

Pneumatyka

Marzec-Kwiecień

2(45)2004

DWUMIESIĘCZNIK

cena 7,50 zł
(w tym VAT 7%)

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323

www.marani.pl

marani

OUTSOURCING

usługa
outsourcing
XXI wieku

Marani Sp. z o.o.
41-807 Zabrze - Mikulczyce
ul. Mickiewicza 66
tel./fax (032) 274-01-13 do 16
strona: www.marani.pl
poczta: marani@marani.pl

Technika wytwarzania
sprężonego powietrza,
sprężarki śrubowe
– olejowe

Sprężarki firm:

AIRPOL

BOGE

COMPROT

Ingersoll – Rand

Praca niestateczna
sprężarek
przepływowych

dh – osuszacze
chłodnicze CRD

Warunki eksploatacji
narzędzi
pneumatycznych

Pneumatyczne
narzędzia
przemysłowe BOSCH

Buty też potrzebują
powietrza

Dofinansowanie
przedsiębiorstw

Wydawnictwo
LEKTORIUM

Problem sprężonego powietrza „z głowy” – str. 32





058 6609580



022 6521155



061 8164183



071 7985930



032 2581096



012 2859238



Ingersoll Rand



Technika Przemysłowa Sp. z o.o.

43-100 Tychy
ul. Budowlanych 43
tel.: +48 (32) 326 24 50
fax: +48 (32) 326 24 51
e-mail: laska@laska.com.pl
www.laska.com.pl

Filia Wrocław:
53-234 Wrocław
ul. Grabiszyńska 241 F
tel.: +48 (71) 364 77 70
fax: +48 (71) 364 77 71
e-mail: wroclaw@laska.com.pl

Uszczelnienia Techniczne

Uszczelnienia do zastosowania w hydraulice, pneumatyce oraz innych gałęziach przemysłu w pełnym zakresie typoszeręgów.

- Uszczelnienia tłoków i tłoczyk
- Uszczelnienia kompaktowe
- Uszczelnienia wargowe
- Pierścienie zgarniające
- Pierścienie i taśmy prowadzące
- O-ringi
- Pierścienie oporowe
- Uszczelnienia wału (simmerringi, v-ringi)
- Uszczelnienia ślizgowe AE Goetze
- Płyty gumowe
- Sznury gumowe
- Uszczelnienia specjalne

W ofercie posiadamy ok. 40 tys. pozycji
z czego 8 tys. w ciągłej sprzedaży.



Kto dla kogo?



Dobrze byłoby, gdybyśmy jako kraj potrafili wnieść do Europy coś więcej niż tylko pierogi. Na razie nie wiadomo jednak, co mogłoby być polską specjal-

nością przemysłową. Dlaczego Polska jest wciąż krajem nieprzyjaznym dla przedsiębiorców? Dlaczego organy demokratycznej władzy tak niezdarnie pracują? Całe rzesze rozdyskutowanych posłów i senatorów, prokuratorów, przewodniczących, obrońców, rzeczników, ekspertów w departamentach, kluby partyjne, frakcje, komitety – nikomu z nich dobre i proste rozwiązania nie są na rękę. Senator, właściciel fabryk dobrze sobie żyje i nie jest zainteresowany jakimś tam działaniem na rzecz rozwoju przedsiębiorczości. Rozbudowane instytucje administracyjne nie są zainteresowane upraszczaniem przepisów, gdyż oznaczałoby to zmniejszenie ich roli itd. Jak to się dzieje, że w demokratycznym kraju ciągle najważniejsza jest dieta poselska?

Krzysztof Zanussi u progu swojej reżyserskiej kariery nakręcił film o zasadach działania maszyny matematycznej (komputera). Rozstawił na placu setkę małych dzieci i każde z nich nauczył jednej czynności – podnoszenia i opuszczania ręki w zależności od tego, co robi dwóch najbliższych sąsiadów. Skonstruował w ten sposób żywe bramki logiczne, a z tych bramek większą strukturę. Jak przyznał po latach, był zafascynowany tym, że układ złożony z prostych, nierozumnych elementów może wykonywać skomplikowane zadania. W czasach komunizmu podział ról społecznych na masy i tych, co sterują, był na porządku dziennym, a rozrywką władzy były wielotysięczne spartakiadowe pokazy gimnastyczne, jakie dziś jeszcze można zobaczyć w Korei Północnej.

Spartakiadowa młodzież stopniowo odchodzi na emeryturę, ale w nowych warunkach wciąż funkcjonują stare algorytmy działania maszyny, zbudowanej z nierozumnych zero-jedynkowych elementów, zwanych wyborcami, i potrzebnych do tego, żeby różne grupy mogły kandydować, zasiadać, reprezentować. Podobną rolę pełni przedsiębiorca dla wielkiej narodzi administracyjno-usługowej, do której należą: urzędy gminne, skarbowe, celne, ZUS, GUS, sądy, inspekcje, banki, firmy leasingowe, ubezpieczeniowe, telekomunikacyjne, informatyczne, internetowe, biura rachunkowe, doradcy prawni, firmy konsultingowe, agencje reklamowe, rzecznicy patentowi, agencje ochrony, organizatorzy targów, wydawcy informatorów i książek telefonicznych, firmy sprzątające, przewoźowe, szkoleniowe itd.

Nasze czasopismo, chcąc nie chcąc, jest elementem tego systemu, gdyż utrzymuje się z reklam. Jednak to my istniejemy dla czytelników i firm, które są obecne na naszych łamach, a nie odwrotnie. Staramy się aktywnie przyczyniać do rozwoju branży sprężonego powietrza, tworząc warunki do dyskusji i przepływu informacji. Temu celowi ma służyć między innymi inicjatywa „Pokażmy się razem”. Gorąco zachęcamy firmy większe i mniejsze do udziału w wystawie PNEUMA na tegorocznych czerwcowych Międzynarodowych Targach Poznańskich, której jesteśmy współorganizatorami i która będzie częścią konferencji „Pneuma 2004”. Spotkajmy się tam. Nie stójmy z boku. Stwórzmy grupę, która potrafi wykorzystać fundusze unijne, wpłynąć na działanie urzędów i skuteczniej promować swoją ofertę. Informacje o konferencji PNEUMA 2004 można znaleźć wewnątrz numeru.

Zdzisław Chrapkiewicz

Pneumatyka

REDAKCJA

Redaktor naczelny:
Zdzisław Chrapkiewicz
Dział DTP:
Marcin Kluziak
Adam Wołynszczak

Konsultacja naukowa
prof. nadzw. dr hab. inż.
Łukasz N. Węsierski
prof. dr hab. inż.
Tadeusz Mikulczyński
dr inż.
Kazimierz Peszyński

ADRES REDAKCJI

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel. (071) 798 59 42
fax: (071) 798 59 47
e-mail: pneumatyka@lektorium.pl

WYDAWCA

Wydawnictwo Lektorium
Kierownik wydawnictwa:
Mariusz Makulski
Biuro promocji i reklamy:
Katarzyna Wilczyńska

ADRES WYDAWCY

Wydawnictwo LEKTORIUM
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel./fax: (071) 798 59 46

DRUKARNIA

Hector

PRENUMERATA

Warunkiem przyjęcia zamówienia jest otrzymanie potwierdzenia dokonania wpłaty. Należność prosimy wpłacać przelewem lub przekazem pocztowym na konto Wydawnictwa Lektorium Bank Przemysłowo Handlowy PBK SA w Krakowie, III oddz. we Wrocławiu 95106000760000409910133389

Prenumeratę przyjmują:
Wydawnictwo Lektorium, 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.

Bezolejowe sprężarki BOGE:
rozszerzenie serii SO _____ 13

Oszczędzanie z optymalnym
ciśnieniem sprężonego powietrza _____ 14

Wyspy zaworowe HF 04 i LP 04 _____ 18



domnick hunter – osuszacze
chłodnicze CRD _____ 16

UNIGY – hamulec kosztów
dla każdego _____ 20

Każdego stać na sprężone powietrze
z MARANI _____ 22

Możliwości dofinansowania
przedsiębiorstw _____ 24

Śrubowe sprężarki bezolejowe
firmy AIRPOL _____ 28

Sprężarki gazowe firmy
COMPROT _____ 30



Problem sprężonego powietrza
„z głowy” _____ 32

Warunki eksploatacji narzędzi
pneumatycznych _____ 34

Technika wytwarzania sprężonego
powietrza, część II – Sprężarki
śrubowe (3) _____ 37

Buty też potrzebują powietrza _____ 40



Praca niestateczna sprężarek
przepływowych _____ 44

RECTUS TEMA 1625, specjalne
szybkozłące do codziennych
zadań _____ 47

Laboratorium naukowo-dydaktyczne
napędów pneumatycznych _____ 48

Pneumatyczne narzędzia przemysłowe
BOSCH _____ 54



NAJLEPSZY WYBÓR
SYNTETYCZNYCH
ŚRODKÓW SMARNYCH



Anderol zawsze dostarczał
najwyższej klasy środki
smarne dla przemysłu.

Anderol oznacza
wyższe bezpieczeństwo
i niezawodność
Twojej działalności.

Oferujemy oleje do
kompresorów i pomp
próżniowych różnych typów
(approvals producentów).
Także środki
biodegradowalne.
Pełny zestaw środków
smarnych dla urządzeń
przemysłu spożywczego.



Anderol BV
tel. +31 43 352 41 90
fax +31 43 352 41 99
E-mail: info@anderol-europe.nl
Web-site: www.anderol.com

Wyłączny dystrybutor w Polsce:
solvadis polska sp. z o.o.
tel. (071) 372 30 70
fax (071) 372 30 80
e-mail:
kontakt@solvadis-polska.com.pl
www.solvadis-polska.com.pl

solvadis polska

PNEUMA 2004

Konferencja PNEUMA 2004 Bydgoszcz/ Wiktorowo



Stali czytelnicy „Pneumatyki” znają już odbywającą się co dwa lata konferencję PNEUMA 2004. Tym razem głównym organizatorem jest Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy. Jak zwykle Na konferencji przedstawione zostaną referaty z ośrodków naukowych i wdrożeniowych. Uczestnicy z tych ośrodków będą zakwaterowani w Wiktorowie, gdzie również odbędzie się część obrad. Uczestnictwo w takiej formie kosztuje 800 zł, przy czym w tej cenie mieści się wyżywienie nocleg i program turystyczny.

Wystawa PNEUMA w Poznaniu

Pneumatyka to dziedzina związana z szerokim przemysłem, dlatego oprócz obrad naukowych na konferencji zawsze jest obecny wątek przemysłowy i oferta handlowa firm. W roku 2004 po raz pierwszy konferencja Pneuma zorganizowana będzie w poszerzonej formule uwzględniającej skuteczniejszą prezentację oferty handlowej firm z branży sprężonego powietrza przed szeroką publicznością. Równolegle z obradami naukowymi konferencji, odbywać się będzie wystawa PNEUMA na Międzynarodowych Targach Poznańskich. Dla uczestników wystawy będzie to okazja do wymiany poglądów i wypracowania wspólnego stanowiska wobec wielu spraw branżowych, takich jak nowe przepisy, konkurencja i współpraca, stowarzyszenie, wystawiennictwo branży sprężonego powietrza na różnych targach itp. Firmy uczestniczące w wystawie PNEUMA płacą za przygotowane stoisko konferencyjno-targowe (cena za 6 m² – 430 euro). Uczestnictwo w wystawie „PNEUMA” uprawnia do wygłoszenia prezentacji na III sesji plenarnej konferencji Pneuma, która odbędzie się na terenie wystawy w drugim dniu konferencji i Targów Poznańskich, oraz do udziału w obradach w Wiktorowie i w Bydgoszczy. Inne świadczenia, jak nocleg, wyżywienie, program turystyczny do uzgodnienia z organizatorami, za dodatkową opłatą.

Pierwszy dzień konferencji PNEUMA 2004 w Bydgoszczy będzie jednocześnie pierwszym dniem wystawy PNEUMA na terenie Targów Poznańskich.

Poniżej skrótowo przedstawiamy program konferencji PNEUMA 2004

Dzień 1 (14.06.2004)

9⁰⁰ – Na targach w Poznaniu otwarcie wystawy PNEUMA;
10⁰⁰ – 14⁰⁰ w Bydgoszczy rejestracja uczestników zgłoszonych do programu Konferencji w Bydgoszczy i Wiktorowie
14⁴⁵ – 18³⁰ Otwarcie konferencji w Bydgoszczy, a następnie wykłady plenarne i dyskusja;
18³⁰ Przejazd uczestników obrad z Bydgoszczy do Wiktorowa (miejsca zakwaterowania).

Dzień 2 (15.06.2004)

8³⁰ – przejazd z Wiktorowa do Poznania;
10⁰⁰ – 13⁰⁰ – sesja plenarna w Poznaniu (referaty związane z aplikacjami przemysłowymi, prezentacje firmowe;
13⁰⁰ – 13⁴⁵ – sesja plakatowa „Nauka w aplikacjach przemysłowych”;
15⁰⁰ – 18⁰⁰ – zwiedzanie targów;
18⁰⁰ – wyjazd do Wiktorowa.

Dzień 3 (16.06.2004)

9⁰⁰ – 13⁰⁰ Program turystyczny;
Biskupin – Muzeum Archeologiczne Wenecja – Muzeum Kolejki Wąskotorowej;

Żnin – Muzeum Ziemi Pałuckiej;

14⁰⁰–18⁰⁰ – obrady naukowe i prezentacja plakatów;

Dzień 4 (17.06.2004)

9⁰⁰–14⁰⁰ – obrady naukowe, dyskusja i zakończenie konferencji;

Szczegóły organizacyjne

Miejsca i terminy obrad:

14.06.2004 Bydgoszcz Ośrodek akademicki ATR w Fordonie, Bydgoszcz, ul. S. Kaliskiego 7;

15.06.2004 Poznań Międzynarodowe Targi Poznańskie ul. Głogowska 14, Poznań;

16.06.2004 Wiktorowo Ośrodek Wypoczynkowo-Konferencyjny, Wiktorowo 22, Łaski Wielkie;

17.06.2004 Wiktorowo.

Czas trwania:

Wystawa PNEUMA w Poznaniu

14.06.2004 godz. 9⁰⁰ do 17.06.2004 godz. 17⁰⁰

Konferencja Pneuma 2004 w Bydgoszczy, Poznaniu i Wiktorowie:

od 14.06.2004 godz. 10⁰⁰ do 17.06.2004 godz. 15⁰⁰;

Zakwaterowanie w Wiktorowie od godz. 10⁰⁰ dnia 14.06.2004;

Koszt uczestnictwa w konferencji z publikacją referatu (bez stoiska na wystawie PNEUMA) - 800,- zł, w tym wyżywienie, nocleg w Wiktorowie i program turystyczny.

Koszt stoiska na wystawie PNEUMA od 430 euro (za 6m²)

Komitety honorowe Konferencji: Zbigniew Skinder – rektor ATR Bydgoszcz, Bogusław Zalewski – Prezes Zarządu Międzynarodowych Targów Poznańskich, Henryk Holka – dziekan Wydziału Mechanicznego ATR Bydgoszcz, Janusz Sempruch – kierownik Katedry Sterowania i Konstrukcji, były rektor ATR, Zdzisław Chrapkiewicz – redaktor naczelny dwumiesięcznika Pneumatyka, Izabela Tarasiewicz – redaktor naczelny dwumiesięcznika Hydraulika i Pneumatyka

Komitet naukowy Konferencji: Mirosław Werszko Pol. Wrocławska – przewodniczący, Łukasz N. Węsierski Pol. Rzeszowska – wiceprzewodniczący, Andrzej Balawender – Pol. Gdańska, Józef Barycki – OBREiUP Kielce, Ryszard Dindorf, Pol. Świętokrzyska Kielce, Jaroslav Homišin – TU Košice (SK), Jerzy Iwaszko, Pol. Warszawska, Krzysztof Janiszowski – Pol. Warszawska, Zdzisław Kabza – Pol. Opolska, Jerzy Kurek – Pol. Warszawska, Bolesław Kuźniewski – WSM Szczecin, Tadeusz Mikuleczyński – Pol. Wrocławska, Mariusz Olszewski – Pol. Warszawska, Kazimierz Peszyński – ATR Bydgoszcz, Janusz Pluta – AGH Kraków, Franciszek Siemieniako – Pol. Białostocka, Wojciech Tarnowski – Pol. Koszalińska, Václav Tesař – University of Sheffield (GB), Jerzy Wołkow – Pol. Krakowska.

Osoby, które przyjadą bezpośrednio do Ośrodka Wypoczynkowo-Konferencyjnego w Wiktorowie zostaną przewiezione do Bydgoszczy. Wyjazd mikrobusu o godz. 13⁰⁰ w dniu 14.06. Uprzejmie prosimy o zgłaszanie tej opcji w komitecie organizacyjnym konferencji.

Szczegółowe mapki związane z dojazdem do ośrodka w Wiktorowie jak również bieżące szczegóły organizacyjne zamieszczone są na stronie internetowej konferencji www.pneuma.atr.bydgoszcz.pl

Adres sekretariatu Konferencji: mgr inż. Sylwester Wawrzyniak, Katedra Sterowania i Konstrukcji, Akademia Techniczno-Rolnicza, ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-798 Bydgoszcz, tel. (+4852) 340 82 23, (+4852) 340 82 88

e-mail: sylas@atr.bydgoszcz.pl



BOGE KOMPRESSOREN

JAKOŚĆ KTÓRA PRZEBIJA

- Sprężarki śrubowe o wydajnościach od 0,2 do 50,0 m³/min i ciśnieniach do 13 bar
- Sprężarki tłokowe o wydajnościach od 125 do 6200 l/min i ciśnieniach do 35 bar
- Oczyszczanie sprężonego powietrza,
- Kompleksowy montaż

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
Jarosław (016) 624 22 60
Serwis 24 h: 0 608 445 555

Pneumatik®

Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN



AMET®

PNEUMATYKA AUTOMATYKA HYDRAULIKA

SIEDNIKI
SZYBKOSŁĄCZA
POMPY
BLOKI PRZYGOTOWANIA POWIETRZA
KOMPRESORY

NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

51-114 Wrocław, ul. Obornicka 86 B
tel. 071 352 84 41, 352 75 39, 372 63 50, 372 63 51
tel. / fax 071 372 63 82

e-mail: amet@amet.com.pl internet: <http://www.amet.com.pl>



**V MIĘDZYNARODOWE TARGI
HYDRAULIKI, PNEUMATYKI,
STEROWANIA I NAPĘDÓW**

**ZAPRASZAMY DO KATOWIC
19-21 października 2004**

Równolegle odbędą się Międzynarodowe Targi
Przemysłu Chemicznego



CHEMTARG

HONOROWY PATRONAT OBJAŁ:
Minister Gospodarki,
Pracy i Polityki Społecznej

Patronat medialny:

Pneumatyka
DZIENNIK



Międzynarodowe Targi Katowickie Sp. z o.o.
40-955 Katowice, ul. Bytkowska 1b
tel. (032) 78-99-100, 78-99-194
fax (032) 254-02-27, 258-89-19
e-mail: hps@mtk.katowice.pl
www.mtk.katowice.pl

JESTEŚMY ZAINTERESOWANI UDZIAŁEM W TARGACH. MATERIAŁY
INFORMACYJNE PROSIMY PRZESYLAĆ NA ADRES:

firma:
adres:
tel.
fax
e-mail:

WEGA-Automatyzacja procesów produkcyjnych

Firma WEGA powstała w 1990 r. Obecnie projektuje i dostarcza kompletne systemy automatyki dla procesów ważenia, dozowania i komponowania (weighing, dosing, batching process), opierając się na produktach firm GWT (dawniej PHILIPS) Wonderware (InTouch, InBatch). WEGA oferuje usługi w zakresie opracowania i wdrażania systemów sterowania i zarządzania produkcją, wizualizacji procesów przemysłowych, systemów kontroli produktów paczkowanych, dynamicznych i statycznych, systemów kontroli i rejestracji wielkości fizycznych, specjalizowanych układów regulacji (przetwórstwo tworzyw sztucznych, ciepłownictwo), dostawy wysokoelektrywnych układów filtracji płynów dielektrycznych (olejów smarowniczych, płynów hydraulicznych)

Oferowane przez firmę WEGA systemy do automatyzacji i kontroli procesów ważąco-dozujących GWT są dostosowane (zwłaszcza z ekonomicznego punktu widzenia) do realizacji zarówno prostych, jak i kompleksowych rozwiązań technologicznych w szerokim zakresie aplikacji. Kompletne systemy ze standardową elektroniką i oprogramowaniem cechują się wysoką dokładnością, powtarzalnością, a także prostotą użytkowania. Oprócz sterowania przebiegiem procesu, systemy GWT zapewniają także funkcje przetwarzania i przechowywania danych procesowych.

KAPEKO

Firma KAPEKO SERWIS s.c. działa na rynku automatyki przemysłowej i sterowania od 12 lat. Specjalizuje się w sterowaniu i wizu-

alizacji procesów technologicznych.

Jako jedyna w kraju serwisuje przetwornice częstotliwości typu TPC, wyprodukowane przez Elektromontaż Poznań. Jest również dystrybutorem sprzętu (falowniki, sterowniki) firmy HITACHI oraz przedstawicielem handlowym firmy SELS w zakresie czujników zbliżeniowych i optycznych (w tym także SensoPart).

Dodatkowo spółka zajmuje się budową szaf sterowniczych, produkcją uniwersalnych przekaźników czasowych w wersji „do gniazda” i na „euroszyne”.

W ofercie znajdują Państwo czujniki zbliżeniowe, indukcyjne i pojemnościowe



oraz optyczne, refleksyjne i bariery.

Siedziba firmy mieści się niedaleko Poznania, w miejscowości Koziegłowy.

Seminaria w Kopalniach

W styczniu i marcu 2004 roku odbyły się kolejne seminaria w Kopalni Węgla Kamiennego Bogdanka i Kopalni Miedzi w Lubinie, przedstawiające możliwości oszczędności energetycznych w pneumatycznych systemach zasilania. Przedstawiono na nich Unijny program redukcji energochłonności urządzeń i systemów zasilających w sprężone powietrze SAVE, project XVII/4. Zaprezentowano zalety nowoczesnych łopatkowych metod sprężania powietrza na przykładach dotychczasowych



rozwiązań zastosowanych w polskim górnictwie. Szeroko omówiono także zalety energetyczne rozproszonego systemu zasilania urządzeń górniczych w sprężone powietrze, bezpośrednio tam, gdzie jest ono potrzebne. Bez korzystania z długich i generujących poważne straty rurociągów. Przedstawiono także aspekty uzdatniania sprężonego powietrza i ich konsekwencje technologiczne, produkcyjne i energetyczne. Cykl takich seminariów, które – według opinii inżynierów utrzymania ruchu – są bardzo potrzebne, zapoczątkowała w połowie ubiegłego roku firma BRS we współpracy z firmami In-Tech i Ultrafilter.

Firma, która nie boi się konkurencji

Redakcja „Pneumatyki” gratuluje firmie MB-Pneumatyka z Sulechowa jubileuszu 20 – lecia działalności. Firma ta jest producentem elementów instalacji pneumatycznych przeznaczonych dla motoryzacji, głównie samochodów ciężarowych i autobusów. Jakość

produkowanych elementów jest tak wysoka, że krajowi producenci ciężarówek autobusów ustawiają się po nie w kolejce. Samochody z elementami instalacji pneumatycznych tej firmy jeżdżą między innymi po bezdrożach Afganistanu i Iraku. MB-Pneumatyka jest firmą rodzinną, doskonale sobie radzącą w zmieniających się warunkach rynkowych i nie obawiającą się konkurencji. Jak twierdzi jej założyciel i prezes Andrzej Bieniaszewski, wieloletnie doświadczenie, liczne patenty i wdrożone procedury testowania produkowanych elementów oraz certyfikat ISO 9001 2001 wystarczą, żeby również na rynku europejskim znaleźć swoje miejsce.

FP SPOMAX SA zamiast SPOMASZ

Szanowni Państwo, jak Państwo widzą, zmieniliśmy nazwę i (także logo) naszej firmy. Czas był po temu najwyższy, a powód oczywisty: nazwa Fabryka Maszyn Spożywczych SPOMASZ w Ostrowie Wielkopolskim Spółka Akcyjna stała się mocno nieaktualna – zamiast wyznaczać przyszłość, mówiła o przeszłości.

Zmiana nazwy od lat wpisana była w plany strategiczne i marketingowe naszej firmy. Długa i mało przejrzysta nazwa spółki nastro-



spřężarki 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, Germanischer Lloyd, Det Norske Veritas, Bureau Veritas. Również NATO wybrało ALUP Kompressoren na dostawcę strategicznego. Firma spełnia także warunki ISO 9001.



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



WIBRATORY PRZEMYSŁOWE

przedstawicielstwo firmy Netter GmbH

Pozostałe technologie materiałów sypkich w naszej ofercie to: PULSATORY PNEUMATYCZNE I POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE

41 - 500 Chorzów, ul. Zgrzebińska 5; telefony: (32) 241 13 09, 247 48 96, 247 48 97; fax (32) 247 48 94; tel. kom. (601) 701 188; <http://www.inwet.chorzow.pl>; e-mail: inwet@inwet.chorzow.pl

PNEUMAT SYSTEM

INSTALACJE KOMPRESORY



PNEUMATYKA



Pneumat System Sp. z o.o.
ul. Baczyńskiego 23, 51-121 Wrocław
tel./fax (071) 325 18 60, 325 52 84
e-mail: info@pneumat.com.pl, www.pneumat.com.pl



czała wiele problemów, zważywszy na fakt, że ponad 50% produktów firmy sprzedawanych jest na rynkach zagranicznych. Zależy nam na łatwiejszej identyfikacji samej firmy, jak i oferowanych produktów i usług. Chcemy pozbyć się balastów z przeszłości i odróżnić nazwę naszej firmy, od nazwy kilkunastu SPOMASZ-y, które do dnia dzisiejszego działają na terenie naszego kraju.

Jesteśmy przekonani, że nowa nazwa: FP SPOMAX S.A. dobrze spełni zadania. Jest krótka, łatwa do wymówienia, zapisania i zapamiętania – również dla klientów zagranicznych.

Zmianie uległa tylko nazwa. Reszta pozostaje w naszej firmie niezmieniona: siedziba i zarząd, właściciele i sumienni pracownicy. Wierzimy, że dokonana zmiana jest jednocześnie silnym impulsem do odnowienia wraz z Państwem dalszych sukcesów.

Z poważaniem
Sławomir Jarczak
prezes zarządu
FP SPOMAX SA

Siłowniki i wyspy zaworowe Vesta

Firma Pneumat System z Wrocławia ma w swojej ofercie najnowszej generacji siłowniki ESTX włoskiej firmy Vesta. Ewolucja systemów automatyki wymusiła, w przypadku niektórych urządzeń, stosowanie bardzo precyzyjnych jednostek liniowych. Siłowniki ESTX powstały z myślą o aplikacjach, w których wymagany jest ruch liniowy z dokładnym sterowaniem prędkością i pozycjonowaniem siłownika, przy zachowaniu dużej powtarzalności. Urządzenie zbudowane jest na bazie standardowego siłownika ISO 6431, dzięki czemu przy montażu można wykorzystać standardowe akcesoria do siłowników pneumatycznych. Wysuw i po-

wrót tłoka realizowany jest poprzez śrubę napędzaną silnikiem elektrycznym.

Siłownik ESTX wykonany jest w dwóch wersjach napędowych: ESTX-L, z osiowym przeniesieniem napędu oraz ESTX-G z przekładniowym przeniesieniem napędu oraz w dwóch wersjach średnic tłoka: 32 i 50 mm. Jednostka o średnicy o 32 napędzana jest silnikiem 23-krokowym, natomiast o 50 silnikiem 34-kro-



kowym. Na życzenie istnieje możliwość zabudowy innych silników.

Firma Pneumat System wprowadziła na rynek polski również najnowszej generacji systemy wysp zaworowych „4ht” włoskiej firmy VESTA.

System ten ze zintegrowanym połączeniem elektrycznym charakteryzuje się prostym montażem, łatwością modyfikacji i konfiguracji połączeń. Projektowanie jako kompaktowe moduły z dwoma zaworami, z możliwością indywidualnej kombinacji ich funkcji. Dostępny w dwóch kombinacjach przyłączy elektrycznych 25 pinów SUB-D dla maks. 22 cewek oraz 37 pinów SUB-D dla maks. 32 cewek. Zasilanie 24 V DC i AC.





FRIPOL Sp. z o.o.
86-100 Świecie, Wąg 108 A
tel. (052) 331 25 88, 332 45 73
fax (052) 331 20 43
e-mail: fripol@airpress.pl, www.airpress.pl

05-092 Łomianki k/Warszawy
ul. Kolejowa 163/1, tel. (022) 751 61 63, 0608 395 056

PNEUMAPOL Sp.j.
71-254 Szczecin, ul. Łukasińskiego 13
tel./fax (091) 487 06 71, tel.: 0608 490 395, 0602 369 434; 0504 235 396
e-mail: kompresor@pneumapol.pl, www.pneumapol.pl

Nasza oferta:

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



KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ

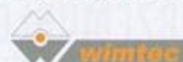


**NIEKWESTIONOWANEGO ŚWIATOWEGO LIDERA
W PRODUKCJI SPRĘŻAREK
TRADYCJA I DOŚWIADCZENIE
istnieje od 1871 r.**

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**
- ✓ **SEPARATORY**

**ZAPEWNIAMY DORADZTWO TECHNICZNE, SERWIS
GWARANCYJNY, POGWARANCYJNY, SKŁAD CZĘŚCI**



Przedstawiciel

**INGERSOLL RAND®
AIR SOLUTIONS**

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

ceny promocyjne do 15 czerwca

IV Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej



**CONTROL-TECH
22 - 24. 09. 2004**

PATRONAT

**Prezes Głównego Urzędu Miar
Polska Akademia Nauk
Dyrektor Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji
Politechnika Świętokrzyska**

- Pomiary
- Automatyka przemysłowa
- Aparatura badawcza i sprzęt laboratoryjny
- Urządzenia ważące
- Metrologia w systemach zapewniania jakości
- Oprogramowanie kontrolne dla procesów technologicznych
- Technologia laserowa

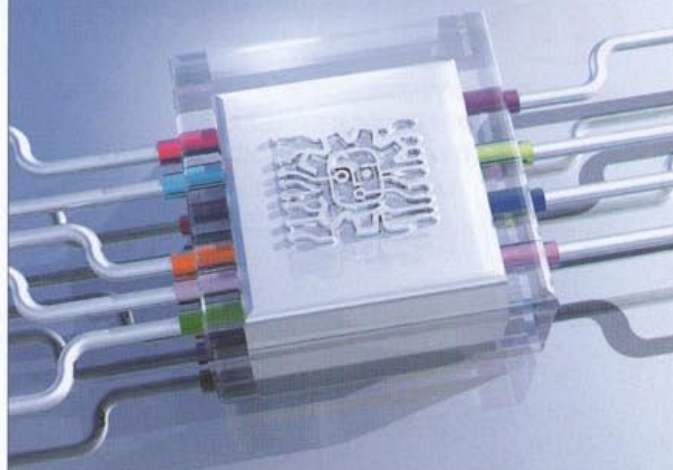


www.control-tech.pl

Informacje: Komisarz Targów **Joanna Adamczyk**, tel. (41) 365 12 14, e-mail: **control-tech@targikielce.pl**
ul. Zakładowa 1, 25-672 Kielce, tel. (41) 365 12 22, fax (41) 34 56 261, **www.targikielce.pl**



Poznaj technologie jutra



**TARGI TECHNOLOGII
PRZEMYSŁOWYCH
I DÓBR INWESTYCYJNYCH**

14-17.06.2004 POZNAŃ

Patron honorowy: Minister, Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej

www.energia.mtp.pl

Salon Energetyki i Gazownictwa

ENERGIA

**POMPY, ARMATURA PRZEMYSŁOWA, NAPĘDY,
SPRĘŻONE POWIETRZE**

– Wystawa PNEUMA – towarzysząca XIV Krajowej Konferencji PNEUMA 2004

ENERGETYKA

GAZOWNICTWO

ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA PRZEMYSŁOWA

**NOWOŚCI: NAJNOWSZE TECHNOLOGIE, ROZWIĄZANIA,
MASZyny, MATERIAŁY, NARZĘDZIA**

Zapraszamy na konferencje:

15.06.2004 r.

