

# Pneumatyka

Lipiec-Sierpień

4(29)2001

cena 7,50 zł  
(w tym VAT 0%)

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323

DWUMIESIĘCZNIK O TECHNICIE SPRĘŻANIA GAZÓW

**KAESER**  
KOMPRESSOREN

**Technologia  
na wiek XXI**  
**profil Sigma**

**Technologia  
150 milionów lat p.n.e.**



**Amonit z rejonu  
Coburg/Staffelstein**



Powłoka wirników  
śrubowych GHH-Rand

Zaufanie, które  
przynosi korzyści

Zestawienie  
producentów  
sprężarek

Owalny tłok  
rewolucjonizuje  
konstrukcję  
siłowników  
beztłoczyskowych

Efektywność  
ekonomiczna  
uchodzi w powietrze

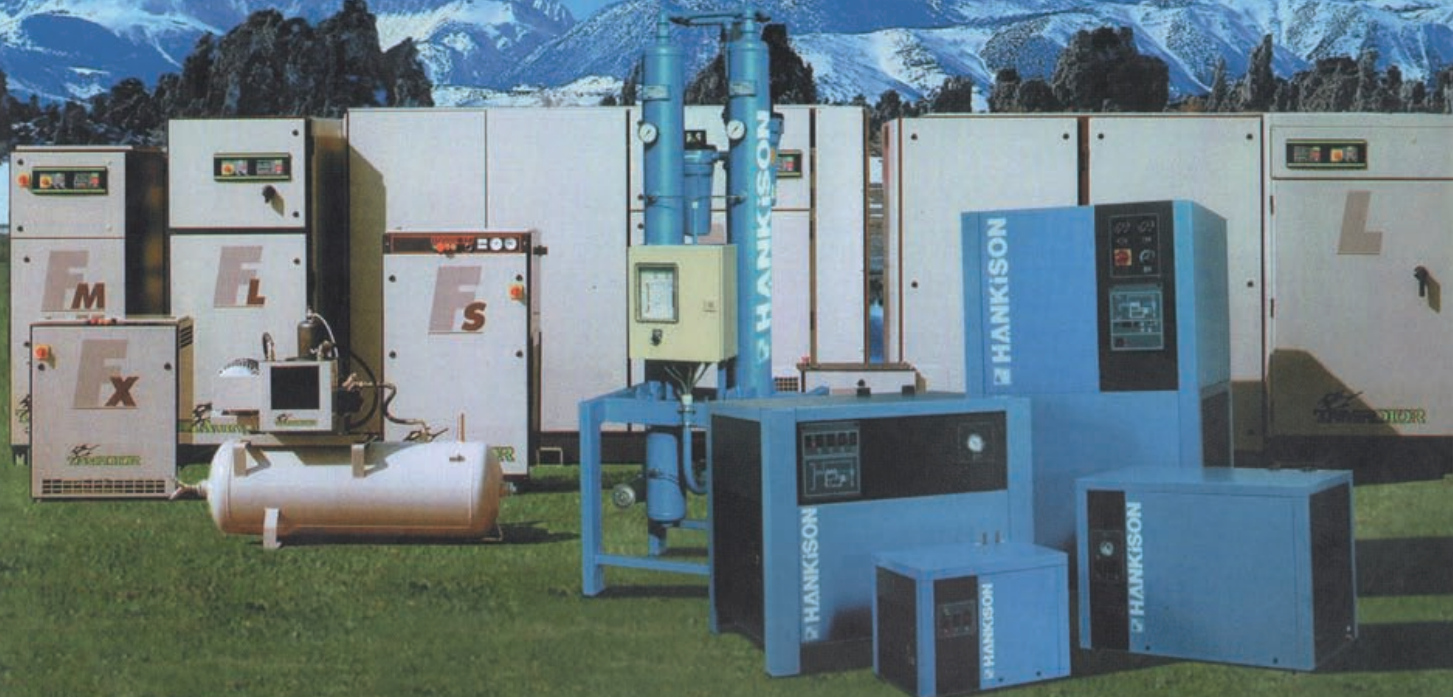
Chwytki  
pneumatyczne

Ceramiczne  
elementy sterujące  
w bezsmarowych  
zaworach  
rozdzielających  
PZRC

Na drogi i bezdroża... Kaeser Kompressoren – str. 20



9 771426 664015



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

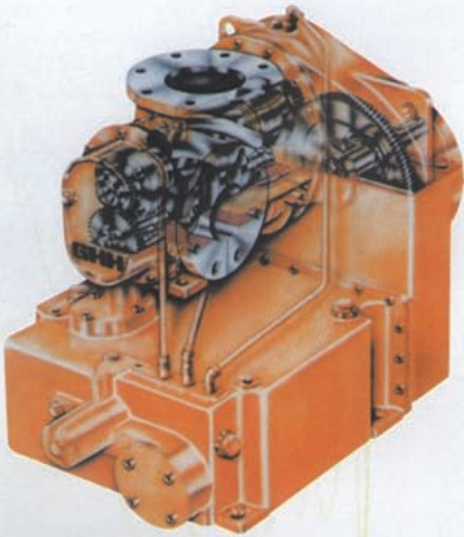
## Z NAMI MASZ WŁAŚCIWE CIŚNIENIE !

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



**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-osr@cuprum.com.pl

BOGE Kompressoren  
 – 10 argumentów za stosowaniem sprężarek  
 śrubowych \_\_\_\_\_ 12  
 Metal Work – jakość z pierwszej ręki \_\_\_\_ 14  
 Powłoka wirników śrubowych  
 GHH-Rand \_\_\_\_\_ 17

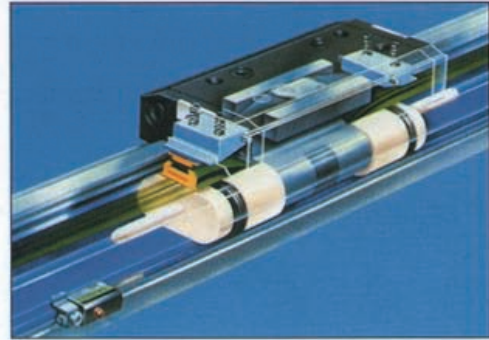


Na drogi i bezdroża...  
 Kaeser Kompressoren \_\_\_\_\_ 20

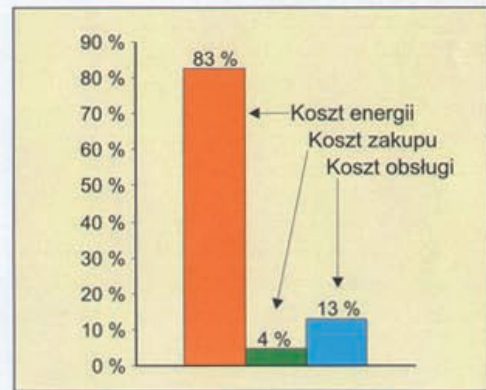


Zaufanie, które przynosi korzyści \_\_\_\_\_ 22  
 Zestawienie producentów sprężarek \_\_ 26, 30  
 Fachowość, uczciwość, życzliwość \_\_\_\_\_ 28

Owalny tłok rewolucjonizuje konstrukcję  
 siłowników beztłoczkowych \_\_\_\_\_ 32



Efektywność ekonomiczna uchodzi  
 w powietrze \_\_\_\_\_ 34



Chwytki pneumatyczne \_\_\_\_\_ 37  
 Projektowanie pneumatycznych układów  
 sterujących \_\_\_\_\_ 43  
 Ceramiczne elementy sterujące  
 w bezsmerowych zaworach  
 rozdzielających PZRC \_\_\_\_\_ 48  
 Niemieccy producenci sprężarek  
 z optymizmem wkraczają w rok 2001 \_\_\_\_ 52  
 Zastosowanie tkanin metalowych  
 PLYMESH® w procesach fluidyzacji \_\_\_\_ 54

## Średnie jest piękne



Polska jest dużym krajem i dużym organizmem gospodarczym. Struktura naszej gospodarki coraz bardziej upodabnia się do schematu znanego z krajów rozwiniętych.

Większość z nas, oglądaczy telewizji, obserwuje ten proces poprzez pryzmat wypowiedzi ekonomistów i polityków. Chyba jednak naszym dobrym narodowym obyczajem jest to, że i tak każdy wie lepiej, jak należy uzdrawiać. Dobrym dlatego, że prowokuje do dyskusji i działania na własną rękę. Jest to naturalne źródło energii, którego w poprzednim systemie gospodarczym nie doceniali specjaliści od centralnego planowania. Polityka ekonomiczna państwa jest wtedy dobra, kiedy w jak najmniejszym stopniu przeszkadza ludziom w pracy. Zwłaszcza ludziom z inicjatywą – przedsiębiorcom.

W miarę zbliżania się do normalności, pewne pojęcia związane z prywatną działalnością gospodarczą, takie jak sukces, opłacalność, zmieniają znaczenie. Dzisiaj sukces to nie błyskawiczne osiągnięcie wysokiego dochodu kosztem innych lub za pomocą trików drenujących wspólne mienie. Sukcesem jest prowadzenie zrównoważonej działalności opartej na budowanym stopniowo systemie powiązań handlowych, specjalizacji w określonej dziedzinie i rzetelnej pracy. Opłacalność to niekoniecznie nadzwyczajne zyski, ale również możliwość pracy i utrzymania dla kilku lub kilkunastu, kilkudziesięciu osób.

Jako redaktor „Pneumatyki” mam często przyjemność spotykać ludzi, którzy odnoszą właśnie takie sukcesy. Są to zazwyczaj osoby skromne i zapracowane. Mają za sobą wiele lat borykania się ze zmiennymi przepisami, nieuczciwymi kontrahentami. Liczą przede wszystkim na swoją praktyczną wiedzę i wyczucie. Ponoszą

ryzyko, mają siłę, aby przetrwać. Ich firmy przyjęło się zaliczać do średnich, co nie odnosi się tylko do liczby pracowników czy wielkości obrotów, ale przede wszystkim do określonej pozycji w systemie gospodarczym państwa. Te zazwyczaj rdzennie polskie, często rodzinne przedsiębiorstwa, są niezwykle ważnym ogniwem pośrednim pomiędzy firmami dużymi, o zasięgu międzynarodowym, a odbiorcami na rynku lokalnym. Cechują się w równym stopniu wysokim profesjonalizmem, jak i elastycznością oraz doskonałym przystosowaniem do miejscowych warunków. Oferują towary i usługi odpowiadające zapotrzebowaniu i możliwościom finansowym odbiorców. Odpowiednio rozbudowana sieć takich firm ma podstawowe znaczenie dla sprawnego funkcjonowania całego systemu gospodarczego. Już teraz ich udział w obrotach wszystkich firm w Polsce jest szacowany na ok. 80%. Firmy z tej grupy zajmują też ważne miejsce na łamach naszego czasopisma. Jedną z nich przedstawiona była w wywiadzie w poprzednim numerze „Pneumatyki”, a kolejną gościemy w tym numerze.

Kończy się lato, przed nami jesienne ożywienie. W dniach 4-7 września odbędą się w Katowicach Międzynarodowe Targi Górnictwa, Energetyki, Metalurgii i Chemii (dokładniejsze dane w ogłoszeniu), a w dniach 11-14 września w Poznaniu Taropak 2001. Po stosunkowo skromnej obecności firm pneumatycznych na Międzynarodowych Targach Poznańskich, miejmy nadzieję, że wyrażony w jednym z zamieszczonych w tym numerze artykułów „optymizm niemieckich producentów...” udzieli się też polskim firmom. Do ożywienia branży pneumatycznej chce przyczynić się również nasza redakcja poprzez patronat medialny nad planowaną w przyszłym roku kolejną konferencją PNEUMA. Tym razem będzie ona dotyczyła pneumatyki w polskim przemyśle, a pierwsze informacje już teraz zamieszczamy na następnych stronach.

Zdzisław Chrapkiewicz

## Pneumatyka

### REDAKCJA

Redaktor naczelny:  
Zdzisław Chrapkiewicz  
Redaktor techniczny:  
Cezary Chmielewski  
Dział DTP:  
Marcin Kluziak  
Edyta Wirt

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

### ADRES REDAKCJI

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

### WYDAWCA

Wydawnictwo Lektorium  
Kierownik wydawnictwa:  
Mariusz Makulski  
Sekretarz wydawnictwa:  
Izabela Grodzińska

### ADRES WYDAWCY

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

### DRUKARNIA

Hector

### PRENUMERATA

prenumerata@lektorium.pl  
Wpłaty można dokonać:  
LEKTORIUM Wydawnictwo  
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
Powszechny Bank Kredytowy SA  
III oddz. we Wrocławiu  
11101620-409910133389

Prenumeratę oprócz redakcji przyjmują:  
RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o.o.  
KOLPORTER SA

Zlecenia na ogłoszenia i reklamy prosimy kierować pod adresem wydawcy. Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych.

W materiałach nadesłanych redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych. Przedruk tekstów w części lub w całości tylko i wyłącznie za zgodą wydawcy. Artykuły redakcyjne podlegają recenzji.

**C-MBA in Engineering Management**

Od października br. Politechnika Warszawska i firma Festo uruchamiają wspólnie nowe Studium Podyplomowe „Compact Master of Business Administration in Engineering Management” (C-MBA EM).

Głównym celem tego programu jest możliwość uzyskania przez młodych menedżerów przemysłu dodatkowej wiedzy z zakresu biznesu i techniki. Program ten łączy wiedzę o sprawdzonych w praktyce metodach zarządzania zadaniami inżynierskimi z wiedzą na temat najnowszych osiągnięć z zakresu automatyki przemysłowej i techniki informatycznej. Nauka odbywa się w dwóch półrocznych semestrach podczas sesji weekendowych. Program przewiduje wymianę doświadczeń i dyskusję z menedżerami i liderami znanych firm przemysłowych oraz spotkania z najlepszymi ekspertami wykładającymi obecnie na uznanych krajowych i międzynarodowych uniwersytetach i politechnikach.

Program „C-MBA in Engineering Management” jest zaawansowaną formą studiów nie tylko w zakresie zarządzania, ale również techniki i technologii, które dadzą absolwentom tych studiów możliwość swobodnego poruszania się w obrębie międzynarodowego biznesu. Program przeznaczony jest zarówno dla menedżerów, którzy potrzebują uzupełnienia wiedzy na temat zarządzania i biznesu, jak i dla tych, którzy powinni pogłębić swoją wiedzę techniczną.

Pierwsza część programu, zawierająca 9 seminariów w pierwszym semestrze obejmuje przegląd zagadnień z zakresu zarządzania w przemyśle. Po-

cząwszy od strategii biznesowych, sterowania przedsiębiorstwami finansowymi i międzynarodowego marketingu, poprzez prawo w międzynarodowych kontraktach i podstawy prawne e-biznesu, aż po problematykę zarządzania jakością i organizację procesu przemysłowego, zarządzania finansami oraz rentowność inwestycji. Uzupełnieniem tej części są zajęcia warsztatowe z zakresu zintegrowanej logistyki zarządzania siecią dostaw i zwiększenia produktywności w przedsiębiorstwie.

Drużga część programu, składająca się z 7 seminariów w drugim semestrze, przedstawia podstawowe problemy z dziedziny automatyki, informatyki w racjonalizacji zarządzania i procesów przemysłowych. W części tej uwzględniono zdecentralizowane systemy automatyki, systemy monitorowania, akwizycji danych, jak również sterowniki programowalne PLC. Są też zagadnienia racjonalizacji współczesnych procesów produkcyjnych poprzez automatyzację i robotyzację oraz metody sztucznej inteligencji w automatyce. Program drugiej części uzupełniają zagadnienia wykorzystania internetu w przedsiębiorstwie oraz jego zastosowania w e-biznesie.

Po zaliczeniu 12-16 wybranych seminariów oraz obrony pracy dyplomowej uczestnik Studium C-MBA EM uzyskuje dyplom MBA wydany przez Wydział Mechatroniki Instytutu Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej oraz firmę Festo.

