stożków. Połączenie ze stożkiem zakończonym tulejką (rys.2.a) zapewnia doszczelnienie na części tulejowej, lecz trudności wynikające z wykonaniem ograniczają jego stosowanie.

Kąt wierzchołkowy stożka-gniazda ? (2) jest większy o 1^0 do 2^0 od kąta wierzchołkowego stożka-przyłącza (kapilary) (1). W połączeniu stożkowym wielkość kąta α przyjmowana jest w zależności od wartości ciśnienia: dla niskich ciśnień kąt α wynosi 90^0, dla wyższych 74^0, dla ciśnień wysokich – 60^0. Korndorf [3] w urządzeniach wysokociśnieniowych stosował kąt 50^0.

Zapewnienie szczelności połączenia stożkowego (rys.2.b) uzyskuje się przez dokręcanie śruby (4) wytwarzając siłę, która przekazywana jest przez nakrętkę (3) na kapilarę (1) i na powierzchnię gniazda (2). Powoduje to wystąpienie wstępnego obciążenia wywołującego minimalne naprężenia stykowe $p_{k0} > p_{k\,min}$. W czasie pracy urządzenia – będącego pod działaniem ciśnienia – naprężenia stykowe osiągają stan $p_{kp} > p_{ko}$ zapewniając doszczelnianie połączenia ze wzrostem ciśnienia. Naprężenia stykowe p_{kp} nie mogą przekroczyć wytrzymałości obliczeniowej na docisk R_{dH} przy uwzględnieniu teorii Hertza, tj. stanów granicznych materiałów, z których wykonany jest węzeł uszczelniający. W praktyce może wystąpić odkształcenie trwałe spowodowane przekroczeniem granicy plastyczności materiału w elemencie, w którym łatwiej można odtwo-



Rys. 2 Połączenie stożkowe: a) stożek zakończony tulejką, b) stożek

rzyć kształt i wymiary; dotyczy to przyłącza-kapilary (1). Element w którym wykonano gniazdo (2), powinien (po obróbce termicznej) posiadać twardość większą o około 5 HRC od przyłącza (1).

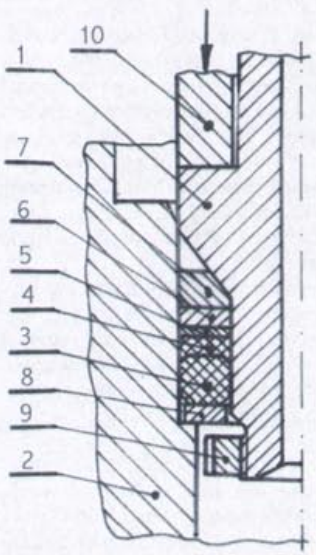
Przedstawiony powyżej węzeł uszczelniający został zaprojektowany, przebadany i zastosowany w stanowisku badawczym. Jest on prosty w wykonaniu i niezawodny w eksploatacji połączeń nie często demontowanych.

Uszczelnienia spoczynkowe często demontowane

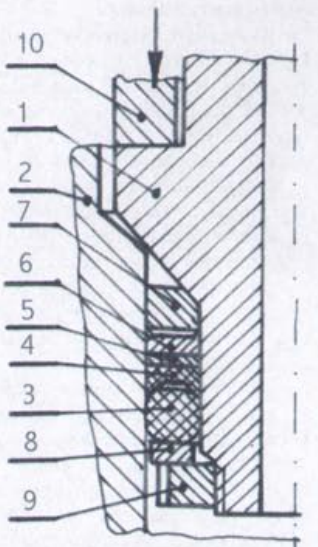
W urządzeniach i maszynach często demontowanych lub pracujących przy okresowo zmiennych wysokich ciśnieniach lub/i zmiennej temperaturze węzły uszczelniające narażone są na utratę szczelności.

Na przykładzie uszczelnień stosowanych do zamknięcia pokrywy zbiornika/reaktora wysokociśnieniowego przedstawiono rozwiązania konstrukcyjne spoczynkowych, często demontowanych węzłów uszczelniających (rys.3 i rys. 4). Reaktor wysokociśnieniowy (5) jest jednym z ważniejszych podzespołów wchodzących w skład stanowiska badawczego, może pracować w układzie zespolonym/otwartym lub układzie wydzielonym/zamkniętym, w zakresie ciśnień niskich (nieco wyższych od ciśnienia atmosferycznego) do wysokich (800 MPa). Na prawidłową pracę reaktora ma istotny wpływ węzeł uszczelniający, dlatego też konieczny jest staranny dobór kształtu, konfiguracji i materiałów na poszczególne uszczelki oraz określenie stanu stykających się powierzchni.

Przedstawione na rys. 3 i 4 węzły uszczelniające, zapewniające szczelność w całym zakresie ciśnień roboczych, różnią się konstrukcją. Materiały na uszczelki i konfiguracja pakietu uszczelniającego jest taka sama w obu węzłach. Od strony czynnika roboczego jako pierwszy jest pierścień gumowy typu O (3), następnie pierścień teflonowy (4), pierścień ołowiowy (5), pierścień z wyżarzanej miedzi (6), pierścień ze stali nierdzewnej 1H18N9T (8). Pierścienie uszczelniające osadzone są na zatyczce (1), podparte podkładką (8) i zabezpieczone przed wypadnięciem nakrętką (9) umożliwiającą wyjęcie pakietu uszczelniającego podczas demontażu reaktora.



Rys. 3 Węzeł uszczelniający z dociskiem



Rys. 4 Węzeł samouszczelniający

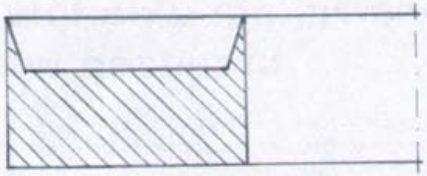
Zasada działania węzła uszczelniającego. Gumowy pierścień uszczelniający typu O (3), usytuowany w przestrzeni pierścieniowej utworzonej pomiędzy zatyczką (1) a korpusem reaktora (2) w tzw. dławnicy, zapewnia szczelności przy niskich ciśnieniach (do 16 MPa). Nieodzowne jest zapewnienie odpowiedniej wartości zacisku montażowego pierścienia zalecanego przez producenta pierścieni dla węzłów spoczynkowych. Dla wyższych ciśnień producenci uszczelek zalecają stosowanie pierścieni oporowych (back up) z teflonu lub podobnego materiału, który pod działaniem ciśnienia zakrywa szczelinę i uniemożliwia wypływanie pierścienia typu O. Zastosowany w węźle uszczelniającym pierścień teflonowy (4) ma kształt pierścienia typu U usytuowanego w kierunku pierścienia typu O. Wykonany jest z naddatkiem 0,05÷0,1 mm na powierzchniach cylindrycznych dla uzyskania pasowania wtłaczanego z gwarantowanym wciskiem.

Jeśli naprężenia w materiale uszczelki przekroczą wartość dopuszczalną, wówczas należy stosować dodatkowe uszczelki z materiałów o wyższych dopuszczalnych naprężeniach.

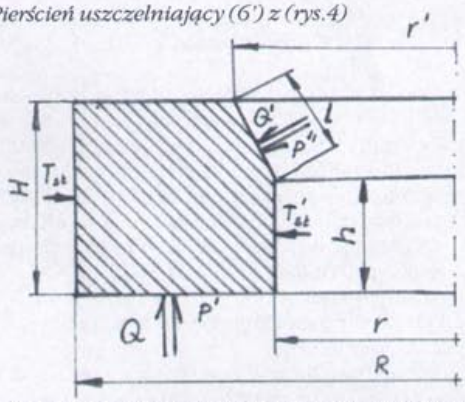
Przy ciśnieniach roboczych powyżej 50 MPa do pakietu uszczelniającego dodajemy metalowe pierścienie. Metalowe pierścienie uszczelniające wykonywane są najczęściej z wyżarzonej miękkiej stali, stali nierdzewnej, żelaza Armco, niklu, srebra, wyżarzonej miedzi, stopów miedzi, aluminium lub ołowiu.

Trzecią uszczelką od strony czynnika uszczelnianego jest pierścień z ołowiu (5) o g=1 mm wycięty z blachy. W węźle uszczelniającym z dociskiem (rys.3) zastosowano pierścień płaski z wyżarzonej miedzi (6), a w węźle samouszczelniającym (rys.4) zastosowano pierścień z wyżarzonej miedzi (6') z wyciętym rowkiem; uzyskane ostre występy spełniają zadanie pierścieni antyek; truzyjnych i doszczelniających. Pierścień (6') jest uszczelnieniem z powierzchnią nieskompensowaną.

Pierścień (7) zamykający pakiet uszczelniający jest wykonany ze stali 1H18N9T i ma kształt ściętego stożka wewnętrznego. Pierścień ten działa również w oparciu o zasadę nieskompensowanej powierzchni.



Rys. 5 Pierścień uszczelniający (6') z (rys.4)



Rys. 6 Pierścień uszczelniający (7) z nieskompensowaną powierzchnią

Istotą działania uszczelnienia z powierzchnią nieskompensowaną (rys.6) jest równowaga sił działających na powierzchnie pierścienia uszczelniającego wywołanych działaniem ciśnienia

$$A' = \pi (R^2 - r^2) \quad (1)$$

$$A'' = \pi l (r' + r) \quad (2)$$

$$A' > A'' \quad (3)$$

Powierzchnia poprzeczna pierścienia uszczelniającego A', na którą działa ciśnienie p' (ciśnienie przekazane przez pakiet uszczelniający, mniejsze od ciśnienia roboczego p panującego w reaktorze o straty wynikłe z tarcia statycznego uszczelek w dławnicy) jest większa od powierzchni pobocznicy stożka A''.

Z równowagi sił działających na uszczelkę określamy wartość ciśnienia na pobocznicy stożka. Powinno być mniejsze od naprężeń powodujących uplastycznienie materiału z którego wykonano zatyczkę (1).

$$Q = A' p' = \pi p' (R^2 - r^2) \quad (4)$$

$$Q' = A'' p'' = \pi p'' l (r' + r) \quad (5)$$

Tak więc

$$p'' = p' \frac{R^2 - r^2}{l(r'+r)} \quad (6)$$

Pierścień uszczelniający typu O przed montażem pokryty był talkiem lub bielą tytanową. Pierścienie metalowe pokrywane były grafitem lub dwusiarczkiem molibdenu, co powodowało znaczne zmniejszenie przywierania pierścieni do ścianek dławnicy i ułatwiało demontaż.

Pakiet uszczelniający może być użyty jednokrotnie, a wymontowane pierścienie nie mogą być montowane ponownie.

Stan powierzchni cylindrycznych dławnicy i metalowych pierścieni uszczelniających istotnie wpływa na szczelność i trwałość uszczelnienia. Powierzchnie cylindryczne dławnicy wykonane są przez toczenie i szlifowanie, zapewniające chropowatości $R_a < 0{,}4$ mm. Konieczne jest zaokrąglenie ostrych krawędzi dławnicy dla zabezpieczenia pierścieni uszczelniających przed uszkodzeniem w czasie montażu.

Różnice konstrukcyjne węzłów uszczelniających i wynikający z nich sposób działania. Węzeł uszczelniający z dociskiem (rys.3) ma w obszarze dławnicy na ściance korpusu (2) uskok, na którym opiera się podkładka (8) podtrzymująca pakiet uszczelniający. Zatyczka (1) dociskana tuleją (10) przemieszcza się osiowo i naciska na pakiet uszczelniający. Wskutek tego pojawia się w pierścieniach uszczelniających ciśnienie quasi-hydrostatyczne. W węźle uszczelniającym tego typu istnieje możliwość wytworzenia wstępnego obciążenia wywołującego żądane naprężenia stykowe $p_{k0} > p_{k\,min}$. Konstrukcja ta jest zalecana do stosowania w reaktorach gazowych oraz dla cieczy o dużej penetracji.

Węzeł samouszczelniający (rys.4) zapewnia szczelność początkową w wyniku naprężeń stykowych wywołanych zaciskiem montażowym uszczelek elastomerowych (3 i 4), dlatego też wymagana jest bardzo staranna obróbka powierzchni cylindrycznych dławnicy, zawężenie pola tolerancji (H6/h6) oraz dobór pierścieni uszczelniających. Węzeł ten posiada drugie uszczelnienie – uszczelnienie stożkowe. Konstrukcja ta preferowana jest dla reaktorów cieczowych pracujących pod bardzo wysokim ciśnieniem, może być stosowana z dobrym skutkiem również w reaktorach gazowych.

Podsumowanie

Węzły uszczelniające stosowane w maszynach i urządzeniach pneumatycznych i hydraulicznych mają zapewnić niezawodne działanie w przewidzianym czasie pracy. W związku z tym konieczny jest staranny dobór konstrukcji i materiałów na uszczelnienia, profesjonalne wykonawstwo oraz powierzenie nadzoru wykwalifikowanej i odpowiedzialnej obsłudze.

Zaprezentowane rozwiązania konstrukcyjne węzłów uszczelniających były testowane na wysokociśnieniowym stanowisku badawczym, uzyskane wyniki upoważniają do rekomendowania tychże konstrukcji do stosowania w szerokim zakresie ciśnień.

Literatura

1. Machowski,B., Ochoński, Wł., Czachórska, E.: Uszczelnienia, PWN, Warszawa 1991.
2. Kondakow, L. A.: Uszczelnienia układów hydraulicznych, WNT, Warszawa 1975.
3.Korndorf A.: Technika wysokich ciśnień w chemii, (Tłumaczenie z rosyjskiego), PWT, Warszawa 1957.
4. Dobrowolski, R., Robak, J.: Połączenia rurowe w układach automatyki, WNT, Warszawa 1967.
5. Sysak Z.: Wytwarzanie wysokich ciśnień - reaktor wysokociśnieniowy, Raport SPR nr 21/97, Instytut Techniki Cieplnej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.

Konstrukcja układów pneumatycznych nowoczesnych urządzeń wiertniczych dużych mocy

Dr inż. Krzysztof Władzielczyk
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych
Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie

Wprowadzenie

Od kilkudziesięciu lat w jednostkach wiertniczych, przeznaczonych do wierceń głębokich, podstawowymi układami, służącymi do sterowania pracą urządzenia, stały się układy pneumatyczne. Układy te w odniesieniu do urządzeń wiertniczych zapewniają m.in. [1]:

- łatwość i płynność sterowania pracą wyciągu i stołu obrotowego,
- odpowiednio szybkie przesterowywanie elementów wykonawczych,
- uniknięcie uderzeń medium roboczego w momencie przesterowywań, co w przypadku bardzo dużych mas przewodu wiertniczego ma ogromne znaczenie,
- możliwość wypuszczania medium do otoczenia praktycznie w dowolnej części instalacji układu,
- znacznie prostszą konstrukcję w porównaniu z układami hydraulicznymi, a co za tym idzie, niższy koszt instalacji i eksploatacji.

Urządzenie wiertnicze pracuje w określonym cyklu, składającym się z trzech podstawowych operacji: skręcania i zapuszczania przewodu, wiercenia (lub wykonania operacji w otworze, np. prac rekonstrukcyjnych) oraz rozkręcania i wyciągania przewodu wiertniczego.

Cykliczność pracy narzuca konstrukcji układu pneumatycznego wiertnicy wymóg wykonywania ściśle określonych sekwencji sterowania pracą poszczególnych elementów i podzespołów.