Sesja wyjazdowa XIV Krajowej Konferencji PNEUMA 2004 pod hasłem
"Pneumatyka dla przemysłu"

14-15.06.2004 r.

"Energetyka Polska po akcesji do Unii Europejskiej – wymagania,
konkurencyjność, bezpieczeństwo"

Patronat nad Salonem **ENERGIA** sprawują:



IZBA
GOSPODARCZA
ENERGETYKI
I OCHRONY ŚRODOWISKA



Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o., ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań
tel.: +61/ 869 21 64, fax +61/ 869 29 54, e-mail: energia@mtp.pl

SPRĘŻARKI ŚRUBOWE NAJWIĘKSZY POLSKI PRODUCENT

OFERUJEMY

sprężarki
śrubowe, tłokowe,
olejowe, bezolejowe,
stacjonarne, przewoźne;
systemy uzdatniania powietrza

www.Airpol.com.pl



Przedsiębiorstwo Produkcji Sprężarek Airpol Sp. z o.o.
Poznań ul. Krańcowa 15
tel. (061) 650 45 67, fax (061) 650 45 77
airpol@airpol.com.pl

Oddział Gliwice
ul. Portowa 18
tel./fax (032) 302 26 22
gliwice@airpol.com.pl

Oddział Rzeszów
ul. Przemysłowa 12
tel./fax (017) 854 79 42
rzeszow@airpol.com.pl

Bezolejowe sprężarki BOGE: rozszerzenie serii SO

Brak oleju, brak filtrów, brak słów? Pełna argumentów polemika wokół bezolejowego sprężania jest niekiedy daremna, gdyż w niektórych branżach przemysłu, jak chemiczny, farmaceutyczny czy spożywczy, sprężone powietrze musi być całkowicie czyste, wolne od oleju.

Wybór jest w takim przypadku oczywisty: jeżeli sprężone powietrze na początku będzie czyste, to później nie trzeba będzie płacić za kosztowne usuwanie z niego zanieczyszczeń.

To jest pewne

BOGE rozszerzyło w ostatnim czasie program produkcji sprężarek bezolejowych. W typoszeręgu dwustopniowo sprężających maszyn o ciśnieniach 8 bar i 10 bar wprowadzono nowe modele o wydajnościach od 9,9 m³/min do 22,4 m³/min i mocy silnika od 75 kW do 145 kW. Tak więc obecnie program sprężarek bezolejowych obejmuje maszyny o zakresie wydajności od 5,12 m³/min do 50 m³/min i mocy silnika od 45 kW do 355 kW. Nowe sprężarki bezolejowe serii SO mogą być wykonane jako chłodzone powietrzem bądź jako chłodzone wodą.

Maszyny bezolejowe posiadają modułową, przejrzystą budowę i zajmują minimum miejsca. W ich budowie można wyróżnić trzy podstawowe obszary:

- obszar chłodzenia – przy chłodzeniu wodnym stosuje się wymiennik ciepła I i II stopnia, nawet dostosowany do wody morskiej, dający tylko minimalne straty ciśnienia;
- obszar sprężania – dwustopniowo pracujący blok śrubowy dla ciśnień 8 i 10 bar. Stopnie sprężające są chłodzone olejem od strony obudowy, co gwarantuje równomierną tolerancję i stałą wydajność;



Fot. 1 Sprężarka bezolejowa serii SO

- obszar napędu – napęd paskami klinowymi z automatycznym naciąganiem (patent BOGE) zapewnia szybkie i płynne dopasowanie do różnych ciśnień i wydajności oraz automatyczny, optymalny naciąg pasków w każdej fazie pracy sprężarki.

Seria SO jest wyposażona w inteligentny, sterownik BOGE-SUPERTRONIC, który steruje maszyną bardzo energooszczędnie. SUPERTRONIC jest sterownikiem samouczącym się, tzn. automatycznie reaguje, do stosując się, do zmieniających się warunków pracy. Z wyprzedzeniem oblicza przypuszczalne zapotrzebowanie sprężonego powietrza i na podstawie zmierzonych warunków, elastycznie przyjmuje optymalny tryb pracy.

Oprócz tego we wszystkich modelach serii SO BOGE oferuje indywidualne opcje, które dodatkowo pozwalają zaoszczędzić koszty energii:

- Regulacja częstotliwości. W tym przypadku wytwarzana jest dokładnie taka ilość sprężonego powietrza, jaka jest w danym momencie potrzebna użytkownikowi i to przy minimal-

nych kosztach energii. Zastosowanie regulacji częstotliwości jest idealne dla sprężarki podstawowego lub szczytowego obciążenia, gdy występują wahania w zapotrzebowaniu sprężonego powietrza.

- Podłączenie osuszacza adsorpcyjnego HOC z punktem rosy -40°C. Osuszacz pracuje ekonomicznie bez poboru dodatkowej energii, wykorzystując jedynie ciepło powstałe w procesie sprężania.

Dzięki zastosowaniu sprężarek bezolejowych użytkownik może zaoszczędzić zarówno miejsce potrzebne dla ustawienia sprężarki, jak i energię.

Artykuł promocyjny
Pneumatik

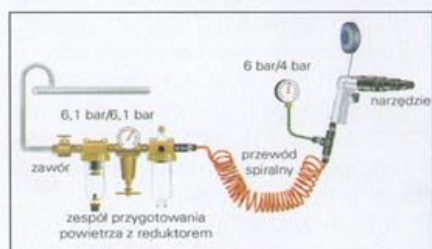
Oszczędzanie z optymalnym ciśnieniem sprężonego powietrza

Właściwe ciśnienie w sieci sprężonego powietrza ma znaczący wpływ na efektywne wykorzystanie systemu. Nawet małe zmiany ciśnienia mają często bardzo duże znaczenia.

W praktyce często możemy spotkać się z następującą sytuacją: podczas niskiego zużycia sprężonego powietrza zespół przygotowania powietrza (jak filtry, reduktory czy odstojniki) znajduje się pod ciśnieniem 6,1 bar, natomiast za instalowane za nim narzędzie pneumatyczne pod ciśnieniem 6 bar (ciśnienie statyczne). Jednakże w trakcie pracy ciśnienie mierzone przed narzędziem pneumatycznym gwałtownie spada (ciśnienie dynamiczne).

Co robić, gdy spadnie ciśnienie na narzędziu?

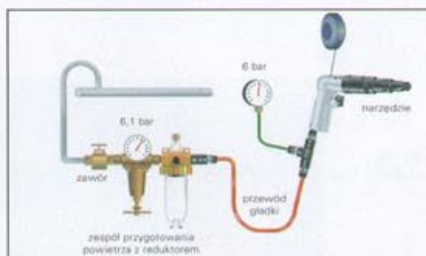
W rozpatrywanym przypadku następuje spadek o 2 bary, co oznacza, że narzędzie pneumatyczne pracuje na ciśnieniu 4 bar (zamiast 6 bar), a przez to wykorzystuje zaledwie 54 % swojej mocy, czyli pracuje nieefektywnie.



Rys. 1 Podłączenie narzędzia przewodem spiralnym – ciśnienie statyczne 6 bar. Spadek ciśnienia o 2 bary przy pracy narzędzia – spadek wydajności o 54%

Przyczyny tego stanu można usunąć w bardzo prosty sposób:

- zbyt mała średnica przyłącza – zastosować szybkołączkę o większej przepustowości – średnicy wewnętrznej;
- źle ustawiony reduktor ciśnienia



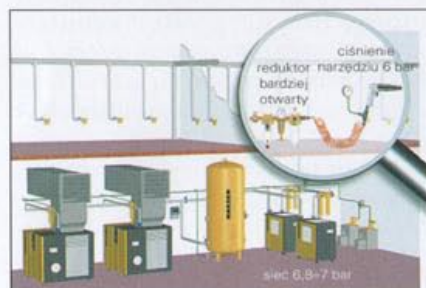
Rys. 2 Przewody spiralne pożerają energię: z tego względu należy raczej stosować węże proste

- bardziej otworzyć reduktor;
- zbyt niskie ciśnienie w instalacji pneumatycznej – podwyższyć ciśnienie w sieci głównej lub zainstalować przewody o większej średnicy;
- zbyt cienkie przyłącze elastyczne – zastosować grubszy przewód spiralny lub jeszcze lepiej – przewód prosty (o mniejszych oporach przepływu).

Zastosowanie opisanych powyżej rozwiązań pozwoli na osiągnięcie optymalnego ciśnienia dynamicznego na narzędziu (w naszym przypadku 6 bar, a nie 4 bary). Wówczas możliwe będzie osiągnięcie 100% mocy narzędzia pneumatycznego.

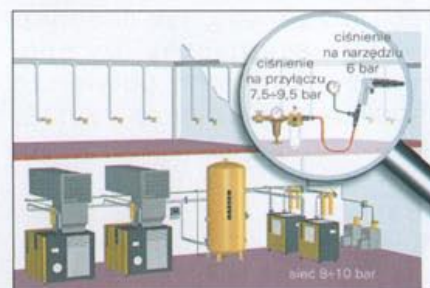
Oszczędzanie energii dzięki prawidłowej nastawie reduktora

Reduktory ciśnienia mają większy wpływ na wydajność instalacji pneumatycznych, niż na ogół się zakłada. W poniższym przykładzie system



Rys. 3 Czyste marnotrawstwo energii: zbyt wysokie sprężanie, a następnie redukcja ciśnienia na urządzeniu odbiorczym

pneumatyczny zasilany jest sprężonym powietrzem o ciśnieniu od 8 do 10 bar. W miejscach poboru ciśnienie waha się na poziomie od 7,5 do 9,5 bar, a następnie reduktory ciśnienia obniżają je do 6 bar.



Rys. 4 Zamiast tego: obniżenie ciśnienia w instalacji ...i większe otwarcie reduktora ciśnienia

Aby zaoszczędzić energię, ciśnienie w instalacji zostaje obniżone do poziomu 6,8÷7 bar. W ten sposób w miejscach poboru ciśnienia w dalszym ciągu pozostaje 6,1 bar, jednak na narzędziach mamy jedynie 4 bar. Skutkiem tego jest zwiększenie czasu pracy, nieprawidłowe wyniki pracy z powodu zbyt niskiego ciśnienia dynamicznego na narzędziu oraz dłuższe okresy pracy sprężarek.

Pożądany efekt oszczędnościowy można natomiast w prosty sposób osiągnąć nie tylko przez obniżenie ciśnienia w instalacji pneumatycznej, lecz również przez większe otwarcie reduktorów ciśnienia przy urządzeniach zasilanych sprężonym powietrzem, tak aby uzyskać właściwe ciśnienie dynamiczne na narzędziu pneumatycznym.

Zainteresowanych ww. tematyką zapraszamy do wizyty na stronie internetowej: http://pl.kaeser.com/Online_Services/Toolbox/default.asp#0 lub też do bezpośredniego kontaktu.

Artykuł promocyjny
KAESER KOMPRESSOREN Sp. z o. o.

KAESER Kompressoren Sp. z o. o.
02-829 Warszawa
ul. Taneczna 82
tel. (022) 322 86 65



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



Oczyszczanie sprężonego powietrza

domnick hunter – osuszacze chłodnicze CRD

Firma domnick hunter zapewnia kompleksowe, energooszczędne rozwiązania podwyższające sprawność systemów sprężonego powietrza.

W poprzednich wydaniach „Pneumatyki” przedstawiono m.in. filtry OIL-X plus i osuszacze adsorpcyjne Pseudri. Kolejną grupą urządzeń zapewniających czyste i suche powietrze są osuszacze chłodnicze serii CRD.

Zestaw osuszaczy chłodniczych domnick hunter CRD w komplecie z filtrami OIL-Xplus jest odpowiedni do każdego typu sprężarki i zapewnia jakość powietrza w klasie 1.4.1 zgodnie z normą ISO 8573.1.



Fot. 1 Osuszacz CRD

Zalety osuszaczy CRD

- Przyjazny dla środowiska naturalnego czynnik chłodniczy R134a.
- Energooszczędność, niskie koszty eksploatacji – wymiennik powietrze/powietrze zmniejsza wielkość obiegu czynnika chłodniczego aż o 60%. Zawór odwadniający pracujący bez strat powietrza, oszczędzając powietrze. Oszczędność powietrza – oszczędność energii – oszczędność pieniędzy.
- Zapobieganie kondensacji pary na rurociągu – wymiennik ciepła powietrze/powietrze podnosi temperaturę powietrza wylotowego, eliminując możliwość kondensacji pary wodnej na zimnych rurach w wilgotnym otoczeniu.
- Zwarta budowa, mały ciężar, możliwość montażu na ścianie – wydajny wymiennik ciepła i dobrze zaprojektowany obieg czynnika chłodniczego zmniejszają

wymiary i wagę, umożliwiając montaż osuszacza na ścianie lub bezpośrednio na sprężarce.

- Łatwa w demontażu obudowa umożliwia szybki dostęp do wewnętrznych podzespołów, ułatwiając rutynowe czynności obsługowe.
- Przystosowany do pracy przy wysokiej temperaturze otoczenia do 50°C i przy temperaturze wlotowej sprężonego powietrza do 60°C.
- Opcjonalny zestaw obejściowy (bypass).

Budowa wewnętrzna

Prosty sterownik

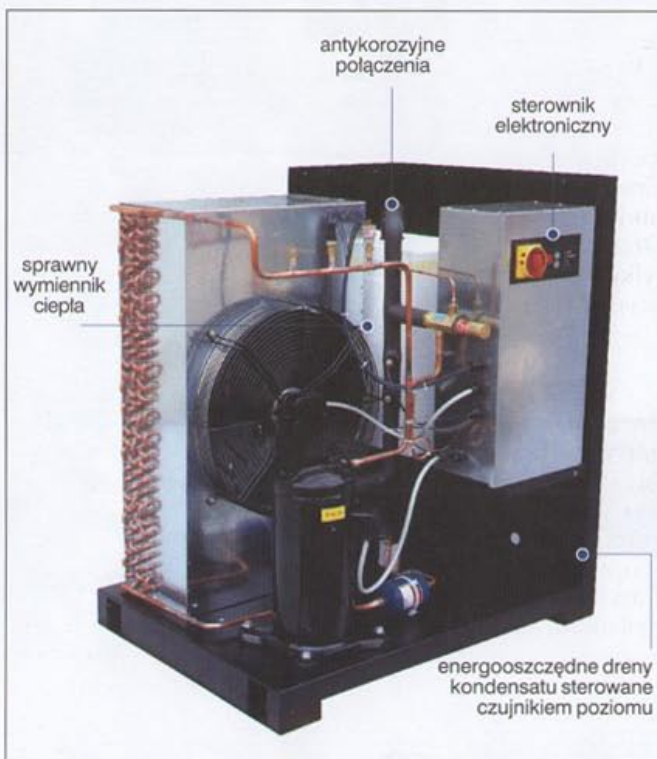
Prosty sterownik zamontowany w modelach CRD0200 do CRD0540 umożliwia włączanie/wyłączanie urządzenia oraz wizualną kontrolę uzyskiwanych parametrów.

Antykorozyjne połączenia

Antykorozyjne połączenia – nie wytwarzające napięcia galwanicznego pomiędzy miedzianymi rurkami obiegu chłodniczego i aluminiowym wymiennikiem ciepła – gwarantują brak wycieków czynnika chłodniczego.

Sterownik elektroniczny

Modele od CRD0660 do CRD6600 są wyposażone w sterownik elektroniczny. Sterownik z klawiaturą zapewnia pełne sterowanie osuszaczem, a także dostęp do param-



Fot. 2 Budowa wewnętrzna

trów roboczych i funkcji serwisowych. Wyświetlacz cyfrowy pokazuje osiągi osuszacza i stany alarmowe, takie jak: wysokie ciśnienie czynnika chłodniczego, wysoka temperatura czynnika chłodniczego, wysoka lub niska temperatura punktu rosy oraz awaria sprężarki chłodniczej. Na panelu sterującym znajdują się również ręczny wyłącznik awaryjny i pełny schemat układu chłodniczego.

Sprawy wymiennik ciepła

Wszystkie modele osuszaczy są wyposażone w modułowe wymienniki ciepła o przepływie krzyżowym, charakteryzujące się bardzo wysoką sprawnością.

Zastosowanie czynnika chłodniczego R407C oraz bardzo wydajnych krzyżowych wymienników ciepła umożliwiło zmniejszenie obiegu chłodniczego o około 30% w porównaniu z tradycyjnymi obiegami chłodniczymi z czynnikami HFC oraz zapewnia zaoszczędzenie do 10% zużywanej energii.

Energooszczędność

Połączenie sprawnego wymiennika ciepła, czynnika chłodniczego R407C oraz drenów sterowanych poziomem kondensatu (opcja) pracujących bez strat powietrza stworzyło energooszczędny osuszacz o budowie kompaktowej. Modele od CRD0660 do CRD6600 mają zamontowane wysoko wydajne sprężarki spiralne. Sprężarki spiralne mają o 50% mniej części ruchomych, wytwarzają mniejsze wibracje i generują hałas o niższym poziomie oraz zużywają o 20% mniej energii w porównaniu z równoważnymi sprężarkami tłokowymi. Sprężarki spiralne przyczyniają się do dalszego znacznego poprawienia niezawodności i energooszczędności osuszaczy CRD.

Dodatkowa oszczędność energii z wykorzystaniem systemu sterowania „Cold Mass”

W celu uzyskania dodatkowej oszczędności energii w okresach, gdy nie ma zapotrzebowania na sprężone powietrze, np. w nocy lub podczas weekendów, sterownik elektroniczny osuszacza może być również podłączony do układu elektrycznego start/stop sprężarki, czujnika przepływu lub zegara zewnętrznego.

W trybie pracy „Cold Mass” temperatura w parowniku jest przez cały czas kontrolowana, co pozwala na ponowny start urządzenia w dowolnym momencie przy zagwarantowaniu wymaganego punktu rosy.

Energooszczędne drenaż kondensatu sterowane czujnikiem poziomu

Drenaż kondensatu z czujnikiem poziomu otwiera się tylko wtedy, gdy pojawia się kondensat, natomiast zamyka ją zanim nastąpi utrata sprężonego powietrza.

Zasada pracy

Sprężarka chłodnicza

Sprężarka chłodnicza zamyka obieg czynnika chłodniczego i wymusza jego cyrkulację. W modelach od CRD0200 do CRD0540 stosowane są sprężarki tłokowe, natomiast modele od CRD0660 do CRD6600 są wyposażone w energooszczędne sprężarki spiralne.

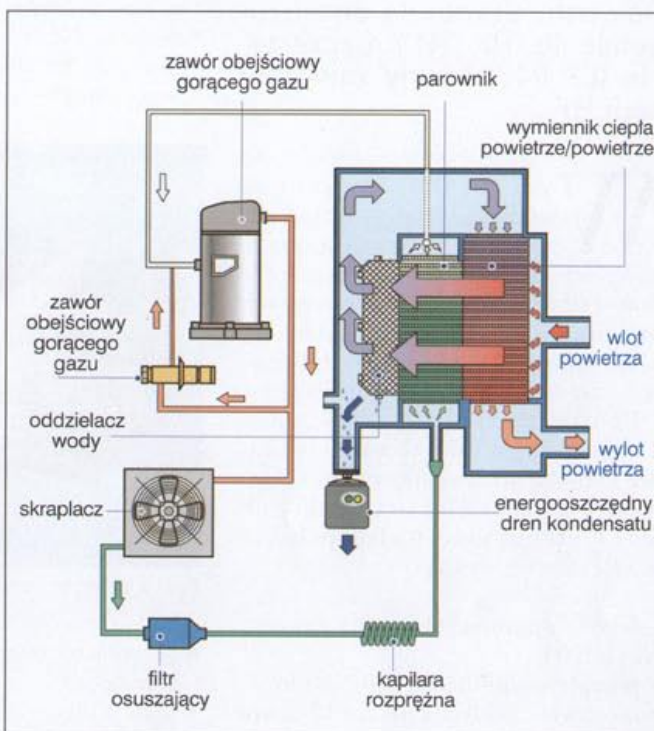
Zawór obejściowy gorącego gazu

Zadaniem zaworu obejściowego gorącego gazu jest niedopuszczenie do zamarzania parownika przy zmniejszonym obciążeniu osuszacza. Realizowane jest to poprzez wykrywanie obniżającego się ciśnienia czynnika chłodniczego opuszczającego parownik i zwracanie części gorącego gazu na wejście sprężarki. Zapewnia to optymalną kontrolę temperatury punktu rosy w każdych warunkach

pracy. Osuszacze typoszeręgu CRD wyposażone są w zawory o modulacji w zakresie 0-100%, które są sterowane ciśnieniowo i w związku z tym zapewniają szybsze działanie zwrotne w porównaniu z zaworami sterowanymi temperaturowo.

Skrapacz

Skrapacz otrzymuje ze sprężarki gorącą, sprężoną do wysokiego ciśnienia parę czynnika chłodniczego, którą następnie schładza. Ciepło odebrane przez czynnik chłodniczy w parowniku jest transferowane do otoczenia poprzez przepływ powietrza chłodzącego przez skraplacz. Podczas przepływu przez skraplacz czynnik chłodniczy skrapla się i jako schłodzona ciecz pod wysokim ciśnieniem zasila kapilarę rozprężną.



Rys. 1 Zasada pracy

Filtr osuszający

Filtr osuszający usuwa zawilgocenie i zanieczyszczenia, które mogą być obecne w obiegu chłodniczym.

Parownik (wymienik ciepła powietrze/czynnik chłodniczy). Parownik odprowadza ciepło ze sprężonego powietrza i przenosi je do zimnego czynnika chłodniczego. Nasycony czynnik chłodniczy paruje pod wpływem odebranego ciepła ze sprężonego powietrza. Przegrzana para jest z powrotem doprowadzana do sprężarki.

Kapilara rozprężna

Kapilara rozprężna obniża ciśnienie ciekłego czynnika chłodniczego tak, aby zagwarantować jego prawidłowy przepływ do parownika. Zapewnia to maksymalną wymianę ciepła i poprawny ciśnieniowy punkt rosy. Prosta konstrukcja bez ruchomych części zwiększa niezawodność działania.

Artykuł promocyjny
domnick hunter

Wyspy zaworowe HF 04 i LP 04

Wyspy zaworowe HF 04 i LP 04 to najnowsze produkty pneumatyczne firmy Bosch Rexroth. Stanowią one uzupełnienie (HF 04) i rozszerzenie (LP 04) rodziny zaworów serii HF.

Wyspy są doskonałym rozwiązaniem sterowania dla aplikacji pneumatycznych, które wymagają nowoczesnego produktu o bardzo dobrych parametrach przepływu, prostego w konstrukcji, niezawodnego w działaniu, łatwego w montażu, obsłudze i eksploatacji.

Konstrukcja poszczególnych modułów wyspy umożliwia uzyskanie różnych stref ciśnień, a zintegrowane przyłącza elektryczne D-Sub oraz Fieldbus umożliwiają połączenia sieciowe z wyspą.

Główne parametry wyspy zaworowej HF 04:

- przepływ nominalny 400 Nl/min;
- możliwość podłączenia do 12 zaworów dwucewkowych;
- funkcja 2x3/2 – NO, NC, NO/NC, 5/2, 5/3;
- ciśnienie zasilania 3-8 bar;
- w przypadku zewnętrznego wspomagania ciśnienie –1 do 10 bar;
- wyjścia G1/8 lub w postaci szybkozłącz na przewody o średnicy zewnętrznej 6 mm;
- przycisk ręcznego sterowania z zatrzaśnikiem;
- plastikowe zawory i płyty przyłączeniowe do nich oraz aluminiowe płyty końcowe;
- przyłącza elektryczne Sub-D oraz Profibus DP i AS-i;
- stopień ochrony IP 65;
- napięcie zasilania 24VDC+/-10%;
- cewki 0,75 W z diodą LED i z zabezpieczeniem przed przepięciami.

Główne parametry wyspy zaworowej LP 04:

- przepływ nominalny 200 Nl/min;
- możliwość – podłączenia do 16 zaworów dwucewkowych;

- funkcja 2x3/2 – NO, NC, NO/NC, 5/2, 5/3;
- ciśnienie zasilania 3-8 bar;
- w przypadku zewnętrznego wspomagania ciśnienie 1 do 10 bar;
- wyjścia G1/8 lub w postaci szybkozłącz na przewody średnicy zewnętrznej 4 i 6 mm;

Drive & Control Company osiągnęła w 2002 r. obroty na poziomie 3,62 mld euro przy zatrudnieniu 25 500 pracowników w 80 krajach świata. Na rynku polskim Rexroth obecny jest od lat sześćdziesiątych XX wieku. Program produkcyjny Bosch Rexroth obejmuje wszystkie branże napędów, ofe-



Fot. 1 Wyspy zaworowe HF 04 (po lewej stronie) i LP 04

- przycisk ręcznego sterowania z zatrzaśnikiem;
- plastikowe zawory i płyty przyłączeniowe do nich oraz aluminiowe płyty końcowe;
- przyłącza elektryczne Sub-D oraz Profibus DP, AS-i, DeviceNet, DDL;
- stopień ochrony IP 65;
- napięcie zasilania 24VDC+/- 10%;
- cewki 0,75 W, z diodą LED i z zabezpieczeniem przed przepięciami.

Lekkie, elastyczne pod względem możliwości mechanicznej rozbudowy oraz połączeń elektrycznych, o niewielkich wymiarach gabarytowych wyspy zaworowe HF 04 i LP 04 niewrażliwe na wahania temperatury i wibracje są chętnie stosowane w manipulatorach, robotach przemysłowych w procesach transportu, montażu i manipulacji niewielkimi detalami.

Bosch Rexroth Sp. z o.o. należy do koncernu Bosch Rexroth AG – światowego lidera w zakresie napędów i sterowań. Bosch Rexroth jako The

rując klientom kompleksowe rozwiązania w zakresie hydrauliki przemysłowej, napędów i sterowań elektrycznych, techniki przemieszczeń liniowych i montażu, pneumatyki i hydrauliki mobilnej.

Artykuł promocyjny
Bosch Rexroth

Centrala Bosch Rexroth Sp. z o.o.:
Pruszków tel.: (22) 738 18 00

Biura regionalne:

Gdańsk tel.: (058) 552 70 87

Gliwice tel.: (032) 231 81 30

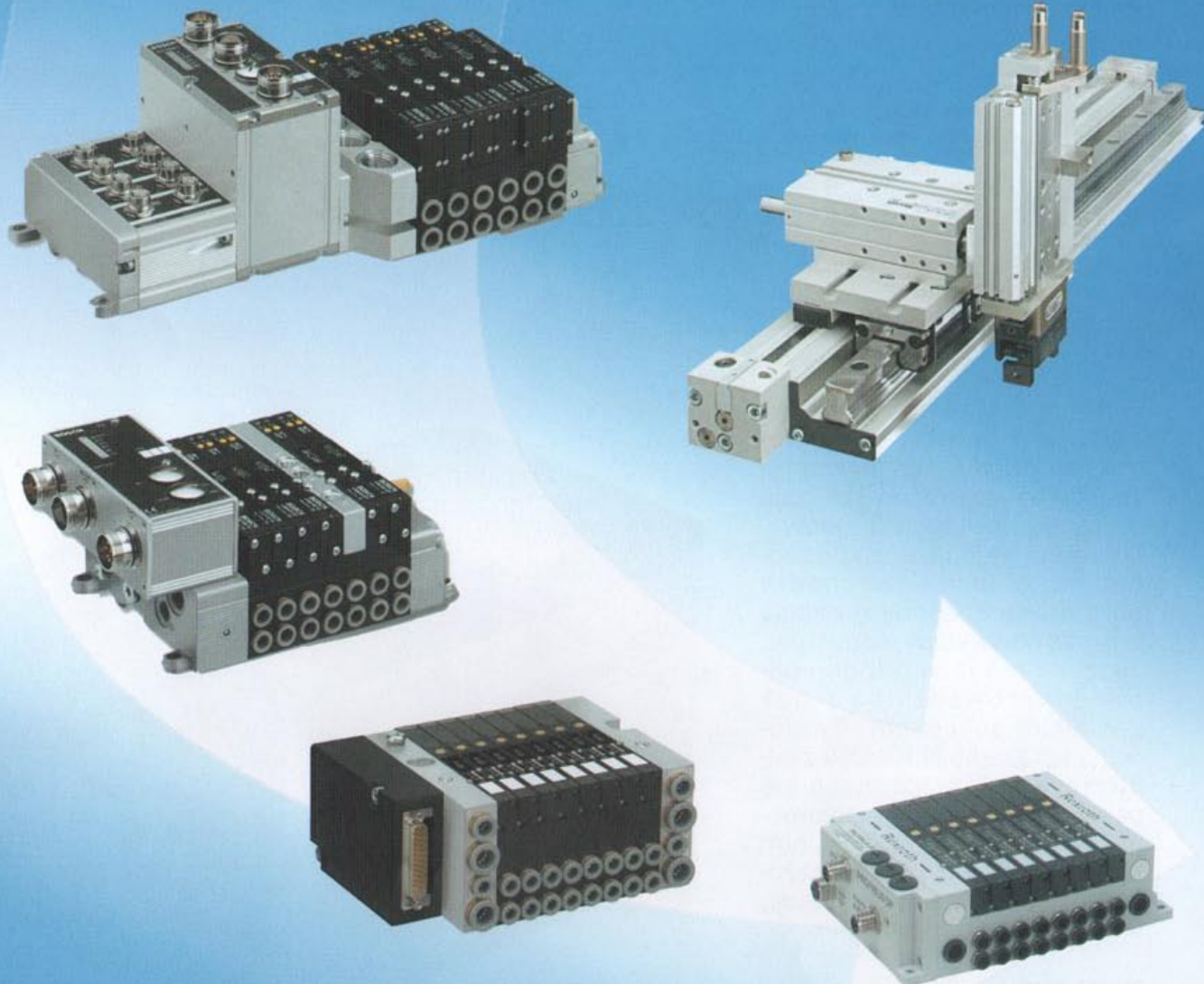
Poznań tel.: (061) 847 64 02

Pruszków tel.: (022) 738 19 00

Rzeszów tel.: (017) 865 86 07

Szczecin tel.: (091) 483 67 82

Wrocław tel.: (071) 782 38 80



Rexroth - Twój świat nowoczesnej pneumatyki

Doskonałym rozwiązaniem sterowania pneumatycznego, posiadającego wszelkie znamiona nowoczesności są wyspy zaworowe HF 04 i LP 04 o bardzo dobrych parametrach przepływu, proste w konstrukcji, niezawodne w działaniu, łatwe w montażu, obsłudze i eksploatacji.