Program jest elementem globalnego systemu edukacji zawodowej, wdrażanego przez Festo i partnerskie uniwersytety, firmy konsultingowe oraz krajowych i zagranicznych partnerów z przemysłu, zapoczątko-



**POWIETRZE - OGROMNA SZANSA!**

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

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

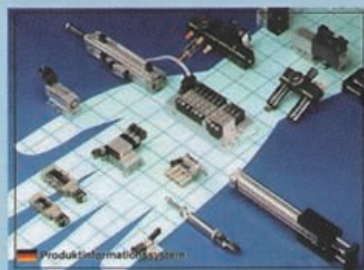
**Oddziały:**  
 Częstochowa (034) 322 06 26  
 Lublin (081) 751 83 79  
**Serwis 24 h:** 0 608 445 555



Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN



**Pneumatyka profesjonalnie**



**ANDRZEJEWSKI-BOSCH**

**BIURA:**

Łódź, tel./fax: (042) 657 44 13, 657 58 30  
 Warszawa, tel./fax: (022) 634 45 00  
 e-mail: andrzejewski@andrzejewski.pl  
 www.andrzejewski.pl

**Proponuje pełen asortyment elementów pneumatyki**

- ★ Siłowniki ★ Napędy pneumatyczne ★ Amortyzatory
- ★ Zawory pneumatyczne i elektromagnetyczne
- ★ Zawory coaxialne ★ Złączki ★ Urządzenia podciśnieniowe
- ★ Zespoły przygotowania powietrza



**TE-HA-BUD**  
61-655 Poznań, ul. Gronowa 22  
tel./fax 061 85 16 919, tel. 061 85 27 649  
e-mail: tehabud@tehabud.com.pl  
www.tehabud.com.pl

Nasi przedstawiciele:

BDT s.c. 35-310 Rzeszów, ul. Rejtana 36, tel./fax 017 85 02 810 do 12, e-mail: bdt@bdt.npl.pl  
KVB s.c. 43-190 Mikołów, ul. Jasna 1-5, tel./fax 032 22 61 993 wew. 20 GSM 0607 518 642

**HERMETYCZNE SYSTEMY  
PODCIŚNIENIOWEGO TRANSPORTU  
MATERIAŁÓW SYPKICH**

**PIAB**

Innovators in  
Vacuum Technology



**Bovin**

81-327 Gdynia, ul. Wolności 20  
tel./fax: (0-58) 621-98-24, 621-99-64  
<http://www.bovin.com.pl>  
[piab@bovin.com.pl](mailto:piab@bovin.com.pl)

wanego przed kilku laty przez dra Wilfrieda Stolla, współwłaściciela firmy Festo w Niemczech i Austrii. W programie studiów C-MBA EM przewidziano udział wszystkich uczestników w tygodniowej praktyce w Centrum Treningu i Edukacji w Rohrbach w Niemczech.

**Nowa oferta firmy Wimtec**

Informujemy, że z początkiem maja 2001 roku uległa zmianie oferta handlowa firmy Wimtec, która obecnie ma zaszczyt reprezentować firmę Ingersoll-Rand, światowego lidera w produkcji urządzeń przemysłowych. Z jej szerokiego zakresu produkcji oferuje, na zasadzie wyłączności, następujące urządzenia:

- sprężarki tłokowe: olejowe i bezolejowe, wysokociśnieniowe;
- sprężarki śrubowe: olejowe, bezolejowe (do 350 kW);
- sprężarki odśrodkowe, bezolejowe 74-3740 kW;
- osuszacze ziębnicze i adsorpcyjne w szerokim zakresie wydajności;
- elementy systemu sprężonego powietrza: filtry i separatory, chłodnice powietrza i odwadniacze;
- oryginalne części zamienne i autoryzowany serwis techniczny.

Oferowane urządzenia posiadają europejski znak jakości CE.

Doświadczenie i wiedza personelu firmy Wimtec oraz ponad 100-letnia tradycja i doświadczenie firmy Ingersoll-Rand, niekwestionowanego światowego lidera w produkcji sprężarek, są do dyspozycji Klientów. Wszystkie osoby zainteresowane nową ofertą w zakresie technologii sprężania powietrza i innych gazów mogą składać zapytania ofertowe. Reklama firmy Wimtec na str. 13.

**Działalność badawczo-wdrożeniowa w OBREiUP**

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach sukcesywnie prowadzi działalność badawczo-wdrożeniową, efektem której są nowatorskie rozwiązania konstrukcyjne i technologie wykonania elementów pneumatyki, odpowiadające światowym standardom.



W tym roku OBREiUP proponuje nowy krajowy produkt w zakresie minisiłowników. Specjaliści ośrodka opracowali i wdrożyli do praktycznego stosowania własną, innowacyjną technologię łączenia pokryw z tuleją, tzw. metodą obciskania, gwarantującą wysoką trwałość i całkowitą szczelność, bez stosowania dodatkowych elementów uszczelniających. W ofercie handlowej ośrodka znajdują się już siłowniki pneumatyczne „obciskane” o średnicach D12÷D25, w różnych wariantach: jedno- i dwustronnego działania, z dwustronnym tłoczyskiem, z sygnalizacją położenia tłoka, z amortyzacją lub bez.

**Dokładny pomiar sprężonego powietrza**

Na tegorocznych Targach Hanowerskich „Binder Engineering” zaprezentował po raz pierwszy unowocześnioną wersję znanych przyrządów do pomiaru ilości sprężonego powietrza. Termiczna zasada pomiaru umożliwia dokładne ustalenie zużycia sprężonego powietrza nawet przy du-

żych przekrojach i małym przepływie. W odróżnieniu od innych urządzeń COMBIMASS III daje bardzo małe opory przepływu. Tym samym pełna moc sprężarek może być wykorzystana do wytworzenia sprężonego powietrza i nie powstają żadne dodatkowe straty energii. Dzięki dokładnemu określeniu zużycia sprężonego powietrza za pomocą układów COMBIMASS III można precyzyjnie zaprojektować i zoptymalizować urządzenia do zaopatrywania zakładów przemysłowych w sprężone powietrze. Z góry już wyklucza się niepotrzebne koszty inwestycyjne, wynikające np. ze zbyt dużej rezerwy mocy sprężarek.

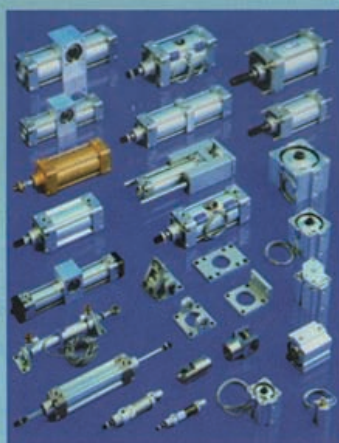


Podczas eksploatacji urządzeń wytwarzających sprężone powietrze duża część kosztów może powstawać na skutek nieszczelności. Dzięki dokładnemu zapisowi przez COMBIMASS III danych dotyczących zużycia bardzo szybko można wykryć takie wady układu zasilania i usunąć je. Unika się wtedy wysokich kosztów związanych z bezużytecznie uchodzącym sprężonym powietrzem, gdyż pozostaje ono w dyspozycji. Do wykrywania nieszczelności służą przenośne urządzenia serii COMBIMASS III. W razie potrzeby można ich użyć w dodatkowo przygotowanych miejscach pomiarowych sieci zasilającej. Czujnik można łatwo włączyć w przewód, nie przerywając dostawy sprę-

żonego powietrza. Rozwiązanie to jest bardziej przydatne i elastyczniejsze niż instalacja dodatkowych, stacjonarnych układów pomiarowych. Wszystkie urządzenia serii COMBIMASS III są przed sprzedażą cechowane w warunkach przemysłowych we własnym, technicznym dziale CAMASS. Dzięki temu zapewniony jest dokładny i powtarzalny pomiar zużycia sprężonego powietrza. We wszystkich metodach pomiaru ważne dla jego dokładności są zawsze wystarczająco długie odcinki dopływu i odpływu. Jeżeli takie nie istnieją, zaleca się wbudowanie prostownicy strumienia VORTAB, która na bardzo krótkim odcinku ustala równomierny profil przepływu, nie zwiększając strat ciśnienia. W połączeniu z niewrażliwą na zanieczyszczenia prostownicą strumienia VORTAB układy COMBIMASS III umożliwiają precyzyjny pomiar zużycia sprężonego powietrza nawet w skomplikowanych miejscach instalacji sprężonego powietrza.

### Wielofunkcyjna jednostka próżniowa

Ten, kto przenosi elementy „za pomocą próżni”, używa zwykle więcej niż jednej przyssawki, by mieć pewność, że chwyt będzie skuteczny. Instalacja próżniowa ma jednak tę cechę, że próżnia zanika, gdy tylko w jednym lub kilku miejscach dostanie się ciśnienie atmosferyczne. Gdy na którejś przyssawce powstanie nieszczelność, prowadzi to w praktyce do odpadnięcia elementu i zatrzymania maszyny. Dlatego eźektorowa pompa próżniowa MI-E-8/40 posiada osiem niezależnych obwodów próżniowych, by zapewnić niezawodność ruchu. Obwody te są ponadto kontrolowane przez wy-



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

## Centrum Produkcyjne Pneumatyki

### „PREMA” Spółka Akcyjna

Największy polski producent elementów pneumatyki siłowej i sterującej.

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



**INWET**

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji  
Spółka Akcyjna



## TECHNOLOGIE MATERIAŁÓW SYPKICH

POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE  
Przedstawicielstwo TRIDELTA SIPERM GmbH

41 - 500 Chorzów, ul. Zgrzebnicka 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](mailto:inwet@inwet.chorzow.pl)

**CC**  
**CAMOZZI**

elementy pneumatyki

**Clippard**  
**Minimatic**

elementy pneumatyki

**CKD**

elementy pneumatyki

**HITEMA**osuszacze powietrza  
filtry**P** **PARISE**  
COMPRESSORI

sprężarki powietrza

**GAST**sprężarki, mikropompki  
silniki pneumatyczne**SEOH**

dmuchawy membranowe

**ACE**

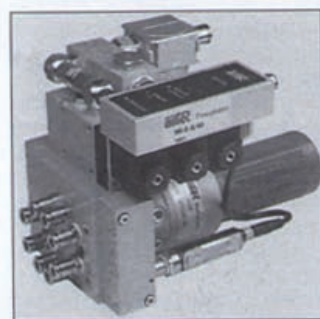
amortyzatory przemysłowe

**Bansbach**

sprężyny gazowe

**DEUBLIN**złącza obrotowe  
wały rozprężne**BIBUS MENOS**<http://www.bimen.com.pl>**BIBUS MENOS Sp. z o.o.**81-341 **GDYNIA**  
ul. Tadeusza Wendy 7/9  
tel. 058/ 660 95 70  
fax: 058/ 661 71 32  
e-mail: [bimen@bimen.com.pl](mailto:bimen@bimen.com.pl)**Biuro Regionalne**  
60-184 **POZNAŃ**  
ul. Młaskowska 4  
tel. 061/ 868 11 04  
fax: 061/ 868 11 06**NOWOŚCI TECHNICZNE**

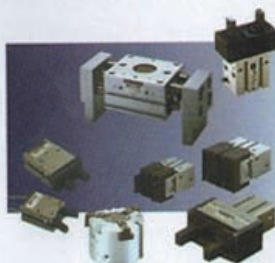
łącznik ciśnieniowy, sygnalizujący w układzie sterowniczym, że elementy są pewnie trzymane. Ten wyłącznik ciśnieniowy jest również używany do włączenia układu oszczędzają-



cego powietrze. Dla użytkownika oznacza to najwyższą niezawodność ruchu przy najniższych kosztach eksploatacji. Cechy te wraz z włączonymi w każdy obwód elementami do filtrowania powietrza składają się na wielofunkcyjną jednostkę o najwyższej niezawodności działania i łatwym uruchamianiu oraz poprawionych cechach ekologicznych. W wielu zastosowaniach próżnia jest niezastąpionym nośnikiem energii.

**MH – równoległe i kątowe chwytaki SMC dostępne w wielu wariantach**

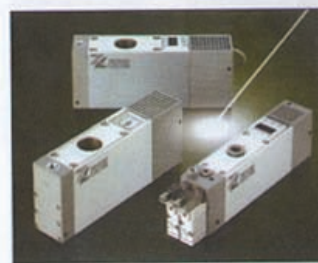
Stosowane są do szerokiego spektrum obciążeń, o wielkościach nominalnych od  $\phi$  6 mm do  $\phi$  125 mm.



Sygnalizacja otwarcia lub zamknięcia chwytaka realizowana jest poprzez standardowe czujniki położenia.

**Generatory próżni typu ZL**

Produkowane są przez firmę SMC w dwóch wielkościach: 100 NI/min lub 200 NI/min. Charakteryzują się



niewielkim zużyciem powietrza, trzystopniową realizacją procesu wytwarzania próżni, w wersji standardowej wyposażone w manometr lub przełącznik ciśnienia (próżni).

**PNEU ALPHA**

Elektroniczny sterownik-programator o różnorodnym zastosowaniu jest przyjazny i prosty w programowaniu, realizowanym bezpośrednio



na urządzeniu lub na przyłączonym PC. Charakteryzuje się 12 wejściami i 8 wyjściami oraz, w zależności od wersji, modułami przyłączeń ASIInterface oraz wyspy zaworowej.

**Przełącznik ciśnienia (próżni) ISE/ZSE40**

Konstrukcja „high-tech” firmy SMC, przełącznik



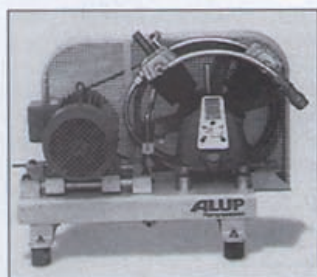


z monitorem ekranowym oraz przyciskami typu „soft-touch”, dostępny w 3 wariantach: ciśnieniowym, próżniowym lub ciśnieniowo-próżniowym. Wyjście 1×analogowe i 2×PNP lub NPN. IP65 w standardzie. Szeroka gama modyfikacji.

### Doprężacz

Tylko wytwarzanie sprężonego powietrza „na miarę” daje szansę osiągnięcia właściwych efektów ekonomicznych. Jednak „na miarę” dotyczy nie tylko jakości sprężonego powietrza i jego ilości, lecz przede wszystkim jego ciśnienia. To rzeczywiście najwyższe ciśnienie decyduje w zasadzie o tym, czy sprężone powietrze jest istotnie ekonomicznie produkowane. Do najwyższego ciśnienia można stosować tylko zasadę „nie wyższe niż konieczne”, gdyż już 1 bar więcej niż konieczne zwiększa koszty o 6 do 7% energii elektrycznej. Ale co robić, gdy dla 80% potrzebnego sprężonego powietrza wystarcza maksymalne ciśnienie 8 bar, a dla pozostałych 20% potrzebne jest ciśnienie 11 bar? Do wyboru są wtedy dwie możliwości: albo wytwarza się całą ilość sprężonego powietrza o maksymalnym ciśnieniu 11 bar, godząc się na wytwarzanie 80% całej ilości o za wysokim o 3 bar ciśnieniu, a więc drożej o 18 do 24%, albo przyjmie się korzystniejszy cenowo sposób, produkując 80% potrzebnego powietrza o maks. ciśnieniu 8 bar. Częściowy strumień pozostałych 20% powietrza jest wtedy dodatkowo sprężany końcową sprężarką do wymaganego wyższego ciśnienia. Zaleca się ten sposób, tym bardziej im większa jest podana w przykładzie różnica ciśnień (powietrze może być

sprężane nawet do 40 bar). ALUP, wiodący niemiecki producent sprężarek, proponuje w takim przypadku tzw. boostery czyli doprężacze. Te, stosowane jako końcowe sprężarki, zasilają wstępnie sprężone do maks. ciśnienia 10 bar powietrze z istniejącej sieci sprężonego powietrza i sprężają je ponownie dożądanego wyższego ciśnienia końcowego, maksymalnie do 40 bar. Przebiega to niezawodnie i ekonomicznie. Stosując właściwie dobraną sprężarkę końcową, można w wielu przypadkach uniknąć inwestowania we własną sieć



wysokociśnieniowego sprężonego powietrza lub oddzielną, lokalną sprężarkownię. Sprężarki Alup są przewidziane do maksymalnych wstępnych ciśnień 5 do 10 bar i maksymalnych końcowych ciśnień do 40 bar (wydajności np. przy ciśnieniu końcowym 15 bar: 0,44 do 2,59 m<sup>3</sup>/min, przy ciśnieniu końcowym 40 bar: 0,48 do 2,3 m<sup>3</sup>/min). Te wolnoobrotowe, chłodzone powietrzem sprężarki napędzane są poprzez paski klinowe. Modele dwucylindrowe pracują do 600 obr/min, trzycylindrowe – do 860 obr/min. Wytwarzania sprężonego powietrza „na miarę” nie uzyskuje się seryjnie, gdyż każde warunki produkcyjne wymagają osobnej koncepcji. Dopiero staranna analiza indywidualnych potrzeb przez kompetentnych fachowców prowadzi do optymalnej koncepcji wytwarzania sprężonego powietrza.