Struktura układów pneumatycznych urządzeń wiertniczych

W skład typowych układów pneumatycznych urządzeń wiertniczych wchodzą [1], [4], [6]:

- agregaty zasilające,
- elementy układu sterowania,
- elementy wykonawcze.

Cechą charakterystyczną układów pneumatycznych wiertnic dużej mocy jest wykorzystywanie układu pneumatycznego tak do sterowania pracą silnika napędowego i skrzyni biegów, jak również do sterowania pracą elementów hydraulicznych. W związku z tym w rozdziale 3 zaprezentowano pełny schemat funkcjonalny układu sterowania.

Agregaty zasilające.

Podstawowym podzespołem agregatu zasilającego są sprężarki, wytwarzające sprężone powietrze o ciśnieniu 0,8÷0,9 [MPa]. Wydajność sprężarki, w zależności od wielkości urządzenia, waha się w granicach 3,5 [m^3/min.]. Obecnie do zasilania układów pneumatycznych wiertnic stosowane są coraz częściej jednostopniowe sprężarki śrubowe napędzane bezpośrednio silnikiem wysokoprężnym wiertnicy.

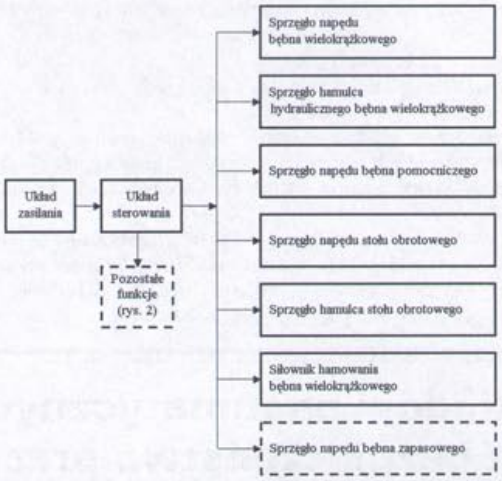
W skład agregatu wchodzą również z reguły 1 lub 2 zbiorniki wyrównawcze o pojemności 0,04÷0,2 [m^3]. Cały agregat wyposażony jest w odpowiednie zawory bezpieczeństwa i zawory zwrotne oraz automatyczne regulatory ciśnienia.

Praca urządzenia wiertniczego w różnych warunkach atmosferycznych wymusza konieczność stosowania w agregacie osuszaczy oraz filtrów powietrza. W związku z tym w konstrukcjach agregatów zasilających powszechnie stosuje się również filtry z optycznym wskaźnikiem stanu zanieczyszczeń oraz zawory samoczynnego opróżniania zbiorników wyrównawczych z kondensatu [4], [5].

Elementy wykonawcze.

Zdecydowaną większość elementów wykonawczych układu pneumatycznego stanowią sprzęgła, służące do przeniesienia napędu na główne podzespoły wiertnicy lub pełniące rolę ich hamulców (rys. 1).

We współczesnych maszynach wiertniczych dużych mocy zostało zupełnie wyeliminowane stosowanie popularnych do końca lat 80., sprzęgieł obwodowych sterowanych pneumatycznie. Ich miejsce



Rys. 1 Główne pneumatyczne elementy wykonawcze układu pneumatycznego urządzenia wiertniczego

zajęły sprzęgła cierne tarczowe, wytwarzane przez firmę TWIN DISC [2]. Typoszereg sprzęgieł PO, produkowanych przez tę firmę, pozwolił na konstrukcję urządzeń wiertniczych praktycznie w pełnym zakresie przenoszonych mocy, niezbędnych do realizacji procesu wiercenia.

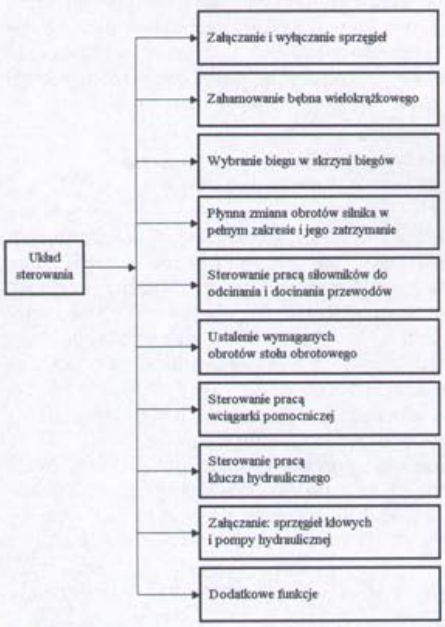
Sprzęgła PO charakteryzują się długotrwałą niezawodną pracą, odpornością na nagrzewanie się, możliwością przełączania w ruchu itp. Sterowanie ich pracą odbywa się za pomocą odpowiednich rozdzielaczy pneumatycznych, przy czym każde sprzęgło posiada zabudowany zawór szybkoupustowy, umożliwiający natychmiastowe rozłączenie sprzęgła w przypadku zaniku ciśnienia zasilania.

Wśród elementów wykonawczych znajduje się również pneumatyczny siłownik służący do automatycznego zahamowania bębna wielokrążkowego.

Jest to jedyny element wykonawczy układu pneumatycznego, którego praca nie jest sterowana przez wiertacza. Jego zadziałanie następuje w chwili, gdy czujnik poziomu nawinięcia liny na bęben wielokrążkowy uruchomi zasilanie siłownika sprężonym powietrzem. Jest więc to rodzaj elementu zabezpieczającego przed niekontrolowanym wjazdem wielokrążka ruchomego na koronę wieżomasztu.

Funkcje sterowania układu pneumatycznego

Jak wspomniano wyżej, układ pneumatyczny urządzeń wiertniczych służy również do sterowania pracą silnika napędowego, skrzyni biegów oraz hydraulicznych podzespołów wykonawczych: siłowników do odcinania i docinania przewodów, wciągarki hydraulicznej czy też klucza hydraulicznego.



Rys. 2 Pełny schemat funkcjonalny pneumatycznego układu sterowania

Pełny schemat funkcjonalny pneumatycznego układu sterowania przedstawiono na rys. 2.

Realizacja sterowania pracą elementów hydraulicznych odbywa się poprzez zastosowanie w układzie pneumatycznych sterowników rozdzielaczy hydraulicznych, np. firmy WALVOIL [4]. Sterowniki te, sprzężone z członami sterującymi odpowiednich rozdzielaczy hydraulicznych, umożliwiają ich szybkie i precyzyjne przesterowywanie, a tym samym kierowanie medium zasilającego (oleju) do właściwych elementów wykonawczych.

Dla każdego elementu wykonawczego, sterowanego pneumatycznie na linii zasilania sprężonym powietrzem, montowane są zawory z otworem upustowym, np. firmy REXROTH. Zawory te spełniają identyczną rolę jak zawory bezpieczeństwa w układach hydraulicznych i w przypadku niekontrolowanego wzrostu ciśnienia wypuszczają sprężone powietrze z instalacji do otoczenia.

Pulpit sterowniczy

Podczas pracy wiertnicy sterowanie poszczególnymi operacjami odbywa się z pulpitu sterowniczego (pulpitu wiertacza), którego umiejscowienie musi zapewniać dobrą widoczność przebiegu prowadzonych prac. Współczesne urządzenia wiertnicze posiadają tzw. pulpity przenośne, pozwalające na montaż pulpitu albo na poziomie podbudowy albo na ramie podwozia samojezdnego [4], [5], [6].

Na pulpicie instalowane są wszystkie elementy sterujące (rozdzielacze i zawory), służące do realizacji funkcji przedstawionych na rys. 2. Podstawowym elementem jest przepustnica do sterowania biegami skrzyni biegów, umożliwiająca wybór odpowiedniego biegu silnika w zależności od ciężaru przewodu wiertniczego (obciążenia na haku) i momentu obrotowego na stole. Obok pulpitu montowany jest regulator obrotów silnika (tzw. pedał gazu), służący do płynnego ustawiania obrotów silnika.

Z uwagi na sekwencyjność cyklu roboczego wiertnicy, na pulpicie grupuje się rozdzielane w zespoły odpowiedzialne za realizację poszczególnych funkcji. Takie rozwiązanie pozwala nie tylko na uzyskanie zwartej konstrukcji pulpitu, ale przede wszystkim wyklucza możliwość przypadkowego załączenia rozdzielacza lub zaworu niezwiązanego z wykonywaną funkcją.

Warto w tym miejscu nadmienić, że elementy sterujące, używane w układach pneumatycznych nowoczesnych urządzeń wiertniczych, charakteryzują się dużą różnorodnością typów. Fakt ten wynika z różnorodności funkcji układu sterowania. Najbardziej rozpowszechnione są zawory redukcyjne dwudrogowe, jednopołożeniowe, sterowane dźwignią, służące do wykonywania operacji typu „załącz – wyłącz". Oprócz nich stosowane są m.in.: zawory rozdzielające dwudrogowe dwu- i trzypołożeniowe, zawory przełączające itp. Z reguły europejscy wytwórcy urządzeń wiertniczych stosują przy tym produkty praktycznie tylko dwóch firm: REXROTH oraz WALVOIL, cechujące się niezawodnością działania i dużą trwałością w zmiennych warunkach atmosferycznych pracy wiertnicy.

Podsumowanie

Zaprezentowany w artykule opis głównych elementów układów pneumatycznych urządzeń wiertniczych dużych mocy pozwolił przynajmniej w skrótowy sposób przedstawić złożoność ich budowy i spełnianych funkcji. Rozważając konstrukcję układów trzeba mieć świadomość, że zabudowa elementów układów wiertnicy nastręcza konstruktorom wiele trudności wynikających tak z gabarytów wiertnic, jak i z dostępności do szeregu elementów wykonawczych (sprzęgieł) zamontowanych zwykle w podwoziu samojezdnym urządzenia wiertniczego. Długość i szerokość urządzenia powoduje, że łączna długość przewodów pneumatycznych wynosi z reguły kilkadziesiąt metrów, a sposób ich poprowadzenia w wiertnicy musi wykluczyć możliwość uszkodzenia przewodów w trakcie przemieszczania się i pracy wiertnicy.

Mimo tych trudności układy pneumatyczne są jednymi z najbardziej niezawodnych układów stosowanych w urządzeniach wiertniczych [3, 5]. Zastosowanie w układach nowoczesnych elementów wykonawczych i sterujących powoduje praktycznie bezawaryjną pracę układów pneumatycznych, co z uwagi na charakter pracy urządzenia wiertniczego ma kapitalne znaczenie dla bezpieczeństwa obsługi urządzenia.

Przedstawiony na rys. 2 schemat funkcjonalny obrazujący funkcje wykonywane przez pneumatyczny układ sterowania dotyczy wszystkich typów urządzeń wiertniczych dużych mocy. Z uwagi na specyfikę wiercenia otworów głębokich trudno jest wyobrazić sobie, aby w ciągu najbliższych lat funkcje układów pneumatycznych uległy radykalnym zmianom. Trzeba jednak w tym miejscu nadmienić, że szereg producentów wiertnic prowadzi zaawansowane prace badawcze nad automatyzacją operacji wyciągowych (skręcania i rozkręcania przewodu) i operacji wiercenia (automatyczny dobór momentu obrotowego na stole wiertniczym w zależności od własności zwiercanej skały). Automatyzacja wykonywania tych operacji

wymusza wprowadzenie do konstrukcji układów pneumatycznych szeregu nowych elementów pozwalających tak na oczujnikowanie stanów bądź pomiar odpowiednich wielkości, jak i na realizację procesu automatyzacji. W chwili obecnej prace te rozwijają się w dwóch kierunkach: wprowadzenia w układach pneumatycznych sterowania elektro-pneumo-hydraulicznego lub też wprowadzenia tak zwanych logicznych płyt przyłączeniowych.

Literatura

1. Knop H., Wędzicha J.: Wiertnicze urządzenia wyciągowe, Skrypt AGH nr 521, Kraków 1975.

2. Large Air Clutches. Twin Disc., Katalog.

3. Marianowski J., Władzielczyk K.: Przebieg i rezultaty badań eksploatacyjnych samojezdnego urządzenia R500 przeznaczonego do rekonstrukcji gazowych otworów eksploatacyjnych, Materiały konferencyjne XI Konferencji Naukowej „Problemy rozwoju maszyn roboczych" T.2., Gliwice – Zakopane 1998.

4. Wiertnica R500. Dokumentacja techniczno – ruchowa, Fabryka Maszyn „GLINIK" SA, Gorlice 1995,

5. Władzielczyk K., Marianowski J. : Opracowanie wniosków z badań eksploatacyjnych wiertnicy R500 oraz wykonanie zmian w dokumentacji konstrukcyjnej. Praca badawcza, AGH, Kraków 1996 [niepublikowana].

6. Władzielczyk K., Marianowski J.: Opracowanie założeń, głównych parametrów technicznych, zestawienie kompletności parametrów technicznych, zestawienie kompletności wiertnicy P1000. Praca badawcza, AGH, Kraków 1996 [niepublikowana].

Zarządzanie bezpieczeństwem układów pneumatycznych w świetle wymagań dotyczących bezpieczeństwa pracy

Dorota Stadnicka
Politechnika Rzeszowska

Streszczenie

W pracy, na podstawie analizy norm dotyczących projektowania, wytwarzania i użytkowania układów pneumatycznych oraz norm i przepisów prawnych związanych z zapewnieniem ich bezpieczeństwa, sformułowano wytyczne do zaprojektowania skutecznego systemu zarządzania bezpieczeństwem układów pneumatycznych. Opracowanie zaproponowanych w pracy procedur i wdrożenie ich w przedsiębiorstwie daje szanse na poprawę bezpieczeństwa pracy oraz możliwość uzyskania certyfikatu na zgodność z normą PN-N-18001:1999.

Wprowadzenie

Stanowiska technologiczne wyposażone w urządzenia z układami pneumatycznymi często pojawiają się w zakładach produkcyjnych. Warto więc zastanowić się nad ich bezpiecznym użytkowaniem w świetle wymagań prawnych oraz Dyrektyw Nowego Podejścia obowiązujących w krajach Unii Europejskiej, w przeddzień wejścia Polski do UE.

Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa stosowania elementów wyposażenia układów napędowych i sterujących dla napędów i sterowań pneumatycznych znajdują się w polskiej normie PN ISO 4414:1995 „Napędy i sterowanie pneumatyczne. Zalecenia dotyczące stosowania elementów wyposażenia układów napędowych i sterujących" [5], ustanowionej na podstawie normy międzynarodowej ISO 4414 „Pneumatic fluid power – Recommendations for the application of equipment to transmission and control systems".

W 1999 została wydana polska norma PN EN 983 „Bezpieczeństwo Maszyn. Wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów hydraulicznych i pneumatycznych i ich elementów. Pneumatyka", zharmonizowana z Dyrektywą Nowego Podejścia Wspólnot Europejskich dotyczącą bezpieczeństwa maszyn 98/37/WE [1] dla układów pneumatycznych.

Przedsiębiorstwo w celu właściwego zarządzania bezpieczeństwem maszyn może wdrożyć system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy oparty na normie PN-N 18 001 [3].