Konstrukcja poszczególnych modułów wyspy umożliwia uzyskanie różnych stref ciśnień, a zintegrowane przyłącza elektryczne D-Sub oraz Fieldbus umożliwiają połączenia sieciowe z wyspą.

Wyspy zaworowe serii HF są lekkie, o niewielkich wymiarach gabarytowych, elastyczne pod względem możliwości mechanicznej rozbudowy oraz połączeń elektrycznych oraz niewrażliwe na wahania temperatur i wibracje. Te cechy sprawiają, iż są one chętnie stosowane w manipulatorach, robotach przemysłowych w procesach transportu, montażu i manipulacji niewielkimi detalami.

Bosch Rexroth. The Drive & Control Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.
ul. Staszica 1, 05-800 Pruszków
tel. 22 / 738 18 00
www.boschrexroth.pl
e-mail: info@boschrexroth.pl

Biura Regionalne:

Gdańsk 58 / 552 70 87
Gliwice 32 / 231 81 30
Poznań 61 / 847 64 02
Pruszków 22 / 738 19 00

Rzeszów 17 / 865 86 07
Szczecin 91 / 483 67 82
Wrocław 71 / 782 38 80

Industrial
Hydraulics

Electrics Drives
and Controls

Linear Motion and
Assembly Technologies

Pneumatics

Service
Automation

Mobile
Hydraulics

Rexroth
Bosch Group

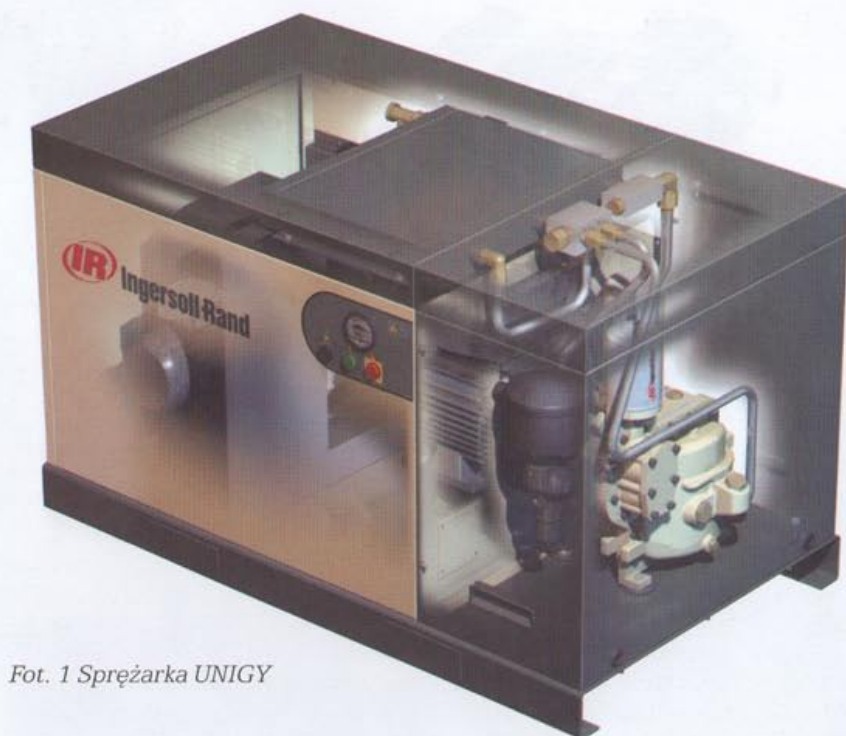
UNIGY – hamulec kosztów dla każdego zakładu

Firma Ingersoll-Rand znana jest zarówno z bogatej gamy produktów do wytwarzania sprężonego powietrza, jak i ze stale rosnącego potencjału innowacyjnego. Najnowsze koncepcje techniczne wychodzą poza utarte sposoby myślenia i tworzą nowe klasy produktów. Jeszcze niedawno Ingersoll-Rand wprowadził na rynek z wielkim sukcesem rewolucyjną sprężarkę NIRVANA z silnikiem HPM, a już może się poszczycić kolejnym przełomowym rozwiązaniem. Jest nim sprężarka śrubowa wyposażona w napęd nowej generacji, określony jako IntelliDrive.

Wytwarzanie sprężonego powietrza jest procesem energochłonnym i wiąże się z utrzymywaniem stosunkowo drogiego urządzenia, jakim są sprężarki. W dużych przedsiębiorstwach eksploatujących duże urządzenia koszty te – wyrażone w liczbach bezwzględnych – są bardzo wysokie. Dlatego od wielu lat czołowi światowi producenci koncentrują się na rozwiązaniach umożliwiających zauważalne obniżanie kosztów w takich właśnie dużych zakładach. Do tej pory na plan dalszy schodziły rozwiązania dla firm średnich i małych.

Dla średnich i małych firm

Grupa firm o średnim i małym zapotrzebowaniu na sprężone powietrze jest bardzo liczna, a należą do niej między innymi zakłady przemysłu lekkiego, warsztaty samochodowe, szpitale, laboratoria, magazyny, drukarnie, zakłady w przemyśle elektronicznym i spożywczym. Dla takich użytkowników niektóre najnowocześniejsze technologie były dotąd niedostępne. Trzeba zauważyć, że jednostkowe koszty wytwarzania sprężo-



Fot. 1 Sprężarka UNIGY

nego powietrza w mniejszych firmach są zazwyczaj wyższe niż w dużych zakładach. Dlatego Ingersoll-Rand, jako pierwszy producent na świecie, wprowadził na rynek sprężarki małej mocy, wykorzystujące technologię regulacji obrotów silnika za pomocą przetwornicy częstotliwościowej (falownika). Dzięki temu również mały i średni użytkownik zyskuje możliwość dokładnego dopasowania wydajności sprężarki do aktualnego zapotrzebowania na sprężone powietrze, a w konsekwencji znacznego obniżenia kosztów sprężonego powietrza i poprawienia wskaźników ekonomicznych przedsiębiorstwa.

UNIGY – stworzona, by obniżyć koszty

Nowa sprężarka o nazwie „UNIGY” mocy w zakresie 5,5 – 11 kW charakteryzuje się niespotykaną do tej pory konstrukcją i technologią wykonania, pozwalającą osiągnąć najwyższą wydajność i niezawodność spośród pro-

duktów w tej klasie wielkości obecnych na rynku. Została skonstruowana w celu zapewnienia niezawodności i zmniejszenia kosztów użytkowania systemów sprężonego powietrza w zakładach średnich i małych.

Na całkowite koszty wytwarzania sprężonego powietrza zawsze składają się trzy główne elementy: inwestycja (ok. 15%), koszty utrzymania urządzeń (ok. 15%) i koszty energii (ok. 70%). Najprostsze dla zakładu rozwiązanie, jakim jest zakup sprężarki wyłącznie ze względu na jej niską cenę, jest oczywiście rozwiązaniem nieuzasadnionym. Optimum można osiągnąć jedynie po uwzględnieniu wszystkich elementów kosztów. W przypadku sprężarki UNIGY w każdym z tych elementów można uzyskać znaczące oszczędności. Koszty zakupu są stosunkowo niskie, okresy między kolejnymi serwisami wydłużone, a konsumpcja energii ograniczona dzięki dokładnemu dopasowaniu chwilowej wydajności sprężarki do zapotrzebowania na powietrze.

UNIGY jest sprężarką pracującą bardzo cicho (67 dBA), dzięki czemu może być ustawiona w pobliżu miejsc poboru sprężonego powietrza, nawet jeśli pracują tam ludzie. W ten sposób można obniżyć koszty instalacji oraz straty ciśnienia związane z przesyłaniem powietrza długimi przewodami. Ponieważ sprężarka jest całkowicie zautomatyzowana i łatwa w obsłudze, nie angażuje pracowników i gwarantuje prawidłową reakcję na zmienne zapotrzebowanie.

Wyglądem zewnętrznym UNIGY nie różni się od innych sprężarek dostępnych na rynku. Wewnątrz jednak odróżnia się zdecydowanie: jest zbudowana zgodnie z najnowszą na rynku koncepcją technologiczną, tzw. SPI (Smart Package Integration) (fot. 2).

Efektywny napęd

Wyjątkową efektywność zapewnia sprężarce UNIGY system IntelliDrive – napęd składający się z wysokoobrotowego silnika indukcyjnego ze zintegrowanym falownikiem i systemem regulacji obrotów, a co za tym idzie – wydajności, w zależności od potrzeb sieci sprężonego powietrza. Tzw. miękki start redukuje obciążenia silnika i przedłuża jego żywotność. System ten pozwala osiągać rekordowo niskie zużycie energii niezależnie od obciążenia (start, pełne czy częściowe obciążenie). Miękki start napędu IntelliDrive wydłuża także interwały serwisowe sprężarki, a tym samym obniża koszty serwisowania maszyny. W odróżnieniu od innych rodzajów napędów, dla których częstotliwość włączeń/wyłączeń jest z reguły ograniczona do 4-6 razy na godzinę, w tym rozwiązaniu możliwa jest dowolna liczba włączeń i wyłączeń w ciągu jednostki czasu, bez żadnego wpływu na trwałość urządzeń i bez przeciążania sieci energetycznej. Dzięki temu sprężarka nie musi pracować na biegu jałowym nawet przy bardzo zmiennym zapotrzebowaniu na sprężone powietrze, a to oznacza zarówno mniejsze zużycie energii, jak i wolniejsze zużycie elementów sprężarki.

Zakres regulacji obrotów silnika wynosi 70%. Jeśli zapotrzebowanie jest niższe niż 30% nominalnego, sprężarka zostaje wyłączona i ponownie łagodnie włączona dowolnie często i zawsze kiedy zaistnieje potrzeba. UNIGY idealnie nadaje się do współpracy z innymi sprężarkami.

Jedna maszyna – trzy różne moce

Niezwykłą cechą sprężarki UNIGY jest jej możliwość przeobrażenia się z jednostki mocy nominalnej 5.5 kW w maszynę 7.5 czy 11 kW. Osiągnięto to dzięki specjalnej, tzw. wirtualnej przekładni zębatej, o której nastawach decyduje Intellikey (inteligentny klucz) mający postać karty chipowej z zaprogramowanymi danymi technicznymi sprężarki. Załadowanie klucza i wprowadzenie danych do sprężarki jest niezwykle proste i następuje za przyciśnięciem jednego klawisza. Przekształcenie sprężarki 5.5 kilowatowej w sprężarkę w 7,5 albo 11 kilowatową i odwrotnie jest możliwe w kilka minut. W ten sposób sprężarka zakupiona przy określonych mocach produkcyjnych zakładu może „rosnąć” wraz z ich wzrostem i zwiększonym zapotrzebowaniem na sprężone powietrze. Nie ma potrzeby dostawiania nowej sprężarki lub zamiany na większą. Dzięki takiej możliwości unika się też większych problemów związanych z niewłaściwym oszacowaniem możliwości poboru sprężonego powietrza w zakładzie.

Moduł śrubowy

W sprężarce UNIGY zastosowano kompaktowy moduł śrubowy ze znanymi i uznanymi na rynku profilami typu CE, produkowanymi w zakładzie koncernu Ingersoll-Rand w Niemczech. Krótka droga powietrza pomiędzy króćcem ssawnym i zaworem wylotowym modułu śrubowego powodu-



Fot. 2 Zintegrowany zespół: moduł śrubowy-silnik napędowy- przetwornica częstotliwości

je optymalne wykorzystanie doprowadzonej energii w bardzo efektywnym procesie sprężania. Ta kompaktowa zabudowa pozwala uniknąć przewodów rurowych, które mogłyby być źródłem przecieków i strat energii.

Obsługa serwisowa

Serwisowanie UNIGY jest bardzo proste z bardzo łatwym dostępem do wszystkich punktów serwisowych. Wyeliminowanie z konstrukcji niektórych łatwo zużywalnych części zaowocowało dłuższymi interwałami serwisowymi (3000 roboczogodzin lub 1 rok). Wielofunkcyjny wyświetlacz sterownika przekazuje z odpowiednim wyprzedzeniem informacje o konieczności serwisowania jednostki oraz wiele innych danych ważnych dla użytkownika.

Ingersoll-Rand daje dwuletnią gwarancję na całą sprężarkę i pięcioletnią gwarancję na moduł śrubowy, silnik i chłodnicę.

Wyróżnienie

W marcu br., w trakcie Międzynarodowych Targów Rzemieślniczych w Monachium, sprężarka UNIGY firmy Ingersoll-Rand została wyróżniona nagrodą ministra przemysłu i pracy Niemiec „Za Najlepszą Innowację na Rok 2004”.

Artykuł promocyjny
Miroslaw Gruschka
Ingersoll-Rand

Nasza reklama na str. 2

Każdego stać na sprężone powietrze z MARANI

rozmowa z Piotrem Porwołem dyrektorem ds technicznych firmy MARANI

Jaki cel przyświecał założycielom firmy MARANI?

Marani Sp. z o.o. została założona w 1993 r. z misją aktywnego udziału w restrukturyzacji technicznej przemysłu ciężkiego w dziedzinie gospodarki sprężonym powietrzem. Jest to firma w 100% prywatna, mająca swoją siedzibę w Zabrzu. Trzonem firmy jest kilkuosobowy zespół specjalistów dysponujących dużym doświadczeniem w budowie, modernizacji i serwisie dużych instalacji przemysłowych sprężonego powietrza. W latach 90. XX w. do polskiego przemysłu wkraczała zupełnie nowa generacja urządzeń do sprężonego powietrza. Nowa technika była obca dla większości służb zakładowych, dlatego od początku przyświecała nam idea kompleksowych rozwiązań dostawy sprężonego powietrza realizowanych na nowoczesnych zasadach przez wyspecjalizowaną firmę.

Co jest istotą działalności Waszej firmy?

Outsourcing i contracting. W naszym określeniu „kompleksowe rozwiązania” mieści się nie tylko aspekt techniczno-ekonomiczny, ale także inwestycyjno-finansowy. Z jednej strony oferujemy nowoczesną energooszczędna technologię wytwarzania sprężonego powietrza do zastosowań przemysłowych, tworzymy koncepcje, projektujemy, realizujemy inwestycje „pod klucz” i serwisujemy urządzenia. Podejmujemy się budowy nowych lub modernizacji istniejących sprężarek i sieci sprężonego powietrza, lub występujemy w roli dostawcy sprężonego powietrza o określonych parametrach. Z drugiej strony dostarczamy rozwiązania finansowania inwestycji oraz rozwiązania eliminujące konieczność inwestycji. Przejmujemy w zarządzanie i posiadamy własne sprężarki i stacje dmuchaw, z których zasilamy odbiorniki klientów.

Jesteśmy największym w południowej Polsce przedsiębiorstwem typu ESCO (Energy Saving Company) w branży sprężonego powietrza.

Jakiego rodzaju użytkowników obsługujecie?

Region, w którym działamy, to centrum przemysłu ciężkiego w Polsce mający 150-letnią tradycję przemysłową. Grupa je prawie wszystkie polskie kopalnie węgla kamiennego, duże elektrownie, huty żelaza, metali nieżelaznych, zakłady przemysłu metalowego, zbrojeniowego, motoryzacyjnego, ale także liczne mniejsze zakłady przemysłowe, spożywcze, szpitale i jednostki użyteczności publicznej. Ich podstawową potrzebą jest pełna sprawność i dyspozycyjność urządzeń i systemów. Naszym głównym celem jest im to zapewnić. Ponad 20 dużych przedsiębiorstw na Śląsku zasilamy z własnych stacji o sumarycznej wydajności blisko 100 tys. m³/h. Mamy ponad 100 własnych sprężarek i dmuchaw, które pracują w ramach contractingu i outsourcingu. Wdrożyliśmy mogą wymienić niektóre nasze realizacje: KWK (Kopalnia Węgla Kamiennego) „Marcel” – sprężarkownia powietrza, KWK „Śląsk” – sprężarkownia powietrza, KWK „Halemba” – modernizacja zasilania kopalni, Zakłady Mechaniczne „Bumar Łabędy” SA – sprężarkownia, KWK „Szczygłowice” – stacja dmuchaw, KWK „Piekary”, „Brzeziny” – modernizacja zasilania, KWK „Murcki” – sprężarkownia, KWK „Kleofas” – sprężarkownia, KWK „Bieliszowice” – modernizacja zasilania kopalni, Australian Investments in Poland – zasilanie przedsiębiorstwa, KWK „Staszic” – sprężarkownia powietrza, KWK „Wesoła” – sprężarkownia powietrza. Każda z tych stacji produkuje od 2000 do 7000 m³/h sprężonego powietrza.

Jakie firmy są dostawcami urządzeń i elementów wykorzystywanych w Waszych instalacjach?

Marani współpracuje z grupą uznanych w swej dziedzinie partnerów biz-



Fot. 1 Mgr inż. Piotr Porwoł

nesowych. Należą do nich: ATLAS COPCO – nasz strategiczny partner, światowy producent urządzeń i narzędzi, który dostarcza nam sprężarki śrubowe wraz z kompletnymi liniami uzdatniania powietrza i systemami sterowania, WITTIG – producent sprężarek łopatkowych znany z niemieckiej solidności, będący częścią światowej grupy przemysłowej Gardner Denver, AIRPOL Poznań – największy polski producent sprężarek tłokowych i śrubowych, którego urządzenia montujemy od 10 lat w szerokim zakresie, od górnictwa po szpitale, KAESER Polska, HIROSS, jeden ze światowych liderów w dziedzinie uzdatniania powietrza, INTROL – dostawca urządzeń pomiarowych, który automatyzuje kilkadziesiąt dużych obiektów przemysłowych w Polsce i na świecie. Dzięki ich wiodącym produktom i technologii możemy dostarczać naszym klientom najbardziej efektywne rozwiązania o najwyższej jakości w konkurencyjnych cenach.

Czy nie lepiej, żeby zakłady same modernizowały swoje instalacje?

Sprężone powietrze jest jednym z najdroższych mediów energetycznych, jakie zużywają przemysł, energetyka, szpitale czy zakłady użyteczności publicznej. Każda modernizacja gospodarki sprężonym powietrzem,

optymalizacja zasilania i zużycia daje natychmiastowe oszczędności energii elektrycznej i pozostałych kosztów. Jednak pełna analiza i poprawa efektywności w dużych przedsiębiorstwach jest bardzo rozległym zagadnieniem. Warto powierzyć to zadanie wyspecjalizowanej firmie, gwarantującej dobre efekty. Jeżeli jeszcze wiąże się to z udogodnieniami inwestycyjnymi, to staje się oczywiste, że nie ma powodu nadmiernie angażować pracowników zakładu i środków finansowych. Nie mamy wątpliwości, że outsourcing i contracting są usługami XXI wieku.

W jaki sposób można określić zakres koniecznych usprawnień w gospodarce sprężonym powietrzem w zakładzie?

Rozwinęliśmy wszechstronny audyt określający każde zastosowanie sprężonego powietrza. Głównym celem audytu jest identyfikacja strat, niekontrolowanych odbiorów, fluktuacji zapotrzebowania oraz wszystkich możliwości redukcji obciążeń i oszczędności kosztów. Zakres audytu obejmuje: przegląd wszystkich zastosowań sprężonego powietrza, identyfikację wszystkich nieszczelności, nieregularnych i zbędnych odbiorów, przegląd wszystkich urządzeń do przedmuchiwania, dysz, kolektorów, systemów pneumatycznego przesyłu, ocenę systemu przesyłowego i jego pojemności, pomiar ciśnienia i przepływu w głównych punktach sieci przedsiębiorstwa, pomiar zapotrzebowania na energię elektryczną każdej sprężarki i dmuchawy oraz określenie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną, przegląd systemu uzdatniania powietrza, zakładowych procedur obsługi urządzeń gospodarki sprężonym powietrzem, przegląd specyficznych problemów wykorzystania sprężonego powietrza, określenie metod optymalizacji systemu zasilania i przesyłu, wyszczególnienie urządzeń lub systemów kontroli niezbędnych do poprawy istniejącego systemu i jego efektywności, przedłożenie raportu ilustrującego obecne koszty funkcjonowania systemu, koszty modernizacji i przewidywane oszczędności po modernizacji.

Na czym polega Wasza oferta w zakresie usług finansowych?

W ramach prowadzonej działalności oferujemy firmom i instytucjom, które korzystają z naszych rozwiązań technicznych, nowatorskie usługi finansowe,

które umożliwiają modernizację dotychczasowych obiektów gospodarki sprężonym powietrzem lub nabywanie nowych urządzeń i systemów bez ponoszenia przez klientów nakładów inwestycyjnych. Nasza standardowa oferta zawiera: contracting, outsourcing, dzierżawę z opcją wymiany i gwarancję leasingu. Contracting to forma współpracy, w której podejmujemy się uzgodnionych z klientem dostaw systemów i urządzeń, a po uruchomieniu inwestycji na nasz koszt prowadzimy przez okres kontraktu eksploatację obiektu. Produktem dostarczanym w tym czasie do klienta jest gwarantowana ilość sprężonego powietrza o stałej cenie i gwarantowanej klasie jakości. Po okresie kontraktu urządzenia stają się własnością klienta.

W ramach outsourcingu podejmujemy się stałej dostawy sprężonego powietrza o gwarantowanej ilości i jakości oraz uzgodnionej cenie do odbiorców klienta z własnych źródeł zasilania zlokalizowanych u klienta. Możemy przejąć do stałej obsługi istniejące obiekty gospodarki sprężonym powietrzem, które poddajemy modernizacji dla uzyskania obniżki kosztów, lub realizować nowe inwestycje, które pozostają naszą własnością. W ramach dzierżawy oddajemy klientowi do eksploatacji na określony czas własne, nowe urządzenia (sprężarki, dmuchawy, systemy uzdatniania), których konfiguracja i zakres mocy mogą być w razie potrzeby modyfikowane w trakcie trwania umowy. Nasza firma zachowuje prawa własności urządzeń i dokonuje odpisów amortyzacyjnych, podczas gdy klient płaci miesięczny czynsz dzierżawny, stanowiący w całości jego koszt uzyskania przychodu. W czasie dzierżawy urządzenia są serwisowane przez naszą firmę. Nie świadczymy usługi leasingu, ale ułatwiamy zawarcie umowy z firmą leasingową, udzielając gwarancji, że odkupimy od niej leasingowane urządzenia w sytuacji niewywiązania się z umowy przez leasingobiorcę. Gwarantujemy udzielamy pod warunkiem, że przedmiotem leasingu są urządzenia oferowane przez naszą firmę, i że w trakcie leasingu są przez nas serwisowane.

Wynika z tego, że również serwis odbywa się na specjalnych zasadach?

Zapewniamy serwis przez 24 godziny na dobę, co w połączeniu z bezobsługową instalacją całkowicie zwal-

nia zakład z konieczności utrzymania własnych służb odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu urządzeń do sprężonego powietrza. Istotnym elementem opieki nad sprężarkami jest wdrażany przez nas system ciągłego monitoringu pracy urządzeń oparty na stałych łączach. Dane o obciążeniu poszczególnych urządzeń, dane diagnostyczne i sygnały alarmowe są odbierane bezpośrednio i na bieżąco w naszej centrali serwisowej i umożliwiają natychmiastową skuteczną reakcję. Dla naszego klienta oznacza to zwiększenie pewności dostaw sprężonego powietrza bez dodatkowych nakładów z jego strony.

Czy w naszym kraju ten sposób opieki nad klientem jest powszechny?

Jedno z naszych haseł reklamowych brzmi „Marani – wyznaczamy nowe trendy”. Uważamy, że nasz sposób działania jest w Polsce nowatorski, choć oczywiście szeroko znany na świecie. Na pewno w związku z naszą obecnością w Unii Europejskiej będzie się upowszechniał. Jednak dostawa sprężonego powietrza jest specyficzną dziedziną, wymagającą dobrej znajomości terenu, naprawdę ścisłych kontaktów z odbiorcami i dużego doświadczenia, którego nie zdobywa się z dnia na dzień. Nam tego nie brakuje, a dodatkowo liczę na to, że z każdym miesiącem będzie się poprawiał poziom wymiany informacji pomiędzy firmami w naszej branży, tak by rozwiązania dostarczane użytkownikom sprężonego powietrza przez nas i przez inne polskie firmy były na najwyższym światowym poziomie.

Czy branża sprężonego powietrza jest w Polsce uporządkowana?

Gdyby tak było, niepotrzebne byłoby między innymi bacznie przez nas obserwowane starania redakcji „Pneumatyki”. Sami podejmowaliśmy pewne działania w tym zakresie i nadal gotowi jesteśmy w nich uczestniczyć. Liczę na to, że na bazie gromadzącego się wokół „Pneumatyki” Klubu Sprężonego Powietrza powstanie stowarzyszenie na wzór działających na Zachodzie, przyczyniając się do racjonalnego i bardziej przewidywalnego rozwoju naszej branży w Polsce.

Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz

Możliwości dofinansowania przedsiębiorstw

w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw

Katarzyna Wilczyńska

Mimo że wskaźniki z roku 2004 sygnalizują wzrost gospodarczy w Polsce, konkurencyjność naszej gospodarki na tle międzynarodowym nadal jest dość niska.

Kluczem do poprawy oraz ugruntowania pozycji polskich przedsiębiorstw w UE staje się jakość produkcji i usług. W tej sytuacji konieczna jest intensyfikacja działań, umożliwiająca zwiększenie zdolności funkcjonowania przedsiębiorstw w nowych – z dniem 1 maja 2004 r. – warunkach gospodarki rynkowej.

Dotychczas podejmowane działania nie przyniosły oczekiwanych rezultatów. Główną przyczyną tego stanu był niedobór środków finansowych na inwestycje, a także brak wiedzy z zakresu pozyskiwania środków z funduszy pomocowych.

Od maja 2004 r. przed polskimi przedsiębiorstwami pojawiły się nowe możliwości dofinansowywania z tzw. funduszy strukturalnych, a środki przeznaczone dla Polski będą znacznie większe od pomocy przedakcesyjnej.

W lutym 2004 r. powstał Sektorowy Program Operacyjny – Wzrost Konku-

rencyjności Przedsiębiorstw (SPO – WKP), kierowany głównie do małych i średnich przedsiębiorstw, jako najdynamiczniej rozwijających się, a tym samym mający duży wpływ na konkurencyjność gospodarki. To właśnie sektor powinien stać się głównym adresatem pomocy w ramach programu operacyjnego

Celem strategicznym SPO – WKP jest poprawa pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw działających na terenie Polski w warunkach jednolitego rynku europejskiego. Cel ma być osiągnięty poprzez realizację dwóch priorytetów:

• Priorytet 1:

Rozwój przedsiębiorczości i wzrost konkurencyjności poprzez wzmocnienie instytucji otoczenia biznesu.

• Priorytet 2:

Bezpośrednie wsparcie przedsiębiorstw.

Celem priorytetu 2 jest zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw poprzez wsparcie inwestycji poprawiających poziom technologiczny i organizacyjny przedsiębiorstw, jak również inwestycji w zakresie BHP i ochrony środowiska oraz dostarczenie wysokiej jakości usług doradczych. Cele cząstkowe to:

- zwiększenie nakładów inwestycyjnych w przedsiębiorstwach,

- poprawa konkurencyjności przedsiębiorstw poprzez inwestycje w wiedzę,
- tworzenie nowych miejsc pracy,
- podniesienie poziomu innowacyjności,
- dostosowanie przedsiębiorstw do wymogów prawa UE.

Podstawowe działania umożliwiające osiągnięcie ww. celów to:

- wzrost konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw przez doradztwo,
- wsparcie konkurencyjności produktywnej i technologicznej przedsiębiorstw,
- wzrost konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw poprzez inwestycje,
- wsparcie dla inwestycji w zakresie dostosowania przedsiębiorstw do wymogów ochrony środowiska,

Wejście Polski do Unii Europejskiej otwiera przed przedsiębiorcami nowe możliwości dofinansowania w ramach SPO – WKP.

Zanim przejdziemy do możliwości finansowania przedsiębiorstw, przybliżymy Państwu kilka podstawowych terminów: co to jest dotacja, kto może starać się o dotację, co to jest mała i średnia firma.

Co to jest dotacja?

Dotacja jest bezzwrotną pomocą finansową. Zazwyczaj jest to refundacja kosztów, które poniósł przedsiębiorca.

Kto może starać się o dotację?

Aby uzyskać bezzwrotną pomoc finansową przedsiębiorstwo musi spełnić następujące warunki:

- mieć siedzibę na terenie Polski;
- być bezpośrednio odpowiedzialnym za przygotowanie projektu i za nadzór nad jego realizacją;
- posiadać odpowiednie środki finansowe zapewniające płynną i terminową realizację działań.

Co to jest mała firma?

1. Za małego przedsiębiorcę uważa się przedsiębiorcę, który w poprzednim roku obrotowym:
 - zatrudniał średniorocznie mniej niż 50 pracowników;
 - osiągnął przychód netto ze sprzedaży towarów i usług oraz operacji finansowych nie przekraczający równowartości w złotych 7 milionów euro lub suma aktywów jego bilansu sporządzanego na koniec poprzedniego roku obrotowego nie przekroczyła 5 milionów euro.

Co to jest średnia firma?

1. Za średniego przedsiębiorcę uważa się przedsiębiorcę, który w poprzednim roku obrotowym:
 - zatrudniał średniorocznie mniej niż 250 pracowników oraz osiągnął przychód netto ze sprzedaży towarów, wyrobów i usług oraz operacji finansowych nie przekraczający równowartości w złotych 40 milionów euro lub suma aktywów jego bilansu sporządzanego na koniec poprzedniego roku obrotowego nie przekroczyła 27 milionów euro.

2. Nie uważa się jednak za małe takiego przedsiębiorstwa, w którym przedsiębiorstwa inne niż małe posiadają:

- więcej niż 25% wkładów, udziałów lub akcji,
- prawa do ponad 25% udziału w zysku,
- więcej niż 25% głosów w zgromadzeniu wspólników (akcjonariuszy).

W przypadku spółek cywilnych uprawnionym wnioskodawcą są wszyscy wspólnicy razem przedstawiający wspólny wniosek podpisany przez wszystkich wspólników.