# sprężarki powietrza



## ALUP Kompressoren

Sprężarki śrubowe o ciśnieniach roboczych od 4 do 15 bar i wydajnościach od 0.4 do 70 m<sup>3</sup>/min.

TAROPAK 2001  
pawilon 26PA, stoisko 12



### 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: [kompres@kompres.com.pl](mailto:kompres@kompres.com.pl)

[www.kompres.com.pl](http://www.kompres.com.pl)



# KATOWICE

MIĘDZYNARODOWE TARGI GÓRNICWA,  
ENERGETYKI, METALURGII I CHEMII

# 4-7.09.2001

#### Górnictwo

- maszyny i urządzenia dla górnictwa,
- maszyny i urządzenia do mechanicznej i chemicznej przeróbki węgla,
- transport podziemny,
- urządzenia zabezpieczające,
- pneumatyka, hydraulika, automatyka,
- kompletne obiekty górnicze,
- oferta przedsiębiorstw budownictwa górnictwa,
- opracowania naukowo-badawcze, know-how,
- ochrona środowiska w górnictwie,
- ochrona i bezpieczeństwo pracy,

#### Metalurgia

- surowce dla hutnictwa żelaza i stali,
- surowce dla metalurgii metali nieżelaznych,
- maszyny i urządzenia hutnicze i odlewnicze,
- wyroby hutnicze z żelaza, stali i metali nieżelaznych,
- maszyny i urządzenia koksownicze,
- systemy automatyki i sterowania,

#### Energetyka

- wytwórcze urządzenia energetyczne,
- urządzenia rozdzielcze i przesyłowe,
- automatyka,

#### Chemia

- Kompleksne linie i obiekty technologiczne,
- maszyny i urządzenia przemysłu chemicznego,
- armatura i aparatura chemiczna,
- projektowanie zakładów przemysłu chemicznego,

IMPREZY TOWARZYSZĄCE:  
„Polska nauka dla przemysłu  
górnictwa na świecie”  
„Zmieniamy polski przemysł”

PATRONAT MEDALNY

**NOWY PRZEMISŁ**



MIĘDZYNARODOWE TARGI

KATOWICKIE Sp. z o.o.

40-956 Katowice, ul. Błotkowska 1b

tel.: (032) 78 99 194, 78 99 304,

fax: (032) 254 02 27, 258 89 19

e-mail: info@mitk.katowice.pl

JESTEŚMY ZAINTERESOWANI UDZIAŁEM W TARGACH MATERIAŁY  
AKWIZYCYJNE PROSIMY PRZESYLAĆ NA ADRES:

Firma .....

Adres .....

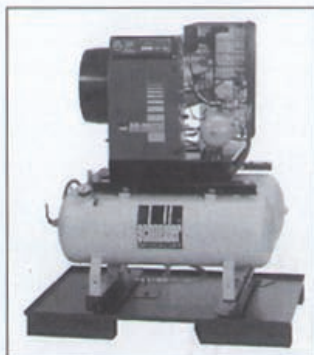
Tel. .... Fax .....



## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Sprężarka na bliźniaczych zbiornikach

Ten pomysł konstrukcji zrealizowała ostatnio firma Schneider Druckluft w czterech sprężarkach tłokowych i trzech śrubowych. Oprócz dwóch 90-litrowych bliźniaczych zbiorników wszystkie sprężarki posiadają zwartą budowę i są osadzone na małej płycie podstawy



standardowej palety. Ułatwia to transport i ustawienie. Agregat sprężarkowy i zbiorniki są złączone i gotowe do podłączenia. Zbiorniki zabezpiecza przed korozją wewnętrzną, wypalana warstwa ochronna. Duża trwałość jest udokumentowana dziesięcioletnią gwarancją na przedrzewienie. Uniwersalne sprężarki tłokowe są wykonane jako agregaty dwucylindrowe o dwustopniowym sprężaniu. Zwiększa to wydajność i zapewnia bardzo wysoką sprawność. Sprężarki mają małe obroty, co redukuje drgania i oszczędza elementy. Duże koło wentylatora zapewnia optymalne chłodzenie. Obniża to temperaturę pracy i zwiększa żywotność. Chłodnice pośrednia i końcowa szybko schładzają wytworzone sprężone powietrze. Kondensat jest wcześniej odprowadzany, co chroni podłączone odbiorniki. Agregaty wyposażone są w elektroniczną kontrolę poziomu

oleju, licznik godzin pracy oraz w wyłącznik ciśnieniowy potrzebny do zautomatyzowanej pracy, ochronę silnika, zawór bezpieczeństwa, zawór odciążający, zawór zwrotny, kurek spustu kondensatu i zawór kulowy ułatwia montaż i rozruch. Wyciszające szum elementy tłumiące. Stosuje się je celowo tam, gdzie sprężarki nie można ustawić w osobnym pomieszczeniu. Sprężarki wytwarzają ciśnienia do 10 bar i mają wydajność od 385 do 515 l/min. Sprężarki śrubowe Air-Master, jako zwarte agregaty wraz z zamontowanymi, gotowymi do podłączenia zbiornikami ciśnieniowymi, zapewniają optymalne zaopatrzenie w sprężone powietrze przy stałym zużyciu powietrza. Sprężarka śrubowa jest przewidziana do pracy ciągłej w przeciwieństwie do sprężarki tłokowej, dostosowanej do pracy przerywanej. Sprężarka śrubowa może zatem zastąpić sprężarkę tłokową o większej wydajności, oszczędza energię i redukuje szumy. Tylko 64 dB(A) przy 1450 obr/min pozwalają na ustawienie sprężarki bezpośrednio w warsztacie. Niskie obroty powodują niewielkie zużycie. Sprężarki śrubowe wytwarzają ciśnienia do 10 bar i wydajności od 415 do 930 l/min.

### Bezsmarowy, 180 W silnik pneumatyczny „Clean”

Wbudować, oszczędzać energię i nie myśleć już o silniku. To pragnienie użytkowników zaspokaja nowy, pneumatyczny, silnik „Clean” oddziału Elektronarzędzia firmy Robert Bosch GmbH. Silnik można stosować do różnych napędów – od wrzeciona wiertarki poprzez mieszadła do wielokrotnej wkrętarki. Oddawana



kompensator osiowy i uchwyt z tuleją zaciskową średnicy sześciu milimetrów. Stosując kołnierz montażowy, użytkownik może z łatwością wbudować silnik o mocy 180 W w inne maszyny.

przez niego moc wynosi 180 W, a obroty do 5400 1/min. Zakres momentu obrotowego wynosi od 1 do 7,7 Nm. Użytkownik może sobie wybrać silnik spośród wielu długości w zakresie od 141 do 174 mm przy niezmiennym średnicy 33 mm. Najcięższy silnik waży tylko 0,68 kg. Nazwa „Clean” oznacza „Consumption Optimized Lubrication Free Ergonomic Air Tool with Noise Reduction”. Zgodnie z tym założeniem Bosch ponownie obniżył zużycie sprężonego powietrza w stosunku do poprzedniego modelu. W porównaniu z popularnymi modelami silnik „Clean” daje ponad 33% oszczędności kosztów sprężonego powietrza.

Silnik pneumatyczny pracuje bezolejowo, odpadają więc koszty stosowanego na ogół oleju, a dzięki zredukowanemu czasowi obsługi większa jest dyspozycyjność silnika. Bezolejowe powietrze odlotowe i zredukowane poniżej 70 dB(A) szumy przyczyniają się do zmniejszenia uciążliwości warunków pracy. Modułowa budowa i bogate wyposażenie umożliwia różnorakie zastosowanie wbudowywanych silników 180 W. Na wałku zdawczym Bosch proponuje standardowo gwint 3/8 cala lub jako opcję wpust pasowany na wałku 10 lub 12 mm średnicy bądź też końcówkę kwadratową. Te różne rozwiązania umożliwiają właściwy dobór końcówki zdawczej silnika do napędzanej maszyny. Do wyposażenia należą także uchwyt szybkozmienny,

### **Energooszczędna sprężarka typ VS 10**

Aby zmniejszyć koszty energii, również w zakresie niskich mocy od 4 do 7 kW Gardner Denver rozszerza, wg własnej informacji, znany typoszereg VS o najmniejszą „prawdziwą” sprężarkę świata, posiadającą zmienną regulację obrotów. Dzięki



zwartej budowie energooszczędna sprężarka VS 10 wymaga małej powierzchni do ustawienia, a wykorzystując siłę ciężarową, zapewnia optymalne napięcie pasków. Cały typoszereg VS bazuje na falownikach (przebiegach częstotliwości), które dokładnie dopasowują zużycie energii do aktualnie wytwarzanej ilości sprężonego powietrza. Dzięki zmiennemu od 30 do 100% zakresowi obrotów elementu sprężającego, typoszereg VS najprędzej dostosowuje się do wahań sprężonego powietrza. Każdy użytkownik może (jako opcję), wyposażyć dowolną sprężarkę VS w zblokowany z nią osuszacz.

# **Rexroth** Bosch Group



## **PEŁNY PROGRAM PNEUMATYKI**

Ponadto w ofercie:

- systemy profili aluminiowych,
- systemy montażu,
- systemy transportowe,
- automatyka,
- linie technologiczne
- roboty przemysłowe

Dokumentację techniczną w formie katalogów oraz na nośnikach CD wysyłamy nieodpłatnie!!!

### **AUTOMATIONSTECHNIK**

Spółka z o.o.

30-363 Kraków, ul. Rzemieślnicza 1

Tel.: 012/263 77 55, 263 77 90

Fax.: 012/263 77 56

e-mail: [pneumatyka@boschat.com.pl](mailto:pneumatyka@boschat.com.pl)

[www.boschat.com.pl](http://www.boschat.com.pl)

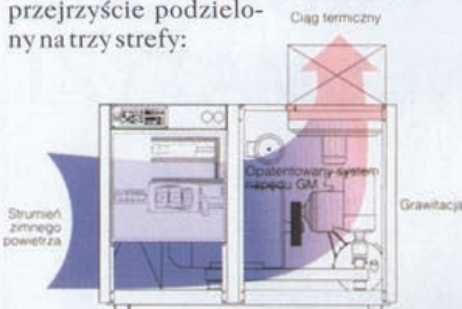
**Przedstawiciel w Polsce  
firmy Bosch Rexroth AG**

# BOGE KOMPRESSOREN

## 10 argumentów za stosowaniem sprężarek śrubowych

### Przejrzysty, łatwy montaż

Wszystkie sprężarki śrubowe BOGE odznaczają się konsekwentną budową modułową z wykorzystaniem praw fizyki, dzięki czemu urządzenia mają ergonomiczną budowę. Układ jest przejrzysty podzielony na trzy strefy:



- strefa zasilania – wlot zimnego powietrza i zasilanie elektryczne;
- strefa sprężania;
- strefa wydmuchu sprężonego powietrza – samowystarczalny układ chłodzący.

### Stopień sprężania BOGE

Dzięki współpracy z wybitnymi dostawcami i użyciu do produkcji wyłącznie nowoczesnych, bardzo



dokładnych maszyn, z zachowaniem minimalnej tolerancji, urządzenia BOGE posiadają najlepszy możliwy obecnie do uzyskania stopień sprężania z jednoczesnym wykorzystaniem optymalnych zakresów prędkości. Bezpośredni montaż stopnia sprężania na kombinacji zbiornika sprężonego powietrza i olejowego umożliwia eksploatację sprężarki bez węzy połączeniowych.



### Opatentowany system napędu GM

We wszystkich przekładniach pasowych sprężarek śrubowych

BOGE zastosowano opatentowany system napędu GM. Dzięki temu w każdym momencie pasek klinowy jest napinany ze stałą siłą.

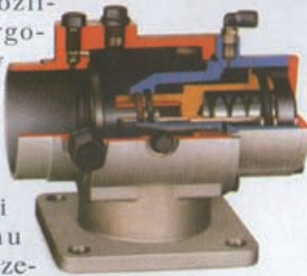
### Innowacyjny układ wytrącania oleju

Podstawowym elementem w systemie wytrącania oleju jest leżący zbiornik separatora oleju, z zamontowanym bezpośrednio na nim wkładem do wytrącania oleju. Dzięki takiemu rozwiązaniu osiąga się wytrącanie oleju praktycznie bez strat ciśnienia, a pozostałość oleju w sprężonym powietrzu w każdym momencie pracy sprężarki utrzymuje się na stałym poziomie i wynosi tylko 1-3 mg/m<sup>3</sup>.



### Wielofunkcyjny regulator ssania

Sprężarki śrubowe wszystkich generacji są wyposażone w wielofunkcyjny regulator ssania. Regulator zamyka absolutnie hermetycznie i umożliwia wystąpienie pary olejowej. Umożliwia energooszczędny bezobciążeniowy rozruch sprężarki. Dzięki własnemu zabezpieczeniu regulator zamyka się automatycznie w wypadku wystąpienia zakłóceń.



### ARS – system sterowania i kontroli

Sterowanie ARS reguluje dynamicznie wszystkie sprężarki śrubowe BOGE. Za pomocą mikroprocesora przewidywany jest bieg jałowy i praca pod obciążeniem. ARS dąży zawsze do energooszczędnej eksploatacji, uwzględniając dopusz-



czalne obciążenie silnika. System ARS uzupełnia całą gamę pojedynczych opcji.

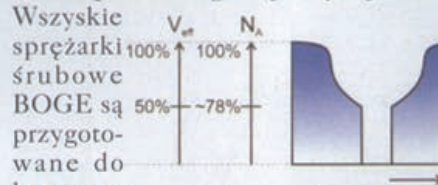
### Wspaniałe wytłumienie – izolacja dźwiękowa

Osłona wyciszająca wykonana jest ze stabilnej powlekaneylonemmaty z włókna mineralnego.



### Bezstopniowa regulacja wydajności

Wszystkie sprężarki śrubowe BOGE są przygotowane do bezstopniowej regulacji wydajności.



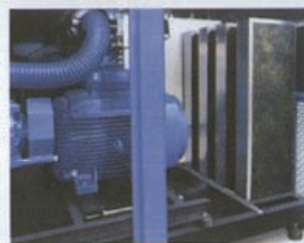
### Szczelna wanna zbiorcza

Z wszystkich stron uszczelniona rama podstawy służy jako zbiorcza wanna na wszelkie płyny i ciecze.



### Montaż na miejscu pracy

Seryjne wyposażenie w wytłumioną obudowę, przez którą chłodzące powietrze dociera w osłonę tłumiącą i rozdzielanie ramy podstawy od podstawy sprężarki dopuszcza jej montaż bez fundamentu.



Artykuł promocyjny  
BEKO Kompressoren

**KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ**



**Ingersoll-Rand**

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

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

**SPRĘŻARKI** olejowe i bezolejowe – tłokowe, śrubowe i odśrodkowe

oraz urządzenia towarzyszące:

**CHŁODNICE, OSUSZACZE, FILTRY I SEPARATORY**



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



**wimtec**

*z energią do przodu*

Wyłączny **INGERSOLL-RAND®** Przedstawiciel  
**AIR SOLUTIONS**

Biuro: 00-871 Warszawa, ul. Żelazna 76/62  
el.: (022) 652 11 55 · faks: (022) 654 74 08  
e-mail: wimtec@qdn.net.pl · www.wimtec.pl

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

# Metal Work – jakość z pierwszej ręki

Metal Work jest włoską firmą specjalizującą się w produkcji oraz dystrybucji elementów i urządzeń stosowanych w instalacjach pneumatycznych. Firma została założona w 1967 roku jako producent elementów złącznych do pneumatyki. Od tego czasu Metal Work konsekwentnie rozszerzała swój program produkcyjny oraz strukturę, stając się jedną z wiodących firm w branży.