Napędy i sterowanie pneumatyczne

Układy pneumatyczne stosowane są w maszynach i urządzeniach technologicznych o różnym przeznaczeniu. Służą do wywoływania określonego nacisku statycznego i/lub przeznaczone są do wywoływania różnych ruchów elementów wykorzystywanych maszyn. Maszyny i urządzenia z napędem pneumatycznym zagrażają bezpieczeństwu pracowników, m.in. w ten sposób, że pracownik może włożyć ręce w niebezpieczne miejsce. Aby tego uniknąć, stosuje się odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne, jak np. szeregowe podłączenie zaworów uruchamiających określoną maszynę lub urządzenie czy tzw. układy sterowania bezpiecznego. I o ile w drugim przypadku można powiedzieć, że zapewnione jest pełne bezpieczeństwo pracy [6], to przy pierwszym rozwiązaniu układ przestaje być bezpieczny, gdy pracownik nie postępuje zgodnie z instrukcją obsługi. Głównym celem niniejszej pracy jest zaproponowanie systemu zarządzania, który zapewni bezpieczeństwo pracy z układami pneumatycznymi bez względu na zastosowane rozwiązania konstrukcyjne.

Do głównych zalet układów pneumatycznych zapewnieniających ich bezpieczeństwo można zaliczyć łatwe zabezpieczenie przed przeciążeniami oraz nastawianie obciążenia szczytowego, możliwość ciągłej kontroli obciążeń w poszczególnych częściach układu, brak potrzeby używania dużych sił do obsługi elementów sterowniczych oraz możliwość wprowadzenia automatyzacji [6].

Układy takie składają się z następujących grup elementów:

- elementy przygotowania i przesyłania sprężonego powietrza,
- elementy wejściowe przekazujące do układu informacje o stanie obiektu sterowania,
- elementy przetwarzające informacje, które podawane są przez elementy wejściowe,
- elementy sterujące pracą członów wykonawczych; ten zespół elementów zapewnia zadany przepływ sprężonego powietrza do elementów wykonawczych, spełniając również rolę wzmacniaczy mocy,
- elementy wykonawcze, czyli napędowe, w których występuje zamiana energii sprężonego powietrza na energię mechaniczną; ta grupa elementów oddziałuje mechanicznie na obiekt sterowania, napędzając mechanizmy wykonawcze, nastawcze itp.

Rozpatrując bezpieczeństwo maszyn i urządzeń oraz instalacji zawierających elementy układów pneumatycznych, należy rozważyć potencjalne zagrożenia, które mogą być związane z powstaniem nieszczelności na złączach i spadkiem ciśnienia wewnętrznego, błędami sygnałów sterujących, mogącymi wpływać na zmianę cyklu roboczego, wadliwym przygotowaniem powietrza, mogącym wpływać na pracę elementów sterujących, szybko działającymi elementami wykonawczymi, mogącymi być przyczyną urazów w przypadku braku odpowiednich zabezpieczeń czy brakiem odpowiednich kwalifikacji operatorów.

Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy układów pneumatycznych

Konieczność zapewnienia bezpieczeństwa układów pneumatycznych powinna być uwzględniana na etapach: projektowania, wytwarzania, montażu i użytkowania układów pneumatycznych. Według normy PN ISO 4414 [5] układy należy projektować tak, aby wszystkie elementy układu pracowały w warunkach określonych przez wytwórcę, były zabezpieczone przed nadmiernym wzrostem ciśnienia i ich obsługa techniczna była bezpieczna, a także żeby nieprzewidziane spadki ciśnienia nie były źródłem niebezpieczeństwa i wylot powietrza z układu lub elementu nie stanowił zagrożenia.

Jak wynika z postanowień Dyrektywy Maszynowej (98/37/WE), układy pneumatyczne mogą być umieszczane na rynku Unii Europejskiej, jeśli spełniają zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa oraz została przeprowadzona właściwa procedura oceny zgodności i wydana deklaracja zgodności lub deklaracja wytwórcy, a wyroby zostały właściwie oznakowane znakiem CE i są bezpieczne.

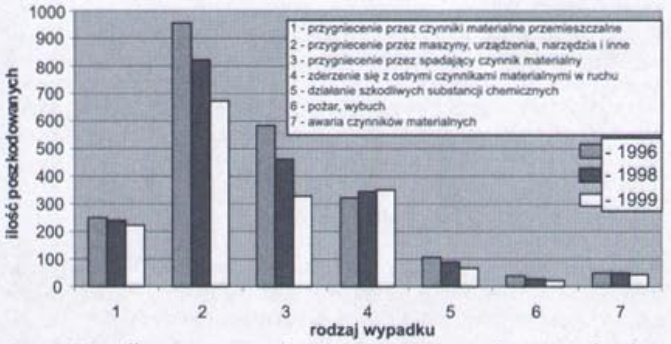
Wymagania dyrektywy w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa w kontaktach z układami pneumatycznymi dotyczą zasad bezpie-

czeństwa kompleksowego, materiałów używanych do budowy układów pneumatycznych, oświetlenia, urządzeń ułatwiających pracę z układami pneumatycznymi, sterowania, konserwacji, wskaźników, ochrony przed zagrożeniami mechanicznymi, własności osłon i urządzeń ochronnych, ochrony przed innymi zagrożeniami, takimi jak: elektryczność, temperatura, pożar, wybuch, hałas, drgania itd.

W trakcie projektowania układu pneumatycznego wytwórca powinien rozpoznać i określić zagrożenia stwarzane przez układ pneumatyczny, ocenić ryzyko we wszystkich fazach jego eksploatacji, a następnie podjąć odpowiednie działania, tzn. wyeliminować lub zredukować ryzyko do minimum poprzez odpowiednie rozwiązania projektowe, poprzez zastosowanie środków zabezpieczających lub przekazać informacje o zagrożeniach i podać odpowiednie wymagania dotyczące obsługi, przeszkolenia obsługujących, nadzoru, osobistego sprzętu ochronnego itp. [2].

Jednakże ani prawidłowe zaprojektowanie, wytworzenie i zamontowanie układu pneumatycznego, ani deklaracja zgodności i opracowanie odpowiednich instrukcji przez producenta nie wystarczy do zapewnienia bezpieczeństwa jego eksploatacji. Konieczne jest podjęcie dodatkowych działań. Dane Głównego Urzędu Statystycznego na temat wypadków przy pracy (rys. 1 i 2) wyraźnie wskazują na konieczność zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w przedsiębiorstwie.

Obowiązkiem pracodawcy wynikającym z Kodeksu Pracy i innych aktów prawnych jest zapewnienie bezpieczeństwa i higieny pracy pracownikom w zakładach pracy.



Rys. 1 Wypadki przy pracy w latach 1996-1999 w zależności od rodzaju wypadku. źródło: GUS.

Rys. 2 Wypadki przy pracy w latach 1997-1999 w zależności od przyczyny wypadku. źródło: GUS.

Pracodawca powinien odpowiednio zarządzać bezpieczeństwem pracy, tzn. organizować pracę w sposób zapewniający bezpieczne i higieniczne warunki pracy, zidentyfikować zagrożenia występujące na stanowiskach pracy, oszacować ryzyko zawodowe, przeprowadzać na swój koszt badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia, rejestrować i przechowywać wyniki tych badań i pomiarów oraz udostępniać je pracownikom, wyposażyć stanowiska pracy w odpowiednie środki ochrony zbiorowej, zapewnić pracownikom środki ochrony indywidualnej oraz dbać o ich sprawność i stosowanie zgodnie z ich przeznaczeniem, organizować, przygotowywać i prowadzić prace, uwzględniając zabezpieczenie pracowników przed wypadkami przy pracy, chorobami zawodowymi i innymi chorobami związanymi z warunkami środowiska pracy, zapewnić szkolenie pracowników z zakresu BHP oraz prowadzić rejestr wypadków przy pracy.

W celu właściwego zarządzania bezpieczeństwem w przedsiębiorstwie można wdrożyć system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy oparty na wymaganiach normy PN-N 18 001 [3]. Wdrożenie tego systemu pozwoli zidentyfikować wszystkie wymagania prawne dotyczące prowadzonej działalności oraz we właściwy sposób spełniać obowiązki wynikające z tych wymagań.

W przypadku szerokiego i powszechnego stosowania układów i urządzeń pneumatycznych należy rozważyć celowość opracowania odrębnych dokumentów systemowych umożliwiających skuteczne zarządzanie ich bezpieczeństwem i przeciwdziałanie potencjalnym zagrożeniom.

Zarządzanie bezpieczeństwem w zakładzie powinno uwzględniać identyfikację zagrożeń i ocenę ryzyka zawodowego, planowanie warunków środowiskowych w układzie operator – maszyna (odzież ochronna, wyposażenie ochronne, określenie warunków zdrowotnych operatora i jego predyspozycji), zapewnienie odpowiednich instrukcji na stanowiskach pracy, bezpieczeństwo urządzenia (właściwe planowanie przeglądów i remontów), ocenę wpływu stanowiska pracy na najbliższe otoczenie (hałas, drgania itp.), bezpieczeństwo eksploatacji (używanie odzieży i wyposażenia ochronnego zgodnie z ich przeznaczeniem), szkolenie pracowników i instruktaż stanowiskowy, prowadzenie statystyki, odpowiednie oznaczenia dla urządzeń wyłączonych z użytkowania ze względu na stwierdzoną awarię oraz okresową ocenę prowadzonych działań (przegląd wykonywany przez kierownictwo).

Identyfikacja zagrożeń na stanowisku pracy z układami pneumatycznymi

Warunkiem skutecznego zapobiegania wypadkom przy pracy z układami pneumatycznymi jest właściwe zidentyfikowanie zagrożeń na każdym stanowisku pracy, na którym znajduje się z układ pneumatyczny. Norma PN-N 18001wymaga przeprowadzania takiej identyfikacji, jak również oceny ryzyka zawodowego (wytyczne do oceny ryzyka zawodowego znajdują się w ustanowionej w 2000 roku normie PN-N 18002 [4]).

Stosowanie sterowań i układów pneumatycznych niesie za sobą wiele zagrożeń, które możemy podzielić na następujące grupy:

1) zagrożenia mechaniczne powodowane ruchem elementów wykonawczych,
2) zagrożenia elektryczne z układów zasilania elektrycznego i sterowania elektronicznego,
3) zagrożenia termiczne wynikające z kontaktu pracowników z płomieniami lub wybuchem, a także z promieniowania źródeł ciepła powodującego poparzenia,
4) zagrożenia spowodowane przez hałas – drgania, wypływ powietrza,
5) zagrożenia spowodowane przez materiały i substancje stosowane lub przetwarzane w maszynach i wydostające się z maszyn,
6) zagrożenia spowodowane zanikaniem energii zasilania, uszkodzeniem części maszyn lub innymi zaburzeniami funkcjonalnymi,
7) zagrożenia spowodowane chwilowym brakiem lub nieprawidłowym ustawieniem środków ochrony związanych z bezpieczeństwem, np. takich jak: mechanizmy włączenia i zatrzymania, znaki i sygnały bezpieczeństwa, różnego rodzaju elementy informacyjne lub ostrzegawcze, urządzenia odłączające źródła zasilania energią, urządzenia awaryjne, urządzenia i wyposażenie pomocnicze mające duże znaczenie dla bezpiecznej regulacji lub obsługi [2].

Dla każdego stanowiska należy określić znaczące zagrożenia, które mogą powodować utratę zdrowia i życia człowieka. Wymagane jest posiadanie przez przedsiębiorstwo informacji dotyczących zidentyfikowanych zagrożeń oraz wyników oceny związanego z nimi ryzyka.

Dokumentacja zarządzania układami pneumatycznymi jako element systemu zarządzania BHP w przedsiębiorstwie

System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy wymaga utrzymywania odpowiedniej dokumentacji, w celu określenia procedur postępowania, spełniania wymagań odpowiednich aktów prawnych i potwierdzenia prawidłowości działań związanych z BHP.

W organizacji powinny zostać ustanowione procedury dotyczące różnych zagadnień.

1) Identyfikacja zagrożeń i ocena ryzyka zawodowego.

Identyfikacja zagrożeń powinna zostać przeprowadzona na każdym stanowisku pracy, ponieważ znajdujące się w zakładzie układy pneumatyczne mogą być wykorzystywane w różny sposób na różnych stanowiskach pracy. Dodatkowo w zakładzie produkcyjnym mogą znajdować się instalacje doprowadzające do urządzeń sprężo-

ne powietrze, wytwarzane centralnie. Instalacje te również powinny być pod nadzorem pod względem BHP, podobnie jak sprężone powietrze magazynowane w butlach. Powinna zostać przeprowadzona ocena ryzyka zawodowego na każdym stanowisku pracy i zakomunikowana pracownikowi pracującemu na tym stanowisku. Wymagane jest również zapewnienie pracownikom środków ochrony indywidualnej i zbiorowej. W układach pneumatycznych powinny być stosowane odpowiednie zawory zabezpieczające i należy prowadzić stały nadzór ich sprawności.

Norma wymaga ustanowienia odpowiedniej procedury postępowania przy identyfikacji zagrożeń i ocenie ryzyka zawodowego na stanowiskach z układami pneumatycznymi.

2) Identyfikacja i dostęp do wymagań prawnych i innych dotyczących BHP.

Podstawowymi aktami normatywnymi dotyczącymi układów pneumatycznych są:

- PN ISO 4414:1995 „Napędy i sterowanie pneumatyczne. Zalecenia dotyczące stosowania elementów wyposażenia układów napędowych i sterujących" – w normie tej podane są wytyczne dla użytkowników pneumatyki i wytwórców urządzeń przemysłowych wyposażonych w napęd lub sterowanie pneumatyczne, używanych w produkcji i montażu.
- PN EN 983 „Bezpieczeństwo Maszyn. Wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów hydraulicznych i pneumatycznych i ich elementów. Pneumatyka"- podane w normie zasady dotyczą projektowania, budowy i modernizacji układów i ich elementów oraz ich użytkowania z uwzględnieniem montażu, instalowania, nastawiania, działania, czyszczenia i konserwacji.

Dodatkowo powinny zostać zidentyfikowane obowiązujące normy dotyczące ochrony pracowników przez zagrożeniami fizycznymi, środków ochrony indywidualnej, odzieży i obuwia roboczego oraz ochrony przed zagrożeniami wypadkowymi.

Oprócz tego pracodawca powinien stosować się do Kodeksu Pracy i zawartych w nim wymagań dotyczących bezpieczeństwa pracowników, obowiązków pracodawcy i pracowników oraz aktów związanych, które powinny zostać zidentyfikowane. Powinien zostać określony sposób dostępu do wymagań prawnych i sposób nadzoru ich aktualności.

3) Określanie potrzeb w zakresie szkoleń, zwiększanie świadomości, kompetencji i motywacji pracowników oraz sposobów komunikowania się.

Przedsiębiorstwo powinno zapewnić szkolenie w zakresie BHP wszystkim pracownikom podczas ich zatrudniania oraz przy każdej zmianie technologii, stanowisk pracy, ich wyposażenia oraz sposobów wykonywania pracy. Powinna zostać określona procedura planowania i dokumentowania szkoleń i ich wyników. Wymagana jest także procedura otrzymywania i przekazywania informacji dotyczących BHP, pojawiających się zagrożeń i wynikających z nich wymagań oraz sposobów postępowania.

4) Sposób dokumentowania działań związanych z systemem BHP i nadzór nad dokumentacją i zapisami.