Przegląd możliwości dofinansowania przedsiębiorstw

Działanie 2.1	Wzrost konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw poprzez doradztwo
Cel	Celem działania jest zwiększenie konkurencyjności polskich małych i średnich przedsiębiorstw poprzez ułatwienie dostępu do specjalistycznej pomocy doradczej.
Dofinansowanie na	Usługi doradcze dotyczące: • zasad prowadzenia przedsiębiorstwa w warunkach jednolitego rynku europejskiego; • wdrażania systemów zarządzania jakością, zarządzania środowiskiem oraz wiedzy z zakresu wymogów prawnych bezpieczeństwa i higieny pracy; • uzyskiwania certyfikatów zgodności dla wyrobów, surowców, maszyn i urządzeń, aparatury kontrolno-pomiarowej i personelu; • wdrażania strategii rozwoju przedsiębiorstwa na podstawie nowych technologii i rozwiązań innowacyjnych; • podejmowania i rozwijania działalności eksportowej; • powstawania firm opartych na zaawansowanych technologiach.
Beneficjenci – dla kogo	Sektor małe i średnie przedsiębiorstwa, w tym mikroprzedsiębiorstwa działające od ponad 3 lat na rynku i nowo powstające firmy oparte na zaawansowanych technologiach.
Wielkość dofinansowania	• do 50% kosztów usług doradczych netto; • nowo powstałe przedsiębiorstwa oparte na zaawansowanych technologiach – 100% kosztów kwalifikowanych projektu; • wkład przedsiębiorcy – minimum 50% kosztów kwalifikowanych projektu. Minimalna wartość wsparcia dla projektów doradczych wynosi 500 euro, maksymalna – 50 000 euro.
Działanie 2.2	Wsparcie konkurencyjności produktowej i technologicznej przedsiębiorstw W ramach działania wydzielono dwa poddziały 2.2.1 i 2.2.2.
Cel	Celem działania jest poprawa konkurencyjności przedsiębiorstw poprzez wsparcie nowych inwestycji, prowadzących do zasadniczych zmian produkcji, produktu lub procesu produkcyjnego oraz wzrost skali umiędzynarodowienia przedsiębiorstw poprzez promocję.
Dofinansowanie na Poddziałanie 2.2.1	• nowe inwestycje polegające na utworzeniu lub rozbudowie przedsiębiorstwa, zarówno ze sfery produkcyjnej, jak i usługowej; • rozpoczęciu w przedsiębiorstwie działalności obejmującej dokonywania zasadniczych zmian produkcji, produktu lub procesu produkcyjnego;
Poddziałanie 2.2.2	• projekty w zakresie internacjonalizacji przedsiębiorstw poprzez pokrycie części kosztów udziału przedsiębiorców w targach i wystawach międzynarodowych oraz misjach gospodarczych, związanych z targami i wystawami, w tym także w zakresie promocji innowacji technologicznych i/lub organizacyjnych (uczestnictwo w targach przedsiębiorstw i misjach innowacyjnych i środowiskowych).
Beneficjenci – dla kogo	Krajowe lub zagraniczne przedsiębiorstwa, realizujące nową inwestycję, w przypadku internacjonalizacji przedsiębiorstwa mające siedzibę w Polsce.
Wielkość dofinansowania	• duże przedsiębiorstwa – do 50% kosztów kwalifikowanych projektu; • małe i średnie – 65% kosztów kwalifikowanych projektu; • projekty internacjonalizacji do 50% poniesionych kosztów, jednak nie więcej niż 20 000 zł w przypadku targów i wystaw i nie więcej niż 7 500 zł w przypadku misji.

Działanie 2.3	Wzrost konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw poprzez inwestycje.
Cel	Celem działania jest zwiększenie konkurencyjności polskich małych i średnich przedsiębiorstw poprzez unowocześnienie ich oferty produktowej i technologicznej.
Dofinansowanie na	• działania modernizacyjne w małych i średnich przedsiębiorstwach; • wdrażanie wspólnych przedsięwzięć – inwestycyjnych podejmowanych przez przedsiębiorstwa; • zakup wyników prac badawczo-rozwojowych i/lub praw własności przemysłowej przez przedsiębiorstwa; • wdrażanie i komercjalizację technologii i produktów innowacyjnych; • zastosowanie i wykorzystanie technologii gospodarki elektronicznej; • zastosowanie i wykorzystanie technologii informatycznych w procesach zarządzania przedsiębiorstwem; • dostosowywanie technologii i produktów do wymagań dyrektyw unijnych, zwłaszcza norm zharmonizowanych i prawodawstwa w zakresie BHP.
Beneficjenci – dla kogo	Małe i średnie przedsiębiorstwa, wliczając mikroprzedsiębiorstwa istniejące ponad 3 lata oraz nowo powstałe przedsiębiorstwa oparte na zaawansowanych technologiach.
Wielkość dofinansowania	Maksymalnie 50% kwalifikowanych wydatków inwestycji, w zależności od danego regionu.
Działanie 2.4	Wsparcie dla przedsięwzięć w zakresie dostosowania przedsiębiorstw do wymogów ochrony środowiska.
Cel	Celem jest zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw działających w warunkach jednolitego rynku europejskiego poprzez wspieranie przedsiębiorstw zobligowanych do dostosowania swojej infrastruktury do wymogów ochrony środowiska.
Dofinansowanie	• inwestycje dostosowujące instalacje do wymagań ochrony środowiska, zwłaszcza do wymagań najlepszych dostępnych technik, warunkujące możliwość i termin uzyskania pozwolenia zintegrowanego; • inwestycje związane z budową lub modernizacją oczyszczalni i podczyszczalni ścieków przemysłowych oraz zmianami technologicznymi w przedsiębiorstwach, ze szczególnym uwzględnieniem redukcji substancji szkodliwych odprowadzanych do środowiska wodnego i trwałych substancji organicznych; • realizacja zadań przyczyniających się do ograniczania emisji z obiektów spalania paliw do powietrza; • realizacja inwestycji i programów przyczyniających się do rozwiązywania problemów odzysku i unieszkodliwiania odpadów przemysłowych i niebezpiecznych.
Beneficjenci – dla kogo	Przedsiębiorstwa działające na terenie Rzeczypospolitej Polskiej, które będą dokonywać inwestycji w zakresie ochrony środowiska.
Wielkość dofinansowania	Od 30 do 50% kosztów kwalifikowanych w zależności od danego regionu, nie więcej niż 5 mln euro.
Cel strategiczny	Celem Sektorowego Programu Operacyjnego – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw jest poprawa pozycji konkurencyjnej polskich przedsiębiorstw w warunkach jednolitego rynku europejskiego.

Informacje zawarte w tabeli nadal są w fazie projektu i terminy składania wniosków nie zostały jeszcze dokładnie określone.

Podejmowanie ww. działań ma na celu zdynamizowanie rozwoju przedsiębiorstw, a obecny, postępujący proces globalizacji i silna konkurencja powodują, że sektor małych i średnich przedsiębiorstw, jako dynamicznie rozwijający się, a tym samym mający

duży wpływ na konkurencyjność gospodarki, powinien stać się głównym adresem pomocy w ramach programu operacyjnego.

W następnym numerze zamieścimy informacje o dotacjach w ramach funduszu PHARE 2002 oraz listę regionalnych instytucji finansujących (rif).

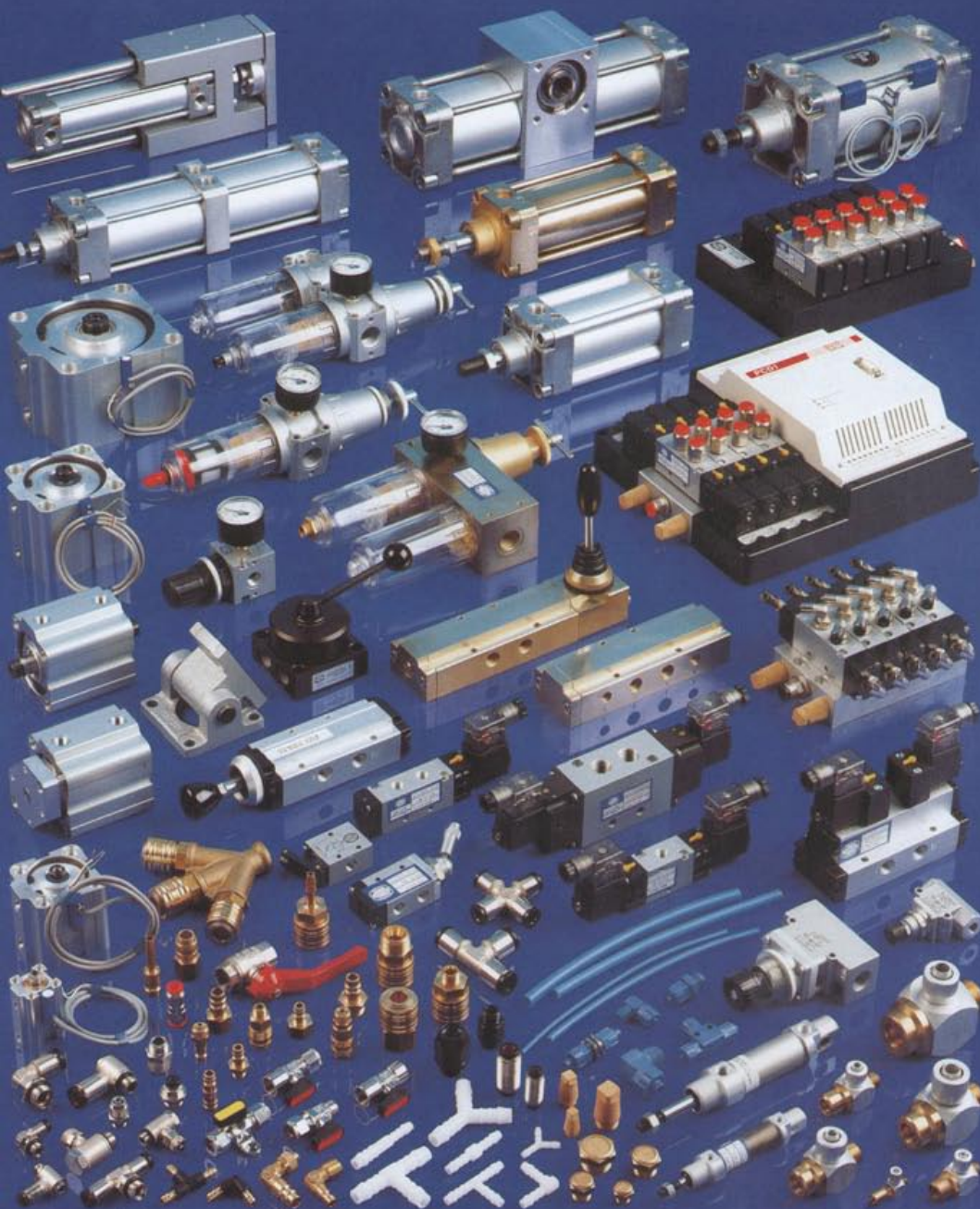
Szczegółowych informacji i pomocy w przygotowaniu wniosku mogą

Państwo szukać na stronie internetowej parp pod adresem:
<http://www.parp.gov.pl>

*Katarzyna Wilczyńska
na podstawie „Sektorowego Programu Operacyjnego”, Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa, luty 2004 r.*



**POSIADAMY CERTYFIKAT
JAKOŚCI ISO 9001:2000**



OFERTA HANDLOWA

- siłowniki pneumatyczne
D12 ÷ D320
- elementy mocujące
do siłowników
pneumatycznych
D12 ÷ D200
- zawory rozdzielające
sterowane
elektromagnetycznie,
pneumatycznie
i mechaniczne 5/2, 5/3,
3/2 G1/8 ÷ G3/4
- wyspy zaworowe
MULTIPOL
- elementy sterujące
nateżeniem przepływu
sprężonego powietrza
- elementy złączne,
przewody i akcesoria
dla pneumatyki
- wyroby niekatalogowe
na zamówienie Klienta
- maszyny do wycinania
etykiet PHP
oraz wykrojniki
- doradztwo techniczne,
dobór zamienników firm
konkurencyjnych
- usługi galwanicznego
pokrywania metali
(min. anodowanie
aluminium, chromowanie,
cynkowanie i czernienie)

**KRAJOWY PRODUCENT ELEMENTÓW
PNEUMATYKI SIŁOWEJ I STERUJĄCEJ**

**CENTRUM PRODUKCYJNE PNEUMATYKI
PREMA S.A. w KIELCACH**

ul. Wapiennikowa 90 25-101 Kielce
tel. 041 361-95-24, fax. 041 361-91-08
Marketing: 041 362-21-60
prema@prema.pl
www.prema.pl

**JEDNOSTKA
CERTYFIKUJĄCA**



Śrubowe sprężarki bezolejowe firmy Airpol

Przedsiębiorstwo Produkcji Sprężarek Airpol Sp. z o.o. jest największym polskim producentem sprężarek. Firma jest nastawiona na kompleksowe i specjalistyczne zaspokajanie potrzeb rynku związanych ze sprężonym powietrzem.

Śledząc wzrastające zapotrzebowanie rynku na bezolejowe sprężone powietrze, PPS Airpol wprowadził do swojej oferty bezolejowe sprężarki śrubowe o wydajnościach od 500 do 3800 m³/h przy nadciśnieniu tłoczenia od 0,8 do 1,0 MPa.

Przeznaczenie

Bezolejowe sprężarki śrubowe stosuje się w tych obszarach gospodarki, gdzie ze względu na wymogi sanitarne, technologiczne, techniczne i inne nie można pozwolić sobie nawet na śladową zawartość oleju w sprężonym powietrzu i gdzie wymagana jest pełna gwarancja dostawy bezolejowego sprężonego powietrza.

Występuje to przede wszystkim w:

- przemyśle spożywczym, zwłaszcza tam, gdzie sprężone powietrze styka się bezpośrednio z przetwarzanym produktem spożywczym,
- produkcji pasz,
- transporcie pneumatycznym,
- przemyśle farmaceutycznym,
- przemyśle szklarskim,
- przemyśle elektronicznym,
- w malarniach przemysłowych (o wysokich wymaganiach w odniesieniu do nakładanych powłok),
- przemyśle cementowym,
- przemyśle tekstylnym,
- przemyśle chemicznym i petrochemicznym.

Śrubowe sprężarki bezolejowe znajdują coraz szersze zastosowanie, co ma związek z rosnącymi wymogami sanitarnymi, jak i coraz bardziej zaawansowanymi technologicznie procesami wytwarzania.

Brak jakiegokolwiek czynnika (np. wody) chłodzącego przestrzenie, w których następuje sprężanie powietrza gwarantuje, że nawet po długim czasie użytkowania nie wystąpi obawa o tworzenie się niepewnych mikrobiologicznie osadów.

Nowoczesne śrubowe sprężarki bezolejowe Airpol zostały zaprojektowane specjalnie dla potrzeb najbardziej wymagających klientów. Produkują one sprężone powietrze wolne od nawet śladowych ilości oleju.

Stosowane bloki śrubowe

W budowie sprężarek zastosowaliśmy bezolejowe bloki śrubowe firmy GH-RAND.

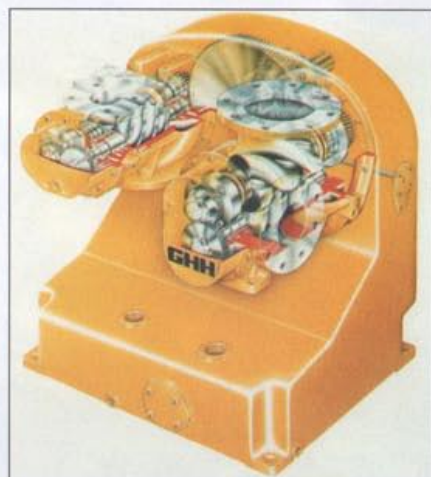
Bloki te sprawdziły się w kilkudziesięcioletniej eksploatacji. Przy ich wytwarzaniu są stosowane najnowocześniejsze technologie i mate-



Rys. 1 Jednostopniowy bezolejowy blok śrubowy typu CD S

riały. Dla zapewnienia wysokiej trwałości i niezawodności do budowy zastosowano:

- wirniki o asymetrycznym zarysie, ze stali nierdzewnej pokryte powłoką Ultracoat, pozwalającą na zmniejszenie luzów międzyzębnych;
- pokrycie warstwą Ultracoat otworów w korpusie, w których pracują wirniki, warstwa ta jest odporna na tem-



Rys. 2 Dwustopniowy bezolejowy blok śrubowy typu CD D

peraturę i ciśnienie, ma dobre właściwości smarne i chroni przed korozją;

- dynamiczne wyważanie wirników,
- bardzo dokładną przekładnię zębatą z kołami o uzębieniu skośnym;
- części wirujące są łożyskowane na wysokiej jakości przewymiarowanych łożyskach tocznych, smarowanych w sposób wymuszony olejem;
- przestrzeń sprężania jest w sposób pewny oddzielona od smarowanych olejem łożysk i przekładni.

W zależności od wymaganego nadciśnienia roboczego, w sprężarkach stosuje się:

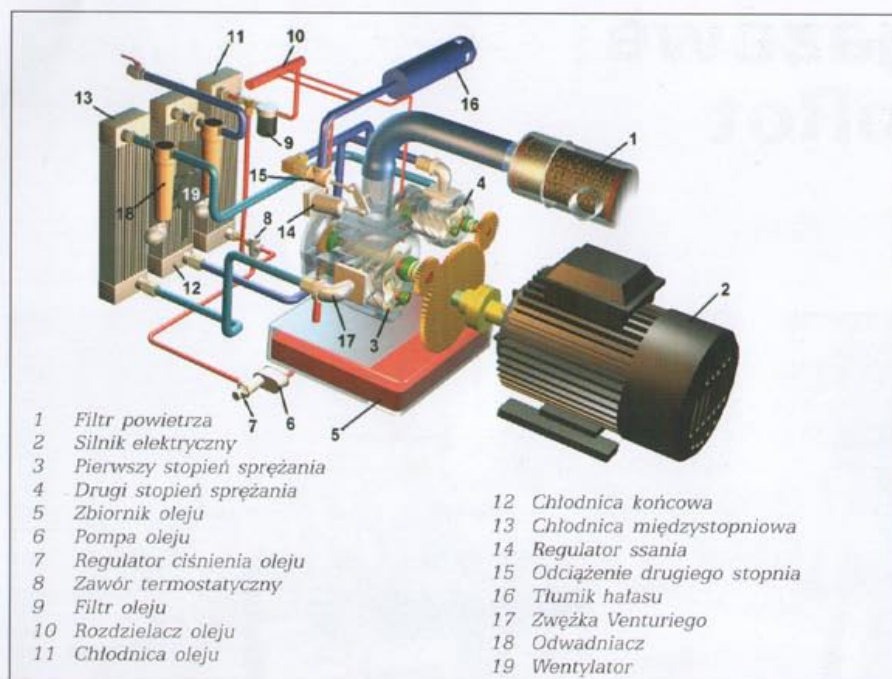
- jednostopniowy blok śrubowy (rys. 1),
- dwustopniowy blok śrubowy (rys. 2).

Blok jednostopniowy jest stosowany dla nadciśnień roboczych do 3,5 bar, natomiast dwustopniowy do 10,5 bar.

Budowa bezolejowych sprężarek śrubowych

Na rysunku 3 przedstawiono schematycznie zestawienie podstawowych zespołów sprężarki bezolejowej produkowanej w PPS Airpol.

Wszystkie zespoły są zabudowane w obudowie dźwiękochłonnej, posadowionej na sztywnej ramie. Silnik jest połączony z blokiem śrubowym na sztywno poprzez obudowę spręż-



Rys. 3 Budowa sprężarki bezolejowej

gła elastycznego. Dzięki precyzyjnej obróbce obudowy jest zapewniona współosiowość wału napędowego silnika i wału napędzanego bloku. Blok śrubowy wraz z silnikiem są ustawione na specjalnie dobranych wibroizolatorach przykręconych do ramy podstawy, zapewniając bardzo dobre wytłumienie drgań.

Powietrze jest zasysane z otoczenia poprzez filtr, w którym wychwycone zostają zanieczyszczenia stałe, dalej przez regulator ssania trafia do pierwszego stopnia sprężającego. Po wstępnym sprężeniu, powietrze przepływa do chłodnicy międzystopniowej, gdzie jest ochładzane i następnie pozbawiane wytrąconej wody, dalej trafia do drugiego stopnia sprężającego. Po doprężeniu do ciśnienia robo-

czego przepływa do chłodnicy końcowej, skąd jest kierowane do sieci lub zbiornika sprężonego powietrza.

Wilgoć wytrącona w postaci wody jest wychwytywana przez odwadniacze cyklonowe i może być odprowadzana nawet bezpośrednio do kanalizacji.

Przekładnia oraz łożyskowanie przekładni i wirników są smarowane olejem tłoczonym przez pompę zębatą. Aby zapewnić optymalną temperaturę oleju, stosuje się chłodnicę oleju. Przepływ oleju przez chłodnicę jest regulowany zaworem termostatycznym, utrzymującym temperaturę oleju w żądanych granicach.

Standardowo dla chłodzenia powietrza stosuje się chłodnicę powietrze/powietrze. Na życzenie sprężarki mogą

być wyposażone w chłodnice woda/powietrze, pozwalające np. na wykorzystanie ogrzanej wody do ogrzewania pomieszczeń.

Obudowa sprężarki jest wyłożona od wewnątrz odpowiednim materiałem dźwiękochłonnym zapewniającym bardzo dobre wyciszenie a tym samym możliwość pracy w pomieszczeniach produkcyjnych. Na rys. 4 przedstawiamy widok jednej z produkowanych śrubowych sprężarek bezolejowych, jest to maszyna typu BS132.

Dla ułatwienia kontroli nad procesem produkcji sprężonego powietrza śrubowe sprężarki bezolejowe Airpol wyposażone są w sterowanie mikroprocesorowe. Zadaniem sterownika jest ciągłe nadzorowanie pracy maszyny, umożliwiające dostęp do wszelkich parametrów roboczych sprężarki i dokonywanie zmian w dozwolonym, dopuszczalnym zakresie. Sterownik zapamiętuje również występujące zdarzenia, przez to pozwala na ocenę pracy sprężarki. Na jego ekranie wyświetlane zostają ostrzeżenia i informacje o konieczności przeprowadzenia prac konserwacyjnych. Zadaniem sterownika jest również zbieranie i ocena informacji wysyłanych od zamontowanych przetworników temperatury i ciśnienia. W przypadku przekroczenia parametrów, które mogą zagrażać bezpieczeństwu lub grozić awarią, sterownik wyłącza sprężarkę.

Śrubowe sprężarki bezolejowe Airpol odznaczają się długimi okresami między przeglądami, niezawodnością oraz prostotą obsługi i instalacji.

Konstrukcja, stosowane sposoby zabezpieczeń i regulacji zapewniają całkowite bezpieczeństwo pracy. Cały cykl od projektowania przez produkcję, aż do montażu u klienta, jest prowadzony według ostrych wymagań określonych w normie ISO 9001, na którą PPS Airpol Sp. z o.o. uzyskał Certyfikat Jakości. Dowodem naszej pewności co do niezawodności są dwa lata gwarancji na bezolejowe sprężarki bezolejowe Airpol serii BS.

Produkujemy również sprężarki śrubowe olejowe, sprężarki tłokowe powietrza i innych gazów. Wykonujemy sprężarkownie „pod klucz”, dobieramy maszyny, systemy uzdatniania sprężonego powietrza (filtry, osuszacze, odwadniacze itd.), wykonujemy instalacje. Prowadzimy też stałą obsługę serwisową sprężarek.



Rys. 4 Śrubowa sprężarka bezolejowa BS132

Artykuł promocyjny
Airpol

Sprężarki gazowe firmy CompRot

Firma CompRot, istniejąca na rynku polskim od 12 lat, jest producentem sprężarek do powietrza i do gazów technicznych. Jej podstawową ofertą są sprężarki śrubowe powietrza o mocach 4÷400 kW do różnorodnych zastosowań. Na specjalne zamówienia firma wykonuje sprężarki gazowe.

Do sprężania powietrza najczęściej stosuje się sprężarki śrubowe. Ich prosta budowa gwarantuje dużą niezawodność i żywotność. Ponieważ w odróżnieniu od sprężarki tokowej, zamiast tłoków pracuje wirnik i nie ma potrzeby zamiany ruchu obrotowego na posuwisto-zwrotny, praca sprężarki jest bardzo cicha i wolna od wibracji. Podawanie sprężonego powietrza jest ciągłe, dlatego filtry i przewody ciśnieniowe nie muszą być przewymiarowane. Minimalne wymagania co do miejsca i niski ciężar dodatkowo ułatwiają ich instalowanie. Maszyny te nie wymagają specjalnego fundamentowania. Charakteryzują się też niskim zużyciem oleju nawet po dłuższej eksploatacji. Dzięki tym zaletom sprężarki śrubowe wkroczyły do niemal



Fot. 2 Blok energetyczny zakładów tekstylnych w Gadoon w Pakistanie

wszystkich obszarów zastosowań i prawie całkowicie wyparły sprężarki tłokowe, przede wszystkim tam, gdzie potrzebne są duże ilości sprężonego powietrza.

Sprężarki gazowe

Do sprężania gazów innych niż powietrze stosuje się tzw. sprężarki gazowe, które muszą spełniać dodatkowe wymagania związane ze szczelnością i bezpieczeństwem oraz z odpor-

nością na chemiczne oddziaływanie sprężanego gazu. Podstawowe dziedziny zastosowań sprężarek gazowych to:

- napełnianie zbiorników gazami technicznymi;
- sprężanie gazów procesowych w przemyśle chemicznym, hutniczym, petrochemicznym i wydobywczym;
- sprężanie gazu naturalnego przed turbinami gazowymi;
- sprężanie gazu koksowniczego;
- transport biogazu w oczyszczalniach;
- zasilanie rurociągów w odwiertach gazowych i naftowych;
- zasilanie silników gazowych.

W sprężarkach gazowych stosowane są zarówno stopnie sprężające śrubowe, jak i łopatkowe. Sprężarki łopatkowe, również nie mają tłoków wykonujących ruchy posuwisto-zwrotne i w związku z tym pracują cicho i podają ciągły strumień sprężonego gazu. Mają ponadto inne cechy, wymagane od sprężarek gazowych: stosunkowo niskie obroty, bardzo wysoką trwałość i niezawodność.

Sprężarki dla Pakistanu

Przykładem sprężarek gazowych wytwarzanych przez CompRot mogą być wyprodukowane w 2003 roku we współpracy z austriacką firmą Ochsner



Fot. 1 Sprężarki gazowe CompRot przed wysyłką do Pakistanu

sprężarki do gazu ziemnego, przeznaczone dla elektrowni w miejscowości Gadoon w Pakistanie. Elektrownia ta pracuje głównie dla potrzeb dużych zakładów tekstylnych, zatrudniających ok. 5000 pracowników (mężczyzn). Trzy sprężarki R 100 G, zbudowane na bazie modułów łopatkowych, służą tam do zasilania w gaz ziemny silników gazowych firmy Caterpillar.



Fot. 3 Silniki gazowe Caterpillar

Parametry techniczne sprężarki R 100 G:

Wydajność $Q = 1125 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Nadciśnienie $p = 4,2 \text{ bar}$

Moc silnika $N = 90 \text{ kW}$.

Sprężarki są przystosowane do pracy z gazami palnymi i w strefie zagrożenia wybuchem.



Fot. 4 Sprężarki po zamontowaniu...

Firma Ochsner jest między innymi dostawcą sprężarek łopatkowych do różnych zastosowań, w tym do sprężania gazów. Oferuje maszyny wyposażone w chłodzenie powietrzne (do wydajności $660 \text{ m}^3/\text{h}$) lub wodne. Maksymalna wydajność pojedynczego stopnia wynosi $1320 \text{ m}^3/\text{h}$, a wyższe wydajności zapewnia układ tandemo-



Fot. 5 ... i uruchomieniu

wy, w którym dwa stopnie sprężające są połączone równolegle (np. modele RL 55 i RL 66).

Artykuł promocyjny
CompRot Sp. z o.o.

Stopnie łopatkowe

Budowa stopnia łopatkowego

W sprężarce łopatkowej wirnik jest umieszczony mimośrodowo względem cylindrycznej obudowy i ma promieniowe szczeliny, w których przesuwają się łopatki mające postać płaskich, stosunkowo cienkich płytek. Dzięki sile odśrodkowej łopatki są dociskane w kierunku wewnętrznej powierzchni obudowy, dzieląc sierpowatą (w przekroju) przestrzeń roboczą na komory różnej wielkości. Podczas obrotu komory te są wypełniane gazem doprowadzonym przez króciec wlotowy, a ich objętość zmienia się, osiągając maksimum w określonym położeniu. W dalszych fazach obrotu kolejne komory zostają najpierw odcięte od wlotu, ich objętość zaczyna się zmniejszać i następuje w nich sprężanie gazu, a następnie są łączone z króćcem wylotowym sprężonego powietrza, toteż urządzenie pracuje jako sprężarka wyporowa.



Obszar zastosowań

Konstrukcja łopatkowa ma zastosowanie zarówno w maszynach sprężających, jak i w pompach próżniowych. Jako sprężarka maszyna spręża powietrze w jednym stopniu do 4 bar, a w dwóch stopniach – do 10 bar. Pracując jako pompa próżniowa jedno-stopniowa, wytwarza próżnię 97% a dwustopniowa – 99,5%. Sprężarki łopatkowe są dobrym rozwiązaniem wszędzie tam, gdzie potrzebne jest powietrze do 10 bar. Mogą też być wykorzystywane do sprężania gazów, wtedy wymagana jest specjalna konstrukcja sprężarki. Aby móc stosować sprężarki łopatkowe, sprężane gazy muszą być wolne od zanieczyszczeń stałych i ciekłych. W wypadku występowania takich zanieczyszczeń trzeba zastosować niezawodne filtry i odpowiednie separatory na wejściu. Jeżeli jest wymagana cicha praca, szumy na ssaniu mogą być znacząco zredukowane przy użyciu specjalnych filtrów.

Odporność na zużycie

Stosowane przez firmę Ochsner sprężarki łopatkowe charakteryzują się wyjątkowo wysoką trwałością i niezawodnością. Najlepszym potwierdzeniem może być fakt, że ich wewnętrzne części nie wykazują istotnego zużycia nawet po 10 latach ciągłej eksploatacji przez 24 godziny na dobę. Wiele w pełni sprawnych maszyn jest otwieranych po raz pierwszy po tak długim czasie. Jednym z rozwiązań, zapewniających bardzo powolne zużycie mechaniczne stopnia łopatkowego, są dwa obracające się pierścienie umieszczone we wnękach obudowy, przejmujące siłę odśrodkową łopatek. Wewnętrzna średnica tych pierścieni jest nieco mniejsza niż średnica otworu w obudowie, dlatego nie ma bezpośredniego kontaktu pomiędzy łopatkami i obudową i tarcie jest zredukowane do minimum. Podstawowe znaczenie ma również właściwe łożyskowanie. Wirnik jest osadzony na dwóch wytrzymałych łożyskach wałeczkowych, obciążenia poosiowe są przyjmowane przez dwa łożyska oporowe kulkowe, co zabezpiecza przed tarciem wirnika o ścianki obudowy. Pompa olejowa i dostatecznie duży zbiornik oleju zapewniają automatyczne i niezawodne smarowanie.



Fot. 6 Fragment sprężarki gazowej CompRot – Ochsner

Problem sprężonego powietrza „z głowy”

Górnictwo podziemne nie może obejść się bez sprężonego powietrza, którego głównymi zastosowaniami są zasilanie urządzeń oraz wentylacja. W szybach i chodnikach poprowadzone są kilometry rurociągów, a na powierzchni bez przerwy pracują sprężarki o wydajności tysięcy metrów sześciennych na godzinę. Służby utrzymujące urządzenia do sprężonego powietrza w stałej sprawności zawsze należały do najważniejszych w kopalni.

Ze względu na to, że sprężone powietrze w znacznym stopniu decyduje o ciągłości pracy kopalni o bezpieczeństwie, w czasach „światłości” górnictwa węgla kamiennego koszt wytwarzania sprężonego powietrza był elementem drugoplanowym. Wydajność sprężarek i dmuchaw była dobierana ze znacznym nadmiarem, a ze względu na cykl przeglądów i remontów dodatkowo musiały być zapewnione alternatywne źródła zasilania.