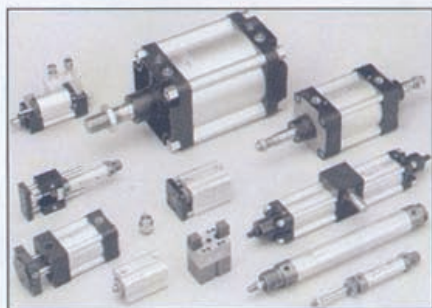
**W** 1992 roku Metal Work uzyskał certyfikat dla Systemu Zarządzania Jakością ISO 9001, a w roku 2000 certyfikat dla Systemu Zarządzania Środowiskowego ISO 14001. Produkty firmy są rozprowadzane przez 36 filii na całym świecie (m.in. w USA, Danii, Niemczech, Szwecji, Francji itd.), zapewniających obsługę klienta przed i po sprzedaży. Dobra organizacja firmy i wysoka jakość produktów są podstawą silnej pozycji Metal Work na rynku międzynarodowym.

Z dniem 1 lipca br. rozpoczęło pracę przedstawicielstwo na Polskę – Metal Work Polska sp. z o.o. z siedzibą w Poznaniu.

W ofercie firmy Metal Work Polska znajduje się pięć głównych grup towarowych, które po kolei omówimy.

## Siłowniki

Siłowniki różnych typów o zakresie średnic tłoków od 6 do 200 mm. Między innymi siłowniki znormalizowane (wg ISO 6432, ISO 6431 VDMA), siłowniki cylindryczne (seria RNDC), siłowniki Compact i krótkoskokowe (seria CMPC), beztłoczkowe napędy liniowe, mikrosiłowniki (seria CRTC) itd.



Dzięki kompletnej ofercie akcesoriów do siłowników oraz wielu wersjom ich wykonania możliwe jest zaproponowanie optymalnego rozwiązania do każdego zastosowania. We wszystkich siłownikach firmy Metal Work możliwa jest (oprócz serii CRTC) bezstykowa sygnalizacja położenia za pomocą czujników kontaktronowych lub elektronicznych.



Fot. 1 Stoisko firmy Metal Work na 73. Międzynarodowych Targach Poznańskich

## Zawory

Spośród zaworów oferowanych przez Metal Work można wyróżnić sześć zasadniczych grup:

- Seria VME – 1 – minizawory z wbudowanymi złączami wtykowymi f4, w wersjach 3/2 NO/NC, o sterowaniu ręcznym lub mechanicznym.



- Seria 70 – zawory ze złączkami oraz do płyt przyłączeniowych, z przyłączami 1/8", 1/4" oraz 1/2", w wersjach 3/2, 5/2 oraz 5/3. Dostępne rodzaje sterowania: ręczne, mechaniczne, pneumatyczne oraz elektryczne.
- Zawory ISO – ze znormalizowanymi przyłączami wg ISO 5599/1, w rozmiarach ISO 1 oraz ISO 2, w wersjach 5/2 oraz 5/3. Dostępne rodzaje sterowania: pneumatyczne lub elektryczne.
- Seria MACH – rodzina zaworów rozdzielających o małych gabarytach oraz o wysokiej wartości przepływu nominalnego. Do zastosowania jako pojedyncze zawory, do montażu w zestawach lub na wyspach zaworowych.
- Seria PIV, oraz CNOMO 060580 – zawory sterowane bezpośrednio elektrycznie, charakteryzujące się małymi gabarytami, dużą żywotnością oraz niskim poborem mocy, zalecane do zastosowań wymagających szybkich oraz czystych przesterowań.

- **MULTIMACH** – najnowsza generacja wysp zaworowych firmy Metal Work charakteryzującą się budową modułową. Zawory posiadają wbudowane złącza wtykowe. Pojedyncze zawory dostępne w trzech rozmiarach f4, 6 oraz 8 mm. Istnieje możliwość zamontowania zaworów o różnych rozmiarach.



*Fig. 1. Sprężarka bezolejowa do zastosowania GHP Band*

tych elementów nie zawsze są wypełnione możliwe. W zmontowanym zespole może się zdarzyć niekorzystna kombinacja elementów, przy której

niektóre z nich kumulują trudności. Na początkowym etapie osiągnięte właściwości rezultatów była niewystarczająca przez czynniki: słabą stabilność termiczną. Po wielu latach udoskonalen metoda ta jest stosowana przez różnych producentów i dożyje ciekawym. Jednak poprawę efektywności pracy

przez które może przedstawić wchodzące i sprężane powietrze, wysokie wymagania odnośnie jakości wykonania wirników i budowy tych sprężarek, których wirniki stale opływany przez media smagłe lub chłodzące, szczelny podzespół współpracujących elementów do pewnego stopnia przez to media uszczelniane.

# Świat Pneumatyki



[www.comprot.com.pl](http://www.comprot.com.pl)

**MAJ 2001**

Internetowy Salon Obsługi  
Handlowo-Technicznej

www



[www.comprot.com.pl](http://www.comprot.com.pl)  
POŁĄCZ SIĘ Z NAMI





uzyskuje się zazwyczaj kosztem zwiększonego ryzyka, że przypadkowy, nawet lekki kontakt współpracujących elementów doprowadzi do uszkodzenia warstwy pokrycia, a w konsekwencji – do awarii całego zespołu.

### Badania nad powłokami

Od początku 1991 r. GHH-RAND prowadził systematyczne badania nad odpowiednimi powłokami we własnych laboratoriach i we współpracy z uniwersytetami (fot. 1). Wykonano szeroki program testów, porównując wszystkie rodzaje materiałów na pokrycia obecne na rynku, które mogły być brane pod uwagę do podobnego zastosowania.



Fot. 1 Stanowisko do testowania powłok na Uniwersytecie w Dortmundzie

Przeanalizowano wiele różnych produktów z całego świata i ponad 30 z nich wytypowano do dalszych badań.

W teście stabilności termicznej identyczne próbki, pokryte różnymi produktami, były poddane działaniu temperatur do 300°C przez 48 godzin. Przyczepność do podłoża była następnie wyznaczona zgodnie z normą DIN 53151 w „przekroju” teście adhezji. Ta ogólnie przyjęta metoda pozwala empirycznie wyznaczyć stopień związania warstwy z podłożem przy użyciu urządzenia przecinającego. Pozwala także ocenić kruchość i inne własności fizyczne materiałów pokrywających. Na podstawie wyników tego testu do dalszych badań zakwalifikowano 17 produktów.

W celu wyznaczenia odporności na korozję, próbki z badanymi powłokami były najpierw wygrzewane w temperaturze 270°C przez 48 godzin, a następnie w specjalnej komorze wystawione na działanie atmosfery z rozpylonym wodnym roztworem soli przez ponad 470 godzin (test zgodny z DIN 53167). Następnie oceniono (zgodnie z DIN ISO 4628/1-6) przegrzanie, stopień korozji, spękania, łuszczenie i przebarwie-



Rys. 2 Różne strefy kontaktu na profilu wirnika śrubowego

nia. Do dalszych testów wytypowano 11 produktów.

Podczas testów zużycia zachowanie poszczególnych powłok było oceniane przy użyciu dwóch rolek biegnących w przeciwnych kierunkach z różnymi prędkościami względem siebie, pod zdefiniowanym obciążeniem i przy temperaturze otoczenia ok. 150°C. Do dalszych testów przeszło 10 produktów.

Jak pokazano na rys. 2 test z rolkami uwzględnia tylko częściowo wymagania odporności na zużycie stawiane warstwie pokrycia. Na profilu wirnika śrubowego występują bowiem zarówno obszary kontaktu tocznego, jak i ślizgowego. Wybór najwłaściwszej powłoki oznacza kompromis pomiędzy jej odpornością na ścieranie, a odpornością na zmienne naciski. W wyniku kolejnych testów zaledwie 5 rodzajów materiałów uznano za nadające się do przeprowadzenia testów w prawdziwych sprężarkach.

Po testach termodynamicznych przeprowadzonych na sprężarkach jednostopniowych, jeden z produktów uznano ostatecznie za lepszy od po-

zostałych i stanowił on punkt wyjścia do opracowania nowego rodzaju pokrycia wirników śrubowych.

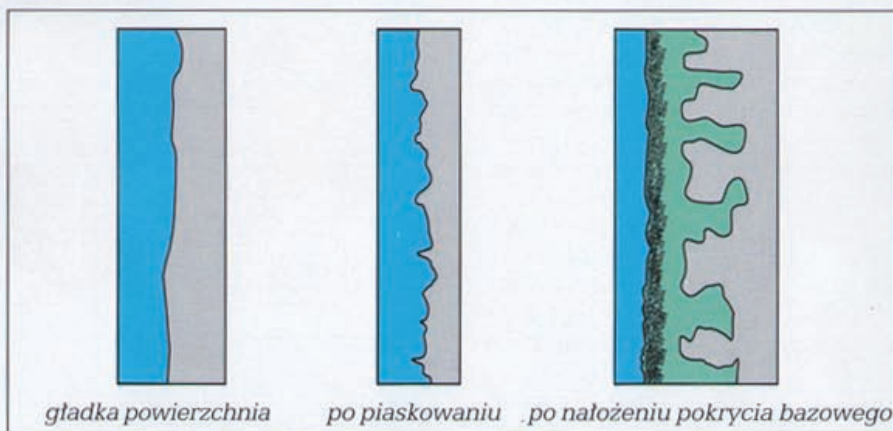
### ULTRACOAT najlepszy

Na początku 1995 r. we współpracy ze znanym wytwórcą i użytkownikiem powłok rozpoczęto prace nad nowym rodzajem materiału. W procesie stopniowego rozwoju i udoskonalania osiągnięto dzisiejszy system pokrycia o nazwie „ULTRACOAT”. Jest to system dwuwarstwowy składający się ze specjalnego pokrycia bazowego (rys. 3) pozwalającego uzyskać dobre spójnienie z podłożem i ostatecznego pokrycia wykonanego z wysokotemperaturowej żywicy zawierającej specjalny składnik poślizgowy.

Pokrycie to spełnia dwa podstawowe wymagania:

- Z jednej strony zapewnia bardzo skuteczną ochronę przed korozją nawet w ekstremalnych warunkach (ok. 300°C).
- Dodatkowo pokrycie to jest decydującym czynnikiem wpływającym na efektywność pracy sprężarki: redukuje temperaturę na wlocie powietrza, zwiększa przepływ, zmniejsza zużycie energii. Ubocznym efektem jest dopuszczalność wyższych temperatur powietrza na wejściu do stopnia sprężającego lub możliwość stosowania mniejszych chłodziw.

Podczas długotrwałych testów stopnia śrubowego w rzeczywistej sprężarce, trwających ponad 1000 godzin, ULTRACOAT okazał się być niezwykle trwałą powłoką wytrzymującą najróżniejsze warunki takie, jak para wodna pod ciśnieniem czy sztucznie generowane podwyższone temperatury (ok. 280°C). Termodynamiczny test kontrolny sprężarki przepro-



Rys. 3 Porównanie różnych stanów powierzchni przed nałożeniem powłoki. Przyczepność powłoki będzie największa do rozwiniętej powierzchni pokrycia bazowego



Fot. 2 Współrzędnościowa maszyna pomiarowa Leitz używana do pomiaru geometrii wirnika śrubowego po nałożeniu powłoki ULTRACOAT

wadzony przed próbami i powtórzony po ich zakończeniu wykazał, że nawet skrajnie ekstremalne warunki nie mają istotnego wpływu na system

pokrycia. Równoległe do tych prób prowadzone były próby z wieloma sprężarkami z tą samą wysokowytrzymałą powłoką zainstalowanymi w różnych miejscach na świecie i pracującymi w zupełnie innych warunkach. Rezultaty były równie pozytywne jak te uzyskane w ramach własnych badań firmy.

### Wyłącznie ULTRACOAT

Uwzględniając doskonale rezultaty wszystkich badań, w maju 1997 roku firma GHH-Rand zdecydowała się na stosowanie wyłącznie nowego materiału we wszystkich produkowanych przez siebie suchych sprężarkach śrubowych. Przygotowano urządzenia technologiczne zapewniające wysokojakościową produkcję seryjną. Pokrycie jest nakładane w zautomatyzowanym procesie złożonym z kilku etapów. Kontrola na każdym etapie procesu opiera się na szerokim zakresie pomiarów. Końcowa jakość pokrycia jest sprawdzana za pomocą maszyny współrzędnościowej Leitz (fot. 2).

### Szanowni Państwo!

Po długich i kosztownych próbach jesteśmy pewni, że oferujemy naszym klientom najlepszy na świecie system pokrycia dla sucho pracujących sprężarek, jakim jest ULTRACOAT. Używamy go do pokrycia profilu wirnika, powierzchni uszczelniających, otworów i pokryw. Zapewnia on wyjątkową efektywność i stałość parametrów naszych sprężarek bezolejowych.

Naszym celem jest zapewnienie naszym klientom możliwie najlepszego bezolejowego źródła sprężonego powietrza. Zamierzamy nadal udoskonalać nasz wysoko zaawansowany system pokrycia ULTRACOAT. Jest to najlepszy dostępny system dla śrubowych sprężarek suchych.

Artykuł promocyjny

GHH-Rand

Karl-Heinz Gilfrert, Dieter Hüttermann,  
Bernd Röhmgig, Reinhard Schüller

Tłumaczenie z j. angielskiego

Z. Chrapkiewicz



**Zapraszamy**  
do odwiedzenia nas na

**Międzynarodowych Targach**  
**Górnictwa, Energetyki,**  
**Metalurgii i Chemii**  
**w Katowicach**

w dniach 4-7 września 2001r.

**pawilon 1, stoisko 1138**

Wydawnictwo LEKTORIUM  
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72  
tel./fax (071) 373 52 32  
e-mail: info@lektorium.pl

# Na drogi i bezdroża... Kaeser Kompressoren

Wakacje, urlopy, wypadki za miasto – głównie te tematy zaprzętają latem nasze myśli. Jednak poruszając się po nadzwyczajnie pustych ulicach miast, drogach podmiejskich czy arteriach łączących regiony naszego kraju, możemy zauważyć, że nie wszyscy latem odpoczywają.

**G**romadki kolorowo poubiera-nych ludzi przy specjalistycznym sprzęcie uwijają się, aby zdążyć z wykonaniem swoich zadań przed końcem sezonu urlopowego, zanim drogi znów zapełnią się tłumem samochodów. Sezon budowlany w pełni i nie tylko drogowcy, ale też pracownicy sieci gazowych, wodociągowych, budowlani, górnicy i pracownicy telekomunikacji, mają pełne ręce roboty. W dużych zakładach przemysłowych, hutach i elektrowniach trwają remonty. Czasu na wykonanie tych zadań jest, jak zwykle, niewiele. Oprócz nieocenionych fachowców, do wykonania tych prac potrzebny jest najlepszy, niezawodny sprzęt, odporny na trudne warunki budowlane, kopalniane i inne. Innym atutem, który musi wyróżniać taki sprzęt, jest maksymalna prostota działania urządzenia i łatwa jego obsługa.