Przedsiębiorstwo powinno zapewnić, aby dokumenty istniejące w systemie były możliwe do zidentyfikowania, zlokalizowania oraz były przeglądane i aktualizowane oraz dostępne w ustalonych miejscach, np. instrukcja postępowania (systemowa lub bhp) na stanowisku pracy z układem pneumatycznym. Powinna zostać określona procedura postępowania z dokumentacją i zapisami według wymagań normy PN-N 18 001. Zapisy wynikają głównie z przepisów prawnych oraz funkcjonowania systemu zarządzania BHP (w tym również zapisy z monitorowania, szkoleń, wyniki audytów i przeglądów oraz zapisy z działań korygujących i zapobiegawczych). Wymagane jest, aby zapisy były czytelne, zrozumiałe i możliwe do zidentyfikowania. Ponadto winny być przechowywane tak, aby były łatwo dostępne, będąc jednocześnie dobrze zabezpieczonymi przez zniszczeniem, uszkodzeniem lub utratą.

5) Sterowanie pracami i działaniami związanymi ze znaczącymi zagrożeniami i gotowość do reagowania na wypadki przy pracy i awarie.

Organizacja powinna zidentyfikować prace i obszary działań, które wiążą się ze znaczącym ryzykiem, i odpowiednio je planować. Powinny powstać procedury stanowiące o gotowości organizacji do podjęcia stosownych działań w przypadku wystąpienia wypadku lub awarii przy pracy. Procedura ta związana jest z instrukcjami awaryjnymi oraz zastosowaniem wszelkiego rodzaju zabezpieczeń pod postacią znaków informacyjnych i ostrzegawczych.

7) Monitorowanie BHP i audytowanie.

Procedura dotycząca monitorowania ma zapewnić śledzenie stanu BHP na każdym stanowisku z układem pneumatycznym. Wyniki monitorowania powinny być przechowywane, a wyposażenie wykorzystywane do monitorowania, wzorcowane i utrzymywane w należytym stanie.

Procedura dotycząca audytowania powinna zawierać wytyczne do planowania i prowadzenia okresowych audytów systemu zarządzania BHP, których celem jest określenie, czy system jest zgodny z planowanymi działaniami, właściwie wdrożony i utrzymywany oraz dostarczenie kierownictwu informacji dotyczących funkcjonowania systemu.

Zidentyfikowane w ramach monitorowania i audytowania niezgodności powinno inicjować wykonanie odpowiednich działań korygujących lub zapobiegawczych.

8) Postępowanie z niezgodnościami – analizowanie ich przyczyn i podejmowanie działań korygujących i zapobiegawczych.

Celem tej procedury jest określenie sposobu postępowania z niezgodnościami, tzn. analizowanie niezgodności czy zauważonych problemów pod względem przyczyn ich powstawania, planowanie usunięcia niezgodności, podejmowaniem działań korygujących i działań zapobiegawczych w celu niedopuszczenia do powstania niezgodności.

Stawiane wymagania związane z posiadaniem procedur postępowania w wyżej wymienionych obszarach nakłada na przedsiębiorstwo obowiązek stworzenia dokumentacji systemowej.

Podsumowanie

Wdrożenie systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy daje wiele możliwości i korzyści. Wiąże się to przede wszystkim z właściwą identyfikacją aktualnych wymagań prawnych dotyczących określonego obszaru działalności, opracowaniem procedur identyfikacji zagrożeń na stanowiskach pracy i procedur oceny ryzyka zawodowego, które mogą być wykorzystywane wielokrotnie, po każdej zmianie na stanowisku, zmianie technologii, wyposażenia itp. Tworzone są również odpowiednie zapisy potwierdzające np. przeprowadzenie obowiązkowych szkoleń z zakresu BHP. Aż wreszcie pracodawca może udowodnić właściwe spełnianie wymagań prawnych dotyczących BHP i swoje zaangażowanie w zapewnienie bezpiecznej pracy swoim pracownikom, czego głównym celem jest ciągła poprawa warunków BHP i zmniejszenie ilości wypadków przy pracy.

Literatura

[1]. Dyrektywa Nowego Podejścia 98/37/WE Bezpieczeństwo maszyn.
[2]. PN EN 983 „Bezpieczeństwo Maszyn. Wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów hydraulicznych i pneumatycznych i ich elementów. Pneumatyka".
[3]. PN-N 18001 „Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania".
[4]. PN-N 18002 „SZBiHP. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego".
[5]. PN ISO 4414:1995 „Napędy i sterowanie pneumatyczne. Zalecenia dotyczące stosowania elementów wyposażenia układów napędowych i sterujących".
[6]. Szenajch W.: Napęd i sterowanie pneumatyczne, WNT, Warszawa 1997.

Analiza odkształcenia wieloosiowego napędu elektropneumatyczngo

Paweł Łaski
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach
Samodzielny Zakład Automatyki i Robotyki
Laskip@eden.tu.kielce.pl

W artykule przedstawiono zastosowanie bezłtoczyskowych napędów elektropneumatycznych w manipulatorach (robotach). Ze względu na zwartą budowę i łatwość modułowego łączenia ze sobą siłowników bezłtoczyskowych znalazły one zastosowanie w wieloosio-

wych manipulatorach kartezjańskich jedno– dwu– i wieloosiowych. Wadą tych manipulatorów jest przenoszenie małych obciążeń ze względu na kształt profili siłowników. Sztywności siłowników beztłoczyskowych można zwiększyć przez dodanie odpowiednich prowadnic. W tradycyjnie zamontowanych siłownikach w układzie osi x,y,z rozwiązanie to jest mało efektywne, ponieważ zwiększa moment bezwładności i koszty urządzenia. Poszukuje się nowych bardziej sztywnych struktur kinematycznych manipulatorów. Analizę odkształceń wieloosiowego napędu pneumatycznego przeprowadzono w oparciu o metodę MES.

Wprowadzenie

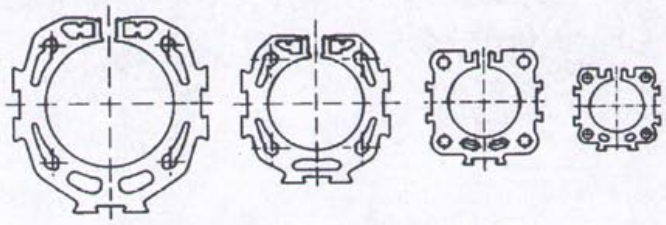
Wraz z rozwojem automatyzacji i robotyzacji produkcji zwiększa się zapotrzebowanie na systemy pozycjonowania: elektromechaniczne, elektrohydrauliczne i elektropneumatyczne. W dziedzinie elektropneumatyki stosowane do tej pory ustawniki pozycyjne zastępowane są przez układy regulacji ciągłej oparte na zaworach z czynnym dławieniem strumienia (serwozaworach lub zaworach proporcjonalnych). Serwopneumatyczne układy regulacji zapewniają dobre właściwości dynamiczne napędu pneumatycznego. Charakteryzują się także skłonnością do niestabilnego działania oraz podatnością na zakłócenia. Problemy związane z doborem parametrów i algorytmów regulacji narastają przy wieloosiowym pozycjonowaniu napędów pneumatycznych. Zagadnienie wieloosiowego pozycjonowania pneumatycznego jest sporadycznie podnoszone przez badaczy i niewiele jest opracowań z tej dziedziny. Złożoność pozycjonowania wieloosiowego wynika z tego, że układy i napędy pneumatyczne muszą realizować trajektorie ruchu (przemieszczenie, prędkość i przyspieszenie) w przestrzeni trójwymiarowej. System wieloosiowego pozycjonowania serwopneumatycznego składa się: z bezłoczyskowych jednostek napędowych lub modułów liniowych zintegrowanych z analogowym układem pomiarowym położenia lub cyfrowym systemem pomiaru położenia, z zaworów proporcjonalnych, interfejsów, przetworników analogowo-cyfrowych, programowalnych sterowników cyfrowych. Taki system pozycjonowania charakteryzuje się elastyczną budową pozwalającą na dowolny dobór siłowników, modułów liniowych, prowadnic, układów pomiarowych i sterujących.

Dokładności pozycjonowania wieloosiowego napędu elektropneumatycznego

Główną przyczyną – ale nie jedyną – ograniczenia zastosowań elektropneumatycznych napędów liniowych do pozycjonowania wieloosiowego są właściwości przetwarzania energii sprężonego gazu na energię mechaniczną ruchu tłoka siłownika. Jako obiekt sterowania wieloosiowego i wielopozycyjnego proces ten charakteryzuje się dużymi nieliniowościami, czasową i parametryczną wariantnością oraz eksploatacyjną niestacjonarnością. Analiza dokładności pozycjonowania wieloosiowego napędu elektropneumatycznego może przyczynić się w dużym stopniu do spopularyzowania tanich i energooszczędnych napędów w automatyzacji procesów produkcyjnych. Obecny stan wiedzy i stosowane algorytmy oraz konstrukcje ograniczają ich rozpowszechnienie. Materiały katalogowe oraz prace z tego zakresu wskazują na możliwą do realizacji powtarzalność 0,1 mm/m. Dla przykładu firma HOEBIGER ORIGA proponuje napęd SERVOTEC o przytoczonej wcześniej dokładności i prędkości ruch do 2,5 m/s [2]. Algorytmy spełniające powyższe kryterium mogą być oparte na nadążnej regulacji perydekcyjnej (NRP) [1]. Dalsze zwiększenie dokładności pozycjonowania może się wiązać z bardzo szybkimi piezoelektrycznymi zaworami (pulsacyjnymi) [7] oraz ze zwiększeniem mocy obliczeniowych komputerów.

Analiza odkształcenia wieoosiowego napędu eleltropneumatycznego

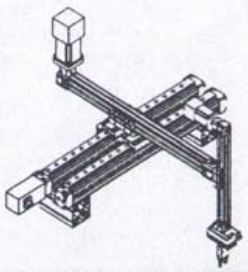
Spełnienie wysokich wymagań dynamicznych w układzie wieloosiowym zależy od odkształcania konstrukcji pod wpływem sił bezwładności samego napędu i przenoszonych mas. Większość siłowników beztłoczyskowych wyposażona jest w pomiar przemieszczenia w układzie względnym, tj. dla każdej osi osobno. Upraszcza to pomiar przemieszczenia, ale nie uwzględnia sprężystego odkształcenia konstrukcji. Uwzględnienie tego faktu w algorytmach sterowania przyczyni się do poprawy dokładności pozycjonowania przy dużych obciążeniach. Do analizy odkształcenia wieloosiowego napędu pneumatycznego zastosowano metodę MES, która pozwala na śledzenie odkształcenia konstrukcji pod wpływem sił statycznych oraz dynamicznych. Tą metodą przeanalizowane zostały główne elementy wchodzące w skład wieloosiowego napę-



Rys.1 Przekroje poprzeczne siłowników

du elektropneumatycznego. Na rys.1 przedstawiono przekrój profilu aluminiowego stosowanego w siłownikach beztłoczyskowych, który szczególnie jest narażony na złożony stan naprężeń, występujący w manipulatorze wieloosiowym przedstawionym na rys.2.

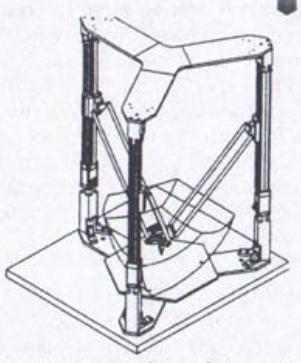
Metodą MES modelowano strukturę kinematyczną manipulatora zbudowanego z siłowników beztłoczyskowych o średnicy tłoka 25mm i długości 700mm (z rys. 3). Z analizy wynika, że przemieszczenie punktu końcowego manipulatora, w zakresie odkształcenia sprężystego, wyniosło ok. 8mm. Odkształcenie sprężyste tego typu manipulatora przewyższa jego dokładność pozycjonowania. Konieczne jest zwiększanie jego sztywności przez poszukiwanie nowych struktur kinematycznych manipulatorów i nowych konstrukcji beztłoczyskowych siłowników pneumatycznych bazujących na przekrojach z materiałów lekkich o zwiększonej wytrzymałości. Zmniejszenie masy ruchomych elementów znacznie polepszy własności dynamiczne manipulatora. Przy projektowaniu nowych konstrukcji manipulatorów z wieloosiowym napędem pneumatycznym wykorzystano także metodę MES.



Rys. 2 Struktura kinematyczna manipulatora z wieloosiowym napędem pneumatycznym

Rys.3 Model odkształcenia struktury kinematycznej manipulatora z rys. 2 Cieniowanie siłowni

Na rys.4 przedstawiona została nowa struktura kinematyczna

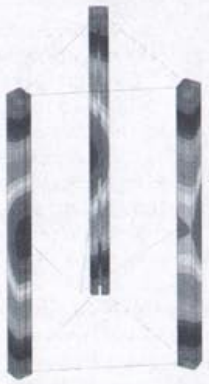


Rys.4 Nowa struktura kinematyczna manipulatora z wieloosiowym napędem pneumatycznym

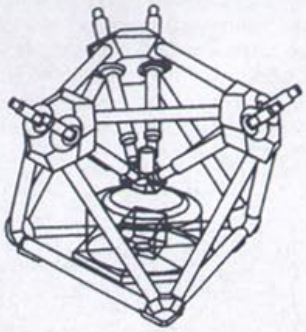
o znacznie większej sztywności i mniejszej bezwładności [3]. Do sprawdzenia stateczności jego konstrukcji zastosowano metodę MES, wyniki obliczeń w postaci warstw barwnych przedstawiono na rys. 5.

Maksymalne odkształcenia siłowników są widoczne w centralnej ich części – oznaczone ciemniejszym kolorem.

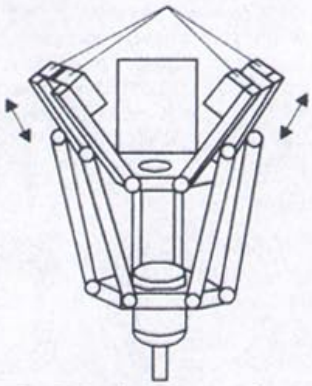
Maksymalne odkształcenie sprężyste wyniosło ok. 2.5 mm



Rys.5 Model odkształcenia struktury kinematycznej manipulatora z rys.4



Rys. 6 Struktura hexapod jako nowa struktura w rozwoju obrabiarek



Rys. 7 Struktura przegubowo-prętowa typu tripod

dla jednego siłownika. Pojawienie się nowych struktur kinematycznych w obrabiarkach sterowanych numerycznie skłania do przeniesienia ich do wieloosiowych manipulatorów. Są to struktury przegubowo-prętowe tripod (trójprzegubowa) i hexapod (sześcioprzegubowa) rys. 6 [4], [6]. Na rys. 7 przedstawiono strukturę przegubowo-prętową z napędami linowymi. Dzięki prętowo-przegubowej konstrukcji uzyskuje się sztywność statyczną 3-4 razy większą od tradycyjnych struktur. Bardzo małe masy zespołów prętowo-przegubowych oraz masa samego napędu składają się na obciążenie bezwładnościowe. W konsekwencji otrzymuje się wieloosiowe napędy o zadawalających właściwościach dynamicznych [5].

Podsumowanie

Mimo szeregu istniejących technicznych rozwiązań wieloosiowego napędu pneumatycznego, żadna z konstrukcji nie jest zadawalająco sztywna. Z tego względu nie spełnione są oczekiwania użytkowników robotów pneumatycznych i innych urządzeń automatyzacji produkcji odnośnie ich dokładności pozycjonowania. Wprowadzenie nowych struktur kinematycznych manipulatorów i nowych konstrukcji beztłoczyskowych siłowników pneumatycznych może zwiększyć sztywność i poprawić właściwości dynamiczne wieloosiowego napędu pneumatycznego.