Centralne sprężarkownie

Właściwą opiekę nad źródłami sprężonego powietrza można było sprawować tylko w systemie z dużą, centralną sprężarkownią i dużym zespołem ludzi stale nadzorujących pracę urządzeń. To z kolei powodowało konieczność prowadzenia rurociągów na znaczne odległości. Każde wydłużenie drogi przesyłu sprężonego powietrza wiąże się z dużymi stratami energetycznymi na oporach przepływu, a także zwiększa prawdopodobieństwo nieszczelności. Uwzględnienie tych elementów prowadzi do dodatkowego powiększenia urządzeń i ich energochłonności. Oprócz kosztów energii, także koszt wykonania instalacji elektroenergetycznej niepropor-



Fot. 1 Takie zakłady jak ten, wiedzą ile można zaoszczędzić na sprężonym powietrzu

cjonalnie rośnie. Prowadzenie naziemne i podziemne rurociągów powietrznych tak, by nie stanowiły przeszkody na drogach transportu, także wymaga sporego zaangażowania projektantów i wykonawców.

Zbliżyć źródło do odbiornika

Wydaje się oczywiste, że najlepiej byłoby ustawić sprężarkę możliwie blisko miejsca poboru powietrza. W górnictwie nie jest to jednak takie oczywiste. Do zasilania narzędzi i urządzeń górniczych pracujących pod ziemią, na przykład wiertnic, mogą być użyte sprężarki ustawione jak najbliżej przodka, co daje najwyższe korzyści energetyczne. Jednak warunki pracy tych urządzeń pod ziemią są tak ciężkie, że tylko nieliczne urządzenia mają odpowiednie dopuszczenia. Ponadto, tylko w niektórych warunkach sprężanie powietrza pod ziemią ma sens. Po pierwsze, najczęściej niezbędne jest doprowadzenie powietrza z powierzchni do celów wentylacji i profilaktyki przeciwpożarowej, po drugie, energia w postaci sprężonego powietrza jest – w warunkach narażenia na uszkodzenia przewodów, dużego zawilgocenia i wybuchowej atmos-

fery – dużo bezpieczniejsza niż energia elektryczna.

Decentralizacja

W dobie nowoczesnych, precyzyjnie sterowanych i niezawodnych sprężarek możliwość znacznego zmniej-



Fot. 2 Specjalistyczna ofirma wyręcza służby zakładowe

szczenia kosztów wytwarzania sprężonego powietrza w kopalniach zapewni użytkownikowi skrócenie drogi przesyłania na powierzchnię przez lokalizację wielu niezależnych źródeł w pobliżu szybów w różnych rejonach kopalni. Urządzenia te są praktycznie bezobsługowe i elastycznie przystosowują się do chwilowego zapotrzebowania na powietrze. Wszelchstronny, zaawansowany audyt gospodarki sprężonym powietrzem w zakładzie, wykonany przez wyspecjalizowaną firmę, umożliwi przeprowadzenie modernizacji, której głównym elementem jest decentralizacja źródeł.

Kontrola nad źródłami sprężonego powietrza

Zdecentralizowany system zaopatrzenia w sprężone powietrze, bazując na najnowszych rozwiązaniach, nie tylko nie przysparza więcej problemów niż centralny, ale wręcz przeciwnie, całkowicie zwalnia zakład z wielu uciążliwych procedur i angażowania własnych pracowników.



Fot. 3 Nowoczesna sprężarkownia zrealizowana przez firmę MARANI

Firma MARANI zajmuje się wdrażaniem nowoczesnych systemów zaopatrzenia w sprężone powietrze w dużych zakładach, między innymi w kopalniach. Przykładem modernizacji starego systemu i uzyskanych efektów ekonomicznych może być Zakład Górniczy Piekary.

Prawdziwe efekty

Mówi nadsztygar energetyczny zakładu, inż. Grzegorz Dąbrowa:

«W 1999 r. nasz zakład zdecydował się na modernizację gospodarki sprężonym powietrzem. Do tego czasu powietrze dostarczane było z centralnej sprężarkowni. Mimo regularnej konserwacji i remontów, stan urządzeń i rurociągów budził wiele wątpliwości. Trudna sytuacja w górnictwie zmusiła nas do poszukiwania rezerw ekonomicznych w przedsiębiorstwie, a w zakresie gospodarki sprężonym powietrzem te możliwości wydawały się duże. W 2000 r. ogłoszono przetarg na modernizację gospodarki sprężonym powietrzem. Wyloniono firmę MARANI. Z jej wstępnych oszacowań wynikało, że dzięki wymianie sprężarek starszej generacji na nową oraz decentralizacji systemu można będzie zmniejszyć koszty wytwarzania sprężonego powietrza co najmniej o 25%. Przeprowadzona przez firmę dokładna analiza zastosowań sprężonego powietrza w zakładzie poz-

szych urządzeń zamiast jednego większego ze względu na to, że w dużych sprężarkach osiągnięta jest zawsze wyższa sprawność energetyczna. Jednak kolejno realizowane etapy moderni-



Fot. 4 Nadsztygar energetyczny Zakładu Górniczego Piekary – inż. Grzegorz Dąbrowa

zacji potwierdziły przewidywane, bardzo korzystne efekty ekonomiczne i organizacyjne. Dzięki skróceniu dróg przesyłowych i ogólnej racjonalizacji sieci od 2000 r. do dzisiaj, przy niezmiennym poziomie produkcji zakładu, zużycie sprężonego powietrza spadło o 28 %, a energii elektrycznej zużywanej do jego wytworzenia – o 26,4%. Jednocześnie nastąpił bardzo znaczący spadek, bo aż o 32 %, kosztów ogólnych, związanych z zapewnieniem ciągłej dostawy sprężonego powietrza.

Pod względem organizacyjnym również odczuwamy bardzo dużą poprawę. Dzięki kompleksowej obsłudze firmy MARANI zakład nie musi już utrzymywać własnych służb technicznych do produkcji powietrza. Nie musi też przeprowadzać skomplikowanych i uciążliwych procedur pozyskiwania firm do remontów i przeglądów. MARANI całkowicie zapewnia nam ciągłe dostawy powietrza. My mamy ten problem „z głowy”.

Artykuł promocyjny
MARANI

woliła określić potrzebną wydajność sprężarek. Obecnie ich sumaryczna wydajność wynosi 7800 m³/h. Zrezygnowano z centralnej sprężarkowni na rzecz czterech odrębnych źródeł. Dla inżynierów przyzwyczajonych do systemu centralnego wątpliwości budziło zastosowanie kilku mniej-

Warunki eksploatacji narzędzi pneumatycznych

Zdzisław Czystek, Adam Gierz

Prawie sto procent firm wykorzystujących narzędzia na różnych etapach procesu technologicznego, czy to do obróbki ubytkowej, czy też prac montażowych, budowlanych, drogowych, kamieniarskich itp., korzysta z narzędzi ręcznych z napędem pneumatycznym.

By zapewnić bezpieczną, długotrwałą i bezawaryjną pracę narzędzi pneumatycznych, muszą być spełnione określone warunki. Polegają one nie tylko na optymalnym doborze samego narzędzia do określonej pracy, ale w równej mierze na instalacji sprężonego powietrza filtr + smarownica + reduktor.

Należy pamiętać, że zapotrzebowanie na sprężone powietrze odnosi się do tzw. normalnych warunków technicznych i dotyczy powietrza o ciśnieniu atmosferycznym i temperaturze 20°C.

Projektując instalację, należy wziąć pod uwagę co najmniej poniższe wymagania:

- obliczenia strat miejscowych i liniowych ciśnienia, spowodowanych długością instalacji i urządzeniami towarzyszącymi (wymiarowanie instalacji);
- ustalenie wymaganej klasy czystości powietrza;
- założenie współczynnika jednoczesności pracy zainstalowanych narzędzi pneumatycznych;
- ustalenie niezbędnej rezerwy powietrza np. na ewentualną rozbudowę instalacji.

Wymiarowanie instalacji pneumatycznej

Wymiary instalacji pneumatycznej powinny być tak dobrane, aby spadek ciśnienia związany z przepływem powietrza był jak najmniejszy.

W praktyce w większości przypadków nie można osiągnąć idealnego stanu. Niemniej jednak należy dołożyć wszelkich starań, aby przynajmniej



Fot. 1 Przykładowy zespół uzdatniania powietrza złożony z filtru reduktora i smarownicy (naolejacza)

maksymalnie zbliżyć się do wyznaczonych wartości.

W związku z tym warto uzmysłowić sobie związek między spadkiem ciśnienia a mocą roboczą rozwijaną przez narzędzie pneumatyczne.

Dla celów praktycznych można przyjąć, że obliczona moc narzędzia zmniejsza się wraz z kwadratem ciśnienia zasilania. W normalnych warunkach za najbardziej ekonomiczne ciśnienie pracy przyjmuje się wielkość 0,6÷0,63 MPa. Jeżeli spadnie ono przykładowo z 0,6 do 0,4 MPa, moc efektywna zmniejsza się wg powyższej reguły z 0,6² do 0,4², tzn. o ponad 50%.

Do określenia spadku ciśnienia Δp w prostych przewodach rurowych stosuje się wzór:

$$\Delta p = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda \cdot \frac{l \cdot v^2 \cdot \gamma}{d \cdot g} \quad [\text{MPa}]$$

gdzie:

l – długość przewodu [m]

d – średnica wewnętrzna przewodu [mm]

v – średnia prędkość przepływu w przewodzie [m/s]

γ – gęstość powietrza [kg/m³]

λ – współczynnik oporów tarcia w rurociągu (bezwymiarowy)

g – przyspieszenie ziemskie [m/s²].

Średnicę d rurociągu w zależności od objętościowego natężenia przepływu

powietrza oraz dopuszczalnego spadku ciśnienia oblicza się ze wzoru:

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot v}} \quad [\text{m}]$$

gdzie:

Q – objętościowe natężenie przepływu [m³/s]

v – prędkość przepływu powietrza [m/s].

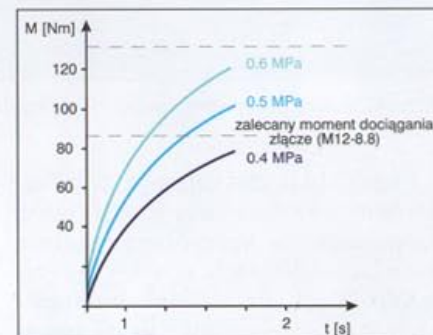
Do zastosowań praktycznych wygodniej korzystać z nomogramów lub tabel, w których podano wyniki uzyskane drogą doświadczalną.

Należy również wiedzieć, że każde miejscowe zakłócenie przepływu w postaci zaworów, redukcji, kolanek, trójników może np. powodować dodatkową stratę ciśnienia, którą należy uwzględnić przy projektowaniu instalacji pneumatycznej.

Ponieważ ostatnim elementem łączącym rurociąg z narzędziem jest przewód elastyczny, w przedstawionej poniżej tabeli podano spadki ciśnień w zależności od średnicy i długości tego przewodu. W przypadku konieczności użycia dłuższych przewodów zaleca się zastosowanie najpierw przewodu o większej średnicy, a następnie około 3 m przewodu średnicy nominalnej dla danego narzędzia.

Najczęstszym spadkiem ciśnienia od zaworu sieciowego do narzędzia wynosi np. 0,09 MPa. Jedną ze znanych firm pneumatycznych zaproponowała specjalny zestaw przewodu łączącego, gwarantując spadek ciśnienia maks. 0,02 MPa.

Na rys. 1 zobrazowano zależność wartości momentu zakręcania złącza



Rys. 1 Zależność momentu zakręcania złącza od ciśnienia w instalacji

gwintowego od znacznego spadku ciśnienia w instalacji. Z wykresu widać, że narzędzie traci swoje parametry energetyczne, nie spełniając koniecznego warunku w zakresie wartości momentu niezbędnego dla prawidłowego zakręcenia złącza.

Nader ważnym czynnikiem jest, aby przewód odprowadzający lub otwory wylotowe miały większą powierzchnię przepływu niż przewód zasilający.

Wynika to stąd, że rozprężone powietrze wylotowe posiada znacznie większą objętość niż powietrze wlotowe pod ciśnieniem roboczym.

Między ciśnieniem wlotowym 0,63 MPa a wylotowym 0,1 MPa (ciśnienie atmosferyczne) przyrost objętości powietrza należy pomnożyć o współczynnik maks. 7,3.

W praktyce oznacza to, że przy równych średnicach (powierzchniach) przewodów zasilającego i odprowadzającego na wylocie silnika pneumatycznego powstają opory (przeciwnie) zdecydowanie obniżające jego sprawność.

Ma to również wpływ na wielkość emitowanego przez narzędzie hałasu.

Klasy jakości sprężonego powietrza wg ISO

Każdej relacji między temperaturą a ciśnieniem powietrza odpowiada

określona ilość wchłanianej przez nie wilgoci, tzw. stan nasycenia. Poniżej tego stanu woda występuje w powietrzu w formie pary wodnej, natomiast po osiągnięciu stanu nasycenia para wodna zaczyna ulegać kondensacji lub zamarza.

Po sprężeniu powietrza zawarta w nim para wodna ma „mniej miejsca” i wzrasta ryzyko jej kondensacji. Jednocześnie jednak wzrasta temperatura powietrza, a cieplejsze powietrze umożliwia wchłanianie większej ilości wody. W miarę spadku temperatury stan nasycenia zostaje szybko osiągnięty i przekroczony.

W układzie znacznie pojawiać się woda w postaci kropeł, powodując korozję lub zamarzanie urządzeń pneumatycznych. Wykroploną wodę można usunąć, stosując separator, w którym w wyniku wprowadzenia w ruch wirowy powietrza siła odśrodkowa odrzuca wodę na ścianki, po których spływa ona na dno zbiornika. Separator wody powinien być instalowany możliwie jak najdalej od sprężarki, ale tam, gdzie temperatura powietrza jest jeszcze powyżej 0°C.

Osuszanie powietrza jest to natomiast zespół działań ukierunkowanych na niedopuszczenie do niekontrolowanego, szkodliwego wykraplania się wody zawartej w postaci pary w sprężonym powietrzu, czyli niedopuszczenie do osiągnięcia tzw. „punktu rosy”.

Aby uniknąć obecności wody w przewodach, dobierane urządzenia osuszające powinny umożliwiać sprowadzenie punktu rosy poniżej najniższej temperatury na jaką wystawione są przewody i urządzenia pneumatyczne.

Temperatura „punktu rosy” jest to zatem temperatura, przy której wilgoć zawarta w powietrzu, w postaci pary czy gazu, zaczyna kondensować się w ciecz. Tak długo, jak długo temperatura sprężonego powietrza przesyłanego rurociągiem jest wyższa od temperatury punktu rosy wytwarzanej przez osuszacz, nie ma ryzyka powstania kłopotliwej fazy ciekłej.

Należy wybrać zatem temperaturę punktu rosy, jaką zamierza się uzyskać, bazując na najniższej temperaturze, na jaką wystawiony jest system przesyłu sprężonego powietrza.

Wg zaleceń ISO rozróżnia się pięć klas czystości powietrza, przy czym kryteriami są:

- maksymalna wielkość cząstek stałych w μm i koncentracja w mg/m^3 ;
 - maksymalne zawilgocenie (określone punktem rosy);
 - maksymalna zawartość oleju w mg/m^3 ;
- W tabeli 2 i tabeli 3 podano wartości liczbowe poszczególnych klas czystości powietrza.

Często dopuszczalną zawartość oleju określa się w ppm (parts per million) ($1 \text{ ppm} = 1,4 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$)

Tabela 1 Spadek ciśnienia na narzędziu w zależności od średnicy ϕ w mm i długości przewodu elastycznego

Natężenie przepływu powietrza [m³/h]	$\phi 6$ dl. 3 m	$\phi 8$ dl. 2,5 m	$\phi 10$ dl. 3 m	$\phi 13$ dl. 4 m	$\phi 13$ dl. 8 m	$\phi 13$ dl. 15 m	$\phi 19$ dl. 4 m	$\phi 19$ dl. 5 m	$\phi 19$ dl. 15 m	$\phi 13$ dl. 15 m + $\phi 6$ dl. 3 m	$\phi 13$ dl. 15 m + $\phi 10$ dl. 3 m	$\phi 13$ dl. 15 m + $\phi 8$ dl. 2,5 m	$\phi 13$ dl. 15 m + $\phi 13$ dl. 4 m	$\phi 19$ dl. 15 m + $\phi 13$ dl. 8 m	$\phi 19$ dl. 15 m + $\phi 19$ dl. 4 m
spadek ciśnienia w MPa (odniesiony do ciśnienia w przewodzie 0,63 MPa)															
18	0,04	0,06								0,04	0,005	0,01			
21										0,05	0,006	0,012			
24	0,055	0,01	0,0035							0,06	0,008	0,016			
27	0,075	0,013	0,005							0,08	0,01	0,02			
30	0,1	0,017	0,006							0,1	0,015	0,025	0,01		
33	0,15	0,02	0,007							0,15	0,017	0,03	0,012		
39		0,025	0,008	0,004	0,006	0,007					0,02	0,04	0,015	0,007	
45		0,035	0,01	0,006	0,008	0,1					0,03	0,05	0,02	0,01	
51		0,05	0,015	0,007	0,01	0,02					0,04	0,07	0,03	0,015	
60		0,07	0,02	0,009	0,015	0,03					0,05	0,09	0,04	0,02	
75		0,1	0,03	0,01	0,02	0,04					0,07	0,15	0,05	0,03	0,01
90		0,18	0,05	0,02	0,03	0,06					0,1		0,08	0,04	0,012
105			0,07	0,03	0,05	0,09					0,17		0,12	0,06	0,015
120			0,1	0,04	0,06	0,13	0,007	0,01	0,01				0,16	0,08	0,02
135			0,13	0,05	0,09		0,008	0,012	0,02					0,1	0,025
150			0,17	0,06	0,11		0,01	0,015	0,025						0,03
180				0,08			0,012	0,02	0,03						0,04

Tabela 2 Maksymalne zawilgocenie i maksymalna zawartość oleju

Klasa wg ISO	Temp. punktu rosy [°C]	Zawartość wody [g/m³]	Maks. zawartość oleju [mg/m³]
1	-70	0,0028	0,01
2	-40	0,12	0,10
3	-20	0,88	1,00
4	+2	5,9	5,00
5	+10	9,4	25,00

Tabela 3 Maksymalna wielkość i koncentracja cząstek

Klasa wg ISO	Maks. wielkość cząstek [µm]	Maks. koncentracja [mg/m³]
1	0,1	0,1
2	1,0	1,0
3	5,0	5,0
4	40,0	nie podaje się

Aby narzędzia o napędzie pneumatycznym, mogły poprawnie i bezawaryjnie pracować, powinny być zasilane powietrzem o czystości w klasie 3.

Smarowanie narzędzi

Bardzo ważnym czynnikiem w układach zasilania narzędzi jest zapewnienie prawidłowego ich smarowania. Większość urządzeń pneumatycznych wymaga bowiem smarowania nie tylko w celu zmniejszenia tarcia, ale również zabezpieczenia przed korozją, poprawienia szczelności i żywotności układu.

Na ogół realizowane jest to za pomocą kontrolowanego nasycenia sprężonego powietrza olejem. Smarownica w wyniku celowego dławienia strumienia powietrza, a tym samym wytworzenia się podciśnienia w obrębie otworu dozującego, miesza rozpylony olej z powietrzem, wytwarzając mikromgłę olejową o wymiarach kropli 0,1 do 1 µm. Ilość podawanego oleju jest regulowana śrubą dozującą. Tego typu smarownice należy umieszczać w odległości do 10 m od pracującego narzędzia.

Stosować można zarówno oleje syntetyczne, jak i mineralne. Olej syntetyczny, zawierający glikol, stosowany do smarowania narzędzi pneumatycznych sprawia, że są one mniej wrażliwe na zawartą w powietrzu wilgoć, a ponadto ulega biodegradacji w przeciwieństwie do olejów mineralnych. Jeżeli instalacja pneumatyczna nie jest wyposażona w zespół uzdatniania powietrza (filtr, smarownica), co w praktyce zdarza się dość często, należy przynajmniej zadbąć o odpowiednie smarowanie.

Silnik pneumatyczny osiąga optymalną żywotność, gdy na każdy m³

(tj. 1000 l) powietrza „przypada” 50 mm³ odpowiedniego oleju. Zbyt ubogie smarowanie prowadzi do szybszego zużycia łopatek i spadku mocy narzędzia.

Poniższy przykład pokazuje, jak dla silnika o określonej mocy i zużyciu powietrza obliczyć wymaganą ilość oleju smarującego.

Przykład:

Silnik o określonej mocy nominalnej i zużyciu powietrza 14,5 l/s czyli 870 l/min wymaga smarowania w ilości:

$$\frac{870}{1000} \cdot 50 = 44 \quad [\text{mm}^3/\text{m}]$$

Należy zatem wprowadzić do układu przez smarownicę 3 krople oleju na minutę (1 kropla = 15 mm³). Zalecany olej smarujący powinien posiadać lepkość 6÷8 cSt w 50° C.

Szczelność układu

Straty przecieków wynikające z nie szczelności układu (instalacji), a co za tym idzie straty mocy na ich uzupełnienie, przedstawiają się następująco:

Jeżeli sumaryczna wartość nie szczelności w rurociągu i na połączeniach odpowiada otworowi $\phi 1$, strata przecieków przy ciśnieniu 0,6 MPa wynosi 0,06 m³/min i odpowiadające temu zapotrzebowanie mocy na ich uzupełnienie – 0,3 kW.

Odpowiednio:

dla $\phi 3$ - 0,6 m³/min i 3,1 kW

dla $\phi 5$ - 1,6 m³/min i 8,3 kW.

Widać więc, jak istotna jest zewnętrzna szczelność układu dla uniknięcia niepotrzebnych, znacznych strat energii.

Tzw. „przecieki wewnętrzne” wynikające z wymiarów geometrycznych i pasowań par suwakowych i obrotowych, mają również swój udział w stra-

tach ogólnych układu, jednak niewspółmiernie mniejszy od opisanych wyżej, a ponadto całkowicie niezależny od bezpośredniego użytkownika. Oznacza to, że dbałość o stan instalacji pneumatycznej należy do priorytetowych zadań obsługi.

Narzędzia pneumatyczne, dzięki swoim zaletom, zdecydowanie przewyższają narzędzia napędzane innymi źródłami energii. Konstrukcja silnika pneumatycznego pozwala bowiem uzyskać stosunek mocy do masy znacznie korzystniejszy niż np. w narzędziu napędzanym silnikiem elektrycznym.

Inną ich zaletą jest płynna regulacja prędkości obrotowej, uzyskiwana w prosty sposób, np. przez dławienie lub regulację ciśnienia. Wyłączanie oraz zmiana kierunku obrotów może być wykonywana praktycznie nieskończoną ilość razy, bez obawy przegrzania silnika. Zmiana kierunku nie powoduje szkodliwych przeciążeń silnika i może być realizowana w trakcie jego ruchu, w przeciwieństwie do silnika elektrycznego, który musi być zatrzymany przed zmianą kierunku obrotów.

Narzędzia pneumatyczne mogą być przeciążane aż do zatrzymania silnika bez obawy jego uszkodzenia lub przegrzania, co umożliwia korzystanie z nich w cyklu wielozmianowym. Po ustąpieniu obciążenia silnik pracuje ponownie, co jest jedną z najważniejszych zalet narzędzi pneumatycznych. Do kolejnych zaliczyć można łagodny przyrost momentu wraz z obciążeniem, brak iskrzenia i w związku z tym możliwość pracy w atmosferze wybuchowej, możliwość pracy przy dużej wilgotności otoczenia, minimalna konserwacja, proste naprawy.

Tendencją obserwowaną obecnie w konstrukcji i produkcji narzędzi pneumatycznych jest modułowość budowy w zakresie poszczególnych typów narzędzi i związana z tym unifikacja części, co ma swoje niezaprzeczalne zalety oraz, obok zawsze wysokich wymagań dotyczących jakości i ekologii, dążność do standaryzacji parametrów energetycznych narzędzi.

Artykuł jest fragmentem poradnika pt. „Narzędzia z napędem pneumatycznym”, opracowanego i wydanego w firmie Hydropneumat-Profestech.

dr inż. Zdzisław Czystek
mgr inż. Adam Gierz
Hydropneumat-Profestech

Techniki wytwarzania sprężonego powietrza

część II – sprężarki śrubowe (3)

Tadeusz Mikulczyński
Rafał Więclawek

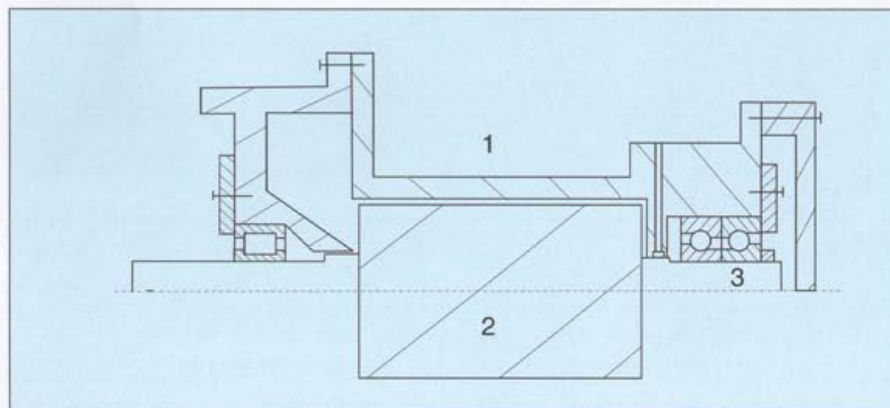
Sprężarki olejowe i bezolejowe, chociaż działają na tej samej zasadzie, znacznie różnią się konstrukcją i eksploatacją. W sprężarkach śrubowych bezolejowych gaz jest sprężany bez kontaktu z czynnikiem smarującym, podczas gdy w sprężarkach olejowych olej jest wtryskiwany do gazu w trakcie sprężania i usuwany z gazu po sprężeniu.

Oleju używany w sprężarkach śrubowych pełni cztery funkcje, do których zaliczamy: chłodzenie, uszczelnianie, smarowanie i tłumienie hałasu. Ilość wtryskiwanego oleju do komory sprężania zwykle nie przekracza 1% objętości sprężanego gazu.

Zastosowanie w sprężarkach śrubowych oleju umożliwiło znaczne uproszczenie ich budowy, w porównaniu ze sprężarkami bezolejowymi. Łatwo to stwierdzić, analizując schemat pokazany na rys. 1.

Sprężarka olejowa jest zbudowana z następujących, podstawowych elementów:

- korpusu (1),
- wirników (2) – czynnego i biernego, do łożyskowania których są stosowane łożyska toczne (3).



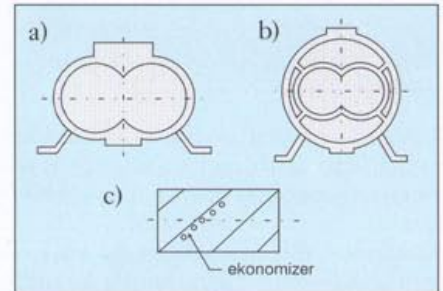
Rys. 1 Schemat budowy sprężarki olejowej

Korpus

Korpus sprężarek olejowych jest zbudowany podobnie jak korpus sprężarek bezolejowych. Składa się z trzech zasadniczych elementów: obudowy wirników, pokrywy ssawnej i pokrywy tłocznej. Jednak dzięki zastosowaniu oleju nie ma potrzeby stosowania dodatkowego chłodzenia korpusu. Olej pozwala na kontrolowanie temperatury sprężanego czynnika na dowolnym poziomie, niezależnie od stopnia sprężania. Jest to związane z tym, że pojemność cieplna oleju jest znacznie większa od pojemności cieplnej gazu. Temperatura wylotuwa sprężanego powietrza jest zwykle utrzymywana na poziomie 100°C, choć czasem może osiągnąć 130°C po zastosowaniu oleju odpowiedniej jakości.

Korpusy sprężarek olejowych mogą mieć konstrukcję jednościenną lub dwuścienną (rys. 2).

W większości zastosowań korpusy jednościenne są wystarczająco wytrzymałe, chociaż czasem stosuje się także dodatkowe żebra usztywniające. W sprężarkach przeznaczonych do uzyskiwania większego sprężu stosuje się korpusy z podwójną ścianą. Podwójna ściana jest także dodatkową barierą dla dźwięków generowanych przez sprężarkę. Często w korpusie wykonuje się system otworów (ang. economiser), który znacznie zwiększa dopływ gazu do sprężarki w fazie za-



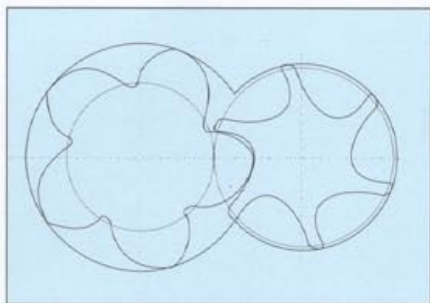
Rys. 2 Korpus sprężarki olejowej: a) jednościenny, b) dwuścienny, c) usytuowanie ekonomizera na tle wirników sprężarki

sysania. System ten znacznie podnosi sprawność sprężarki, bez konieczności stosowania dodatkowego oprzyrządowania.

Wirniki

Wirniki – czynny i bierny – są głównymi elementami roboczymi sprężarki śrubowej. Aby zapewnić bezawaryjną pracę sprężarki, należy zapewnić odpowiednie luzy między wirnikami oraz między wirnikami a korpusem sprężarki. Luzy te są jednak źródłem wewnętrznych przecieków sprężonego powietrza, powodując obniżenie sprawności sprężarki. Można wyróżnić cztery rodzaje nieszczelności: na obwodzie między wirnikami a korpusem, w kierunku poprzecznym między sąsiadującymi ze sobą przestrzeniami roboczymi, między powierzchnią czołową wirników a korpusem oraz w kierunku osiowym między parami połączonych bruzd. Pierwsze trzy źródła przecieków są niwelowane z dobrym rezultatem przez olej obecny w sprężanym powietrzu.

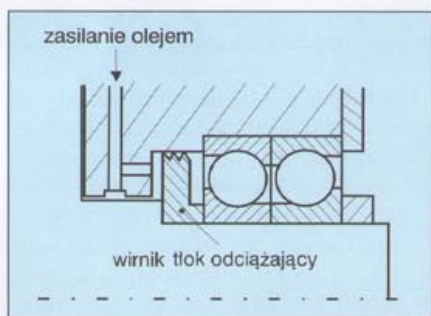
Zastosowanie w sprężarkach olejowych wirników o zębach asymetrycznych znacznie poprawia szczelność w kierunku osiowym, często nawet dziesięciokrotnie, w porównaniu z profilami symetrycznymi. Dzięki temu współczynnik sprawności sprężarki olejowej jest znacznie większy od współczynnika sprawności sprężarki bezolejowej, przy tych samych warunkach pracy. Przykład wirników



Rys. 3 Przykład zarysu asymetrycznego zębów wirników olejowej sprężarki śrubowej

o profilu asymetrycznym pokazano na rys. 3. Idea zastosowania asymetrycznego zarysu zębów opiera się na stwierdzeniu, że przy zachowaniu stałego kierunku obrotów sprężarki wymagania dotyczące wykonania każdej strony zęba mogą być odmienne.