Niezwykłą trwałość swoich maszyn może zagwarantować klientom firma Kaeser Kompressoren, producent m.in. śrubowych sprężarek przewożnych z serii Mobilair. Ponad osiemdziesięcioletnia historia Kaeser Kompressoren i profesjonalna analiza potrzeb naszych klientów doprowadziła do powstania całej serii niezawodnych sprężarek o wydajności od 1,2 m<sup>3</sup>/min do 27 m<sup>3</sup>/min przy nadciśnieniu od 7 do 13 bar. Bloki śrubowe o profilu Sigma, które są produktem własnym Kaeser Kompressoren, napędzają silniki od małego benzynowego Briggs & Stratton 12 kW (jeden benzynowy silnik w całej ofercie) poprzez die-



Fot. 1 Najmniejszy w naszej ofercie Mobilair M12 – sprężarka zaprojektowana z myślą o zasilaniu urządzeń do wykonywania przecisków ziemnych (1,2 m<sup>3</sup>/min/7 bar)

selskie chłodzone wodą silniki firmy Kubota, Lombardini 27 kW i całą gamę wypróbowanych silników Deutz, od 20,7 do 74 kW, aż do silnika firmy Mercedes-Benz o mocy 174 kW. Wychodząc naprzeciw różnicowym potrzebom naszych klientów, w śrubowych przewoźnych sprężarkach Kaeser Kompressoren, o wydajności od 4 m<sup>3</sup>/min wzwyż, oferujemy różne opcje uzdatniania sprężonego powietrza. Tak więc możliwe jest uzyskanie powietrza technicznie czystego oraz osuszonego poprzez ochłodzenie i użycie separatora cyklonowego. Tak uzdatnione powietrze można ponownie podgrzać, co umożliwi pracę narzędzi w temperaturach ujemnych. W niektórych wypadkach powietrze wylotowe można

dotatkowo naolejać. Nie jest problemem uzyskanie jakości powietrza oddechowego, co jest istotne przy pracach związanych z piaskowaniem lub śrutowaniem do przewietrzania przyłbic lub kapturów ochronnych.

Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest zainstalowanie wewnątrz obudowy agregatu sprężarkowego generatorów o mocy 5, 6, 7, 12 i 20 kVA. Możliwość wykorzystania w tym samym cza-



Fot. 2 Średni rozmiar – Mobilair M42 – idealny dla dwóch młotów pneumatycznych (4,27 m<sup>3</sup>/min/7 bar)



Fot. 3 Tak wygląda M260 największa sprężarka w serii Mobilair (27 m<sup>3</sup>/min /7 bar)

sie dwóch funkcji Mobilaira z generatorem zmniejsza koszty zakupu dwóch oddzielnych urządzeń i usprawnia transport.

Dla tych, którzy mogą w czasie wykonywania robót budowlanych korzystać z energii elektrycznej, wyprodukowaliśmy trzy modele sprężarek przewoźnych z silnikami elektrycznymi

Wszystkie sprężarki przewoźne Mobilair charakteryzują się, jak na urządzenia tego typu, niskim poziomem hałasu. Dogodny dostęp do wszystkich elementów, łatwe i bezpieczne prowadzenie prac serwisowych, odporność na uszkodzenia to inne cechy, na które zwracano uwagę przy projektowaniu tych urządzeń.



Fot. 4 Nowość z Monachium – Mobilair M121 (11,5 m<sup>3</sup>/min/8 bar). Szczególnie dobrze widoczny jest wspaniały dostęp do wnętrza sprężarki

mi: 7,5; 22 i 30 kW. Dzięki zastosowaniu alternatywnego napędu dla sprężarek, możemy wyeliminować emisję spalin do otoczenia, znacznie obniżyć poziom hałasu i ułatwić obsługę, nie zajmując się dostarczaniem paliwa.

Wymiary i waga są tak dobrane, aby sprężarka o wydajności 7,1 m<sup>3</sup>/min mogła być ciągnięta przez samochód osobowy. Mobilairy są standardowo wyposażone w oświetlenie drogowe i przewód łączący z pojazdem. Zacze-

py holownicze przewidziano w różnych wersjach. W zależności od pojazdu ciągnącego jest to przegub kulowy lub zaczepy pierścieniowe. Uzupełnieniem tej bogatej oferty są narzędzia pneumatyczne – młoty i wiertarki skalne – w pełnej gamie od 2,6 kg do 28,5 kg. Oczywiście narzędzia dostarczane są z całą gamą odpowiednich końcówek roboczych. Nie zapomniano także o przewodach pneumatycznych, rozdzielaczach i różnego rodzaju olejach do narzędzi, silnika i bloku sprężarki.

Oczywiście oferta Kaeser Kompressoren jest stale wzbogacana i unowocześniana. W kwietniu na największych w Europie targach budowlanych Bauma 2001 w Monachium pokazaliśmy dwie nowe sprężarki przewoźne M121 i M220. Pierwsza z nich to duży krok w przyszłość sprężarek przewoźnych. Oprócz nowego typu bloku śrubowego zastosowano w niej najnowszy silnik firmy Deutz BF4M 2012C o mocy 88 kW chłodzony wodą. Sprężarka M220 z 6-cylindrowym Deutzem BF6M1013FC chłodzonym powietrzem trafia w zapotrzebowanie klientów na maszynę o wydajności 21,3 m<sup>3</sup>/min przy 8 bar.

Oddziały Kaeser Kompressoren w Polsce znajdują się w Warszawie, Krakowie, Poznaniu i we Wrocławiu. Serwis firmy Kaeser Kompressoren gwarantuje miłą i fachową obsługę klienta w ciągu 24 godzin od zgłoszenia awarii. Sieć magazynów ułatwia dostęp do oryginalnych części zamiennych i daje pewność szybkiej obsługi.

Czytelników zainteresowanych produktami firmy Kaeser Kompressoren zachęcamy do odwiedzenia naszej strony internetowej lub do kontaktu z naszym specjalistą ds. sprężarek przewoźnych.

Artykuł promocyjny  
Kaeser Kompressoren  
Robert Lesiński

www.kaeser.pl  
Kaeser Kompressoren  
ul. Taneczna 82  
02-829 Warszawa  
tel. (022) 644 86 65  
fax (022) 644 86 66  
Sprężarki przewoźne  
0502 359 644

# Zaufanie, które przynosi korzyści

## Osuszanie sprężonego powietrza w Hucie Miedzi Głogów

Huta Miedzi Głogów – Oddział KGHM Polska Miedź SA – obejmuje dwie huty: Głogów I i Głogów II, różniące się technologią przerobu koncentratów miedzi. Huta Miedzi Głogów I, wykorzystująca technologię pieców szybowych, została oddana do eksploatacji w 1971 roku. Huta Miedzi Głogów II, uruchomiona w 1978 roku, wykorzystuje nowoczesną, zmodyfikowaną technologię pieca zawieszinowego. Produktem finalnym obu hut jest miedź elektrolityczna w postaci katod o zawartości miedzi min. 99,95%.

**H**uta Miedzi Głogów prowadzi aktywną działalność proekologiczną. Około 50% całej powierzchni strefy ochronnej przeznaczone jest na zieleni, z czego większość stanowią lasy. Jednym z licznych przedsięwzięć proekologicznych jest m.in. uruchomienie w 1998 roku instalacji odsiarczania spalin oraz modernizacja technologii stapiania koncentratów miedzi w piecach szybowych. Na unowocześnienie procesów technologicznych drogą inwestycyjną huta w 1997 roku wydatkowała ponad 170 mln zł.

Rok 2000 był dla huty kolejnym etapem działań inwestycyjnych związanych ze wzrostem produkcji, obniżką kosztów produkcji oraz ochroną środowiska. Wybudowano odpylnięc za piecami anodowymi, wieżę absorpcyjną fabryki kwasu siarkowego oraz zmodernizowano wydział ołowiu. Dzięki tym inwestycjom huta miedzi należy do najczystszych hut na świecie. Spełnia wszystkie standardy wymagane przez Unię Europejską.

Tak znaczący postęp w tej dziedzinie został osiągnięty dzięki zastosowaniu szeregu nowoczesnych technologii, które wymagają wysokiej jakości mediów energetycznych, a w szczególności sprężonego powietrza.



Fot. 1 Dotychczasowa stacja osuszania sprężonego powietrza

Opisane powyżej inwestycje musiały uwzględniać budowę nowoczesnych stacji uzdatniania sprężonego powietrza, gdyż większość sprężarek i osuszaczy, a także instalacji sprężonego powietrza pamięta jeszcze początki istnienia huty miedzi.

### Przed modernizacją

Huta zasilana jest w sprężone powietrze z dwóch centralnych sprężarkowni, każda o wydajności kilkudziesięciu tys. Nm<sup>3</sup>/h, które wytwarzane jest przez sprężarki odśrodkowe o mocy 1,6 MW każda. Pierwsza, znajdująca się w elektrociepłowni, zabezpiecza w sprężone powietrze Hutę Miedzi Głogów I. Druga, mieszcząca się w kompresorowni BOC, zasila Hutę Miedzi Głogów II. Ponadto istnieje kilka lokalnych źródeł sprężonego powietrza, powstałych dla potrzeb konkretnych linii technologicznych. Istnieją więc dwie oddzielne, centralne sieci sprężonego powietrza połączone ze sobą w celu stuprocentowego zabezpieczenia w sprężone powietrze, gdyż w hucie nie może być mowy

o jakichkolwiek przerwach w dostarczaniu sprężonego powietrza.

Oprócz wymienionych źródeł sprężonego powietrza istnieją także stacje uzdatniania sprężonego powietrza, między innymi dla potrzeb filtrów odpylających, transportu i rozładunku pneumatycznego materiałów sypkich i AKPiA. Na terenie Huty Miedzi Głogów I w elektrociepłowni EC I od 1997r. pracuje stacja osuszania produkcji ultrafiltr, zaprojektowana wspólnie przez inżynierów obu firm. Stacja osuszania ultrafiltr zbudowana jest z dwóch równoległe połączonych systemów osuszania. Każdy składa się z chłodnicy i separatora cyklonowego oraz osuszacza adsorpcyjnego regenerowanego cieplnie typu HRE-MSD 3350 z filtrem wstępnym i końcowym, gwarantującego ciśnieniowy punkt rosy -40°C. Ponadto od 1995 roku w EC I pracuje druga, mniejsza stacja osuszania produkcji firmy „Hankison” zbudowana w analogiczny sposób, z tym że osuszacze te są regenerowane „na zimno”. Wysoki koszt eksploatacji tego typu osuszaczy adsorpcyjnych (przy przepływie

powyżej 1000 Nm<sup>3</sup>/h opłaca się stosować osuszacze regenerowane „na gorąco”) zdecydował, że w kolejnych inwestycjach ten rodzaj osuszaczy nie był brany pod uwagę.

W stacji dmuchaw na terenie Huty Miedzi Głogów I znajduje się druga stacja osuszania sprężonego powietrza, w której był zainstalowany osuszacz o wydajności 1200 Nm<sup>3</sup>/h. Analogiczny osuszacz pracował także w kompresorowni Huty Miedzi Głogów II. Właśnie te dwie stacje osuszania postanowiono zmodernizować tak, aby sprężone powietrze spełniało jakościowe i ilościowe wymagania nowoczesnych linii technologicznych na miarę XXI wieku. Modernizacja miała także na celu obniżenie kosztów eksploatacji osuszaczy pracujących już od ponad 20 lat. W przypadku osuszaczy adsorpcyjnych koszty eksploatacji to głównie koszty związane z regeneracją i chłodzeniem złoża. Osuszacze te regenerowane były gorącym powietrzem tłoczonym z zewnątrz przez dmuchawę o mocy 5 kW i podgrzewanym przez zespół grzałek o mocy 60 kW. Do chłodzenia złoża używano wody dostarczanej poprzez wmontowany w każdy zbiornik płaszcz wodny. Fakt ten zasługuje na uwagę, gdyż dzisiaj niejednokrotnie oferuje się osuszacze, które standardowo nie posiadają funkcji chłodzenia. W tego typu osuszaczach jest to bardzo ważne, ponieważ chłodzenie złoża pozwala uzyskać stabilny punkt rosy w ciągu całego cyklu adsorpcji. Koszty eksploatacyjne  $K$  jednego zdemontowanego osuszacza przedstawiają się następująco:

- wydajność nominalna: 1200 Nm<sup>3</sup>/h,
  - cena energii elektrycznej: 0,175 zł/kWh,
  - średni pobór mocy: 51,6 kW,
  - cena wody: 0,13 zł/m<sup>3</sup>,
  - zużycie wody do chłodzenia złoża: 10 m<sup>3</sup>/h,
- Koszt energii elektrycznej:  
 $K_e = 51,6 \text{ kW} \times 0,175 \text{ zł/kWh} = 9,03 \text{ zł/h}$   
 Koszt wody chłodzącej:  
 $K_w = 10 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,13 \text{ zł/m}^3 = 1,3 \text{ zł/h}$   
 Koszt regeneracji:  
 $K = K_e + K_w = 10,33 \text{ zł/h}$

**Roczny koszt eksploatacji: 90 490 zł.**

### Decyzja do końca przemysłana

Przygotowania do modernizacji obu stacji osuszania trwały prawie dwa lata. Wiosną 2000 roku wybrano ostatecz-



Fot. 2 Osuszacz adsorpcyjny ultrafiltr HRE 3500 z układem sterowania „ultraclean” wyposażony w filtr wstępny i końcowy

ny wariant modernizacji systemu osuszania sprężonego powietrza. Ogłoszony przetarg obejmował modernizację stacji osuszania sprężonego powietrza „pod klucz”, czyli demontaż istniejących osuszaczy i montaż nowych oraz przebudowę rurociągów i kolektorów zasilających. Wszystkie te prace musiały być wykonane na ruchu bez przerw w dostawie suchego sprężonego powietrza. Należy wspomnieć, że wcześniejszy wariant obejmował ponadto zabudowę „pod klucz” dmuchaw i sprężarek. Jednak po analizie ofert i doświadczeń w osuszaniu sprężonego powietrza z lat poprzednich, postanowiono rozdzielić tematycznie te zadania i powierzyć ich realizację wyspecjalizowanym firmom. Po wnikliwej analizie ofert modernizację stacji osuszania sprężonego powietrza zlecono firmie ultrafilter, której urządzenia sprawdziły się już w ekstremalnych warunkach w EC I. Ponadto dostępność i fachowość serwisu fabrycznego, zapewniającego bezproblemowe działanie osuszaczy, nie pozostały bez znaczenia. Projekt zaproponowany przez firmę ultrafilter zakładał podobne rozwiązania do układu opracowanego w 1997 roku.

Zgodnie z założeniami opracowanymi przez hutę miedzi, tylko część produkowanego w obu sprężarkowniach powietrza, tj. 10 000 Nm<sup>3</sup>/h, miało być osuszane poniżej ciśnieniowego punktu rosy -40°C. Należy tu wspomnieć o pozostałych paramet-

trach sprężonego powietrza, gdyż okazały się bardzo istotne przy doborze osuszaczy adsorpcyjnych. Huta zapewniała media o poniższych parametrach:

- minimalne ciśnienie robocze 6 bar,
- maksymalna temperatura sprężonego powietrza +50°C,
- maksymalna temperatura wody chłodzącej +30°C.

Ponadto nie bez znaczenia w tym przypadku były jednostki przepływu wyrażone w Nm<sup>3</sup>/h, czyli odniesione do warunków normalnych, tj. 0°C. Wydajność urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza producenti odnoszą do +20°C. W związku z tym różnica w wydajności osuszaczy i filtrów wynosi około 8%.

Po uwzględnieniu powyższych aspektów firma ultrafilter zaproponowała układ składający się z sześciu osuszaczy adsorpcyjnych regenerowanych cieplnie typu HRE 3500 i połączonych równolegle po trzy w stacji dmuchaw i w kompresorowni. Każdy osuszacz wyposażony jest w filtr wstępny koalescencyjny SG-MF 0432 SP oraz w filtr końcowy przeciwpyley SG-SB 0432 S. Ze względu na wysoką temperaturę sprężonego powietrza na wlocie zainstalowano chłodnice wyposażone w separatory cyklonowe. Dzięki zastosowaniu chłodnic, temperatura sprężonego powietrza na wlocie do osuszaczy nie przekroczy w ekstremalnych warunkach +40°C, czyli maksymalnej dopuszczalnej dla tego typu osuszaczy.