Literatura

[1] Chudzik Z.: Synteza pneumatycznego nadążnego układu pozycyjnego. Rozprawa doktorska Politechnika Warszawska 1997.
[2] Katalog firmowy Hoerbiger-Origa, napędy liniowe osp. , Wrocław 2001.
[3] Götter M., Neumann R., Ohmer M.: Pneumatische Antriebssysteme in der Handhabungstechnik und Robotik, olhydraulik und Pneumatik, nr 10. 2000.
[4] Heisel U., Gringel M.: Machine tool design requirements for high-speed machining. Annals of the cirp 1996, vol. 45.
[5] Kosmol J.: Serwonapędy obrabiarek sterowanych numerycznie". WNT, Warszawa 1998.
[6] Koyachi N., Adachi H., Arai T., Murakami A.: Mechanical desing of a hexapod with integrated limb mechanism. Japan/USA Symposium of Flexible Automation, Asme 1996, vol. 1.
[7] www.marco.de pulse velve,

Badania dynamiki napędu udarowego z samoczynnym zaworem impulsowym

*mgr inż. Józef Barycki **
*mgr inż. Mirosław Ganczarek ***
*prof. dr hab. inż. Wacław Kollek ****
*prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński***
** Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach*
** Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej*
**** Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej*

Do realizacji procesów technologicznych wymagających dużych wartości prędkości ich wykonania mogą być stosowane między innymi szybkobieżne napędy pneumatyczne, pozwalające na uzyskiwanie prędkości ruchu tłoka rzędu 10-15m/s. Taki nowy napęd został opracowany w Laboratorium Podstaw Automatyzacji Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej we Współpracy z Ośrodkiem Badawczo - Rozwojowym Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach. Analiza wyników badań symulacyjnych i eksperymentalnych wykazała, że do opisu jego dynamiki można zastosować model matematyczny E.W. Gerc.

Wstęp

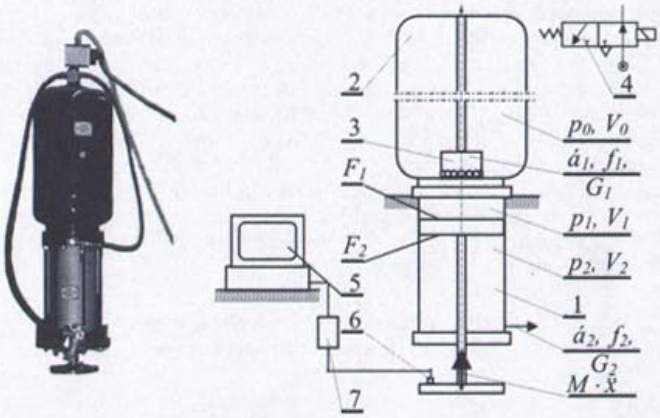
Typowe napędy pneumatyczne (siłowniki) pozwalają na uzyskiwanie wartości prędkości ruchu tłoka rzędu 0,2-1m/s. Natomiast napędy pneumatyczne, które pozwalają na uzyskiwanie dużych wartości prędkości ruchu tłoka rzędu 10-15m/s, nazywają się udarowymi lub szybkobieżnymi napędami pneumatycznymi. Można je zrealizować w dwojaki sposób: zwiększając przyśpieszenie tłoka lub wydłużając czas (lub drogę) rozpędzania się tłoka. Pierwszy z wymienionych sposobów jest bardziej efektywny [1].

W Laboratorium Podstaw Automatyzacji Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej we Współpracy z Ośrodkiem Badawczo - Rozwojowym Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach opracowano nowy siłownik udarowy. W opracowanym rozwiązaniu napęd udarowy składa się z typowego siłownika pneumatycznego wyposażonego w zbiornik akumulacyjny z samoczynnym impulsowym zaworem pneumatycznym. Elementem, który pozwala na uzyskiwanie dużej wartości prędkości ruchu tłoka, jest impulsowy zawór pneumatyczny umożliwiający tłokowi nadanie dużej wartości przyspieszenia [2-4].

Prosta konstrukcja, łatwość sterowania pracą siłownika, łatwość wyhamowywania ruchu tłoka w pustej przestrzeni technologicznej pozwalają na stwierdzenie, że istnieją realne możliwości zastosowania takiego napędu do mechanizacji i automatyzacji wielu procesów technologicznych, np. mechanicznych.

Szybkobieżny napęd pneumatyczny z samoczynnym zaworem impulsowym

Uzyskiwanie przez szybkobieżne siłowniki najlepszych osiągów i ich wykorzystywanie w praktycznych zastosowaniach wymaga doboru odpowiednich ich parametrów konstrukcyjnych i warunków pracy. Aby dobrać optymalne parametry konstrukcyjne i warunki pracy szybkobieżnego siłownika, niezbędne są: znajomość jego modelu matematycznego oraz badania symulacyjne tego modelu.



Rys. 1 Szybkobieżny napęd pneumatyczny z samoczynnym zaworem impulsowym (a) oraz schemat napędu (b): Siłownik d200×300mm (1), zbiornik akumulacyjny v=50dm³ (2), samoczynny zawór impulsowy f100mm (3), zawór rozdzielający (4), komputer PC z kartą pomiarową TAD 05 (5), czujnik przyspieszenia typ KD13 (6), wzmacniacz ładunku typ 5001 (7)

Szybkobieżny napęd pneumatyczny z samoczynnym zaworem impulsowym pokazano na rys. 1a, natomiast na rys. 1b – jego schemat [5]. Do opisu dynamiki prezentowanego siłownika można zastosować układ równań różniczkowych przedstawiony przez E. W. Gerc w pracy [1]:

$$M \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = (p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2) + M \cdot g$$

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{\kappa}{s-x}\left(p_2 \cdot \frac{dx}{dt} - \frac{G_2 \cdot R \cdot T_2}{F_2}\right)$$

w którym:
M - masa elementów ruchomych, x – współrzędna położenia tłoka, p_1, p_2 – ciśnienie absolutne odpowiednio w roboczej i powrotnej komorze cylindra, F_1, F_2 – przekroje tłoka po stronie roboczej (czynnej) i powrotnej (biernej), g – przyspieszenie ziemskie, s- skok siłownika, κ – wykładnik adiabaty, G_2 – natężenie wypływu powietrza z komory spustowej, r- stała gazowa powietrza, T_2 – temperatura powietrza zawartego w komorze spustowej, α_1, α_2 – współczynniki natężenia przepływu powietrza na wlocie i wylocie, F_1, F_2 – powierzchnia przepływu dławika na wlocie i wylocie

Natężenie G_2 wypływu powietrza z komory powrotnej można określić z zależności:

$$G_2 = K \cdot \alpha_2 \cdot f_2 \cdot p_2 \cdot \sqrt{\frac{1}{R \cdot T_2}} \cdot \varphi(\varepsilon_2) \qquad (3)$$

w której:

$$K = \sqrt{\frac{2 \cdot \kappa}{\kappa - 1}} \qquad \varepsilon_2 = \frac{p_a}{p_2},$$ p_a – ciśnienie atmosferyczne,

$$\varphi(\varepsilon_2) = \begin{cases} 0{,}2588 & \text{dla } 0 < \varepsilon_2 \le 0{,}53 \\ \sqrt{\varepsilon_2^{\,2/\chi} - \varepsilon_2^{\,\chi+1/\chi}} & \text{dla } 0{,}53 < \varepsilon_2 \le 1 \end{cases}$$

Model został przyjęty przy następującym założeniu $a_1 \times f_1 = a_2 \times f_2$.

Wyniki badań symulacyjnych i eksperymentalnych

Na rysunku 2 przedstawiono porównanie wyników badań eksperymentalnych i symulacyjnych zależności prędkości ruchu tłoka siłownika szybkobieżnego w funkcji czasu, uzyskane dla różnych wartości ciśnienia w zbiorniku akumulacyjnym wynoszących p_o=0,4-0,6MPa oraz dla różnych wartości ciśnienia w komorze powrotnej siłownika wynoszących p2=0,05-0,15MPa.

Badania realizowano dla różnych wartości ciśnienia p_2 ze względu na możliwość wykorzystania uzyskanych wyników do obliczeń osiągów siłownika w przypadku stosowania elementów wykonawczych o różnej masie.

Wyniki badań symulacyjnych modelu matematycznego siłownika uzyskano na podstawie symulacji cyfrowej w środowisku Matlab Simulink. Charakterystyki skokowe wyznaczano dla wymuszenia $u(t) = p_1 1(t)$
w którym:

$$p_1 = p_0\left(\frac{V_0}{V_1 + V_0}\right)^{\kappa} \qquad (4)$$

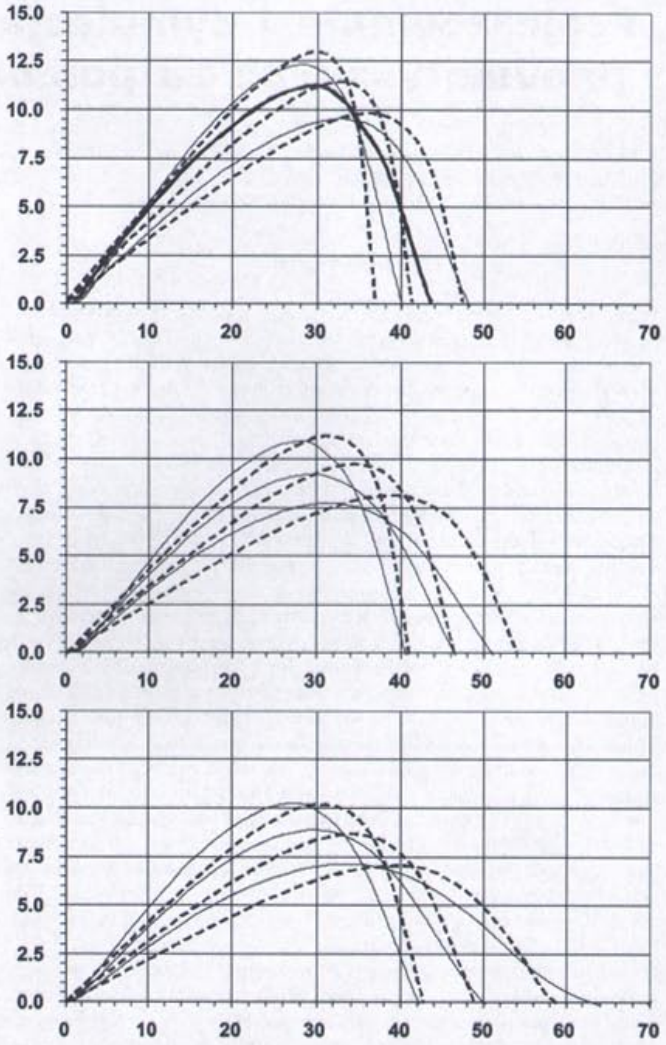
p_0 – ciśnienie absolutne w zbiorniku akumulacyjnym, V_0 – objętość zbiornika akumulacyjnego, V_1 – objętość komory roboczej dla x=0,85s.

Na podstawie analizy przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że przyjęty model matematyczny opisuje dynamikę siłownika szybkobieżnego w bardzo dobrym przybliżeniu. Świadczy o tym różnica maksymalnych wartości prędkości uzyskana na podstawie badań eksperymentalnych i symulacyjnych, które nie przekraczają 5%.

Zakończenie

Na podstawie uzyskanych wyników badań dynamiki szybkobieżnego siłownika pneumatycznego z samoczynnym zaworem impulsowym można stwierdzić, że przyjęty model matematyczny dobrze opisuje jego stany dynamiczne.

Wykazano, że różnice maksymalnych wartości prędkości tłoka siłownika wyznaczone na podstawie badań symulacyjnych i eksperymentalnych zawierają się w granicach 5%. Zatem przyjęty model można zastosować do oceny osiągów siłownika w praktycznych zastosowaniach.



Rys. 2 Porównanie wyników badań eksperymentalnych i symulacyjnych zależności prędkości ruchu tłoka siłownika szybkobieżnego w funkcji czasu dla różnych wartości ciśnienia p_o=0,4-0,6MPa oraz p_2=0,05-0,15MPa

Zaproponowany przez E.W. Gerc model matematyczny szybkobieżnego siłownika może stanowić podstawę do doboru parametrów konstrukcyjnych i warunków pracy siłownika z samoczynnym zaworem impulsowym.

Stwierdzono, że prezentowany siłownik charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką wewnętrzną. Świadczy o tym uzyskana maksymalna wartość prędkości tłoka dochodząca do 12m/s.

Literatura

[1]. Gerc E. W.: Napędy pneumatyczne. Teoria i obliczenia. WNT, Warszawa 1973.
[2]. Mikulczyński T.: Zastosowanie pneumatycznego napędu udarowego do dynamicznego prasowania mas formierskich,Przegląd Odlewnictwa 2001, nr 3.
[3]. Mikulczyński T., Kiczkowiak T.: Zastosowanie szybkobieżnego napędu pneumatycznego do dynamicznego prasowania mas formierskich, Przegląd Odlewnictwa 1999, nr 4.
[4]. Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Bogdanowicz J.: Koncepcja głowicy do dynamicznego prasowania mas formierskich, Konferencja „Nauka dla przemysłu odlewniczego", AGH, Kraków 23-25.06.1999.
[5]. Mikulczyński T., Ganczarek M., Ankudowicz B.: Wybrane zastosowania armatki powietrznej. Płynowe systemy zasilające, napędowe i sterujące, XII Krajowa Konferencja Pneuma '2000, Kielce, 25-27.10.2000.

Projektowanie i symulacja działania układów elektropneumatycznych za pomocą programu FLUID SIM–3P

dr hab. inż. Ryszard Dindorf prof. PŚk i mgr inż. Paweł Łaski, Politechnika Świętokrzyska, Kielce,

Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika
Pneumatyka
prenumerata roczna ..... 45 zł
liczba prenumerat .....
archiwalne egzemplarze ..... 5 zł/szt.
umery dwumiesięcznika
łącznie liczba egz. archiwalnych ...
wartość łącznie .....
enia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
miejscowość
kod pocztowy
ulica
tel.
fax
NIP
imię i nazwisko osoby składającej zamówienie w imieniu firmy
Oświadczenie: upoważniam firmę Wydawnictwo Lektorium do wystaw
(oświadczenie ważne do odwołania)
Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celac
o Ochronie Danych Osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883) przez Wyda
Wydawnictwo zapewnia Państwu prawo wglądu do swoich danych i j
marketingowych zgodnie z Ustawą z dnia 29.08.1997 r.
wnictwo Lektorium z siedzibą we Wrocławiu.
aktualizacji.

dr hab. inż. Jerzy Wotrow, Politechnika Krakowska.