W ostatnich kilkudziesięciu latach nastąpił znaczący rozwój w dziedzinie projektowania i wytwarzania profili asymetrycznych, przede wszystkim dzięki nowoczesnym metodom obliczeniowym oraz zastosowaniu obrabiarek sterowanych numerycznie. Wiele z tych rozwiązań jest chronionych patentem. Jako przykład można podać firmę Svenska Rotor Maskiner, która uzyskała 750 patentów, z czego większość dotyczy profili wirników.



Rys. 4 Zastosowanie tłoka odciążającego łożyska

Dzięki zastosowaniu oleju nie ma niebezpieczeństwa metalicznego styku wirników, jak to ma miejsce w przypadku sprężarek bezolejowych. Ponieważ wirnik bierny pobiera niewielki ułamek całkowitej mocy dostarczanej do sprężarki, jest możliwe wyeliminowanie przekładni synchronizującej. Nie ma także potrzeby wewnętrznego chłodzenia wirników, jak to ma miejsce w sprężarkach bezolejowych.

Łożyskowanie wirników

Na wirniki, a zwłaszcza na wirnik czynny, działają znaczne siły osiowe, po-

stawiające w wyniku różnicy ciśnień działających na czoła wirników oraz nierównowagi powierzchni zarysów bruzd, w których odbywa się sprężanie. W sprężarkach olejowych siły te są przejmowane przez łożyska oporowe, usytuowane po stronie tłocznej.

W przypadku dużych różnic ciśnień stosuje się tzw. tłok odciążający, który montuje się na wale wirnika po stronie tłocznej. Do przestrzeni między czołem wirnika a tłokiem doprowadza się olej pod ciśnieniem równym co najmniej ciśnieniu na króćcu tłocznym. Wskutek występującej różnicy ciśnień działających na powierzchnie tłoka powstaje siła osiowa o zwrocie przeciwnym niż siła osiowa działająca na wirnik.

Na wirniki oddziałują także siły poprzeczne, które przenoszą łożyska toczne. Po stronie ssawnej są stosowane łożyska wałeczkowe, a po stronie tłocznej siły te są przenoszone przez łożyska oporowe.

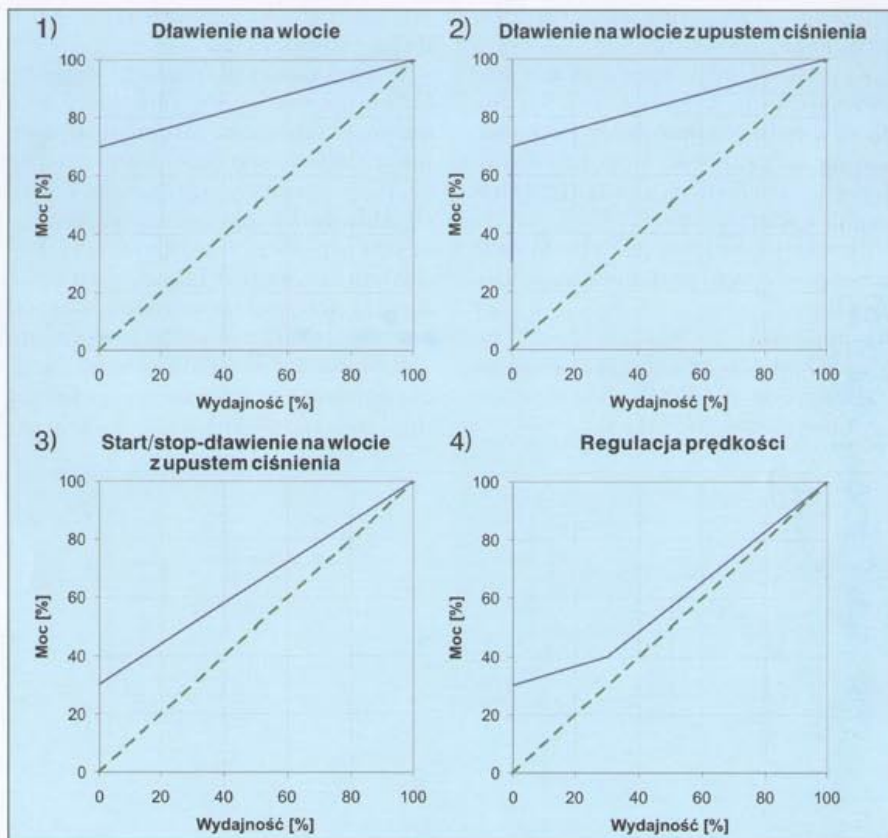
Ponieważ ten sam olej, którym są smarowane łożyska, jest wtryskiwany do komory sprężania, nie ma potrzeby stosowania uszczelnień i dławnic. Dzięki temu łożyska są położone blisko wirników, znacznie zwiększając ich sztywność i zmniejszając luzy.

Regulacja wydajności

Wydajność olejowej sprężarki śrubowej można regulować następującymi sposobami:

1. Dławienie na wlocie – polega na ograniczaniu dopływu czynnika roboczego do sprężarki. Na rysunku 5a pokazano efektywność tej metody regulacji. Linia przerywaną zaznaczono charakterystykę idealną. Podczas dławienia jest zmniejszany przepływ strumienia powietrza, co wpływa na zmniejszenie pobieranej mocy. Jednakże dławienie powoduje także zmniejszenie ciśnienia ssania, co przyczynia się do wzrostu stopnia sprężania i w rezultacie wzrost mocy potrzebnej na sprężenie jednostki objętości. Charakterystyka pokazana na rysunku 5a jest wypadkową tych dwóch czynników.

2. Dławienie na wlocie z upustem ciśnienia – w tej metodzie, oprócz dławienia na wlocie, stosuje się dodatkowo zmniejszenie ciśnienia w momencie, gdy zasilany układ nie pobiera powietrza. Dzięki temu ciśnienie wylotowe jest równe ciśnieniu atmosferycznemu, co powoduje, że pobierana moc wynosi około 30% mocy pobieranej podczas pełnego obciążenia (rys 5b).



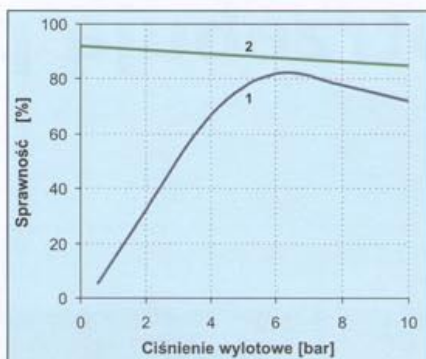
Rys. 5 Zależność dostarczonej mocy w funkcji wydajności dla różnych sposobów regulacji wydajności sprężarki

3. Start/stop-dławienie na wlocie z upustem ciśnienia – jest to popularna metoda regulacji stosowana w przypadku sprężarek o mocy większej niż 5 kW, łącząca duży zakres regulacji z małymi stratami. Praktycznie jest to kombinacja metody start/stop i systemu dławienia na wlocie z upustem ciśnienia (rys. 5c).

4. Regulacja prędkości – ten sposób regulacji natężenia przepływu jest realizowany poprzez regulację prędkości obrotowej. Jest to bardzo efektywna metoda, gdyż pobrana moc jest w przybliżeniu proporcjonalna do prędkości. Jednak ze spadkiem prędkości obrotowej spada także sprawność sprężania, dlatego dla małych wydajności charakterystyka odbiega od charakterystyki idealnej (rys. 5d).

Sprawność olejowych sprężarek śrubowych

Na sprawność sprężarki wpływa wiele czynników, takich jak profil wirników, rozmiar, prędkość obrotowa itp. Typowe charakterystyki sprawności, dla sprężarek o średniej wielkości, pokazano na rys. 6. Krzywa 1 przedstawia zależność sprawności adiabaticznej w funkcji ciśnienia wylotowego. Sprawność adiabaticzna jest stosunkiem pracy napędowej izentropowej (bez wymiany ciepła z otoczeniem) wykonywanej w sprężarce doskonałej do pracy napędowej wykonywanej w sprężarce rzeczywistej. Natomiast krzywa nr 2 przedstawia zależność współczynnika sprawności objętościowego



Rys. 6 Zależność sprawności: 1) adiabaticznej i 2) objętościowej w funkcji ciśnienia wylotowego

wej (stopnia dostarczania) w funkcji ciśnienia wylotowego.

Na ogół duże sprężarki mają większą sprawność niż mniejsze. Wiąże się to z tym, że wielkość szczelin jest taka sama zarówno dla małych, jak i dużych sprężarek, a tym samym wewnętrzne przecieki są na zbliżonym poziomie. Wobec tego wewnętrzne straty, odniesione do przepływającego strumienia, są relatywnie większe w małych sprężarkach.

Obecność oleju w przestrzeni roboczej przyczynia się do zwiększenia jej szczelności, a więc poprawia ogólną sprawność, ale równocześnie wywołuje znaczny wzrost zużycia energii na pokonywanie tarcia obwodowego wirników.

Podsumowanie

Najważniejsze cechy eksploatacyjne olejowych sprężarek śrubowych są następujące:

- bezwibracyjna praca;
- brak pulsacji w przewodach ssawnych;

- wysoka sprawność w całym okresie eksploatacji;
- możliwość regulacji temperatury wylotowej na dowolnym poziomie, dzięki stosowaniu wtrysku oleju;
- możliwość uzyskania dużego ciśnienia wylotowego, przy jednocześnie wysokim sprężu całkowitym;
- dostosowanie prędkości roboczej wirników do prędkości standardowych silników elektrycznych;
- możliwość stosowania w układach wielostopniowych w celu uzyskiwania większych ciśnień;
- możliwa równoległa współpraca z innymi typami sprężarek;
- poziom emisji dźwięku na stosunkowo niskim poziomie, stąd nie wymaga się stosowania tłumików, zarówno na króćcu ssawnym jak i tłocznym;
- szczelność i brak przecieków gazu do atmosfery;
- tolerowanie niewielkiej ilości cieczy w sprężanej gazie, chociaż jej nadmiar może powodować problemy podczas separacji oleju;
- poziom wydajności w zakresie 60-3000 m³/h;
- maks. spręż ok. 14 dla jednego stopnia.

Literatura

- [1] AtlasCopco: *Compressed Air Manual*, Sztokholm 1998.
[2] Peter A O'Neill: *Industrial Compressors*, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford 1993.

prof. dr hab Tadeusz Mikulczyński
dr inż. Rafał Więclawek
Instytut Technologii i Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej

Sprężarki śrubowe • Sprężarki tłokowe
Osuszacze, filtry • Przemysłowe systemy
schładzające wodę w obiegu zamkniętym

CECCATO
ARIA COMPRESSA



GENERALNY PRZEDSTAWICIEL CECCATO: P.U.H. „UNIGOODS” spółka jawna www.unigoods.com.pl
73-110 Stargard Szczeciński, ul. Wieniawskiego 16/18, tel. 091/573 37 35, 573 26 76, fax 091/834 04 90, serwis 0601/78 54 98
PUNKTY HANDLOWE: Łódź tel. 042/633 62 40, Gorzów tel. 095/722 39 93, Olsztyn tel. 089/535 71 18, Świecie tel. 052/33 00 350

Poszukujemy przedstawiciela handlowego w Poznaniu, Warszawie, Wrocławiu

Buty też potrzebują powietrza

Robert Strzelecki

Sprężone powietrze jest powszechnie stosowane w każdej gałęzi przemysłu. W dużych zakładach produkcyjnych bardzo wiele urządzeń ma elementy sterowane lub zasilane pneumatycznie. Przemysł obuwniczy jest przykładem dziedziny, której wręcz nie można sobie wyobrazić bez sprężonego powietrza. Skorzystaliśmy z uprzejmości zarządu jednej ze znanych polskich firm obuwniczych aby, chociaż częściowo to zilustrować. Na zamieszczonych fotografiach przedstawiono tylko niektóre z licznych, nowoczesnych maszyn zasilanych sprężonym powietrzem, mających zastosowanie w cyklu produkcyjnym obuwia.

Firma BUT-S jest czołowym producentem ekskluzywnego obuwia damskiego i młodzieżowego w Polsce. Działalność rozpoczęła się w 1982 r. Założycielem i obecnym prezesem spółki BUT-SSA jest inż. Zbigniew Smyczek.

Początkowo BUT-S był niewielkim zakładem rzemieślniczym w całości opartym na kapitale polskim. Obecnie zatrudnia ok. 1000 osób i uplasował się w czołówce firm tej branży w Polsce. BUT-S jest również udziałowcem fabryki obuwia męskiego ALKA



Fot. 1 Ploter do wycinania szablonów



Fot. 2 Maszyna stemplująca

ze Słupska, zdobywcy godła „Teraz Polska” w 1999 r. W wyniku tego mariażu powstała jedna z największych grup obuwniczych w kraju, o wysokim potencjale ilościowym i jakościowym. Zakład w Łodzi działa, opierając się na o systemie zarządzania jakością ISO 9001 wyd. 2000. Firma, jako jedna z nielicznych w kra-



Fot. 3 Formowarka cholew

ju, posiada własne biuro projektowe i stylistyczne, które pozwala jej na innowacyjność i kreowanie własnych linii wzorniczych.

Produkcja obuwia w Polsce

Polska jest pod względem ilości wyprodukowanych par 5. producentem

obuwia w Europie. W kraju istnieje wielu producentów obuwia, którzy śmiało mogą konkurować jakością i wzornictwem z takimi potentatami obuwniczymi, jak Włochy czy Hiszpania. W polskim przemyśle obuwni-



Fot. 4 Maszyna do produkcji komponentów obuwia

czym znajduje zatrudnienie ok. 40 tys. osób, tak więc Polska staje się poważnym graczem na rozszerzonym rynku Unii Europejskiej.

Obuwie a sprężone powietrze

Wszyscy nosimy obuwie i wiemy, jak duże znaczenie ma jego jakość. W codziennym użytkowaniu obuwia nie zdajemy sobie sprawy, że wyprodukowanie wygodnych butów jest procesem niezwykle żmudnym i wymagającym zaangażowania sztabu specjalistów oraz skomplikowanego parku maszynowego. Od samego początku, kiedy sprężone powietrze zaistniało jako medium energetyczne w szeroko pojętym przemyśle, znalazło również zastosowanie w branży obuwniczej. Tak więc pojęcie pneumatyki gości tu od wielu lat i dotyczy kolejnych generacji urządzeń. Obecnie produkowane maszyny obuwnicze są już urządzeniami 3. generacji.



Fot. 5 Pneumatyczna zaciągarka cholew (2. generacja)

Podczas produkcji obuwia wykorzystywane są maszyny producentów z całej Europy, ale prym wiodą tu wytwórcy z Włoch i Niemiec. Elementy i podzespoły pneumatyczne zastosowane w urządzeniach obuwniczych są bardzo zróżnicowane pod względem funkcji i producentów.

Z czego składają się buty?

Buty składają się z kilku elementów. Część z nich to gotowe komponenty, np. spody, a wierzch jest najczęściej szyty ze skór lub innych materiałów. Proces produkcyjny rozpoczyna się już od momentu przeniesienia efektu pracy stylistów i projektantów do programu komputerowego CAD. Za pomocą komputerów generowane są modele szablonów potrzebnych do precyzyjnego wykrojenia surowca. Rozkrój skór odbywa się za pomocą sterowanych komputerowo ploterów lub w sposób konwencjonalny przy użyciu pras hydraulicznych. Wykrojo-

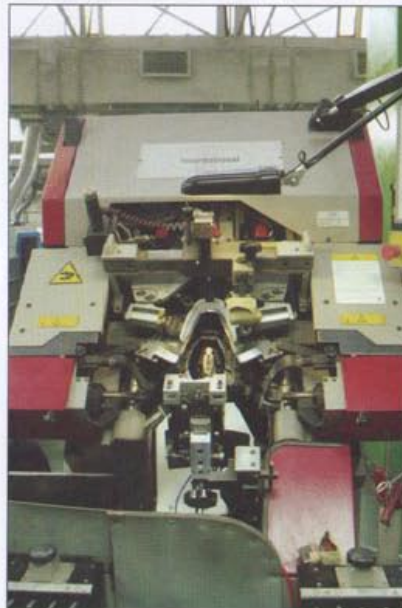


Fot. 6 Automat do przybijania nitów

ne elementy zostają przekazane do szwalni, gdzie są zszywane i przybierają formę gotową do ostatecznego montażu obuwia. Już w pierwszych fazach produkcji mamy do czynienia z pneumatyką. Plotery i większość maszyn szwalniczych takich firm, jak: Pfaff, Minerva, Durkopp-Adler, wykorzystuje elementy pneumatyczne do czynności pomocniczych; są to np. podzespoły firmy SMC.

Produkcja komponentów

Równolegle z produkcją obuwia firma BUT-S zajmuje się wytwarzaniem i sprzedażą komponentów obuwniczych. Do produkcji tych elementów używane są maszyny i urządzenia włoskie oraz niemieckie takich firm, jak: Re-Fi, Mohrbach, Iron-Fox, Ma-Mec,



Fot. 7 Elektropneumatyczna zaciągarka cholew (3. generacja)

w których konstrukcji użyto podzespołów między innymi firm: Metal Work, Festo, Univer, SMC, Pneumax. Dzięki nowoczesnemu sterowaniu (sterowniki PLC Omron, simatic S5) i użyciu elementów pneumatycznych czołowych producentów, maszyny do produkcji komponentów obuwniczych osiągają wysoką wydajność i dokładność wykonania produktu finalnego. Niewątpliwym atutem parku maszynowego tego wydziału jest też wy-



Fot. 8 Prasa pneumatyczna

soka niezawodność, co procentuje minimalizacją strat związanych z awaryjnymi przestojami.

Montaż elementów

Kolejnym etapem produkcji jest proces zmontowania wcześniej wyprodukowanych elementów obuwia. Wydział zajmujący się tą częścią procesu produkcji wyposażony jest w maszyny 2. i 3. generacji. Czynności przygotowawcze i montażowe na tym etapie produkcji odbywają się w głównej mierze automatycznie. Większość maszyn 2. generacji firmy United Shoe Machinery wykorzystuje elementy pneumatyczne firm: Wabco, Bosch-Rexroth, Pneumax, Norgren-Herion, Knorr-pneumatic, Kuhne. Część maszyn użytych do dalszej obróbki mechanicznej obuwia po zmontowaniu wykorzystuje pneumatykę firm: MAC, Norgren-Herion, Prema-Kielce, Univer, Pneumax.



Fot. 9 Formowarka gotowego obuwia

Firma BUT-S posiada w swoim parku maszynowym urządzenia 3. generacji włosko-niemieckiej firmy „Molina e Bianchi”. Maszyny te zbudowane są z zastosowaniem mechatroniki z elementami pneumatyki. Pracują one na wyspach zaworowych firmy SMC, sterowanych jednostką centralną PC.

Komplementarny zestaw urządzeń wyposażonych we właściwie dobrane elementy pneumatyki zapewnia wysoką jakość i dokładność montażu, co powoduje, że produkt finalny osiąga wysoki komfort eksploatacji i duże walory użytkowe.



Fot. 10 Maszyna do przybijania obcasów

Przy produkcji obuwia ważne jest, aby produkt dotarł do klienta w formie estetycznej i dającej rozpoznać się na pierwszy rzut oka wysokiej jakości wykonania. Do uzyskania tego efektu służą wszelkie urządzenia i maszyny wspomagające proces produkcji. Są to różnorakie formowarki, kabiny natryskowe, polerki itp. We wszystkich tych urządzeniach występują elementy pneumatyczne wielu producentów takich, jak: Bosch-Rexroth, Metal Work, Prema-Kielce, Univer.

Źródło sprężonego powietrza

Aby wszystkie wcześniej wymienione urządzenia mogły funkcjonować, należy do nich dostarczyć sprężone powietrze.

Firma BUT-S posiada stację sprężarkową opartą na urządzeniach firmy „Atlas-Copco” typu GA-15 oraz GA-22 wraz z osuszaczem ziębniczym i dwoma zbiornikami po 7 m³ każdy.



Fot. 12 Ciągłą dostawę sprężonego powietrza na potrzeby całego zakładu zapewniają nowoczesne sprężarki Atlas Copco (dwie GA-22 i jedna GA-15). Tu obok sprężarki GA-15 widoczny jest osuszacz ziębniczy.

Sieć sprężonego powietrza ma budowę pierścieniową i zasila dwa zakłady produkcyjne, znajdujące się w jednym budynku. Ciśnienie robocze panujące w sieci wynosi 6,5 bara i uzyskiwane jest przez ciągłą pracę dwóch spośród trzech sprężarek. Jedno z urządzeń służy tylko do wspomagania dwu pozostałych.

Konkurencyjność na rynku to szybkość, dokładność i niskie koszty wytwarzania. Firma BUT-S – dzięki nowoczesnemu wyposażeniu i nieustannej modernizacji parku maszynowego – może

duktów naszej firmy. Jednocześnie prosimy nie zapominać, że buty, które Państwo nosicie, są wyprodukowane



Fot. 14 Obuwie firmy BUT-S. Eleganckie i zwiewne, mocne i łagodne zarazem. Zupełnie jak sprężone powietrze, za pomocy którego je wyprodukowano.



Fot. 13 Sprężarka Atlas Copco GA-22

poszczycić się wyjątkowo wysoką jakością produkowanego obuwia oraz nowoczesną i modną stylistyką.

Wszystkim użytkownikom obuwia BUT-S oraz ALKA życzymy wysokiego komfortu oraz zadowolenia z pro-

wane dzięki najnowszym zdobyczom techniki czołowych producentów światowych i że przy ich produkcji ważną rolę odegrało sprężone powietrze.

Robert Strzelecki
Specjalista Działu Utrzymania Ruchu
P.P.H.U BUT-S

Obawa:

Globalna podwyżka
cen materiałów

Gwarancja:

Nie odczujesz tego
kupując produkty
Rexroth

Rexroth. Nowoczesne technologie od jednego dostawcy.

Będąc Klientem Bosch Rexroth nie musicie Państwo martwić się ogólnosiwiatowym wzrostem kosztów stali. Dzięki przeprowadzonej z dniem 01.05.2004 obniżce cen naszych produktów, Bosch Rexroth w Polsce złagodził do minimum skutki globalnej podwyżki cen materiałów.

Bosch Rexroth. The Drive & Control Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.
ul. Staszica 1, 05-800 Pruszków
tel. 22 / 738 18 00
www.boschrexroth.pl
e-mail: info@boschrexroth.pl

Biura Regionalne:

Gdańsk 58 / 552 70 87
Gliwice 32 / 231 81 30
Poznań 61 / 847 64 02
Pruszków 22 / 738 19 00

Rzeszów 17 / 865 86 07
Szczecin 91 / 483 67 82
Wrocław 71 / 782 38 80

Industrial
Hydraulics

Electrics Drives
and Controls

Linear Motion and
Assembly Technologies

Pneumatics

Service
Automation

Mobile
Hydraulics

Rexroth
Bosch Group



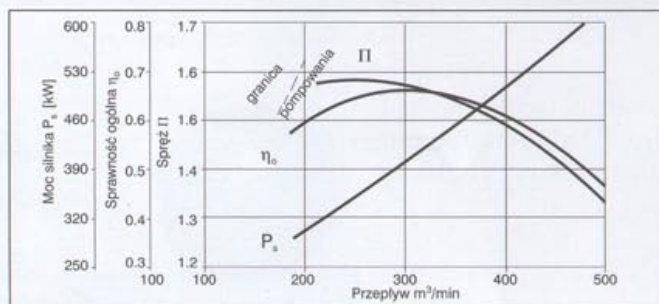
Praca niestateczna sprężarek przepływowych

Władysław Kryłowicz, Tomasz Borzęcki

W artykule opisano zjawisko pracy niestatecznej (pompowania) sprężarek przepływowych oraz wynikające z niego zagrożenia. Podano schemat i zasadę działania typowego układu przeciwpompażowego, omówiono podstawowe zjawiska fizyczne składające się na pompowanie oraz przytoczono wyniki badań eksperymentalnych przeprowadzonych na stoisku dmuchawy promieniowej.

Każdą sprężarkę przepływową można opisać dwoma wielkościami: wytwarzanym przyrostem ciśnienia (podawanym zazwyczaj jako bezwymiarowy spręż, czyli stosunek ciśnienia tłoczenia do ciśnienia na ssaniu) oraz odpowiadającym mu przepływem (wyrażanym jako strumień objętości lub strumień masy płynącego czynnika). Zależność pomiędzy tymi parametrami nazywamy charakterystyką sprężarki (rys. 1). Uzupełniona o przebiegi sprawności i poboru mocy nosi nazwę uniwersalnej charakterystyki sprężarki. Jeżeli nie ulegną zmianie własności termodynamiczne sprężanego czynnika oraz jego parametry na ssaniu i częstość obrotów maszyny, a ponadto położenie organów regulacyjnych (zawory dławiące, łopatki kierownicy wlotowej, łopatki dyfuzora), to charakterystyka sprężarki pozostanie stała.

Aktualny punkt pracy sprężarki określony jest natomiast przez przecięcie jej charakterystyki z krzywą oporów związanego z nią układu transportu czynnika (w naszym przypadku sieci sprężonego powietrza).



Rys. 1 Przykładowa charakterystyka sprężarki promieniowej

Zmianę położenia i kształtu charakterystyki sprężarki uzyskujemy drogą jej regulacji. Pęk krzywych regulacyjnych tworzy obszar pracy sprężarki, obejmujący cały zakres zmienności parametrów. Okazuje się, że obszar ten możemy podzielić na dwa podobszary:

- pracy statecznej układu sprężarka-sieć,
- pracy niestatecznej, zwanej powszechnie pompowaniem. Jako pracę stateczną rozumiemy przypadek, w którym sprężarka, wytrącona ze stanu równowagi (drobne zaburzenie przepływu bądź ciśnienia), samorzutnie powróci do daw-

nego punktu pracy określonego parą parametrów spręż-przepływ. Praca niestateczna objawia się cyklicznymi pulsacjami ciśnienia i przepływu, wywołującymi silne drgania całego agregatu sprężającego. Towarzyszy temu również podwyższony poziom hałasu generowanego przez maszynę. Właśnie od tych efektów akustycznych pochodzi nazwa „pompowanie” (niem. *Pumpen*, ang. *Surge*). Pompowanie sprężarki jest zjawiskiem niebezpiecznym, jeżeli chodzi o pewność ruchu maszyny, i może doprowadzić do uszkodzeń łożysk oraz uszczelnień, a w skrajnym przypadku do całkowitej awarii agregatu. Znane są np.

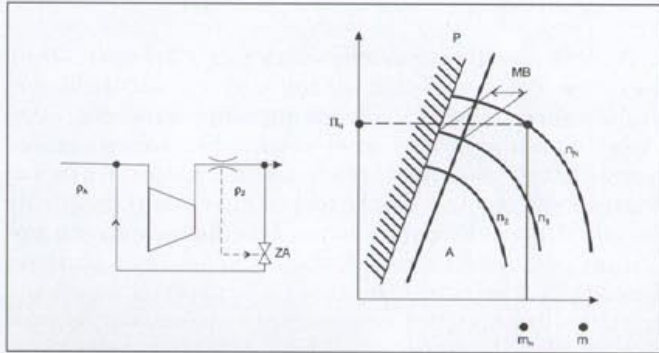


Fot. 1 Uszkodzenie koła wirnikowego sprężarki promieniowej spowodowane zaistnieniem pompowania. Widoczne przytarcia łopatek o nieruchomy korpus, których skutkiem było urwanie wałka koła

przypadki przytarcia kół wirnikowych sprężarek przekładniowych o nieruchomy korpus, zakończone urwaniem wałka koła. Skutki takiej właśnie awarii widoczne są na fotografii (fot. 1). Należy zwrócić uwagę, że pompowanie występuje również w wentylatorach, a nawet w naszym domowym odkurzaczu, ale w tym przypadku jego skutki są nieistotne dla działania maszyny.

A zatem sprężarka przepływowa (i promieniowa i osiowa) nie może pracować w obszarze pompowania. W związku z tym niezbędną częścią składową każdej sprężarki przepływowej jest instalacja przeciwpompażowa, zapobiegająca temu groźnemu zjawisku. Schemat takiej instalacji pokazany jest na rys. 2. Z rurociągu tłocznego wyprowadzony jest dodatkowy rurociąg zaopatrzony w tzw. zawór przeciwpompażowy, uruchamiany (otwierany) sygnałem ze zwężki umieszczonej na rurociągu tłocznym. Jeżeli poruszamy się po charakterystyce sprężarki w stronę malejących przepływów, dławiąc maszynę na ssaniu, to w pewnym momencie osiągniemy przepływ odpowiadający początkowi pompowania (porównaj rys.1). Wtedy otwiera się zawór przeciwpompażowy, dzięki czemu maszyna wychodzi z pompowania. Dla sprężarek powietrznych czynnik płynący przez zawór możemy usunąć do

atmosfery, natomiast w przypadku sprężarek procesowych musimy doprowadzić go na ssanie, jak pokazano na rys. 2. Na rysunku przedstawiono przypadek pracy maszyny przy zmiennej prędkości obrotowej, spotykany obecnie coraz częściej dzięki rozpowszechnieniu przemienników częstotliwości. Widzimy, że algorytm działania układu przeciwpompażowego musi uwzględniać fakt wystąpienia pompowania przy różnych przepływach odpowiadających różnym częstościom obrotów. W ogólnym przypadku muszą być uwzględnione również zmiany temperatury i ciśnienia na ssaniu, zmiany składu gazu (dla sprężarek powietrznych – zmiany wilgotności).

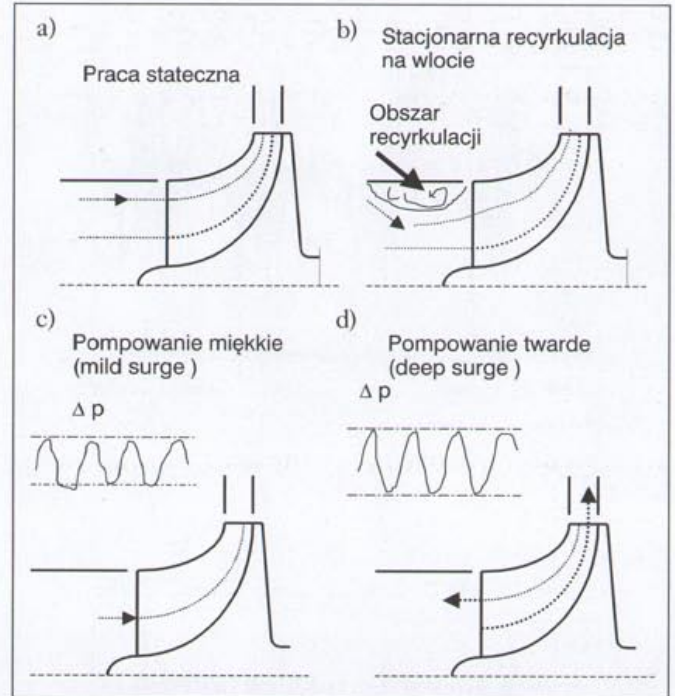


Rys. 2 Schemat i działanie typowej instalacji przeciwpompażowej ZA – zawór przeciwpompażowy, MB – margines bezpieczeństwa, P – obszar pompowania, A – obszar pracy statecznej

W rzeczywistości otwarcie zaworu przeciwpompażowego musi nastąpić wcześniej niż dla przepływu odpowiadającego pompowaniu. Nie można bowiem dopuścić do powstania jakiegokolwiek formy niestateczności ze względu na jej skutki. Niezbędny jest pewien margines bezpieczeństwa (MB na rys. 2). Istnienie tego marginesu bezpieczeństwa jest z pewnych względów bardzo niekorzystne, albowiem zawęża użyteczny zakres pracy sprężarki. Należy jeszcze dodać, że na ogół zawór przeciwpompażowy wykorzystywany jest równocześnie jako zawór rozruchowy, umożliwiający płynny rozruch agregatu i włączenie do sieci w przypadku pracy równoległej kilku sprężarek.