Fot. 3 Nowa stacja osuszania sprężonego powietrza firmy ultrafilter

### Korzyści ekonomiczne

Układ jest zaprojektowany tak, że jeden osuszacz jest zapasowy na wypadek awarii. Takie są wymagania huty – 100% rezerwy. Jednak wszystkie osuszacze pracują przy niższym obciążeniu. Sytuacja ta nie zwiększa jednostkowego kosztu osuszania sprężonego powietrza dzięki zastosowaniu w osuszaczach układu sterowania ultraconomy, który dostosowuje długość cyklu adsorpcji do obciążenia złoża wilgocią. Przy mniejszych przepływach wydłużony jest cykl adsorpcji, co przy stałej długości cyklu regeneracji powoduje, że koszt osuszenia 1 m<sup>3</sup> powietrza jest stały przy różnych przepływach. Ponadto rzadsze cykle regeneracji mniej niszczą sorbent, przez co wydłuża się jego żywotność. Koszt eksploatacji *K* jednego osuszacza typu HRE 3500 przedstawia się następująco:

- wydajność nominalna: 3200 Nm<sup>3</sup>/h\*,
- średni pobór mocy: 26,5 kW,
- koszt sprężonego powietrza: 0,03 zł/m<sup>3</sup>,
- zużycie sprężonego powietrza do chłodzenia złoża: 70 Nm<sup>3</sup>/h,

Koszt energii elektrycznej:  
 $K_e = 26,5 \text{ kW} \times 0,175 \text{ zł/kWh} = 4,64 \text{ zł/h}$ ,  
 Koszt powietrza chłodzącego:  
 $K_p = 70 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 0,03 \text{ zł/m}^3 = 2,1 \text{ zł/h}$

\* przy 7 bar i 35°C

Koszt regeneracji:

$$K = K_e + K_p = 6,74 \text{ zł/h}$$

Roczny koszt eksploatacji: 59 100 zł.

Dla porównania – roczny koszt eksploatacyjny obu starych stacji osuszania o łącznej wydajności 2400 Nm<sup>3</sup>/h wyniósł 180 980 zł/rok. Natomiast koszt eksploatacji nowych osuszaczy przeliczony na tę samą wydajność wynosi 44 330 zł/rok.

### Jak to działa?

Osuszacze adsorpcyjne wyposażone w filtry nie powinny pracować w układzie równoległym ze względu na nierównomierne przepływy powietrza przez poszczególne osuszacze, spowodowane różnymi spadkami ciśnienia. Aby tego uniknąć, oraz nie dopuścić do przeciążenia któregoś z osuszaczy, zastosowano układ pomiarowy, który zabezpiecza poszczególne osuszacze przed przeciążeniem. Mierzona są następujące parametry:

- przepływ w odniesieniu do warunków normalnych,
- ciśnienie robocze,
- temperatura sprężonego powietrza na wlocie do osuszacza,
- temperatura wody chłodzącej,
- ciśnieniowy punkt rosy.

Wszystkie wartości pomiarów przekazywane są do centralnego prze-

twornika MASSTROL i dalej do głównej sterowni, gdzie wszystkie pomiary są wyświetlane i rejestrowane na rejestratorach. Dzięki temu obsługa może na bieżąco śledzić wartości poszczególnych pomiarów i ewentualnie korygować wartości przepływu przez poszczególne osuszacze. W okresie letnim istnieje ryzyko przekroczenia maksymalnej temperatury sprężonego powietrza +40°C, dlatego więc system jest wyposażony w sygnalizację przekroczenia tego parametru.

Szeroki zakres inwestycji wymagał od inżynierów obu firm daleko idącej współpracy w celu sprawnego wykonania poszczególnych etapów robót, które musiały być realizowane niejednokrotnie co do godziny, gdyż technologie stosowane w hucie miedzi wymagają ciągłej dostawy suchego sprężonego powietrza. Inwestycja ta składała się właściwie z dwóch etapów. Realizacja drugiego etapu była przy tym możliwa dopiero po przekazaniu do ruchu – łącznie z odbiorem przez UDT – pierwszej stacji osuszania. Pomimo tak szerokiego zakresu inwestycji i całego szeregu „niespodzianek” związanych ze starymi instalacjami, obie stacje osuszania zostały przekazane do eksploatacji przed planowanym terminem.

Firma ultrafilter jest jedynym producentem osuszaczy na świecie, posiadającym w swym standardowym programie produkcyjnym wszystkie rodzaje osuszaczy adsorpcyjnych:

- HED, ALD, MSD – regenerowane „na zimno”;
- HRE – regenerowane „na gorąco” za pomocą grzałek z chłodzeniem złoża suchym sprężonym powietrzem;
- HRS, HRG – regenerowane jw. z chłodzeniem złoża powietrzem atmosferycznym;
- HRC, HRC/1, HRC/T – regenerowane „na gorąco” sprężonym powietrzem ze sprężarek bezolejowych.

Pozwala to na zaproponowanie każdemu klientowi optymalnego rozwiązania nawet najbardziej nietypowych systemów osuszania w zakresie przepływu od 0 do 100 000 Nm<sup>3</sup>/h, dowodem czego jest opisany powyżej przykład modernizacji stacji osuszania w Hucie Miedzi Głogów.

Artykuł promocyjny  
 ultrafilter Sp. z o.o.  
 mgr inż. Ryszard Leciej



**KAESER**  
KOMPRESSOREN



ZNAJDZIESZ  
NAS  
WSZEDZIE

Kaeser Kompressoren Sp. z o.o.  
ul. Taneczna 82  
PL 02-829 Warszawa  
tel. 0048/22 644-86-65, fax 0048/22 644-86-66  
<http://www.kaeser.pl>  
[kaeser.poland@kaeser.pl](mailto:kaeser.poland@kaeser.pl)

BIURA REGIONALNE W:  
Poznaniu  
Wrocławiu  
Krakowie  
Łodzi



# Zestawienie producentów sprężarek

## część I

Za zgodą wydawcy dwumiesięcznika „Drucklufttechnik” zamieszczamy przedruk fragmentów zestawienia, jakie ukazało się w numerze 5-6 /2001 tego czasopisma i dotyczyło producentów obecnych na rynku niemieckim. Przytoczeni producenci są także obecni na rynku polskim. Ze względu na znaczną objętość, w tym numerze „Pneumatyki” drukujemy tylko pierwszą część, a dalszy ciąg pojawi się w numerze następnym.

Firma	sprężarki													wydajność	moc przy pełnej wydajności	głośność	normy pomiaru głośności	uwagi		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						15	16
	łokowe	membranowe	wielokomorowe	łopatkowe	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	z łopatkami	ciśnienie	wydajność	odległość 1m	głośność	DIN 45635	z obudową dźwiękochłonną
ABAC	x														7,5;10;15	0,02...10,0	0,2...55	55...98	DIN 45635	
Aerzener				x			x		x	x	x	x	1...4	max.1,0 do 25	0,5...1000 0,6...1000	6...1800 od 5,5	od 75... od 75...	DIN 45635	<sup>1)</sup> z wtryskiem wody	
Alup-Kompressoren					x				x	x	x	x	1...4	do 13 do 350	0,5...70 0,18...55	do 400 do 250	64...81 52...88	DIN 45635 DIN 45635		
Atlas Copco	x													10	0,05...0,82 0,15...1,42 0,18...1,06 0,13...1,02 0,1...1,1 0,15...1,42 0,22...0,53 0,15...0,61 0,12...0,56 0,8...43,3 5,5...43,3 0,6...35,9 4,2...35,9 0,5...28,8 3,5...28,8 11,7...21,6 11,7...21,6	0,75...7,5 1,5...15 1,5...15 1,5...15 1,5...15 1,5...15 3,7...8,1 1,5...5,5 1,5...5,5 5,5...250 30...250 5,5...250 30...250 5,5...250 30...250 110...200 110...200	53...72 63...73 63...73 63...73 64...86 78...85 72...74 68...72 68...72 68...75 65...75 66...75 66...75 66...75 65...75 73...74 69	Cagi-Pneurop	przewoźne przewoźne bezolejowe stojący zbiornik stojący zbiornik	
																				<sup>1)</sup> opcje: regulacja wydajności, zintegrowany osuszacz, odzysk ciepła <sup>2)</sup> regulacja obrotów <sup>3)</sup> sprężarka spiralna <sup>4)</sup> sprężarka z wirującym zębem

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	45	16	17	18	19	20
Atlas Copco (ciąg dalszy)					X <sup>(2)</sup>	X	X	X	X	X	X	X	1	4...13	14...91 14...91	10...50 10...50 20...90 20...90 15...15 30...45 76...78 70...76 75...76 76...77 160...1000 75...750 400...710 560...900 ...935	71 71 77 77 52...73 76...78 70...76 75...76 76...77 78...85 75...79 66...76 78 66...76		
Blitz	X				X <sup>(2)</sup>	X	X	X	X	X	X	X	1	10	0,04...40 0,12...30 0,1...25 0,22...22 0,25...30 0,12...30 0,16...15 0,5...25 0,35...34 1,26...10,5 4...250 4...250	0,37...30 1,1...30 1,5...30 3,0...30 1,5...22 1,5...30 3,0...30 3,0...15 4,0...18,5 4,0...30 62...85 62...82	68...82 67...82 68...79 79...84 61...72* 61...74* 65...78* 71...79 61...73* 72...76	DIN 45635	* super wyciszona 1) krzyżowe ustawienie tłoków 2) doprężacz
Boge Kompressoren	X					X	X	X	X	X	X	X	1	8/10 15/20 10 15 15...35 22...35 15...40 8 10 13 8 10	0,08...2,0 0,3...1,6 0,08...4,84 0,07...2,9 0,27...0,95 1,8...2,16 0,9...7,0 0,38...39,0 0,231...34,9 0,27...31,1 18,3...50 16,1...50	0,75...16,5 3,2...15 0,75...36,4 0,75...25,6 1,48...10,03 16,6...22,8 55...18,5 3,0...256,6 2,2...252,6 3,0...255,2 104,7...315 100,7...355	64...81 64...70 56...91 69...88 61...82 62...88 73...86 68...87 68...87 68...87 80 80	DIN 45635	
CompAir			X		X	X	X	X	X	X	X	X	1	7,5...10 7,5...13 7,5...13 7,5...13 7,5...13 18...42,7 4...10 5...10,5 5...10,5 7...10 5...13 5...13 2,75...19,84	0,45...1,02 1,68...3,46 2,7...6,0 5,1...11,3 10,7...21,4 132...250 11,1...22,4 11,17...23,04 23,96...42,61 0,39...7,29 1,09...7,83 <sup>1)</sup> 2,8...12,2 <sup>1)</sup> 128	4...1,1 15...22 22...37 37...75 75...132 75...160 75...185 150...300 4...45 50 75		bezelejlowe z wtryskiem wody	

# Fachowość, uczciwość, życzliwość

## Rozmowa z Ryszardem Pachurą, właścicielem wrocławskiej firmy Pneumat System

*Proszę przybliżyć czytelnikom firmę Pneumat System.*

Jest to firma handlowo-usługowa wyspecjalizowana w dziedzinie oprzyrządowania pneumatycznego i sprzężarek. Zaliczyć ją można do średniej wielkości firm polskich, prowadzonych rodzinie. Zarządzamy nią wspólnie z moją żoną Bożeną Pachurą, która jest współwłaścicielem. Do pracy w firmie włączają się także dwaj nasi synowie. Kilkunastoosobowa załoga składa się głównie z doradców techniczno-handlowych i pracowników serwisu. W naszym regionie, na Dolnym Śląsku, znani jesteśmy z usług w zakresie montażu instalacji pneumatycznych i napraw sprzężarek różnych producentów, a na terenie całego kraju – z handlu hurtowego i detalicznego armaturą pneumatyczną. Produkujemy też niektóre elementy niezbędne przy montażu urządzeń pneumatycznych, np. zakuwane węże ciśnieniowe. Utrzymujemy szerokie kontakty z przemysłem, rzemiosłem, a także światem naukowym. Przykładem wyjścia poza wąski krąg zagadnień czysto pneumatycznych jest uczestnictwo w programie budowy komór kriogenicznych, o których pisano w poprzednim numerze „Pneumatyki”.

*Jak doszło do powstania firmy i do ugruntowania jej pozycji?*

W tym roku mija 25 lat istnienia firmy, ale nie od razu działała ona w branży pneumatycznej. Początkowo wykonywała usługi na rzecz przemysłu, głównie w zakresie instalacji energetyczno-ciepłowniczych. Kierunek dalszego rozwoju narzucili sami klienci. W naszym rejonie rozwijał się drobny przemysł meblowy, było zapotrzebowanie na urządzenia tapicerskie. Najpierw rozpoczęliśmy produkcję zszywerek, a później zaczęliśmy dostarczać zszywarce. Do nich potrzebne były sprzężarki, przewody, złączki itd. To wymagało zastosowania pneumatyki. Kilkanaście lat temu urządzenia pneumatyczne z prawdziwego zdarzenia były nowością na polskim rynku i zaczęły wypierać stosowane powszech-



*Pan Ryszard Pachura przed siedzibą własnej firmy*

nie „samoróbki”. Dynamiczny rozwój nowej branży zachęcił nas do wyspecjalizowania się w tej dziedzinie, co znalazło wyraz również w nazwie firmy. Obecnie jesteśmy jedną z większych firm pneumatycznych handlowo-usługowych na Dolnym Śląsku. Nasza oferta opiera się na współpracy z renomowanymi firmami zachodnimi. W zakresie armatury pneumatycznej wypełniliśmy niszę w naszym regionie i obecnie prowadzimy handel hurtowy na terenie całego kraju. Mamy rozbudowaną sieć powiązań z firmami handlowymi i dbamy o harmonijną współpracę z nimi. Z kolei trwałe, wieloletnie stosunki z licznymi przedsiębiorstwami przemysłowymi i z rzemiosłem w naszym regionie są wynikiem naszej dbałości o jakość usług i urządzeń.

*Czy mógłby Pan scharakteryzować rynek pneumatyczny w Polsce?*

Rynek pneumatyczny, jak i cała gospodarka uległy zasadniczym przeobrażeniom ok. 10 lat temu. Przez dłuższy czas obserwowaliśmy jego stały i dynamiczny rozwój. Charakterystyczna dla rynku polskiego jest cykliczna zmienność zapotrzebowania na tego typu urządzenia i armaturę. Od

wielu lat następuje zdecydowany spadek obrotów w każdym II kwartale, co jest prawdopodobnie związane z terminami rocznych rozliczeń finansowych i ustalaniem budżetu firm. Później popyt wraca do normy, by osiągnąć szczyt późną jesienią. Takiej cykliczności nie zaobserwowaliśmy w usługach, gdzie także występują duże wahania. Są one jednak nieregularne i nieprzewidywalne.

Z perspektywy lat zauważyć można, że obecnie nastąpiło pewne nasycenie w zakresie zaopatrzenia małych firm rzemieślniczych, które zdążyły już wymienić swoje wyposażenie. Natomiast istnieje stale rosnące zapotrzebowanie ze strony większego przemysłu, gdzie osprzęt pneumatyczny jest intensywnie eksploatowany, a instalacje pneumatyczne są modernizowane i rozbudowywane. Zaopatrują się u nas nowo powstające zakłady produkcyjne. Również firmy zachodnie, które dotychczas miały zwyczaj przywożenia ze sobą całego wyposażenia, w coraz większym stopniu polegają na naszej pomocy. Na naszym rynku obecnych jest kilka grup dostawców: duże przedstawicielstwa światowych potentatów, firmy

krajowe przekształcone z dawnych zakładów państwowych, firmy średnie podobne do naszej, dobrze osadzone zwłaszcza w skali lokalnej i firmy małe, kilkusobowe poszukujące nisz rynkowych. Myślę, że dla wszystkich jest miejsce, ale wymaga to solidnej i uczciwej pracy.

*Jaka oferta jest konkurencyjna na rynku polskim?*

Widać wyraźną ewolucję w kierunku wyrobów renomowanych. Rynek dojrzał i stał się bardziej wymagający. Wzrosła wiedza użytkowników urządzeń pneumatycznych. Coraz mniejszą szansę mają wyroby o niskiej jakości. Na rynku polskim są obecnie dostępne wszystkie najlepsze marki światowe. Nasza firma wiąże się z renomowanymi producentami lub firmami handlowymi. Nie znaczy to jednak, że liczą się tylko produkty drogie; istnieje też klasa produktów o umiarkowanej cenie, ale całkiem dobrej jakości. Naszym zadaniem, jako firmy specjalistycznej, mającej dobry przegląd oferty światowej, jest zaproponować klientowi produkt dopasowany do jego potrzeb zarówno pod względem technicznym, jak i finansowym. Potrafimy zaopferować urządzenia niezawodne i trwałe, przy średnim poziomie cen. Taka właśnie oferta ma obecnie największe wzięcie i zapewnia firmie konkurencyjność na rynku.