Wprowadzenie

FLUID SIM–3P, opracowany został przez firmę Art Systems GmbH przy współpracy Festo Didactic GmbH, jest – jak ć aplikacji pracujących w środowisku WINDOWS – łatwy zystania i przyjazny dla użytkownika. Program FLUID SIM– do nowej generacji programów wspomagających projek- układów elektropneumatycznych. Umożliwia on szybkie e schematów pneumatycznych i elektrycznych, w oparciu ekę elementów pneumatycznych i elektrycznych zgodnie ni ISO 1219. Program umożliwia sprawdzenie poprawności układu dzięki opcji „symulacja" (ciągła, pojedyncza lub miany parametrów stanu). Przebieg symulacji zależy od rowania zaworów lub przełączników elektrycznych, które zełączać ręcznie. Podczas symulacji ciągłej przesterowanie , przemieszczenie tłoków cylindrów i przełączenia elek- dbywają się automatycznie. Linie układu pneumatycznego eniem i bezciśnieniowe oraz przepływ prądu w instalacji nej przedstawiane są w różnych kolorach. Animacja ruchu wnika odpowiada parametrom stanu sterowania układu neumatycznego. Dla każdego siłownika przyjmuje się mak- skok, pozycję wyjściową i powierzchnię tłoka oraz położe- czników krańcowych lub bezstykowych. Dla każdego ozdzielającego ustala się indywidualnie sposób sterownia ycję początkową. Dla zaworów dławiących wybiera się wy poziom otwarcia. W przypadku sprężarki i zespołu wania powietrza ustala się tylko ciśnienie robocze. Program M–3P jest zintegrowanym pakietem programów: graficzne- owego, symulacyjnego i animacyjnego służącym do tworze- matów pneumatycznych i elektrycznych, opisów teksto- alizacji algorytmów sterowania. W oparciu o ten program zeprowadzać identyfikację i wyszukiwanie błędów w ste- układów elektropneumatycznych. Dla zrozumienia budo- owania ukladu elektropneumatycznego oraz poszczegól- nentów pneumatycznych i elektrycznych można skorzystać zasady działania, animacji ruchu, aplikacji wideo oraz z ćwiczeń zamieszczonych w części dydaktycznej programu.

ości i zakres zastosowania programu FLUID SIM–3P

FLUID SIM–3P skraca czas potrzebny do realizacji projektu, wy schematów układów elektropneumatycznych, doboru ów, sprawdzenia poprawności ich działania, aż do złożenia nia na poszczególne jego komponenty. Komputerowe wspo-

Etap 2. Sprawdzenie poprawności budowy, działania i sterowania układu elektropneumatycznego.

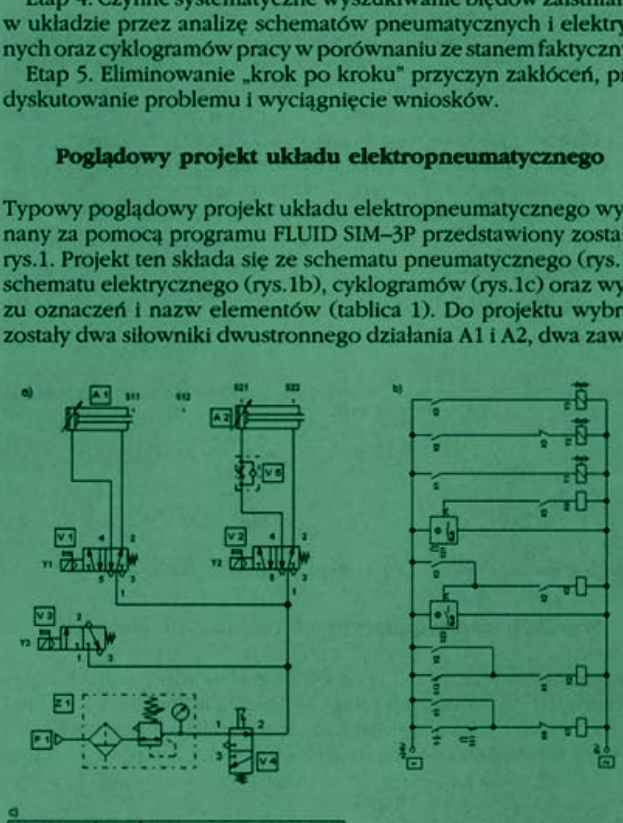
Etap 3. Wstępne wyszukiwanie błędów w połączeniach pneumatycznych i elektrycznych. Oddzielnie analizuje się układ elektryczny i pneumatyczny – pierwszym krokiem jest sprawdzenie połączenia i działania układu pneumatycznego, następnie przechodzi się do analizy działania układu elektrycznego.

Etap 4. Czynne systematyczne wyszukiwanie błędów zaistniałych w układzie przez analizę schematów pneumatycznych i elektrycznych oraz cyklogramów pracy w porównaniu ze stanem faktycznym.

Etap 5. Eliminowanie „krok po kroku" przyczyn zakłóceń, przedyskutowanie problemu i wyciągnięcie wniosków.

Poglądowy projekt układu elektropneumatycznego

Typowy poglądowy projekt układu elektropneumatycznego wykonany za pomocą programu FLUID SIM–3P przedstawiony został na rys.1. Projekt ten składa się ze schematu pneumatycznego (rys.1a), schematu elektrycznego (rys.1b), cyklogramów (rys.1c) oraz wykazu oznaczeń i nazw elementów (tablica 1). Do projektu wybrane zostały dwa siłowniki dwustronnego działania A1 i A2, dwa zawory



Rys. 1 Projekt układu elektropneumatycznego wykonany za pomocą programu FLUID SIM-3P: a) schemat pneumatyczny, b) schemat elektryczny, c) cyklogramy

rozdzielające 5/2 V1 i V2, dwa zawory rozdzielające 3/2 V3 i V4, zawór dławiąco – zwrotny V5, zespół przygotowania powietrza Z1 i sprężarka P1. Zawory V1, V2 i V3 mają sterowanie typu elektromagnes/sprężyna. Zawór V4 sterowany ręcznie spełnia rolę zaworu odcinającego. Do sterownia siłownika A1 służą dwa wyłączniki krańcowe S11 i S12, a do sterownia siłownika A2 służą dwa magnetyczne łączniki bezstykowe S21 i S22. Łączniki te oznaczone są na schematach pneumatycznym i elektrycznym. Na schemacie elektrycznym można wyróżnić także: przełącznik normalnie otwarty S, przełączniki i przekaźniki K, elektromagnesy zaworów Y oraz przyłącza elektryczne 1 i 2. Po przeciągnięciu ze schematów pneumatycznego i elektrycznego wybranych elementów wykonawczych i sterujących tworzy się tablicę cyklogramów. Po uruchomieniu opcji „start symulacja" cyklogramy parametrów sterowania wykreślane są automatycznie zgodnie ze stanem sterowania układu elektropneumatycznego. Wykaz elementów układu elektropneumatycznego, przedstawiony na tablicy 1, sporządzony jest automatycznie według oznaczeń na schematach pneumatycznych i elektrycznych oraz nazw w bibliotece programu. Wykaz ten ułatwia przygotowanie zapytania ofertowego lub zamówienia na elementy pneumatyczne i elektryczne do wybranego producenta, które można przesłać przez internet.

Podsumowanie

Programu FLUID SIM-3P służy do tworzenia schematów pneumatycznych i elektrycznych, symulacji i wizualizacji działania oraz analizy i minimalizacji błędów sterowania układów elektropneumatycznych. W pracy przedstawiono poglądowy projekt układu elektropneumatycznego, który służy do ćwiczeń dydaktycznych. Posługiwanie się programem FLUID SIM-3P ma na celu pogłębianie wiedzy w zakresie budowy i sterowania układów elektropneumatycznych, zdobycie doświadczenia w wyszukiwaniu błędów oraz nabycia, umiejętności w zakresie analizy tych układów. Podobne projekty wykonuje się podczas zajęć dydaktycznych ze studentami oraz podczas kursów szkoleniowych na Politechnice Świętokrzyskiej.

Miniaturowa głowica do wkręcania łączników gwintowych

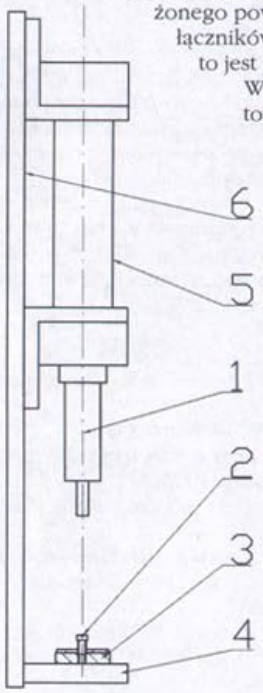
mgr inż. Wojciech Ślizeuski
Zespół Szkół Technicznych
16–400 Suwałki
Sejneńska 33

Wprowadzenie

W procesach produkcyjnych przy wytwarzaniu urządzeń często występują operacje wykorzystujące połączenia gwintowe z zastosowaniem łączników gwintowych o małych wymiarach nominalnych, to jest w zakresie od 2 do 6 mm. Przykładowo wśród wielu zastosowań technologia ta jest wykorzystywana przy produkcji urządzeń elektrotechnicznych, sprzętu gospodarstwa domowego, wyrobów powszechnego użytku [6,7]. W większości tych przypadków do montażu łączników gwintowych wykorzystywane są narzędzia ręczne lub ze wspomaganiem elektromechanicznym. Stosowane są także konstrukcje narzędzi, które wykorzystują energię sprężonego powietrza. Są one jednak przeznaczone do łączników o większych wymiarach nominalnych, to jest powyżej 6 mm .

W przypadku łączników gwintowych montowanych przez osoby niepełnosprawne narzędzia wkręcające powinny być napędzane energią sprężonego powietrza. Podyktowane to jest zapewnieniem warunków bezpieczeństwa. Ponadto należy tu uwzględnić aspekt wspierania pracy operatora niepełnosprawnego w zakresie jego indywidualnej percepcji zmysłowej [5].

W niniejszym opracowaniu zaproponowano własne rozwiązanie konstrukcyjne głowicy do wkręcania śrub i wkrętów o małych wymiarach nominalnych napędzanej energią sprężonego powietrza.



Rys. 1 Schemat ideowy głowicy wkręcającej
1- wkrętak, 2- łącznik gwintowy, 3- przedmiot, 4-stolik regulowany, 5-siłownik pozycjonowania, 6- statyw

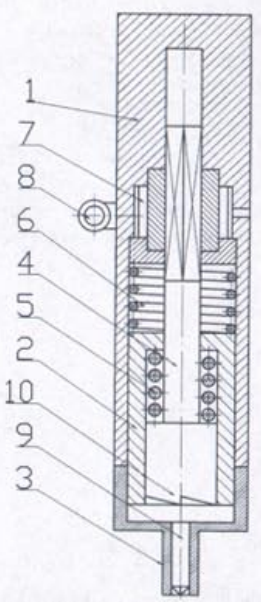
Założenia

Schemat ideowy głowicy wkręcającej przedstawiono na rysunku 1. Podstawowym elementem głowicy jest wkrętak *1*. Wkrętak zamocowany jest na tłoczysku pneumatycznego siłownika pozycjonowania *5*. Siłownik pozycjonowania jest utwierdzony do statywu głowicy *6* i służy do ustawiania głowicy wkrętaka na łbie łącznika *2*. Istotnym problemem technologicznym podczas mocowania jest ustawienie łącznika w pozycji pionowej. Można to uzyskać przez wstępne ręczne wkręcenie łącznika lub przez zastosowanie takiego rozwiązania, które ustawi łącznik w pozycji pionowej. Odpowiednie ustawienie łącznika, a tym samym całego przedmiotu względem wkrętaka zapewnia regulowany stolik *4*, na którym umieszcza się elementy *3* przeznaczone do montażu. Po zakręceniu łącznika gwintowego tłoczysko siłownika wraca do położenia wyjściowego wycofując jednocześnie wkrętak z obszaru montażu. Cykl się powtarza według tego samego algorytmu [4,8].

Budowa wkrętaka

Budowa zespołu wkrętaka przedstawiona jest na rysunku 2. Cechą charakterystyczną tego rozwiązania jest dokręcanie łącznika do oporu. Zakręcanie uzyskuje się przez ustawienie końcówki *9* wkrętaka na łbie łącznika gwintowego. Docisk do łba powoduje uniesienie trzpienia *4* wkrętaka względem korpusu *1* oraz turbiny *7*. Górna część trzpienia przechodząca przez turbinę jest pasowana z nią suwliwie z wykorzystaniem połączenia kształtowego. Piasta turbiny jest łożyskowana w korpusie wkrętaka w sposób ślizgowy. Stałość docisku końcówki wkrętaka do łba gwarantuje sprężyna oporowa *6* dociskająca tuleję dystansową *2*. W momencie uzyskania oporu na zazębieniu sprzęgła *10* następuje uniesienie trzpienia wkrętaka, co sygnalizowane jest przez charakterystyczny dźwięk.

Inne rozwiązanie konstrukcyjne powoduje rozwarcie styków w przewodzie sygnału sterującego zaworem elektropneumatycznym odpowiadającym za zasilanie wkrętaka strumieniem powietrza [7]. Po dokręceniu łącznika następuje wycofanie wkrętaka z obszaru dokręcania. Sprężyna oporowa *6* i sprężyna sprzęgła *5* ustawiają elementy wkrętaka w położeniu wyjściowym [4,8].



Rys. 2 Schemat budowy wkrętaka
1- korpus, 2- tuleja dystansowa, 3-pokrywka, 4- trzpień, 5-sprężyna sprzęgła, 6-sprężyna oporowa, 7-turbina, 8-przyłącze zasilania pneumatycznego, 9- wymienna końcówka, 10- sprzęgło

Parametry eksploatacyjne

Do podstawowych parametrów eksploatacyjnych głowicy wkręcającej można zaliczyć moment obrotowy M i prędkość obrotową n zespołu ruchomego wkrętaka. Innymi parametrami użytkowymi są zakres użytecznej długości łącznika gwintowego l oraz jego charak-

terystyczne wymiary nominalne, to jest średnica gwintu oraz cechy łba łącznika. Te ostatnie parametry oznaczono symbolem Θ. Moment obrotowy wkrętaka jest zależny od parametrów strumienia powietrza zasilającego, a przede wszystkim od jego ciśnienia p oraz natężenia przepływu Q. Na moment obrotowy końcówki wkręcającej ma też wpływ geometria turbinki, a szczególnie ukształtowanie łopatek, ogólnie oznaczone symbolem k. Parametry te stanowią argumenty funkcji f_1 charakteryzującej moment obrotowy wkrętaka, a mianowicie $M=f_1(p,Q,k)$.

Iloczyn ciśnienia i natężenia przepływu powietrza przy wlocie na turbinkę stanowi moc, jaką

$$P = p \cdot Q$$

przenosi turbinka przepływowa wkrętaka [1,2,8], czyli:

$$p = \frac{F}{S}$$

Podstawiając

$$Q = v \cdot S = 2\pi \cdot n \cdot r \cdot S$$

moc turbinki można zapisać

$$P = 2\pi \cdot n \cdot F \cdot r = 2\pi \cdot n \cdot M$$

gdzie:
S – pole powierzchni łopatek obejmowane przez strumień powietrza,
F – siła działająca na łopatki turbiny,
v – prędkość liniowa strumienia powietrza na wlocie,
n – prędkość obrotowa turbiny,
r – promień podziałowy turbiny.

Ze wzoru na moc można wyznaczyć:
• moment obrotowy

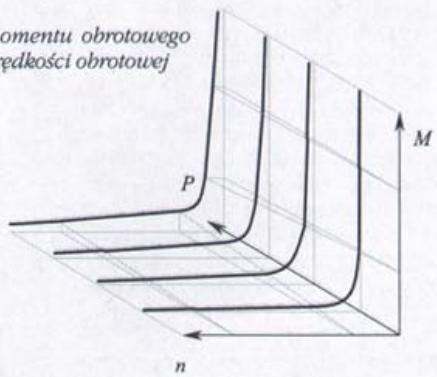
$$M = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{n}$$

• prędkość obrotową turbiny

$$n = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{M}$$

Na rysunku 3 przedstawiono graficzną interpretację momentu w zależności od przenoszonej mocy oraz uzyskiwanej prędkości obrotowej.