Zespół zjawisk fizycznych składających się na pompowanie jest bardzo skomplikowany. Zjawiska te spróbowano wyjaśnić na rys. 3. Rozważmy przypadek postępującego dławienia sprężarki na tłoczeniu. Kiedy maszyna pracuje jeszcze statecznie, to linie prądu w kole wirnikowym układają się jak na rys. 3a – są w przybliżeniu równoległe do ścianek koła. Dalsze dławienie (równoznaczne ze zmniejszaniem przepływu) powoduje powstanie zjawiska tzw. stacjonarnej recyrkulacji na wlocie (ang. *stationary inlet recirculation*), polegającego na wytworzeniu toroidalnej strefy oderwania na zewnętrznej powierzchni kanału przepływowego. Nie jest to jeszcze pompowanie, albowiem dopiero dalsze dławienie powoduje powstanie tzw. „pompowania miękkiego” (ang. *mild surge*), pokazanego na rys. 3c. To jest już pompowanie objawiające się pulsacjami ciśnienia, a zatem groźne dla maszyny.

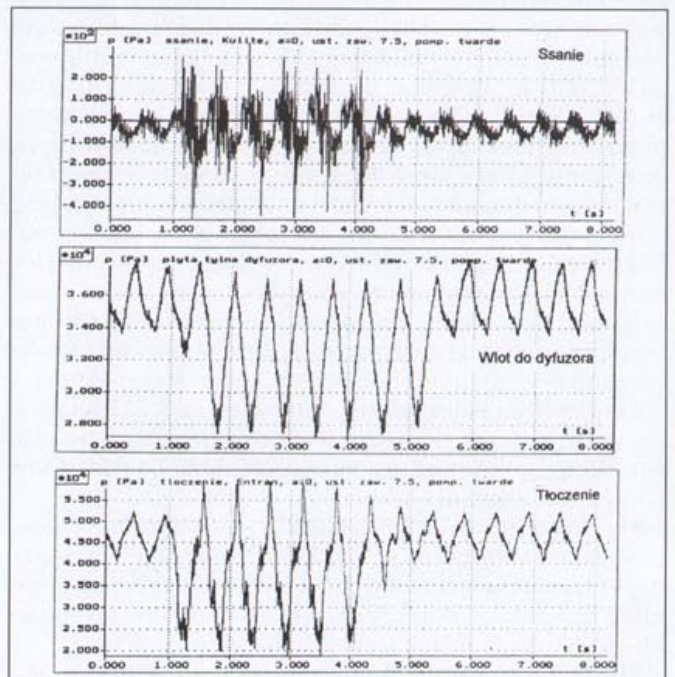
Dławiąc sprężarkę dalej, przejdziemy do stanu „pompowania twardego” (ang. *deep surge*). Charakteryzuje się ono znacznie wyższymi amplitudami ciśnień, a ponadto okresowym powrotem czynnika na ssanie sprężarki – zmianą zwrotu przepływu. Zjawiskiem odpowiedzialnym za to przejście jest tzw. wirujące oderwanie w kole wirni-



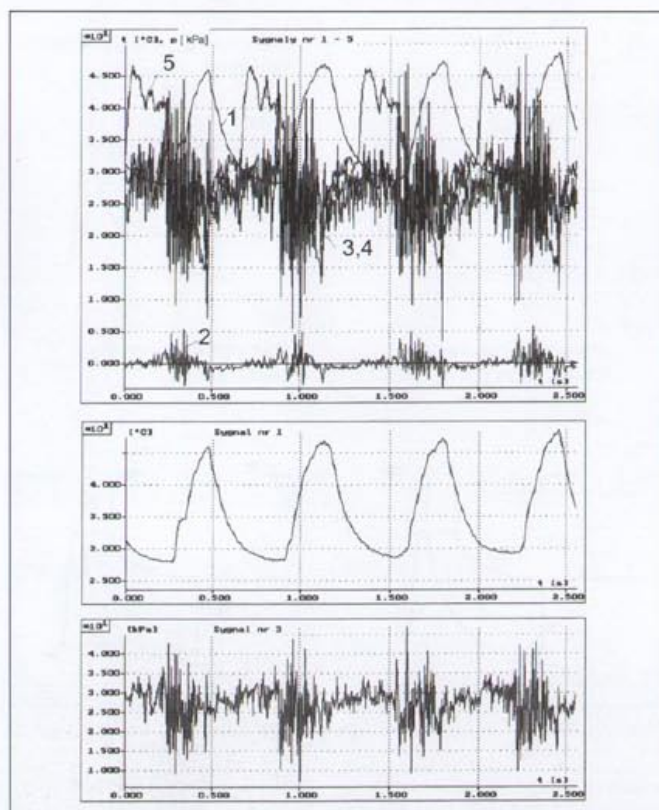
Rys. 3 Interpretacja fizyczna poszczególnych faz pompowania

kowym (ang. *impeller rotating stall*), występujące również w sprężarkach osiowych i pompach. Jeżeli teraz będziemy otwierać zawór dławiący na tłoczeniu, to wyjdziemy z pompowania twardego, przechodząc na miękkie. Dalsze od-dławienie spowoduje wyjście maszyny z pompowania.

Takie właśnie przejście przedstawiono na rys. 4 na podstawie własnych badań. Obiektem tych badań była jednostopniowa dmuchawa promieniowa (dmuchawa to też sprężarka!) o sprężu $\Pi=1,52$. Znajdowała się ona początkowo w stanie pompowania miękkiego – dalsze dławienie doprowadziło do pompowania twardego (znacznie większe amplitudy ciśnień). Po kilku cyklach pompowania twar-



Rys. 4 Sygnały ciśnień podczas przejścia z pompowania miękkiego – pompowanie twarde oraz pompowanie twarde – miękkie



Rys. 5 Sygnały ciśnienia i temperatury dla pompowania twardego: sygnał nr 1 – temperatura czynnika na ssaniu, sygnał nr 2 – ciśnienie na ssaniu, sygnały nr 3 i 4 – wylot z koła wirnikowego (wlot do dyfuzora), sygnał nr 5 – ciśnienie na tłoczeniu

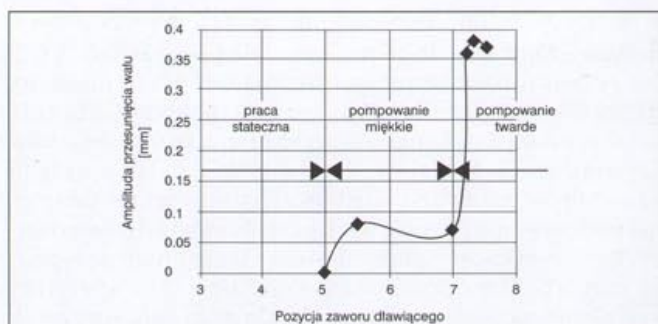
dego wyprowadzono maszynę z tego stanu, w obawie o całość łożysk.

Kompletny opis przebiegów ciśnień statycznych w całym układzie przepływowym tej dmuchawy będącej w stanie pompowania twardego zamieszczono na rys. 5. Ciśnienia mierzone były na ściankach kanału przepływowego w trzech przekrojach kontrolnych: wlotowym (sygnał nr 2), bezpośrednio za wylotem z koła wirnikowego (sygnały nr 3 i 4) oraz na tłoczeniu dmuchawy (sygnał nr 5). Ciśnienia mierzone były za pomocą miniaturowych przetworników firmy Kulite (USA) kompensowanych termicznie. Dodatkowo rejestrowano zmianę temperatury na ssaniu dmuchawy (sygnał nr 1). Analizując przebieg temperatury na ssaniu, widzimy wyraźnie cykliczne wahania temperatury o amplitudzie ok. 18°C, odpowiadające okresowemu powrotowi gorącego czynnika na ssanie. Jest to tzw. „grzanie się” ssania sprężarki dobrze znane operatorom sprężarek starszych generacji. Rozpatrzmy teraz przebieg zmian ciśnienia za kołem wirnikowym (sygnał nr 3).

Amplitudy zmian ciśnienia wynoszą tu ok. 3,2 kPa. Oznacza to, że zmienia się także siła osiowa działająca na koło wirnikowe, ponieważ jest ona uzależniona od rozkładów ciśnień wzdłuż konturu koła.

Skutki zmiany wartości siły osiowej spowodowanej pompowaniem są widoczne na rys. 6, przedstawiającym amplitudę przemieszczenia wału sprężarki podczas pompowania. Przykład ten dotyczy przejścia z pompowania miękkiego do twardego pokazanego uprzednio na rys. 4.

Mierzono amplitudę przesunięcia wału od stanu pracy statecznej aż do pompowania twardego. Pompowanie miękkie oznaczało tu wzrost amplitudy do wartości



Rys. 7 Amplituda przemieszczenia wirnika podczas przejścia z pompowania miękkiego do twardego

maks. 0,08 mm. Pomimo tego wał cały czas był zawieszony na filmie olejowym – nie występował styk mechaniczny czopa wału i panewki. Przejście do pompowania twardego związane z silnym wzrostem amplitudy ciśnienia za kołem wirnikowym oznacza równocześnie wzrost chwilowej wartości siły osiowej działającej na koło wirnikowe i cały wirnik. W konsekwencji dochodzi do silnego wzrostu amplitudy przemieszczenia wirnika – jest ona równa całemu luzowi łożyskowemu. Oznacza to, że w praktyce kasowany jest cały luz pomiędzy czopem wału a panewką, co musi doprowadzić do zatarcia łożyska, z dobrze znanymi skutkami – widocznymi na fot. 1.

Przedstawiony powyżej krótki opis zjawiska pracy niestatecznej nie wyczerpuje oczywiście całości zagadnienia. Nie poruszono zupełnie zagadnień dynamiki tego procesu, mającej istotny wpływ na jego przebieg, m.in. na skutek zjawisk dynamicznych położenie granicy pompowania zależy silnie od pojemności sieci – dla dostatecznie małych pojemności będzie się ona znajdować na lewo od maksimum charakterystyki sprężarki, a dla dużych – będzie przechodzić przez to maksimum. W zależności od konfiguracji sieci i sprężarki może zaniknąć obszar pompowania miękkiego – sprężarka przechodzić będzie bezpośrednio z pracy statecznej do pompowania. Praktyk eksploatujący sprężarkę powinien wiedzieć jedno: praca sprężarki bez sprawnego układu przeciwpompażowego stanowi istotne zagrożenie dla maszyny i bezpieczeństwa jej obsługi.

Literatura

- [1] Emmons H.W.: *Compressor Surge and Stall Propagation*, Trans. of the ASME, Vol. 79 str. 455-469, 1955.
- [2] Kryłłowicz W., Hanausek P.: *Surge Investigations in a Radial Single-Stage Blower with Adjustable Inlet Guide Vanes*, VDI Berichte 1249, str. 413-424, 1996.
- [3] Kryłłowicz W., Hanausek P.: *Verlauf des Pumpvorganges in einem Radialgebläse mit verstellbarem beschaukelten Diffusor und Vorleitrad*, VDI Berichte 1591, str. 237-248, 2001
- [4] Pampreen R.: *Compressor Surge and Stall*, Concepts ETI, Vermont, USA 1993.
- [5] Ribi B., Gyarmathy G.: *Stromungsphänomene und deren Interaktion in einem Radialverdichtersystem*, VDI Berichte 1109, str. 665-680, 1994
- [6] Toyama K., Runstadler P.W.: *An Experimental Study of Surge in Centrifugal Compressor*, Trans. Of the ASME, Journal of Fluids Engineering, Vol.99, str. 115-131, 1997.

Władysław Kryłłowicz, Tomasz Borzęcki
Instytut Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej

RECTUS TEMA 1625

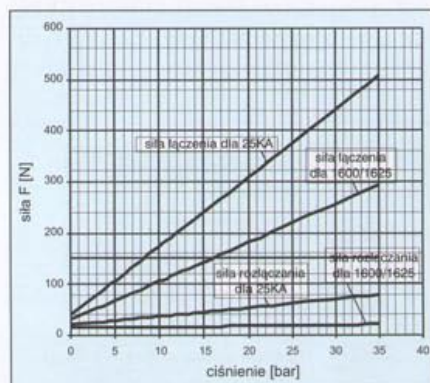
specjalne szybkozłączce do codziennych zadań

Nowe szybkozłączce do sprężonego powietrza jest małe, proste w użyciu i ma wyjątkowe parametry przepływu.

Częste łączenie i rozłączanie złącza w miejscach, gdzie nie ma na te czynności odpowiednio dużo miejsca, może być bardzo uciążliwe. Konstruktorzy z RECTUS AG rozwiązali ten problem. Szybkozłączce serii 1625 o zwartej konstrukcji jest nie tylko wyjątkowo małe, lecz także bardzo funkcjonalne, a przede wszystkim wydajne.

W konstrukcji nowego szybkozłącza RECTUS TEMA 1625 charakterystyczna jest niebiesko-czarna tuleja ryglująca, wykonana z poliamidu PA6, wzmocnionego włóknami szklanymi oraz miękkiego tworzywa o nazwie TERMOFLEX. Ta innowacja łączy w sobie zalety obu materiałów. Pierwszy z nich zapewnia trwałość i wytrzymałość, natomiast drugi zapobiega zarysowaniu delikatnych powierzchni. Ergonomiczny kształt i specjalne wypustki umożliwiają pewne uchwycenie tulei nawet mokrą dłonią lub w rękawicy roboczej. Korpus zaworu szybkozłącza wykonany został z wysokogatunkowej stali, a następnie pokryty polimerowym zabezpieczeniem antykorozyjnym (QPQ).

Nowe szybkozłączce zostało zaprojektowane do pracy ze sprężonym powietrzem w układach pneumatycznych. Pomimo zwartej budowy osiągnięto bardzo dużą wydajność wynoszącą ponad 2150 l/min przy spadku ciśnienia 0,5 bar. Nowatorska konstrukcja zaworu „low force” zmniejszyła siłę



Rys. 1 Wykres siły łączenia i rozłączania w funkcji ciśnienia

dostarczane są w wersji jednostronnie odcinającej. Bliźniacza seria 1600 cechuje się podobnymi parametrami, różniąc się jedynie tuleją ryglującą, która w tej wersji występuje jako mosiężna niklowana. Obie wersje są kompatybilne z seriami RECTUS 25 i 26.

Artykuł promocyjny
Rectus Polska



W życiu wiele rzeczy jest zbyt trudnych



RECTUS POLSKA Sp. z o.o.
43-426 DĘBOWIEC, Gumna 96 (k. Cieszyna)
tel. (033) 85 79 800, (033) 85 79 810
rectus@rectus.com.pl
www.rectus.pl

RECTUS TEMA

Marki RECTUS i TEMA należą do grupy RECTUS.

Laboratorium naukowo-dydaktyczne napędów pneumatycznych

Ryszard Dindorf

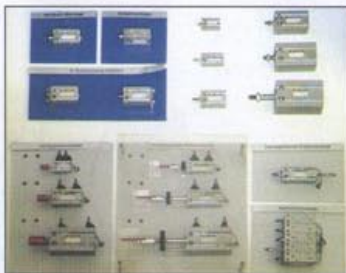
W laboratorium naukowo-dydaktycznym napędów pneumatycznych Zakładu Mechatroniki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach wykonuje się prace badawcze i prowadzi zajęcia dydaktyczne w zakresie napędów i sterowań pneumatycznych.

Realizowane są zadania dydaktyczne dotyczące podstaw napędów i sterowań pneumatycznych, pneumatycznych urządzeń automatyki oraz manipulatorów i robotów z napędem pneumatycznym. Obecnie prowadzone projekty badawcze dotyczą m.in. dokładności pozycjonowania i planowania trajektorii wieloosiowych serwonapędów pneumatycznych o strukturze kinematycznej szeregowej (manipulatory kartezyjańskie) i równoległej (manipulator typu tripod).

Stanowiska dydaktyczne

Celem zajęć dydaktycznych jest teoretyczne i praktyczne przygotowywanie studentów do projektowania pneumatycznych elementów i układów automatyki oraz manipulatorów i robotów. Kształcenie nastawione jest także na zagadnienia wytwarzania, eksploatacji, niezawodności działania i trwałości elementów pneumatycznych, a także na poszukiwanie rozwiązań optymalnych, zwłaszcza w zakresie minimalizacji strat energetycznych i miniaturyzacji elementów pneumatycznych. W procesie dydaktycznym wykorzystuje się programy komputerowe, zaawansowane techniki sterowania oraz metody sztucznej inteligencji (sztuczne sieci neuronowe, logikę rozmytą).

Stanowiska układów pneumatycznych sterowanych ręcznie. Do zapoznania studentów z budową i zasadą działania podstawowych elementów i układów pneumatycznych służą tablice firmy SMC. Na tablicach tych



Rys. 1 Widok tablicy z siłownikami pneumatycznymi (SMC)

umieszczone są różne siłowniki i zawory ze sterowaniem pneumatycznym i elektromagnetycznym. Widok tablicy z zestawem siłowników pneumatycznych przedstawiono na rys.1. Do praktycznej nauki techniki sterowania napędów pneumatycznych służą tablice dydaktyczne przystosowane do mocowania różnych elementów pneumatycznych. Tablicę dydaktyczną z zestawem elementów pneumatycznych przedstawiono na rys.2. Na takiej tablicy studenci samodzielnie wykonują różne układy sterowania pneumatycznego. Wykonanie danego projektu wymaga zapoznania się z zadaniem sterowania pneumatycznego i metodą jego realizacji. Sposób wykonania układu sterowania pneumatycznego może być przedstawione w postaci opisu słownego, cyklo-

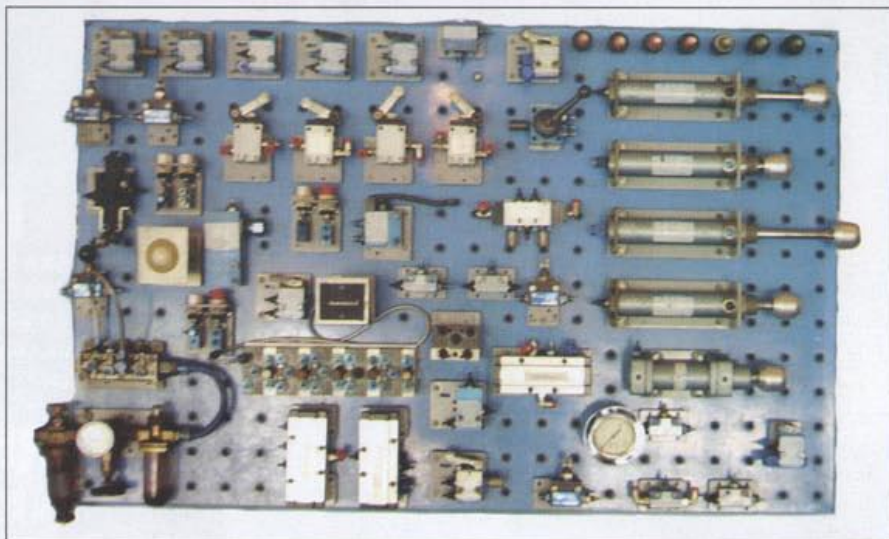
gramu pracy, specjalnie przyjętej symboliki lub za pomocą grafu. Projektowanie układu sterowania pneumatycznego przeprowadza się metodami:

1. Intuicyjną – w przypadku prostych układów; w metodzie tej kształtuje się wyobrażenie projektanta napędów pneumatycznych.

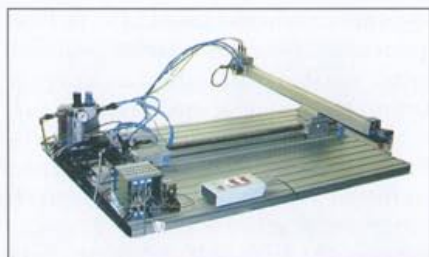
2. Analityczną – stosowaną w przypadku układów złożonych, w których rozbudowana jest część przetwarzająca informacje; metoda ta oparta jest na prawach algebry Boole'a i elementach realizujących funkcje logiczne.

Na tablicy dydaktycznej buduje się pneumatyczne układy logiczne, które są kombinacyjnym układem sterowania o wielu wejściach (0,1) i wyjściach (0,1), realizujących złożoną funkcję logiczną. Założenia dotyczące działania układu kombinacyjnego podane są najczęściej w postaci opisu słownego. Z zapisu słownego przechodzi się następnie do zapisu wartości funkcji logicznych, a następnie buduje się układ pneumatyczny. Na tablicy dydaktycznej realizowane są różne zadania sterowania pneumatycznego, przykładowo:

Zaprojektować i zbudować układ sterowania napędu prasy pneumatycznej przy założeniu, że stempel prasy



Rys. 2 Widok tablicy dydaktycznej do budowy układów sterowania pneumatycznego



Rys. 8 Stanowisko dwuosioowego serwopozycjonowania pneumatycznego (Festo)

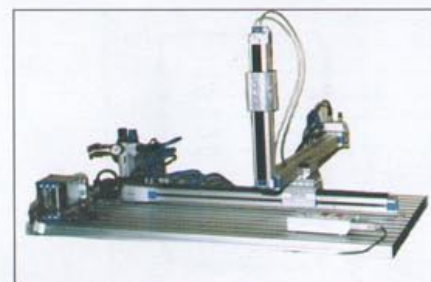
I/O. Komunikację pomiędzy sterownikiem, zaworami i siłownikami zapewniają interfejsy SPC – AIF. Programowanie sterownika odbywa się za pomocą panelu sterującego lub komputera z programem WinPisa, dostarczonym przez firmę Festo.

Stanowisko do badania trwałości zaworów rozdzielających. Badanie trwałości pneumatycznych zaworów rozdzielających typu 3/2, 5/2 i 5/3 przeprowadza się na stanowisku PT-3, wykonanym w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu, które przedstawiono na rys.10. Trwałość jest jedną z podstawowych cech zaworów pneumatycznych. Przyłącza stanowiska pozwalają na mocowanie zaworów

o średnicach gniazd przyłączeniowych: G1/8, G1/4, G3/8. Na tym stanowisku można badać zawory rozdzielające ze sterowaniem: obustronnie pneumatycznym, jednostronnie pneumatycznym – powrót sprężyną, pneumatycznym z tłokiem różnicowym, obustronnie elektromagnetycznym, jednostronnie elektromagnetycznym – powrót sprężyną, jednostronnie elektromagnetycznym z tłokiem różnicowym. Badanie trwałości pneumatycznych zaworów rozdzielających ma na celu sprawdzenie, czy testowane zawory są sprawne po pewnym okresie eksploatacji oraz spełniają wymagania zamieszczone w dokumentacji technicznej producenta. W czasie prób zawór wykonuje określoną liczbę przełączeń z zadaną częstotliwością. Można prowadzić badania jednocześnie 18 zaworów rozdzielających, wykonanych zgodnie z wymogami ISO (po 6 zaworów z każdej wielkości ISO1, ISO2 i ISO3). Badania polegają na zliczaniu liczby wykonanych cykli przełączeń i kontroli działania zaworu. Po przeprowadzeniu próby trwałości zawór rozdzielający musi uzyskać pozytywne wyniki: poprawności działania, szczelności zewnętrznej,

szczelności wewnętrznej, siły potrzebnej do przesterowania zaworu, wytrzymałości na zwiększenie ciśnienia próbnego.

Stanowisko do badania elementów bloków przygotowania powietrza. Sprawdzanie elementów bloków przygotowania powietrza przeprowadza się na stanowisku PT-7 wykonanym w Instytucie Technologii Eksploata-



Rys. 9 Stanowisko trójosiowego serwopozycjonowania pneumatycznego (Festo)

cji w Radomiu, które przedstawiono na rys.11. Stanowisko to służy do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne oraz sprawdzania szczelności zewnętrznej i wewnętrznej elementów wchodzących w skład zespołu przygotowania powietrza: smarowni-

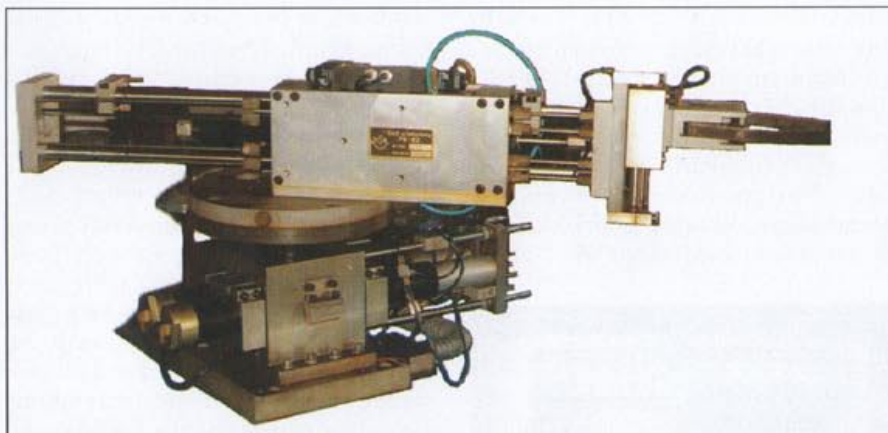
HIROSS

Compressed Air Treatment
Filtry sprężonego powietrza



filtry Hyperfilter 2000
odwadniacze Hypersep
dreny kondensatu
odolejające kondensatu
chłodnice końcowe:
chłodzone wodą i powietrzem

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



Rys. 5 Robot pneumatyczny PR-02 (PIAP)

3. Określeniu dla każdego taktu warunków działania, które odpowiadają sygnałom wejściowym do odpowiedniego segmentu oraz wyznaczeniu sygnałów wyjściowych inicjujących pracę poszczególnych elementów wykonawczych.

Zaawansowanym zadaniem sterowania sekwencyjnego jest sterowanie robota pneumatycznego PR-02 (PIAP), przedstawionego na rys.5. Robot składa się z czterech modułów: modułu obrotowego zamocowanego na podstawie, modułu posuwu liniowego poziomego zamocowanego na module obrotowym, modułu posuwu liniowego pionowego zamocowanego w części przedniej modułu liniowego poziomego oraz modułu chwytaka. Stosuje się dwa układy sterowania robota PR-02:

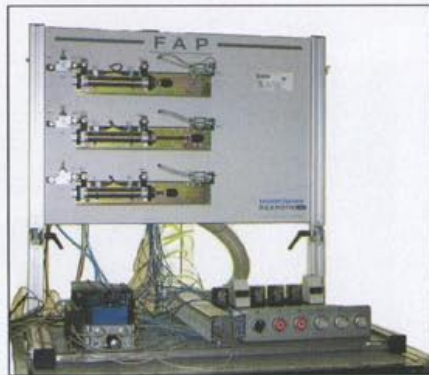
1. Programowalny sterownik sekwencyjny, z programatorem w postaci tablicy diodowej składającej się z 31 kroków, która umożliwia sterowanie dziesięcioma modułami manipulacyjnymi.

2. Mikroprocesorowy układ sterowania, umożliwiającego niezależne lub zależne (zsynchronizowane) sterowanie modułami manipulacyjnymi robota.

Układ sterowania robota PR-02 realizuje sterowanie dwustawne (dwa punkty zatrzymania) osiami robota, przy czym maksymalna liczba sterowanych osi wynosi 7. Układ zapewnia także sterowanie trójstawne ruchem modułu obrotowego (trzy punkty zatrzymania); maksymalna liczba osi sterowanych dwustawnie wynosi wówczas 5, ponieważ do sterowania ruchem modułu obrotowego są wykorzystywane dwa wyjścia sterowania dwustawnego.

Stanowisko do symulacji błędów sterowania w układach elektro-

pneumatycznych. W napędach elektropneumatycznych ważne są nie tylko zaprojektowanie i wykonanie układu sterowania, ale również jego dalsza kontrola pod względem prawidłowości działania. Do symulacji błędów w układach elektropneumatycznych wykorzystuje się stanowisko FAP firmy Rexroth, które przedstawiono na rys.6. Stanowisko FAP składa się z podstawy i wychylnej płyty montażowej, na której zamontowane są elementy pneumatyczne, elektryczne i elektropneumatyczne. Elementy do sterowania układu elektropneumatycznego znajdują się na przedniej płycie, a elementy służące do symulacji błędów sterowania umieszczone są na tylnej płycie stanowiska. Zaletą stanowiska FAP jest to, że widoczne są tylko elementy układu sterowania elektropneumatycznego. Na stanowisku FAP można symulować takie błędy w po-



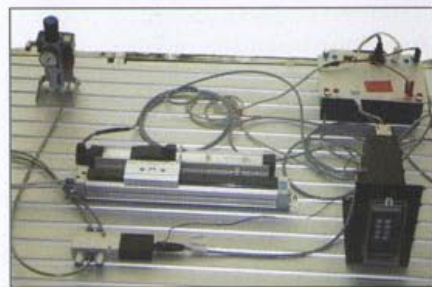
Rys. 6 Widok stanowiska FAP (Rexroth) łączy pneumatycznych i elektrycznych, które faktycznie występują w napędach elektropneumatycznych. Prowadzący zajęcia symuluje błędy w układach elektropneumatycznych za pomocą specjalnych przełączników elektrycznych i zaworów pneumatycznych. Zadaniem studentów

jest lokalizacja tych błędów. W trakcie ćwiczenia należy na bieżąco analizować działanie układu elektropneumatycznego, interpretować fakty oraz wyciągać wnioski dotyczące przyczyn powstania błędów.

Stanowiska badawcze elementów i układów pneumatycznych

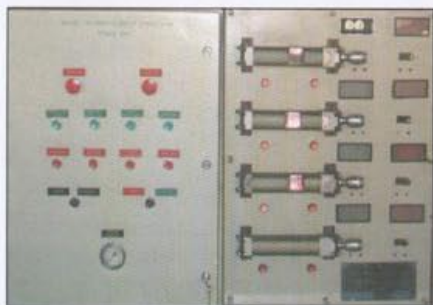
**Stanowiska wieloosiowego serwo-
pozycjonowania pneumatycznego.**

Wraz z rozwojem automatyzacji i robotyzacji produkcji zwiększa się zapotrzebowanie na wieloosiowe napędy elektropneumatyczne. Badania pneumatycznych napędów wieloosiowych koncentrują się na zagadnieniach dokładności pozycjonowania i planowania trajektorii [5]. Na rys.7



Rys. 7 Stanowisko jednoosiowego serwo-
pozycjonowania pneumatycznego (Festo)

przedstawiono system pozycjonowania FP 3120 firmy Festo, zbudowany z siłownika beztłoczkowego dwustronnego działania, zaworu proporcjonalnego 5/3, systemu sterowania ze sterownikiem programowalnym SPC-100 oraz układu pomiarowego. Suwak siłownika jest sprzęgnięty z potencjometrycznym czujnikiem pomiaru położenia. Wynik pomiaru – wartość rzeczywista położenia suwaka – jest przekazywany do sterownika elektronicznego, który realizuje algorytm sterowania według wcześniej wprowadzonego programu. Stanowiska dwuosio-
(rys.8) i trójosiowego (rys.9) serwo-
pozycjonowania pneumatycznego zbudowane są z podobnych elementów firmy Festo. W ich skład wchodzi: siłowniki beztłoczkowe średnicy 25 mm i długości 600 mm z wewnętrznym pomiarem położenia typu „Temposonic” (pomiar magnetostrykcyjny), zawory proporcjonalne 5/3. Układem steruje sterownik typu SPC-200, w skład którego wchodzi: moduł zasilania, moduł diagnostyczny z panelem sterującym oraz moduł

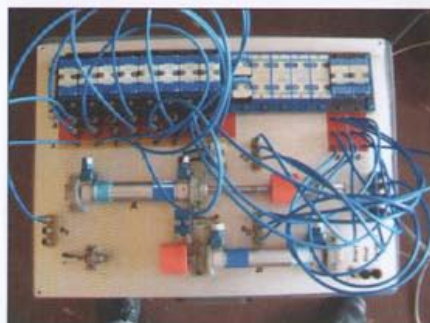


Rys. 3 Model sterowania sekwencyjnego napędu pneumatycznego (CPOAC)

napędzany jest siłownikiem pneumatycznym dwustronnego działania, ruch roboczy stempla odbywa się po naciśnięciu obiema rękami dwóch przycisków, rozpoczęcie ruchu jest możliwe tylko wtedy, gdy stempel znajduje się w górnym położeniu, prędkość ruchu roboczego powinna być nastawialna, ruch powrotny stempla odbywa się po naciśnięciu pedału, układ powinien być wyposażony w wyłącznik awaryjny, który powoduje natychmiastowe wycofanie stempla.