*Oprócz dobrej oferty potrzebne jest jeszcze odpowiednie traktowanie klienta.*

O tak! Nasz klient musi czuć naszą opiekę. Z jednej strony chodzi o fachowe doradztwo i sprawne dostarczenie zamówionych urządzeń lub wykonanie usługi, a z drugiej – o naszą pełną dyspozycyjność w sytuacji awaryjnej. Potrzeba wielu lat pracy, by wyrobić sobie opinię firmy uczciwej i solidnej. Dlatego podstawową zasadą, jaką stosujemy w naszej firmie, jest rzetelność. Nie możemy sobie pozwolić na obawę ze strony klienta, że będzie on potraktowany niefachowo lub nieuczciwie. Jeżeli z założenia stawiamy interes klienta na pierwszym miejscu, to w ostatecznym rachunku jest to również korzystne dla naszej firmy. Nie bez znaczenia jest forma kontaktu z klientem. Nasi pracownicy to osoby młode, ale o dużej fachowości i kulturze osobistej. Dla klienta rozmowa handlowa nie powinna być stresująca. Myślę, że klienci chętnie wracają do nas, bo odczuwają życzliwą atmosferę panującą w naszej firmie na co dzień.

*Jakie stosunki panują pomiędzy firmami konkurującymi na polskim rynku?*

Pojęcie „firma konkurencyjna” jest płynne. Wśród firm działających w jednej branży mogą zaistnieć najróżniejsze relacje. Bardzo często firmy konkurujące ze sobą w jednym zakresie mogą współpracować w innym. Jasne jest więc, że należy unikać antagonizmów i uprzedzeń. Konkurencja jest rzeczą dobrą nie tylko dla klientów, ale również dla firm, gdyż pozwala im zwiększać poziom profesjonalizmu. Ten mechanizm jest tak naturalnie związany z działalnością handlową, że nie powinien powodować zadrażnień osobistych pomiędzy przedstawicielami różnych firm. Weryfikacja firm na rynku jest dokonywana przez klientów na podstawie całości kształtu działalności firmy.

*Jak powinno się w Polsce promować produkt i firmę?*

Koniecznych jest wiele połączonej działalności. Na pewno punktem wyjścia jest pełna i podana w odpowiedniej formie informacja. W dzisiejszych czasach należy taką informację umieścić przede wszystkim na stronach internetowych i w podstawowym informatorze, jakim jest Panorama Firm (nie zdają egzaminu inne informatory ani np. wielkie tablice umieszczone na rogatkach miast). Reklama prasowa powinna być umieszczana tylko w czasopiśmie specjalistycznych, takich jak np. „Pneumatyka”, w których można również publikować poszerzoną informację techniczną. Pomocny jest dobrze przemyślany udział w targach i innych spotkaniach branżowych. Najważniejsze jest jednak dotarcie do potencjalnego klienta.

A najlepszą promocją jest opinia przekazywana przez zadowolonych użytkowników.

*Jakie są tendencje w branży pneumatycznej na świecie?*

Ze względu na automatyzację i robotyzację procesów wytwórczych, pneumatyka ma przed sobą jeszcze dużą przyszłość. Na świecie wciąż powstają nowe firmy produkujące osprzęt pneumatyczny. Niektóre z tych firm wytrzymują próbę czasu i ich produkty stopniowo torują sobie drogę nawet na trudnym rynku europejskim. Niezagrożona jest pozycja dużych firm z tradycjami. Będą się one nadal umacniać, łącząc się w ponadnarodowe koncerny. Nas czeka połączenie z Unią Europejską, ale rewolucyjnych zmian raczej nie bę-

dzie. Firmy polskie już współpracują z firmami zachodnimi, obcy kapitał już jest u nas obecny. Natomiast bardzo przydadzą się uproszczenia procedur importowych.

Rozwój samych urządzeń i elementów idzie w kierunku wyposażania ich w moduły inteligentne, pozwalające sterować ich pracą i zużyciem energii oraz oczywiście w kierunku zmniejszenia uciążliwości dla środowiska.

*Czy Pana zdaniem mamy do czynienia z osłabieniem tempa rozwoju gospodarczego w naszym kraju?*

Pomimo że z wielu stron słychać o pogorszeniu koniunktury, ja nie zauważam tego zjawiska w dziedzinie, w której my pracujemy. Przeciwnie, widzę stały systematyczny wzrost obrotów. Być może dlatego, że w mniejszym stopniu zajmujemy się urządzeniami dużymi, wymagającymi znacznych nakładów inwestycyjnych. Poszerzający się krąg użytkowników sprężonego powietrza stwarza zapotrzebowanie na armaturę i usługi, jakie my oferujemy. W tym zakresie na co dzień jest praca zarówno dla firm o zasięgu ogólnokrajowym, jak i regionalnym.

*Jakie są plany firmy?*

Jest to rozbudowa firmy stosownie do jej wciąż wzrastających obrotów. Myślimy o nowej siedzibie, rozbudowie zaplecza. Jednolita, czytelna szata graficzna na samochodach i obiektach firmy, zwiększenie profesjonalizmu pracy, organizacja spotkań lokalnego środowiska pneumatycznego – to tylko niektóre z zamierzonych działań tworzących nowy wizerunek firmy. Planujemy nadal rozwijać handel poprzez dalsze zwiększanie liczby punktów sprzedaży w Polsce i rozszerzenie asortymentu. Chcemy też zwiększać udział usług związanych z dużymi inwestycjami przemysłowymi.

*Czy zostaje trochę czasu na inne zajęcia niż praca?*

Nic dziwnego, że w firmie rodzinnej całe serce i duszę oddajemy tej największej pasji. Trochę mało jest czasu na uprawianie ulubionych sportów, turystyki dalekiej i bliskiej, wycieczek rowerowych, spacerów. Mam jednak nadzieję, że uda mi się na zakupionej pięknej działce niedaleko Wrocławia stworzyć warunki do rekreacji i do spotkań zawodowo-towarzyskich.

Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz





# GX – przemysłowa technologia dla warsztatu



## Sprężarki GX to:

- Wysoka niezawodność ✓
- Więcej powietrza ✓  
– mniejsze zużycie energii
- Prosta obsługa ✓  
i niskie koszty eksploatacji
- Kompaktowa jednostka ✓  
gotowa do pracy
- Czyste i suche powietrze ✓
- Cicha praca ✓



25 dB – szept

45 dB – lodówka

60 dB – rozmowa

**66–71 dB – sprężarka GX**

85 dB – przeciętna fabryka

105 dB – helikopter

120 dB – samolot śmigłowy

140 dB – silnik odrzutowy

## Atlas Copco Polska Sp. z o.o.

ul. Przyce 21, 01-252 Warszawa

tel. (022) 33 29 300

fax (022) 33 29 309

[www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)

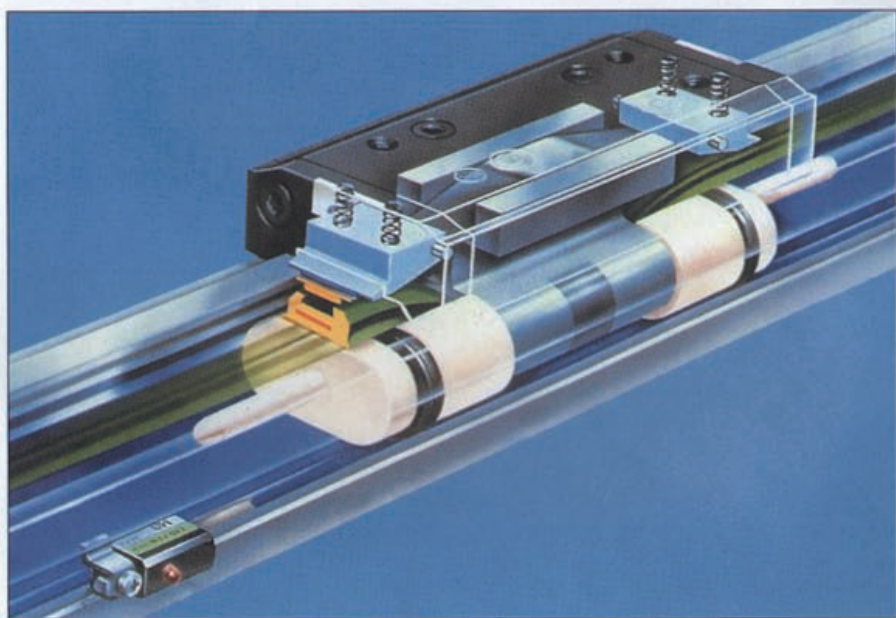
Sieć partnerów: Gdynia, Koszalin, Szczecin, Rudno, Olsztyn, Płock, Gorzów Wlkp., Wrocław, Opole, Łódź

# Atlas Copco

# Owalny tłok rewolucjonizuje konstrukcję siłowników beztłoczyskowych

Japońska firma CKD opracowała nową generację taśmowych siłowników beztłoczyskowych. Nowością jest wprowadzenie wydłużonego, owalnego tłoka, wpasowanego w odpowiedni profil aluminiowy. Dzięki szczególnym własnościom geometrycznym takiego zespołu i perfekcyjnemu rozwiązaniu szeregu węzłów konstrukcyjnych uzyskano trzy razy większą obciążalność oraz sześciokrotnie wydłużoną żywotność, w porównaniu z rozwiązaniem klasycznym. Siłowniki te umożliwiają uzyskiwanie 6000 km ruchu roboczego, przy prędkościach 2 m/s, zapewniając wysoką szczelność oraz znaczną stabilność pracy.

Siłowniki beztłoczyskowe znane są od ponad dwudziestu pięciu lat i zyskują coraz większą popularność w wielu zastosowaniach przemysłowych. Podstawową ich zaletą jest duża zwartość konstrukcyjna i do-



skonałe wykorzystanie przestrzeni zabudowy.

Nie można jednak pominąć ważnych ograniczeń i wad wynikających z istoty konstrukcji i sposobu przenoszenia obciążenia. W tradycyjnych siłownikach siła obciążająca oddziałuje zwykle w osi elementu napędowego. Konstrukcja siłownika beztłoczyskowego powoduje, że siła obciążająca jest zawsze przesunięta względem jego osi. Przesunięcie sił i wywołane momenty obciążenia mogą szczególnie destrukcyjnie wpływać na żywotność siłownika. W związku z tym bardzo ważny jest jego prawidłowy dobór uwzględniający istotne parametry pracy. Nie można bezkrytycznie przenosić np. określonej średnicy tłoka siłownika klasycznego,

wprowadzając tę samą średnicę tłoka siłownika beztłoczyskowego. Podobnie duże rozbieżności mogą wy-

stępować przy różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych siłowników.

Wśród kilku typów siłowników beztłoczyskowych szczególnie korzystnie wyróżniają się siłowniki z taśmą uszczelniającą; należą one do najbardziej rozpowszechnionych. Ich poważną wadą jest występowanie stosunkowo wysokich przecieków zewnętrznych powietrza.

W ostatnich latach istotną zmianę konstrukcyjną w siłownikach tego typu wprowadziła firma CKD. W miejsce tradycyjnego, cylindrycznego tłoka wprowadzono tłok owalny (rys. 1).

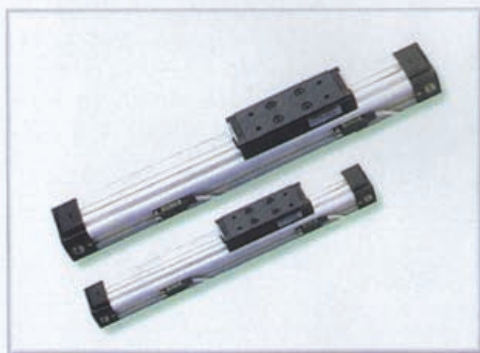
Rozwiązanie to wyróżnia się szeregiem zalet, jak:

- silnie zredukowane przecieki zewnętrzne (rys. 2).

Owalny kształt tłoka umożliwia lepsze przyleganie wargi uszczelki do profilu, w wycięcie którego wprowadzono poliuretanową taśmę uszczelniającą (rys. 2a). Przy uszczelnieniu tłoka walcowego występuje uskok pomiędzy taśmą (stalową) a uszczelką, powodujący wypływ powietrza i przyspieszone zużycie (rys. 2b).

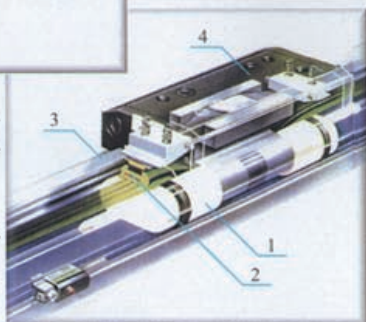
Znaczne zmniejszenie przecieków zewnętrznych umożliwia:

- zwiększenie dokładności realizacji zadanej prędkości liniowej;

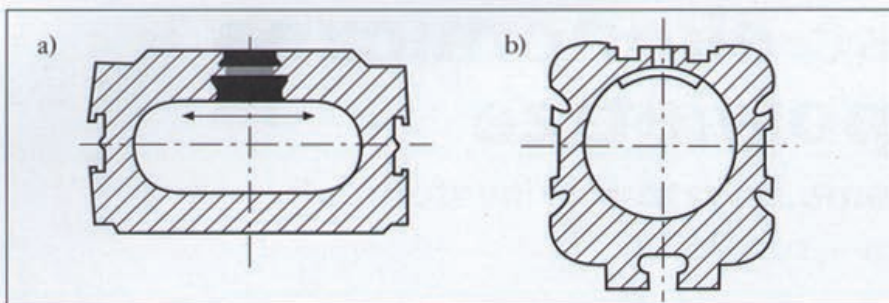


Rys. 1 Schemat siłownika beztłoczyskowego z tłokiem owalnym

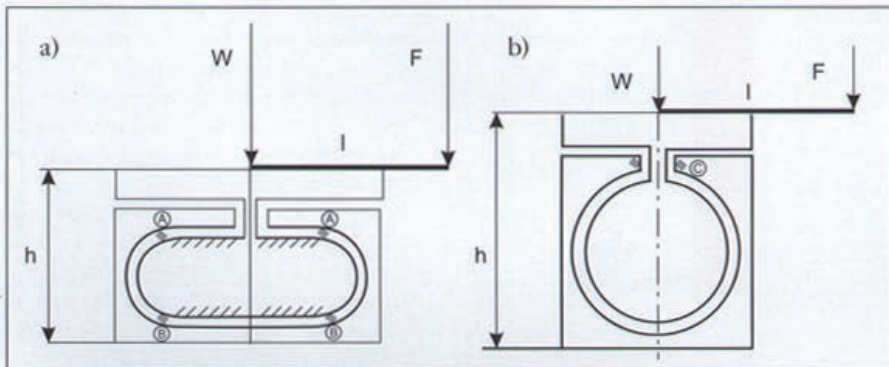
- 1 – owalny tłok magnetyczny
- 2 – poliuretanowa taśma uszczelniająca, wzmocniona kevlarem
- 3 – profil aluminiowy
- 4 – sianie robocze







Rys. 2 Przekrój poprzeczny w części uszczelnianej siłowników beztłoczkowych a) siłownik z tłokiem owalnym, b) siłownik klasyczny z tłokiem cylindrycznym



Rys. 3 Przekrój poprzeczny obciążonego siłownika beztłoczkowego a) siłownik z tłokiem owalnym, b) siłownik z tłokiem walcowym

- poprawę efektu amortyzacji pneumatycznej;
- uzyskiwanie oszczędności energetycznych.

- duża wytrzymałość na obciążenia siłami i momentami sił.

Siłowniki z tłokiem cylindrycznym (rys. 3b) posiadają stosunkowo wąskie jarzmo łączące tłok z saniami roboczymi, przenoszące głównie siły i momenty obciążające. Konstrukcja opracowana przez CKD (rys. 3a) ma znacznie lepsze rozłożenie punktów przenoszenia obciążeń. Badania udowodniły ponad trzykrotnie większą obciążalność siłowników z tłokiem owalnym w stosunku do rozwiązań klasycznych.

- znacznie wydłużony okres eksploatacji.