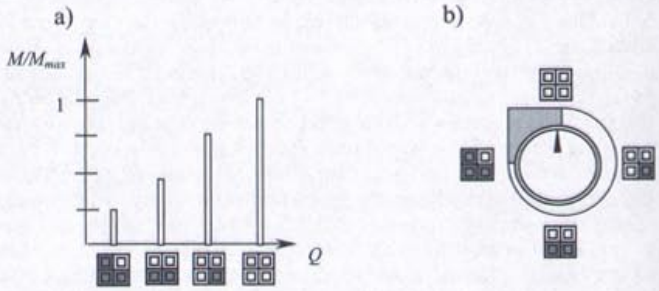
Zakres zastosowań



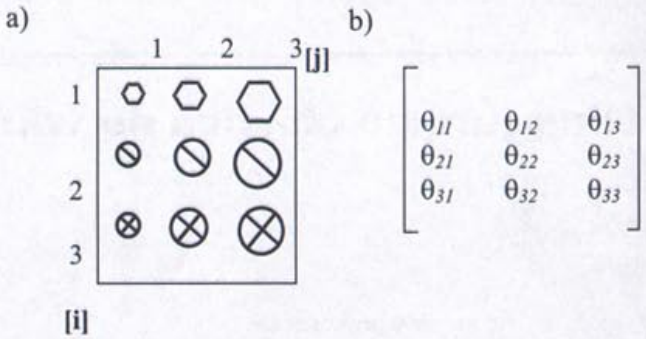
Rys. 3 Zależność momentu obrotowego turbiny od mocy i prędkości obrotowej

Przedstawioną konstrukcję głowicy można stosować w procesach o różnych parametrach eksploatacyjnych. Parametrem regulowanym jest tu moment obrotowy M oraz geometria łącznika gwintowego Θ. Przez geometrię łącznika gwintowego należy rozumieć jego rodzaj i wymiary nominalne gwintu.

Konstrukcja wkrętaka umożliwia wymianę końcówki w zależności od kształtu i wymiaru łącznika gwintowego [3] (tablica wariantów na rysunku 5).



Rys. 4 Regulacja momentu obrotowego, a) wykres wielkości momentu, b) pozycje pokrętła zaworu



Rys. 5 Kształt końcówek wkrętaka, a) tablica wariantów, b) macierz stanu

Tablica wariantów określa rodzaj łącznika i wymiar nominalny gwintu dla danej końcówki wkrętaka. Metodę tę można zapisać jako macierz dwuwymiarową złożoną z elementów stanu końcówki Θ_{ij}. Elementy macierzy stanu reprezentują strukturę tablicy wariantów i są uwzględniane przy programowaniu systemu mechatronicznego w konkretnym procesie montażowym [6,7].

Podsumowanie

Rozwiązanie konstrukcyjne głowicy zapewnia zastosowanie jej w procesach montażowych wykorzystujących połączenia gwintowe o małych wymiarach nominalnych gwintu. Zastosowanie napędu pneumatycznego zapewnia bezpieczne warunki pracy przy montażu. Ma to szczególnie ważne znaczenie w zakładach pracy chronionej, gdzie czynności montażowe wykonuje operator niepełnosprawny. Ponadto o uwarunkowaniach pracy głowicy decydują parametry eksploatacyjne. Najważniejszymi z nich są: przenoszona moc, prędkość obrotowa i moment obrotowy wkrętaka. Szeroki wybór wariantów parametrów zapewnia elastyczne stosowanie głowicy do wytwarzania różnych asortymentów produkcji.

Literatura

[1] Godlewski M., Tym Z.: Poradnik dla mechaników, WSiP, Warszawa 1991.
[2] Pieńkowski K.: Mechanika płynów, WPB, Białystok 1989.
[3] Podstawy konstrukcji maszyn – ćwiczenia konstrukcyjne, Praca zbiorowa p. red. Żukowskiej J., WPB, Białystok 1990.
[4] Siemieniako F., Gawrysiak M.: Automatyka i robotyka, WSiP, Warszawa 1996.
[5] Śliżewski W.: Diagnozowanie uwarunkowań percepcji zmysłowej operatorów niepełnosprawnych wykonujących czynności

Zasada działania przemiennika częstotliwości

Przemienniki częstotliwości służą do przetwarzania energii elektrycznej prądu przemiennego o stałej częstotliwości w energię o częstotliwości regulowanej. Najszersze zastosowanie techniki regulacji częstotliwości wiąże się z zastosowaniem przemienników w napędach z silnikami in-

Rys. 3 Porównanie trzech technik sterowania przemiennikami częstotliwości. Brak modulatora PWM w przemienniku DTC decyduje o dynamice i sprawności napędu.

cji prędkości silnika klatkowego, jednak ze względu na stosunkowo małą dynamikę i niezbędne sprzężenia zwrotne zastosowania tych urządzeń

w napędzie sprężarki powoduje znacznie większą dynamikę regulacji i szybkie nadążanie za zmianami zapotrzebowania oraz podniesienie dokładności regulacji przez szybką kompensację zakłóceń.

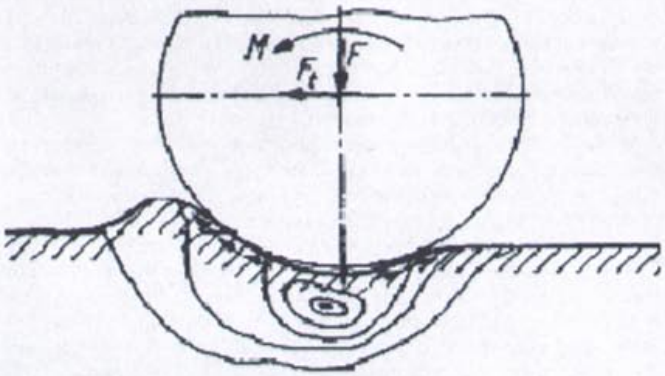
Charakterystyczne dla napędu DTC właściwości dokładności regulacji ilustruje rysunek 4. Szybkość i dokładność regulacji prędkości napędu jest równie dobra lub lepsza niż w napędzie prądu stałego, niezależnie od

Zagadnienia technologiczne i eksploatacyjne urządzeń sterujących i wykonawczych pneumatyki

Antoni Daniel Znorko

Streszczenie

Artykuł prezentuje celowość zastąpienia wykańczających operacji szlifowania lub honowania powierzchni roboczych urządzeń sterujących i wykonawczych pneumatyki przez powierzchniową obróbkę plastyczną. Uzyskane korzystne cechy użytkowe warstwy wierzchniej powierzchni roboczych spowodują zwiększenie niezawodności pracy układów pneumatycznych lub hydraulicznych.



Wstęp

Wiele powierzchni urządzeń sterujących i wykonawczych pneumatyki pracuje w stykowym kontakcie ruchowym z uszczelkami lub zespołami uszczelniającymi. Wewnętrzne powierzchnie siłowników stanowią parę trącą z uszczelnieniami wbudowanymi w tłokach. Tłoczyska cylindrów pneumatycznych podczas pracy trą o tuleje prowadzące i uszczelniacze wbudowane w pokrywy. Wirniki obrotowych silników pneumatycznych z dużymi prędkościami ślizgają się po wewnętrznych powierzchniach korpusów. Tłoczki rozdzielaczy i reduktorów, sterując pracą układów pneumatycznych czy hydraulicznych, dynamicznie przesuwają się w gniazdach korpusów rozdzielaczy.

Wzajemna współpraca ruchomych części wymienionych zespołów ma charakter tarcia ślizgowego. Warstwa wierzchnia elementów roboczych jest poddawana złożonemu stanowi obciążenia wynikającego z oddziaływania zmiennego ciśnienia hydrostatycznego i dynamicznego charakteru pracy urządzenia. Złożony charakter obciążenia często prowadzi do przyśpieszon[illegible]

[illegible]niu. Istotna z punktu
[illegible]erzchni po nagniata-
[illegible]lny do powierzchni
[illegible] uzyskanie charakte-
[illegible]kowej struktury po-

[illegible]wliwym powierzchni
[illegible] Badania wykazują
[illegible]lniaczy.
[illegible]e materiału i wzrost
[illegible]e jest efektem wzro-
[illegible]j skutkiem akumulo-
[illegible]nie uzyskujemy przy-
[illegible]szenia temperatury
[illegible] Przyrost twardości
[illegible]ataniu i parametrów
[illegible]edmiotów po obrób-

[illegible]ć na zużycie ścierne.
[illegible] wierzchniej, zmniej-
[illegible]ci powierzchni i bez-

[illegible]wnętrznej cylindrów

[illegible]ć na zużycie ścierne
[illegible]ku do powierzchni
[illegible]y honowaniem.
[illegible]ylko po obróbce na-
[illegible]ęczeniowej. Wzrost
[illegible]ytworzonym stanem
[illegible]em warstwy wierzch-
[illegible]kające „zmniejszają"
[illegible] wywołanych obcią-
[illegible]e w warstwie wierzch-
[illegible]h. Wytworzona w

roztaczanie, wiercenie, rozwiercanie, szlifowanie, honowanie itp. Końcowe operacje obróbki wykańczającej nadają ostateczne własności eksploatacyjne części roboczych i decydują o ich żywotności i niezawodności pracy całego układu pneumatycznego lub hydraulicznego.

Rys. 4 Obróbka cylindra pneumatycznego głowicą roztaczająco -nagniatającą

Współczesne badania wykazują, że tylko poprzez celowe, programowane konstytuowanie warstwy wierzchniej odpowiednią obróbką powierzchniową, odpowiadającą obciążeniom i warunkom eksploatacji, można uzyskać wysoką niezawodność pracy urządzenia. Korelacja właściwości warstwy wierzchniej z rodzajem zużycia, polega głównie na porównaniu odporności struktury warstwy wierzchniej z rodzajami i intensywnością działania czynników niszczących. Użytkowe skutki nagniatania takie jak:

- wysoka gładkość powierzchni,
- bezkierunkowa struktura powierzchni,
- umocnienie i wzrost twardości o ok. 110÷150 HB bez obróbki cieplnej,
- wzrost odporności na zużycie ścierne o ok. 50 ÷85%,
- wzrost odporności na obciążenia zmęczeniowe 40 ÷ 90 %,
- 2÷3 krotne zmniejszenie zużycie uszczelek i uszczelniaczy,
- możliwość wykonania nagniatania na obrabiarkach konwencjonalnych lub NC,
- obniżenie kosztów przez zastąpienie szlifowania czy honowania tańszym nagniataniem

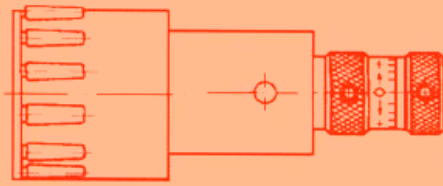
są w zbieżnej korelacji z charakterem obciążeń występujących w urządzeniach sterujących i wykonawczych pneumatyki i hydrauliki. Rozszerzenie zastosowań powierzchniowej obróbki plastycznej w procesach wytwarzania urządzeń sterujących i wykonawczych pneumatyki i hydrauliki zapewni znaczącą poprawę jakości tych urządzeń i niezawodności pracy układów pneumatycznych lub hydraulicznych oraz obniży koszty produkcji.

[illegible]większych niż po obróbce ściernej – po szlifow
[illegible]widzenia zużycia ściernego jest struktura pow
[illegible]niu. Bezwiórowy charakter obróbki i norm
[illegible]kierunek działania siły nagniatającej powoduj
[illegible]rystycznej tylko dla tej obróbki, bezkieru
[illegible]wierzchni.

Jest to szczególnie korzystne przy tarciu su
[illegible]metalu z uszczelniaczami, np. gumowymi itp
[illegible]prawie trzykrotne zmniejszenie zużycia uszcz

W wyniku nagniatania następuje umocnie
[illegible]twardość jego warstwy wierzchniej. Umocnie
[illegible]stu poziomu energicznego warstwy wierzchni
[illegible]wania energii zgniotu. Tylko poprzez nagniata
[illegible]rost twardości na zimno, czyli bez podn
[illegible]i bez niekorzystnych odkształceń cieplnych
[illegible]zależy od rodzaju materiału poddanego nagn
[illegible]obróbki. Najczęściej twardość powierzchni pr
[illegible]ce nagniataniem wzrasta o ok. 110p÷150 HB.

Obróbka nagniataniem zwiększa odporno
[illegible]Wnika to głównie ze wzrostu twardości warstw
[illegible]szenia współczynnika tarcia, poprawy gładko



Rys 3 Głowica do nagniatania powierzchni w

[illegible]kierunkowej struktury powierzchni. Odporno
[illegible]ulega zwiększeniu o ok. 50p÷85% w stosu
[illegible]uzyskanej obróbką ścierną np. szlifowaniem c

Unikalną własnością użytkową, uzyskiwaną
[illegible]gniataniem, jest zwiększenie wytrzymałości z
[illegible]odporności zmęczeniowej jest spowodowany
[illegible]ściskających naprężeń własnych oraz umocnien
[illegible]niej przedmiotu nagniatanego. Naprężenia śc
[illegible]wartość maksymalnych naprężeń rozciągających
[illegible]żeniem zmęczeniowym. Odkształcenia plastyczn
[illegible]niej zwiększają opory odkształceń cykliczny
[illegible]nagniataniu rozdrobniona struktura zmniejsza

Układ pozycjonowania siłowników pneumatycznych – stanowisko dydaktyczne

Kazimierz Dzierżek
Katedra Techniki Automatyzacji, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Białostocka,
ul. Wiejska 45c, 15–351 Białystok
e-mail: kazde@pb.bialystok.pl

Wprowadzenie

W obrabiarkach i innych urządzeniach przemysłowych coraz częściej stosowanym elementem wykonawczym jest siłownik pneumatyczny. Zastępuje on szybko zużywające się śruby pociągowe i towarzyszące im przekładnie zębate. Zastosowanie siłowników, prócz większej trwałości – zwiększa też elastyczność tych urządzeń. Mogą one pracować w szerszym zakresie prędkości (0÷2m/s), z płynną regulacją prędkości przesuwów.

Stosowanie siłowników pneumatycznych pociąga za sobą konieczność rozwiązana problemu pomiaru położenia tłoczyska oraz dokładnego pozycjonowania go. Nawet w najprostszych układach tego typu występuje interdyscyplinarność tematyczna, która nadaje im status układów mechatronicznych. Układy te wymagają znajomości zjawisk z obszaru hydro i termodynamiki, elektroniki, techniki pomiarowej i oprogramowania. Całościowe ujęcie tematyki pozwoli studentowi na pełne zrozumienie zagadnień występujących podczas pomiaru położenia i pozycjonowania siłowników pneumatycznych.