Stanowiska układów pneumatycznych sterowanych sekwencyjnie. Do nauki projektowania sterowania sekwencyjnego napędów pneumatycznych wykorzystuje się stano-

wiska firmowe. Cykl pracy układu pneumatycznego ze sterowaniem sekwencyjnym składa się z wielu taktów. W każdym takcie realizowany jest ruch określonych elementów wykonawczych (siłowników, przetworników). Następny takt jest wykonany po zakończeniu taktu poprzedniego. W sterowaniu sekwencyjnym sterowa-



Rys. 4 Jednostki taktowo-stopniowe (Festo)

nie zależne jest od drogi, czasu, ciśnienia, dlatego w tym sterowaniu stosuje się: wyłączniki drogowe, przekaźniki czasowe, przekaźniki ciśnienia. Model sterowania sekwencyjnego układu napędowego piły firmy CPO-AC przedstawiono na rys. 3. Zadaniem

studentów jest wykonaniu cyklogramu i grafu działania tego układu.

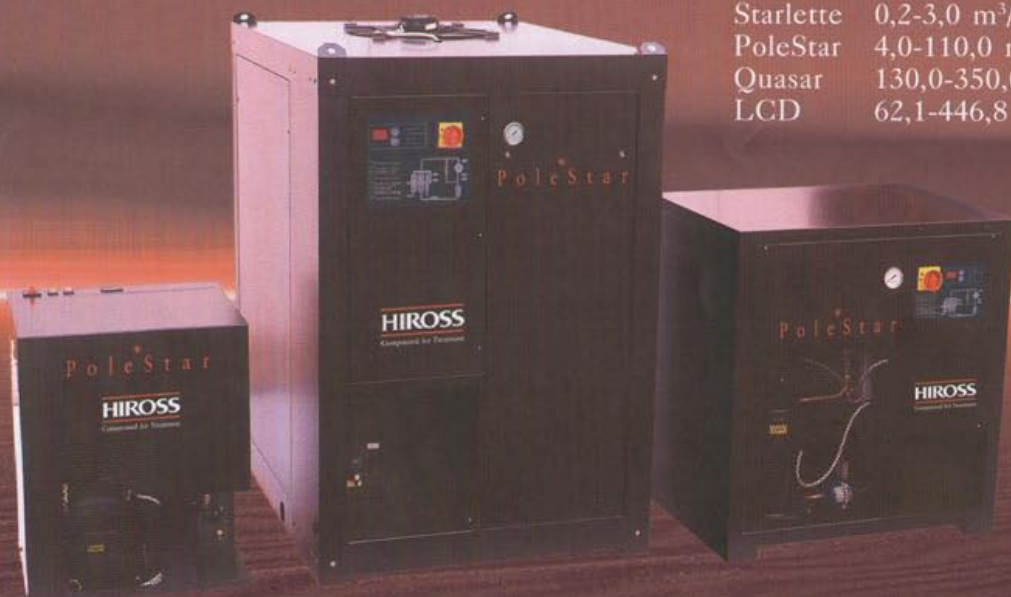
Następnym zadaniem jest projektowanie pneumatycznych układów sekwencyjnych za pomocą jednostek taktowo-stopniowych, utworzonych z segmentów firmy Festo, które przedstawiono na rys. 4. Jednostki taktowo-stopniowych, składają się z elementów połączonych ze sobą szeregowo i pracujących w sposób krokowy. Jednostki te działają w ten sposób, że generują sygnały do wykonania poszczególnych ruchów po otrzymaniu sygnałów o wykonaniu ruchów poprzednich i spełnieniu ewentualnie innych dodatkowych warunków. Jednostka taktowo-stopniowa składa się z tylu segmentów, ile taktów pracy ma wykonać układ pneumatyczny oraz dodatkowo z dwóch segmentów: początkowego i końcowego. Projektowanie układów pneumatycznych sterowanych sekwencyjnie z wykorzystaniem jednostek taktowo-stopniowych polega na:

1. Podzieleniu cyklu pracy na takty, w których układ ma wykonać poszczególne ruchy.

2. Przyporządkowaniu każdemu taktowi jednego segmentu.

HIROSS

Compressed Air Treatment
Osuszacze chłodnicze



Starlette	0,2-3,0 m ³ /min
PoleStar	4,0-110,0 m ³ /min
Quasar	130,0-350,0 m ³ /min
LCD	62,1-446,8 m ³ /min

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

ce, filtry i zawory redukcyjne. Badanie wytrzymałość na ciśnienie próbne polega na sprawdzeniu, czy podwyższone ciśnienie próbne o zadanej wartości, działające na badany element w określonym czasie, nie powoduje jego uszkodzenia. Ciśnienie próbne jest 1,5 razy większe od mak-



Rys. 10 Stanowiska PT-3 do badania trwałości pneumatycznych zaworów rozdzielających (ITeE Radom)

symalnego ciśnienia roboczego. Czas próby wynosi 2 min. Po takiej próbie badany element nie może mieć żadnych trwałych uszkodzeń i musi uzyskać pozytywne wyniki sprawdzenia jego uszczelnienia. Próba szczelności polega na sprawdzaniu, czy w badanym elemencie zasilanym sprężonym powietrzem o zadanej wartości w określonym czasie nie występują przecieki zewnętrzne lub wewnętrzne (przecieki wewnętrzne dotyczą tylko zaworu redukcyjnego). Kontrola przecieków polega na obserwacji pęcherzyków powietrza, wydobywających się z badanego elementu zanurzonego w wodzie. Próby szczelności przeprowadza się przy maksymalnym ciśnieniu roboczym (podanym w warunkach odbioru technicznego producenta). Metoda badawcza sprawdzania szczelności jest zgodna z normami: ISO 6953/1, ISO 6953/2, ISO 630/1 i ISO 5782/2.

Stanowisko do badania muskułów pneumatycznych. Do doświadczalnej weryfikacji charakterystyk statycznych muskułów pneumatycznych typu MAS firmy Festo zbudowa-

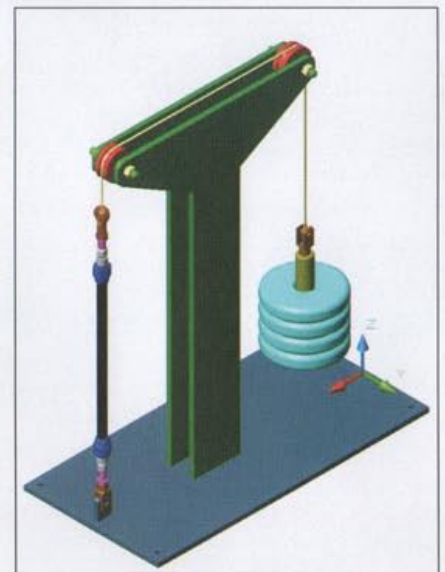
ne stanowisko badawcze, którego model w widoku 3D-CAD przedstawiono rys. 12. W skład stanowiska badawczego wchodzi: sztuczny mięsień typu MAS z osprzętem, zawór proporcjonalny ciśnienia typu MPPE-3-1/8-10-010 z modułem wartości zadanej MPZ-1-24DC-SGH-6-SW, czujnik ciśnienia typu HD, potencjometr linkowy typu HPS-M-MA, masa obciążająca oraz konstrukcja nośna. Proporcjonalny zawór regulacyjny ciśnienia MPPE jest sterowany sygnałem elektrycznym analogowym (napięciowym od 0 do 10V) z modułu wartości zadanej MPZ. Ciśnienie na wyjściu zmienia się proporcjonalnie do sygnału sterującego. Zawór o wielkości nominalnej WN=3 pracuje jako sterowany bezpośrednio proporcjonalny zawór ciśnienia, z ciśnieniem wyjściowym $p=0-10$ bar. Do pomiaru stopnia skrócenia muskułów pneumatycznych typu MAS zastosowano przetwornik potencjometryczny linkowy, który doskonale nadaje się do precyzyjnego pomiaru przemieszczenia w warunkach trudnych do prowadzenia liniowego elementu pomiarowego.

Programy komputerowe do projektowania napędów pneumatycznych

Współczesna technika napędu i sterowania pneumatycznego wymaga wspomagania komputerowego, zarówno w sferze projektowania, modelowania, symulacji, wizualizacji działania, badania, wytwarzania, eksploatacji oraz diagnostyki, a także w poszukiwaniu optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych, prognozowaniu niezawodności działania oraz identyfikacji błędów sterowania. Pracownicy, doktoranci i studenci Zakładu Mechatroniki, w pracach naukowych i dydaktycznych, dotyczących napędów i sterowań pneumatycznych, wykorzystują programy: *FLUID SIM*, *ITI-SIM*, różne programy użytkowe oraz własne aplikacje w programie *MATLAB/SIMULINK*.

Projektowanie i symulacja działania układów pneumatycznych za pomocą programu *FLUID SIM-3P*. Program *FLUID SIM-3P* firmy Festo należy do nowej generacji programów wspomagających projektowanie układów elektropneumatycznych, który umożliwia szybkie tworzenie schematów pneumatycznych i elektrycznych, w oparciu o bibliotekę elementów pneumatycznych i elektrycznych,

zgodnie z normami ISO 1219 [3]. Program umożliwia sprawdzenie poprawności działania układu dzięki opcji symulacja (ciągła, pojedyncza lub według zmiany parametrów stanu). Przebieg symulacji zależy od stanu sterowania zaworów pneumatycznych lub przełączników elektrycznych. Program *FLUID SIM-3P* skraca czas potrzebny do realizacji projektu, od budowy schematów układów elektropneumatycznych, doboru parametrów, sprawdzenia poprawności ich działania, aż do złożenia zamówienia na poszczególne jego komponenty. Komputerowe wspomaganie projektowania układu elektrohdraulicznego umożliwia zmniejszenie kosztów związanych z przygotowaniem i realizacją projektu. Program *FLUID SIM-3P* może służyć do systematycznego szkolenia – „treningu”, w celu zdobycia niezbędnego doświadczenia w zakresie sterowania układów elektropneumatycznych. Projekt napędu pneumatycznego wykonany za pomocą programu *FLUID SIM-3P* składa się ze schematu pneumatycznego, schematu elektrycznego, cyklogramów oraz wykazu oznaczeń i nazw elementów. Wykaz elementów ułatwia przygotowanie zamówienia na elementy pneumatyczne i elektryczne do wybranego producenta, które można przesłać przez internet.



Rys. 12 Stanowisko do badania muskułów pneumatycznych w widoku 3D-CAD

Modelowanie i symulacja układów pneumatycznych za pomocą programu *ITI-SIM*. Program *ITI-SIM* firmy ITI SIM GmbH (Drezno, Niemcy) zorientowany jest na symulację

rzeczywistych napędów pneumatycznych, ponieważ zawiera obszerną bibliotekę modeli dynamicznych ele-



Rys. 11 Stanowiska PT-7 do badania elementów bloków przygotowania powietrza (ITeE Radom)

mentów pneumatycznych, mechanicznych, elektrycznych, elektronicznych i termicznych. Program wykorzy-

stuje algorytmy matematyczne uwzględniające nieliniowe właściwości oraz rzeczywiste charakterystyki przepływowe elementów pneumatycznych. Procedura modelowania i badania symulacyjnego układów pneumatycznych za pomocą programu *ITI-SIM* wymaga sformułowania problemu, przedstawienia schematu symulacyjnego układu w oparciu o załączone biblioteki, ustalenia parametrów układu, ustalenia warunków początkowych i parametrów symulacji, uruchomienia symulacji, przedstawienia graficznego wyników, analizy wyników i ich zastosowania. Przy posługiwaniu się programem *ITI-SIM* użytkownik nie musi znać szczegółów modelowania dynamicznego napędów pneumatycznych oraz metod numerycznego rozwiązywania układu równań, np. różniczkowych, nieliniowych. Program *ITI-SIM* jest uznanym i powszechnie wykorzystywanym programem symulacyjnym, który można również stosować w badaniach dynamicznych, optymalizacji i wizualizacji złożonych elektropneumatycznych układów regulacji [4].

Literatura

- [1] Dindorf R. Dziechciarz St., Łaski P.: *Laboratorium z podstaw automatyzacji i robotyki. Skrypt nr 371*. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2001.
- [2] Dindorf R. pod red. *Hydraulika i Pneumatyka. Podręcznik akademicki*. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2003.
- [3] Dindorf R., Łaski P., Wołkow J.: *Projektowanie i symulacja działania układów elektropneumatycznych za pomocą programu FLUID SIM-3P*. XII Krajowa Konferencja „PNEUMA 2002”. *Pneumatyka* nr 4, 2002, s.14-15.
- [4] Dindorf R.: *Zastosowanie programu ITI-SIM do symulacji napędów pneumatycznych*. XIV Krajowa Konferencja PNEUMA'2004. Bydgoszcz, 14-17 czerwca 2004.
- [5] Dindorf R., Łaski P.: *Wieloosiowe manipulatory elektropneumatyczne*. *Hydraulika i Pneumatyka* nr 4, 2003.

dr hab. inż. Ryszard Dindorf
prof. Politechniki Świętokrzyskiej



Dmuchawy rotacyjne

Kompletne i ciche rozwiązanie



ZL

Atlas Copco Polska Sp. z o.o.
Aleja Krakowska 61 A
Sękocin Nowy, 05-090 Raszyn
tel. (22) 572 68 00, fax (22) 572 68 09
www.atlascopco.com

Atlas Copco

M3 lub nawet znacznie mniejszych. Wkrętarka ta posiada dodatkowo certyfikat Fraunhofera, poświadczający klasę czystości pracy, tzn. obniżony poziom emisji mikrozanieczyszczeń.

Ergonomia

Wszystkie, wprowadzane na rynek modele narzędzi Bosch mają za sobą



Fot. 4 Praca z użyciem dobrych narzędzi jest efektywna i mniej męcząca

drobiazgowo badania, obejmujące kontrolę poprawności pracy oraz pomiary poziomu hałasu i drgań. Oprócz

spełniania wymaganych parametrów technicznych, muszą być jeszcze przyjazne dla środowiska i użytkowników. Te wszystkie oczekiwania mogą być spełnione między innymi dzięki stosowaniu nowoczesnych, wysokiej jakości materiałów konstrukcyjnych, w tym materiałów na obudowy. Wiele narzędzi ma np. obudowy ze zbrojonego poliamidu, co daje możliwość najlepszego pod względem ergonomii ukształtowania narzędzia i minimalizacji jego ciężaru. Jednocześnie zapewnia bardzo skuteczną izolację ciepłą dłoni, która nie jest już narażona na wychładzanie przez rozprężane powietrze. W tym roku Bosch wprowadzi na rynek również nową generację zakrętarek udarowych, mających obudowy magnezowe, co zapewnia niski ciężar tych narzędzi, poprawia ergonomiczne warunki ich użytkowania, a w konsekwencji zwiększa efektywność procesu produkcyjnego.

Dystrybucja i gwarancja

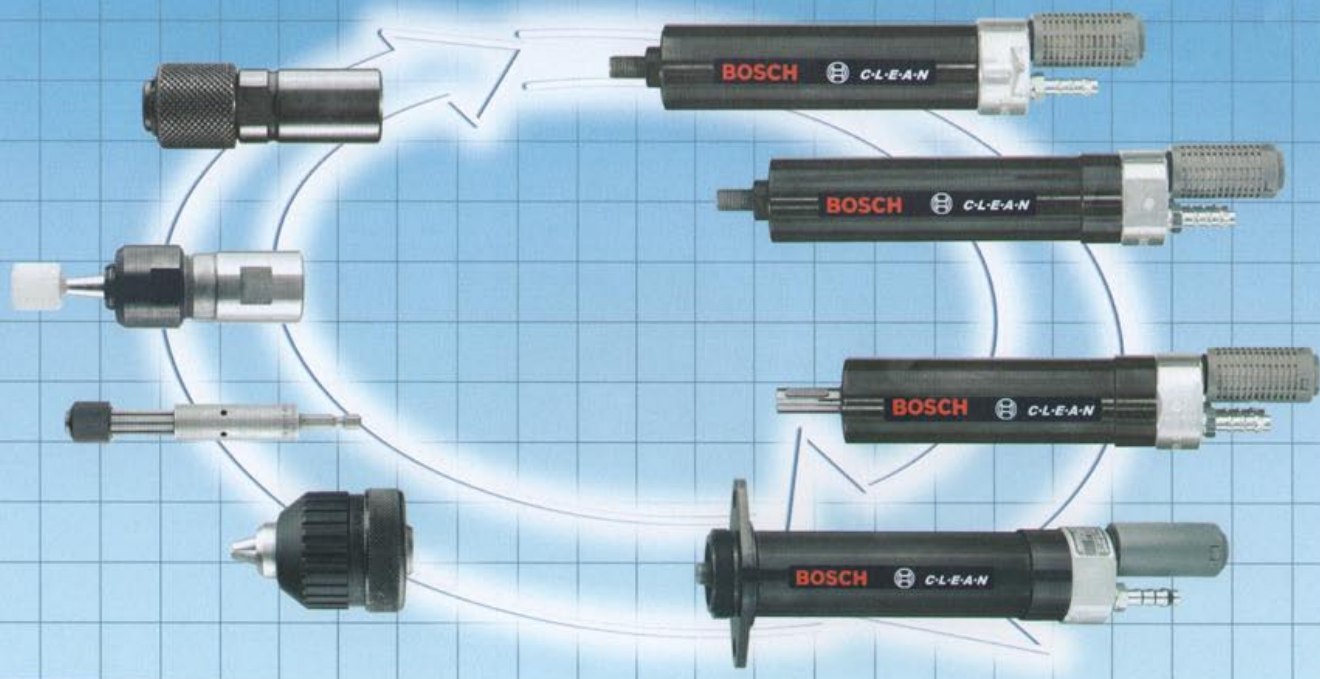
Narzędzia przemysłowe Bosch oferowane są przez rozbudowaną sieć auto-

ryzowanych firm handlowych. Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny oferowany jest od wielu lat przez Centralny Serwis Elektronarzędzi Robert Bosch Sp. z o.o. w Warszawie.

Artykuł promocyjny
Robert Bosch Sp. z o.o.
mgr inż. Robert Sołgut

Robert Bosch Sp. z o.o.
tel. (022) 788 78 54, (604) 477 680
robert.solgut@pl.bosch.com
www.boschproductiontools.com

CLEAN – przyjazny środowisku, trwały, uniwersalny



Silniki pneumatyczne szeregu 180W firmy Bosch:

Niezawodne i uniwersalne silniki zasilane nieolejowym powietrzem, wyjątkowa trwałość i stabilność, ponad 3000 godzin pracy bez utraty parametrów. Modułowa konstrukcja i wybór końcówki napędowej. Wałek gwintowany do montażu uchwytów wiertarskich, zacisków, uchwytów szybkocmocujących, również z kompensacją długości. Do wyboru również wariant z wałkiem cylindrycznym lub kwadratowym. Bezpieczny, nieiskrzący napęd do stosowania również w obszarach zagrożonych wybuchem. Bosch CLEAN przyjazny dla użytkownika i środowiska – praca bezolejowa i mniejszy pobór powietrza.

Wiecej informacji w Internecie: www.boschproductiontools.com
Robert Bosch GmbH, Robert Sołgut (022) 788 78 54, 604 477 680

CLEAN

BOSCH
Narzędzia Przemysłowe



Mimo wzmóżonej aktywności producentów zagranicznych, CompRot Sp. z o.o. od lat utrzymuje czołową pozycję w branży pneumatycznej i ochrony środowiska na rynku polskim. To zasługa nie tylko wysokiej klasy oferowanych produktów, ich trwałości oraz umiarkowanie niskich cen, lecz przede wszystkim stałej gotowości do dzielenia się z klientami naszą wiedzą i doświadczeniem.

Od roku 1991 produkujemy i dostarczamy urządzenia do sprężania powietrza i gazów:

- kompresory śrubowe olejowe z urządzeniami do kompleksowego uzdatniania powietrza;
- kompresory śrubowe bezolejowe – jako jedyny polski producent;
- kompresory do przetwarzania gazu ziemnego, biogazu itp.
- osłony i obudowy dźwiękochłonno-izolacyjne dla wszelkiego typu urządzeń;
- komory kriogeniczne – nowy produkt z zakresu high-tech, opracowany przy wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii oczyszczania i suszenia powietrza.

Osiągnięcie temperatury do $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ umożliwia przeprowadzanie specjalistycznych zabiegów krioterapii w centrach sportowych i rehabilitacyjnych.

**ZMIANA NUMERÓW
TELEFONÓW**



PRODUKCJA I SPRZEDAŻ

CompRot Sp. z o.o.
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel. 071 798 5900, fax 798 5909
e-mail: comprot@comprot.com.pl
www.comprot.com.pl

SERWIS

czajnej weryfikacji charakte
statycznych mięśni pnie
nych typu MAS firmy Festo zbu

Europejski
Fundusz
Leasingu

5. **Leasingowy.** Wskazywanie schematów pneumatycznych i elektrycznych, w oparciu o bibliotekę elementów pneumatycznych i elektrycznych,

programu *ITI-SIM*. Program *ITI-SIM* firmy ITI SIM GmbH (Drezno, Niemcy) zorientowany jest na symulację

Branża pneumatyczna w Polsce

Na naszej mapce branży pneumatycznej umieszczone są firmy o których redakcja ma informacje dotyczące ich działalności i które prezentują swoją ofertę na łamach pneumatyki.

Artykuły promocyjne

Airpol	28
Bosch Rexroth	18
Comprot	30
dhGroup	16
Ingersoll-Rand	20
Marani	32
Pneumatik	13
Rectus	47
Robert Bosch	54

Spis reklam

Oktładka

I	Marani
---	--------



Energooszczędne systemy zasilania

TWO L E K T O R I U M

O C Ł A W R O B O T N I C Z A 7 2

7 6 0 0 0 0 4 0 9 9 1 0 1 3 3 3 8 9

V P PLN

Wytwórnia główna: Warszawa

Bank Przemysłowo-Handlowy PBK SA
w Krakowie III o/Wrocław
95106000760000409910133389

Wydawnictwo Lektorium
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72
[] zł [] gr

Zamawiam prenumeratę
"Pneumatyka"

- ☐ roczną (6 egz.) od nr
☐ półroczną (3 egz.) od nr
☐ wydanie bieżące nr
☐ wydanie archiwalne nr

- ☐ Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
☐ Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych zgodnie z Ustawą 79/98/1992 - o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium

podpis

Adres zamawiającego

NIP

stempel
dzienny

opłata

Wydawca i drukarz

W Y D A W N I C

Wydawca i drukarz

5 3 - 6 0 8 W R

Wydawca i drukarz

9 5 1 0 6 0 0 0

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Wydawca i drukarz

Zapraszamy do prenumeraty dwumiesięcznika „Pneumatyka”

Poniższy druk polecenia przelewu/wpłaty gotówkowej służy do zapłaty za prenumeratę dwumiesięcznika „Pneumatyka” oraz jego archiwalnych egzemplarzy. Prosimy o wycięcie i uważne wypełnienie druków.

Prenumerata może być rozpoczęta w dowolnym momencie.

Cena prenumeraty: prenumerata roczna (6 egz.) 45,00 zł, prenumerata półroczna (3 egz.) 22,50 zł, wydanie bieżące 7,50 zł, wydanie archiwalne 5,00 zł. Wszystkie ceny zawierają VAT i obejmują koszty wysyłki.

Wystawienie faktury i wysyłka zamówionych egzemplarzy następuje po wpłynięciu na nasze konto należnej kwoty lub po otrzymaniu potwierdzenia zapłaty.

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel. (071) 798 59 46, fax (071) 798 59 47 e-mail: prenumerata@lektorium.pl.

Upewniamy, że prenumeratę oprócz naszej redakcji przyjmują: RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o. o., KOLPORTER SA, GARMOND Ltd. W sprzedaży detalicznej czasopismo dostępne jest w „empikach”, salonach prasowych oraz w siedzibie naszego wydawnictwa.

Bank Przemysłowo-Handlowy PBK SA
w Krakowie III o/Wrocław
95106000760000409910133389

Wydawnictwo Lektorium
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72
[] zł [] gr

Zamawiam prenumeratę
„Pneumatyka”

☐ roczną (6 egz.) od nr
☐ półroczną (3 egz.) od nr
☐ wydanie bieżące nr
☐ wydanie archiwalne nr

☐ Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
☐ Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych, zgodnie z Ustawą 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium.

podpis

Adres zamawiającego:

tel.

NIP

stempel
dzienny

opłata

Polecenie przelewu / wpłaty gotówkowej

nazwa odbiorcy
WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.
53-608 WROCLAW ROBOTNICZA 72

I.k. nr rachunku odbiorcy
951060000760000409910133389

W P PLN

nr rachunku zlecienniodawcy (przelew) / kwota słownie (wpłata)

nazwa zlecienniodawcy

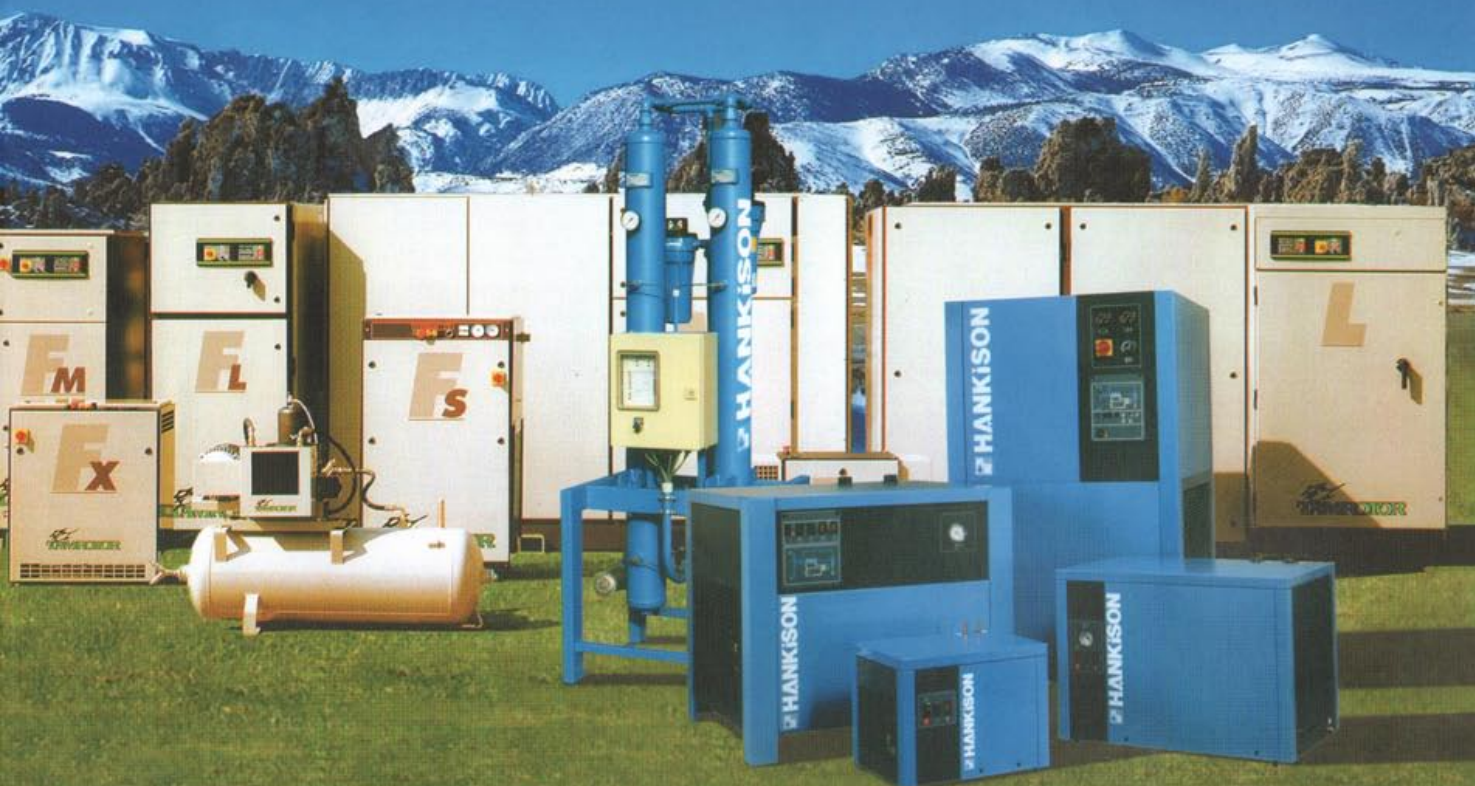
nazwa zlecienniodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Opłata:

pieczęć, data i podpis(y) zlecienniodawcy



Sprężarki śrubowe o wydajności od 0,5 do 73,5 m³/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. Żegadłowicza 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



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

-----	Ingersoll- Rand	
-----	BH Ruda	
-----	Mobil	

-----		12
-----		7
-----	Copco	53
-----	Rexroth	19,43
-----	Rot	56
-----		15
-----		11
-----		49,51
-----		57
-----		10
-----		3
-----		8
-----		12
-----	matik	7
-----	matSystem	10
-----	a	27
-----	U Kompress	9
-----	as	47
-----	rt Bosch	55
-----	Kielce	11
-----	oods	39
-----	dis	6
-----	ec	11

ty zasłania pneumatycznego **Profesjonalne sprężarki** **łopatkowe WITTIG**

In-Tech
 Andrzej M. Araszkiwicz
 01-652 Warszawa
 ul. Potocka 4 /1
 tel./fax +48 22 8 333 531
 kom. +48 503 123 320
 e-mail: araszka@polnet.cc

Punkty konsultacyjno - serwisowe
 Gdynia, Turek, Łódź
 Mysłowice, Bielsko-Biała

II --
 III --
 IV --
 Airp
 Ame
 Atla
 Bos
 Com
 dh
 Fri
 Hirc
 Inte
 Inwe
 Lask
 MTI
 MTI
 Pner
 Pner
 Prem
 PPH
 Rect
 Rob
 Targ
 Unig
 Solv
 Wim