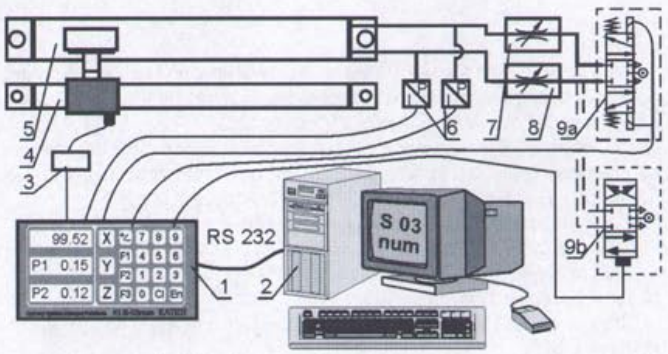
Budowa stanowiska

Stanowisko dydaktyczne, przedstawione na rysunku 1, składa się z następujących elementów:

1. Sterownik mikroprocesorowy Kt S-03num (Katech),
2. Komputer klasy PC,
3. Kabel z izolacją optyczną Kt 25 (Katech),
4. Liniał pojemnościowy DWO 500 (Katech),
5. Siłownik beztłoczyskowy typ DGP – 25 – 500 –B (Festo),
6. Przetwornik „ciśnienie – prąd Peltron" PCx 0.1 (Festo),
7. Dławik regulowany (wejściowy) typu GR-1/8, zakres pracy 0,01÷1,0 MPa (Festo),
8. Dławik regulowany (wyjściowy) typu GR-1/8, zakres pracy 0,01÷1,0 MPa (Festo),

9a. Rozdzielacz pneumatyczny pięciodrogowy trójpołożeniowy (Festo),

9b. Zawór proporcjonalny MPYE – 5 – HF –420 B (Festo).



Rys. 1 Stanowisko dydaktyczne do pomiaru położenia i pozycjonowania siłowników

Pneumatyczny układ napędowy stanowi beztłoczyskowy siłownik *5*, rozdzielacz *9a* oraz dławik wejściowy *7* i wyjściowy *8*. Położenie tłoczyska mierzone jest za pomocą liniału pomiarowego *4*. Z liniału wychodzi szeregowy sygnał cyfrowy, który jest przesyłany do sterownika *1* poprzez kabel optyczny z optoizolacją *3*. Prócz toru realizującego pomiar położenia jest również tor pomocniczy, służący do pomiaru ciśnienia w dwóch komorach siłownika. W skład tego toru wchodzą następujące elementy: przetwornik „ciśnienie – prąd" *6* oraz przetwornik znajdujący się wewnątrz sterownika „prąd – sygnał cyfrowy". Sygnał cyfrowy podawany jest bezpośrednio do mikroprocesora. Ze sterownika wychodzą dwa tory sterujące. Pierwszy nadzoruje pracę liniału pomiarowego, drugi zaś steruje rozdzielaczem pneumatycznym *9a*. Z komputerem sterownik porozumiewa się poprzez łącze szeregowe w standardzie RS 232. Przeprowadzone przez studentów badania na tym stanowisku pokazują, że tego rodzaju układ nie zapewnia dokładności i powtarzalności pozycjonowania tłoczyska. Badania mogą być ponadto prowadzone przy dużym dławieniu przepływu (wolny przesuw tłoczyska). Uzyskane wyniki uzasadniają konieczność poszukiwania innego rozwiązania pozycjonowania siłownika pneumatycznego. Następnym więc etapem proponowanym studentom jest zamiana rozdzielacza pneumatycznego 5/3 na zawór proporcjonalny MPYE – 5 – HF –420 B.

Podobnie jak poprzednio, ze sterownika wychodzą dwa tory sterujące. W tym przypadku pierwszy nadzoruje pracę liniału pomiarowego, drugi natomiast, poprzez przetwornik „sygnał cyfrowy – prąd", znajdujący się w sterowniku, steruje zaworem proporcjonalnym *9b*.

Liniał pomiarowy zbudowany jest z płaskownika, na który naklejony jest pasek wzorcowy (płytka drukowana) o odpowiednio podzielonych polach. Nad paskiem wzorcowym przesuwa się zintegrowana elektronika, która mierzy położenie. Z liniału wychodzi szeregowy sygnał cyfrowy, z częstością 45 transmisji na sekundę (tryb fast) lub 3 transmisje na sekundę (tryb normal).

Kabel z optoizolacją zbudowany jest z dwóch wzmacniaczy operacyjnych z optoizolacją oraz wyspecjalizowanego układu scalonego nadzorującego pracę liniału w trybie fast. Z liniału wychodzi sygnał o napięciu 1.5V, z kabla opto wychodzi sygnał TTL.

Sterownik mikroprocesorowy Kt S–03num jest urządzeniem zaprogramowanym specjalnie dla potrzeb budowy stanowiska. Umożliwia on odczyt położenia, pomiar ciśnień w dwóch komorach siłownika, steruje rozdzielaczem pneumatycznym oraz zaworem proporcjonalnym. Prócz tego pozycjonuje on siłownik na pozycji zaprogramowanej (bez optymalizacji) oraz przesyła dane do komputera. Sterownik Kt S-03num zbudowany jest na bazie procesora 89S8252 firmy Atmel (master) oraz procesorów 89c51 (slow) firmy Atmel.

Program komputerowy umożliwia zapisywanie danych do pliku oraz ich przetwarzanie. W programie komputerowym możemy napisać procedury optymalizacji do sterowania rozdzielaczem pneumatycznym z komputera poprzez sterownik.

Zakres badań

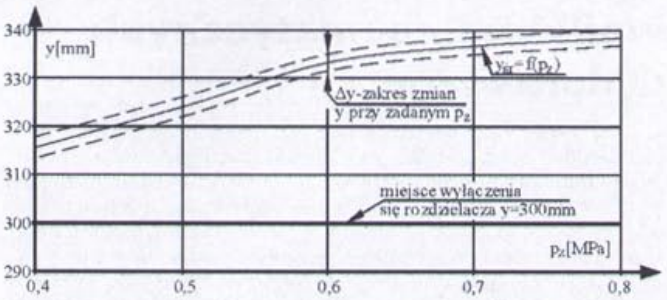
Przed przystąpieniem do badań student zapoznaje się z budową stanowiska, funkcją poszczególnych urządzeń, dokonuje analizy toru pomiarowego (rodzaje sygnałów, przepływ sygnałów). W drugiej kolejności przystępuje do analizy programu i ewentualnie dokonuje korekty (wprowadza dane) w zależności od zakresu badań. W pierwszej konfiguracji (z rozdzielaczem 5/2) student zapoznaje się z istotą problemów pozycjonowania oraz funkcją poszczególnych przyrządów. Stanowisko przedstawione na rysunku 1 (w pierwszej i drugiej konfiguracji) umożliwia badanie dokładności pozycjonowania tłoczyska w zależności od:

- ciśnienia wejściowego (zasilania),
- liczby użytych dławików (na wejściu, na wyjściu, na wejściu i wyjściu),
- nastaw dławików (intensywność dławienia).

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowe wyniki doświadczalne powtarzalności pozycjonowania siłownika w funkcji ciśnienia zasilania (z rozdzielacza 5/2). Pomiarów położenia dokonywano przy powolnym przemieszczaniu się tłoka (0,5 m/s) i przy przełączaniu rozdzielacza w położeniu y= 300 mm.

Powtarzalność pozycjonowania tłoczyska po wyłączaniu sygnału sterującego rozdzielaczem na pozycji 300 mm wynosi:

- dla ciśnienia 0,4 MPa (rozrzut wyników +2,1, –2,1 mm),
- dla ciśnienia 0,5 MPa (rozrzut wyników +2,3, –1,6 mm),
- dla ciśnienia 0,6 MPa (rozrzut wyników +1,5, –1,8 mm),



Rys. 2 Powtarzalność pozycjonowania siłownika w zależności od ciśnienia zasilania (stanowisko z rozdzielacza 5/2)

- dla ciśnienia 0,7 M[illegible]

- dokładność pozycjonowania w zależności od częstości transmisji (odczyt położenia),
- dokładność pozycjonowania w zależności od ciśnienia w komorach wejściowej i wyjściowej,

Podstawowym problemem decydującym o możliwości realizacji powyższego zakresu badań, a także o uzyskaniu wysokiej (rzędu 0,1 mm) dokładności pozycjonowania jest opracowanie odpowiedniego algorytmu sterowania. Do pozycjonowania siłownika opracowano algorytm typu PID, w wersji cyfrowej. Przy tym przyjęto założenie, aby był on możliwie prosty i zajmował mało miejsca w pamięci sterownika. Schemat blokowy algorytmu sterowania przedstawiono na rysunku 4. Algorytm regulatora PID sprowadzono do obliczenia następującej zależności:

$$U(k) = U(k-1) + \Delta(k)$$

Zamówienie możecie Państwo składać:
faksem (071) 373 52 32
przez Internet: http://www.lektorium.pl
prenumerata@lektorium.pl
listownie: pod adresem wydawnictwa
podpis osoby upoważnio

KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ

Ingersoll-Rand

NIEKWESTIONOWANEGO ŚWIATOWEGO LIDERA W PRODUKCJI SPRĘŻAREK

TRADYCJA I DOŚWIADCZENIE – istnieje od 1871 r.

Oferujemy w pełnym zakresie wydajności
proste w montażu, tanie w eksploatacji, bezobsługowe:

SPRĘŻARKI olejowe i bezolejowe – tłokowe, śrubowe i odśrodkowe

oraz urządzenia towarzyszące:

CHŁODNICE, OSUSZACZE, FILTRY I SEPARATORY

INGERSOLL-RAND ITALIANA
ISO 9001 CERTIFIED
CENTRIFUGAL COMPRESSOR DIVISION

INGERSOLL-RAND
ISO 9001 CERTIFIED
HINDLEY GREEN PLANT

ZAPEWNIAMY DORADZTWO TECHNICZNE, SERWIS GWARANCYJNY, POGWARANCYJNY, SKŁAD CZĘŚCI

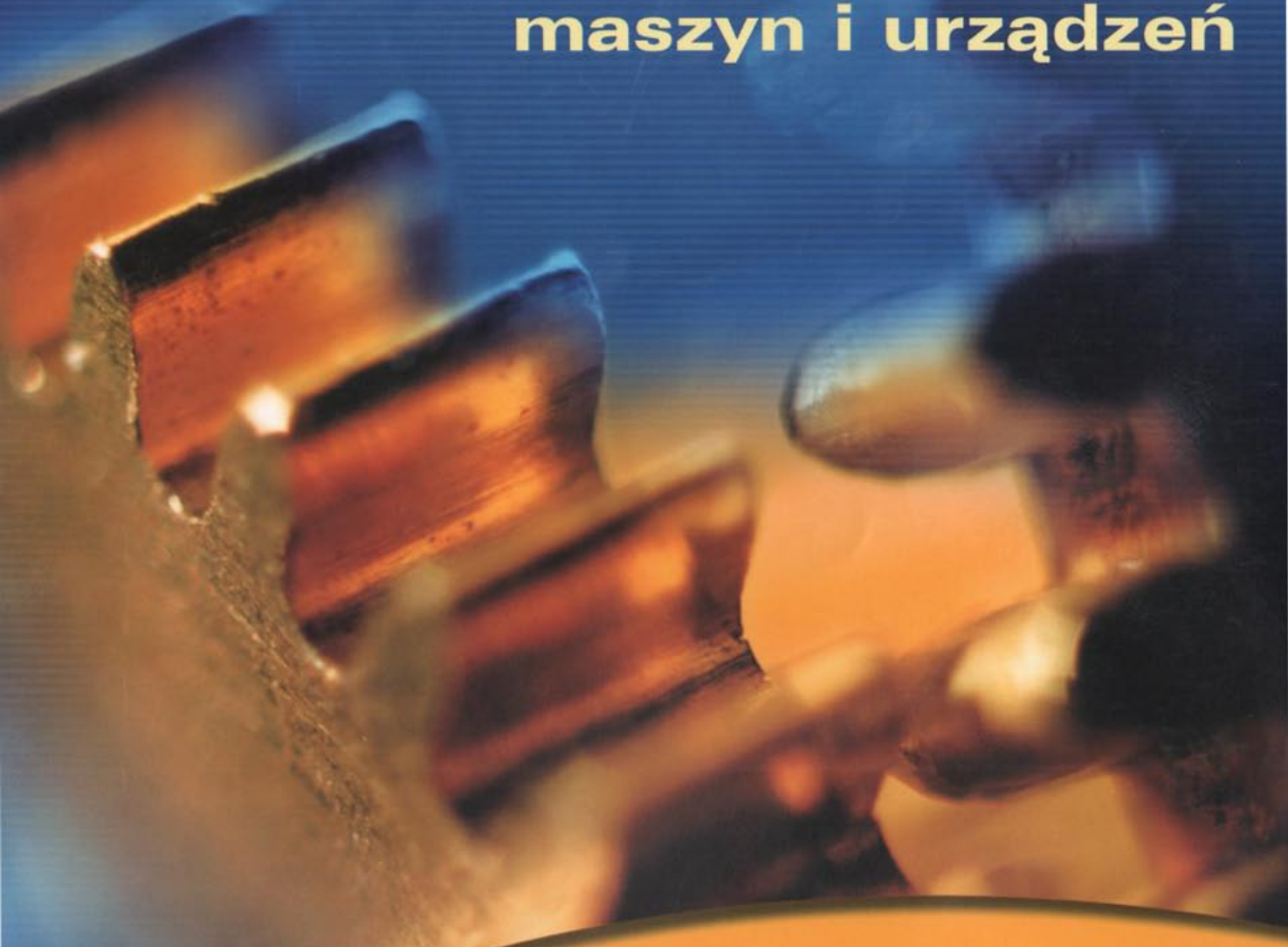
z energią do przodu
wimtec

Wyłączny INGERSOLL-RAND® AIR SOLUTIONS Przedstawiciel

Biuro: 00-871 Warszawa, ul. Żelazna 67/62
Tel.: (022) 652 11 55 • faks: (022) 654 74 08
e-mail: wimtec@qdnet.pl • www.wimtec.pl

Biuro Regionalne: 43-300 Bielsko-Biała, ul. Podwale 50/4
Tel./faks: (033) 812 55 04 • tel. kom. 0602 33 29 48
SPRZEDAŻ, SERWIS, CZĘŚCI

BEZPIECZNA EKSPLOATACJA
maszyn i urządzeń



OLEJE PRZEMYSŁOWE RAFINERII GDAŃSKIEJ

PRZEKŁADNIOWE (TRANSOL, TRANSOL CLP, TRANSOL SP), HYDRAULICZNE (L-HL,L-HM,L-HV), TURBINOWE (REMIZ), SPRĘŻARKOWE (SIGMUS, CORVUS, CYLITEN), MASZYNOWE (L-AN,L-ANZ)

Wyprodukowane z wyselekcjonowanych surowców, zgodnie z najściślejszymi normami jakościowymi, uszlachetniane i ulepszane. Ich główne zadanie to jak najlepiej chronić Twoje urządzenia.

Nam możesz zaufać:

- dążąc do jak najpełniejszego zaspokojenia potrzeb klientów stale doskonalimy Nasze produkty oferując **JAKOŚĆ ZA NAJKORZYSTNIEJSZĄ CENĘ**
- aby ułatwić zakup produktów rozbudowaliśmy nasz **SYSTEM DYSTRYBUCJI**, teraz bardzo dobre oleje przemysłowe są tuż obok Ciebie
- nowa usługa - **SERWIS OLEJÓW PRZEMYSŁOWYCH***

BEZPIECZNA EKSPLOATACJA

Informacja handlowa tel. (058) 308-72-56
e-mail lotos@rafineria.gda.pl, http://www.rafineria.gda.pl

*Szczegółowa informacja o warunkach serwisu tel. (058) 308-72-65, e-mail: serwis@rafineria.gda.pl

Rafineria Gdańska