Dzięki unikatowej konstrukcji oraz perfekcyjnemu rozwiązaniu zespołu



Fot. 1 Mechanizm blokowania zespołu napędowego serii SRL2-Q

tłokowego z taśmą uszczelniającą, uzyskano doskonałą żywotność mierzoną powyżej 6000 km drogi ruchu roboczego, przy prędkościach rzędu 2m/s, bez konieczności smarowania powietrza. Taśmę uszczelniającą wykonuje się z poliuretanu wzmocnionego wkładką z kevlaru – tworzywa sztucznego o wytrzymałości przekraczającej wytrzymałość stali nierdzewnej. Zapewnia to dużą stabilność wymiarową, bez potrzeby okresowego napinania taśmy.

- korzystne gabaryty siłownika, zwartość konstrukcyjna, duża powierzchnia montażowa san roboczych.

Siłownik z tłokiem owalnym wyróżnia się korzystnie budową i gabarytami. Jest stosunkowo szeroki i niski, co umożliwia korzystną zabudowę. Sanie robocze są dobrze prowadzone wzdłuż profilu siłownika, a powierzchnia montażowa zespołu napędowego relatywnie duża.

Firma CKD oferuje szeroką gamę różnych wersji siłowników beztłoczkowych z tłokiem owalnym. Są to m.in. siłowniki:

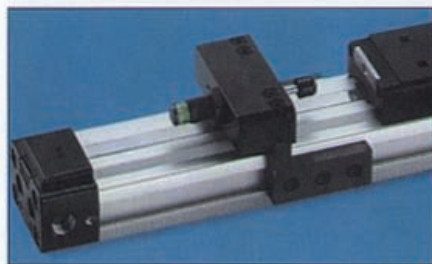
- standardowe, serii SRL2, o średnicach zastępczych  $\phi 12$  do  $\phi 100$  mm i skokach do 5000 mm;
- z różnego typu prowadnicami, zwiększającymi precyzję ruchu, serii: SRL2-G, SRG, SRB2 i SRM;

- z mechanizmem blokowania tłoka w skrajnych położeniach, serii SRL2-Q (fot. 4);

- z hamulcem umożliwiającym zatrzymanie zespołu roboczego w dowolnym miejscu, serii SRT.

Dla zapewnienia łagodnego wyhamowania zespołu napędowego przy dużych prędkościach ruchu i silnych obciążeniach zaleca się wykorzystywanie możliwości wyposażenia dodatkowego w zewnętrzne amortyzatory hydrauliczne (fot. 2).

Dużą wygodą przy instalacji siłowników może okazać się obecność szeregu gniazd zasilająco-odpowietrzających, dołączanych stosownie do potrzeb (np. zasilanie obu komór siłownika z jednej strony).



Fot. 2 Siłownik beztłoczkowy z wbudowanym amortyzatorem hydraulicznym

W katalogu siłowników CKD dla tłoka owalnego wprowadzono ekwiwalent średnicy, zapewniający określoną powierzchnię roboczą tłoka.

Dla prawidłowego doboru siłownika należy uwzględnić zawarte w katalogu zalecenia producenta i wytyczne odnośnie dopuszczalnych obciążeń. Dzięki unikatowej konstrukcji o dużej sztywności i obciążalności prawidłową pracę może zapewnić jednostka średnicy mniejszej od przyjętej prawidłowo dla siłownika z tłokiem walcowym. W niektórych przypadkach siłowniki CKD mogą być użyte tam, gdzie klasyczne rozwiązanie wymaga dodatkowej prowadnicy. Przynosi to określone korzyści ekonomiczne.

W celu uzyskania dodatkowych informacji prosimy o bezpośredni kontakt z firmą Bibus Menos.

Artykuł promocyjny  
Bibus Menos  
dr inż. Jerzy Barski

BIBUS MENOS Sp. z o.o.  
ul. Tadeusza Wendy 7/9  
81-341 Gdynia  
tel. 660 95 70,  
fax 661 71 32,  
e-mail: bimen@bimen.com.pl  
www.bimen.com.pl

# Efektywność ekonomiczna uchodzi w powietrze

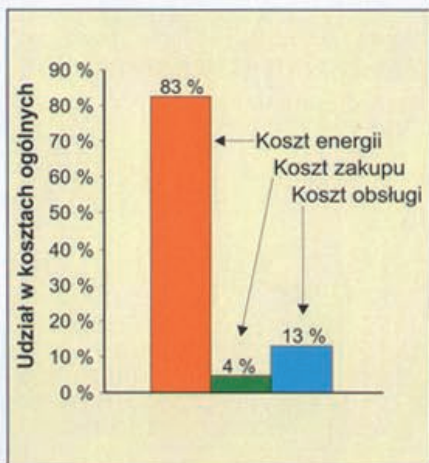
## Możliwości zmniejszenia kosztów w systemach sprężonego powietrza – część I

Oszczędność energii elektrycznej? Koniecznie! Usuwanie wody? Oczywiście! Unikanie strat ciśnienia? Hmm, co to znaczy?! Dzisiaj pomiary oszczędności energii dla zmniejszenia kosztów i zachowania zasobów energetycznych są nieodłączną częścią koncepcji zarządzania każdej prawidłowo działającej firmy, nawet najmniejszej. Tym bardziej zadziwiające jest, że w dużych zakładach przemysłowych i średnich przedsiębiorstwach wciąż część cennej energii po prostu uchodzi w powietrze. Dokładniej, w niepotrzebnie tracone sprężone powietrze.

**N**a przykład w Niemczech całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną wszystkich zainstalowanych sprężarek powietrza wynosi w ciągu roku około 14 mld kWh, co jest wielkością porównywalną z roczną produkcją energii kilku elektrowni. Tymczasem w wielu systemach sprężonego powietrza istnieją możliwości zaoszczędzenia do 50% energii. Przy 0,10 DM za kWh całkowity obraz jest szokujący. Każdy może łatwo odnieść to do sytuacji we własnej firmie.

### Kiedy ciśnienie spada, koszty rosną

Nie do pomyślenia byłoby pominięcie zagadnienia zużycia energii przy podstawowym rachunku efektywności ekonomicznej i czasu zwrotu kosztów zainstalowanego systemu sprężonego powietrza. Jeśli ktoś zakłada, że cena zakupu urządzeń jest najważniejszym parametrem, to może się okazać, że podchodzi do problemu ekonomizacji z niewłaściwej strony. Uwzględniając przeciętny czas eksploatacji systemów sprężonego po-



Rys. 1 Ogólne koszty filtracji

wietrza, cena zakupu stanowi mniej niż 10% całkowitych kosztów! Koszt zużytej energii sięga zaś 86%. Pozostałe koszty związane są z obsługą urządzeń.

Są jednak znakomite sposoby obniżenia kosztów poprzez oszczędność energii. Podstawowym celem jest tu minimalizacja strat ciśnienia. Dwa aspekty opisane poniżej pokazują, że nadspodziewanie duże negatywne efekty mają czasami błahe przyczyny.

- Sprężarka musi kompensować wszelkie opory przepływu w systemie sprężonego powietrza. Dzieje się to poprzez zwiększenie ciśnienia pracy. Na każdy bar ciśnienia traconego w systemie zużycie energii elektrycznej w sprężarce wzrasta o 10%! Jednocześnie wydajność sprężarki, to jest ilość dostarczanego powietrza, jest zredukowana ze względu na wewnętrzne przepływy zwrotne. Dla zapewnienia wymaganej ilości sprężonego powietrza także kosztowny czas pracy sprężarki tłokowej pod obciążeniem może wzrosnąć nawet o 10%.
- Wyższy stopień sprężania w nieunikniony sposób prowadzi do wytworzenia większej ilości ciepła sprężania. Zwiększenie ciśnienia pracy tylko o 1 bar podnosi temperaturę sprężania w przybliżeniu o 8°C. W miarę jak temperatura sprężanego gazu wzrasta, może on przenosić nieproporcjonalnie więcej par wilgoci: ok. 20 procent

więcej pary wodnej i przede wszystkim ok. 50% więcej par oleju. Bezpośrednim skutkiem pogorszenia się jakości sprężonego powietrza jest skrócenie o połowę żywotności filtrów węglowych i adsorberów. W niektórych przypadkach może zachodzić konieczność stosowania większych niż normalnie systemów uzdatniania i to również zwiększa koszt ogólny. Ponadto większe zużycie sprężarki, i krótszy okres eksploatacji oleju sprężarkowego, który jest zmniejszony o połowę, ma negatywny wpływ na ogólną efektywność ekonomiczną systemu sprężonego powietrza.

W skrócie: Większy spadek ciśnienia – gorsza jakość sprężonego powietrza. To powoduje istotny wzrost kosztów utrzymania ruchu w firmie.

### Jakie rozwiązania pozwalają walczyć z kosztownym ciśnieniem?

Zasadniczo strata ciśnienia niezależnie od wielkości systemu związana jest z dwiema możliwymi przyczynami: oporami przepływu i przeciekami. Są to przyczyny, które łatwo



Fot. 1 Różne prędkości przepływu przez filtry o różnej powierzchni

rozpoznać i którym łatwo można zaradzić.

**Opór przepływu**

Opór przepływu oczywiście pojawia się w przewężeniach systemu sprężonego powietrza – szczególnie w miejscach, gdzie powietrze jest czyszczone, tzn. filtrowane. Zadaniem projektanta, a następnie użytkownika, jest upewnić się, że różnica ciśnień na wejściu i wyjściu urządzeń filtrujących jest możliwie mała. Sukces w prawidłowym zaaranżowaniu całego układu w znacznym stopniu zależy od typu i jakości użytych filtrów.

Koszty energii związane z różnicą ciśnienia zaliczyć należy do głównych części ogólnych kosztów filtrów. W kategoriach ekonomicznych sensowne jest przeanalizowanie tych ponoszonych później kosztów przed rozważeniem ceny zakupu (rys. 1).

Różnica ciśnień powodowana przez filtr jest uzależniona od trzech czynników: powierzchni filtrującej, pustej przestrzeni w filtrze i własności fizycznych medium filtrującego.

**Powierzchnia filtrująca**

Reguła mówi, że im większa powierzchnia filtrująca, tym mniejszy spadek ciśnienia na filtrze. Ponieważ spadek ciśnienia na filtrze rośnie proporcjonalnie do kwadratu szybkości przepływu, odpowiednio duża powierzchnia filtrująca zapewniająca niską szybkość przepływu daje możliwość oszczędzania energii (fot. 1). Elementy filtracyjne fałdowane, które charakteryzują się bardzo dużą powierzchnią filtrującą, są do tego celu szczególnie przydatne. Mogą być użyte jako powierzchniowe filtry specjalnie do filtracji kurzu w suchych gazach atmosferycznych i jako filtry po osu-

szaczach adsorpcyjnych. Jednakże fałdowane lub plisowane elementy filtracyjne mogą mieć pewne wady zależne od rodzaju zastosowania. Na przykład są mniej przydatne jako medium do filtracji dokładnej, ponieważ w związku z ich większą gęstością przeważa w nich filtracja powierzchniowa cząstek stałych. To powoduje szybki wzrost oporu przepływu. Ich zastosowanie do głębokiej filtracji jest ograniczone także dlatego, że są zaprojektowane jako jedno- lub dwuwarstwowe i głębokość złoża filtrującego jest stosunkowo niewielka.

Ważne jest więc dokładne dobranie powierzchni filtrującej do danego zadania.

**Pusta objętość**

Pusta objętość to wolna przestrzeń dostępna dla gazu przepływającego przez medium filtrujące (fot. 2). Większa pusta objętość to mniejszy spadek



Fot. 2 Pusta przestrzeń pomiędzy włóknami warstwy filtrującej

ciśnienia na elemencie filtrującym. Ze względu na koszty standardowe filtry powierzchniowe, dostępne na rynku, często są wykonane ze zgrze-

wanego polietylenu, który ma pustą objętość zaledwie 45%. W odróżnieniu od nich filtry CLEARPOINT z BEKO (fot. 3) są wykonane z borokrzemianu



Fot. 3 Filtr BEKO CLEARPOINT

i mają pustą objętość 96%. W wyniku tego wolna powierzchnia przekroju, przez który następuje przepływ, jest ponad dwukrotnie większa! Filtry CLEARPOINT są przydatne do filtracji wstępnej i do filtracji głębokiej.

**Własności fizyczne**

Sprężone powietrze jest ogólnie mieszaniną gazów zawierającą powietrze, cząstki kurzu i aerozole. Konwencjonalne media filtrujące są higroskopijne, tzn. przyciągające cząsteczki wody. To prowadzi do pogrubiania pojedynczych włókien i w efekcie do zmniejszenia pustej objętości. Filtr ulega stopniowemu zablokowaniu, podczas gdy spadek ciśnienia rośnie – razem z kosztami utrzymania ruchu.

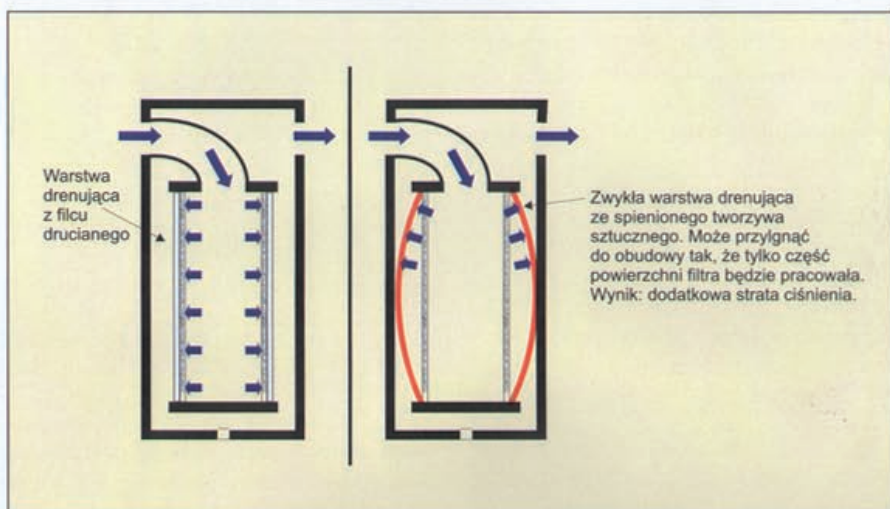
Można nie dopuścić do takiego

Składnik kosztu ogólnego		Sprężarka dobrana „dokładnie”	Sprężarka „przewymiarowana”	Różnica
Straty ciśnienia	bar	0,61	0,3	
Końcowe ciśnienie	bar	7,61	7,3	
Zwiększone zużycie energii elektrycznej na pokrycie strat ciśnienia	kWh/rok	32144	15768	
Koszt energii elektrycznej w ciągu roku	DM/rok	6423,00	3154,00	3269,00
Inwestycja	DM	4494,00	5961,00	1467,00
Suma kosztów	DM	10917,00	9115,00	
Czas zwrotu dodatkowej inwestycji	w latach		0,45	

Tabela 1 Przykładowe porównania możliwości oszczędności przy zastosowaniu „przewymiarowanej” sprężarki

negatywnego skutku, stosując media hydrofobowe, tzn. odpychające cząsteczki wody, jak to ma miejsce w filtrach CLEARPOINT z BEKO. Impregnowane włókna tych filtrów zabezpieczają przed puchnięciem medium filtrującego, tak że pusta objętość i zdolność filtracji brudu pozostaje niezmienna. W ten sposób spadek ciśnienia zostaje zredukowany do minimum.

z filcu drucianego (rys. 2). Jest to materiał wyjątkowo stabilny termicznie (aż do 120°C) – zdolny wytrzymać wysokie mechaniczne obciążenia, wysoko wytrzymały chemicznie i nie zawierający silikonu. Dla służb utrzymania ruchu w zakładzie przemysłowym korzyści wynikające z zastosowania w filtrach takiego materiału drenującego powinny być ważnym i kryterium przy ocenie jakości filtrów.



Rys.2 Różne warstwy drenujące w filtrze

Przy analizie własności filtra należy także uwzględnić konstrukcję materiału drenującego. W konwencjonalnych filtrach stosowane jest spienione tworzywo sztuczne, przede wszystkim ze względu na koszty produkcji. Jednakże spienione tworzywo ma wiele oczywistych wad, zwiększających wydatki na wymianę i obsługę. Te koszty bardzo szybko zniwelują początkowe oszczędności związane z niską ceną zakupu. Dla przykładu: podczas przejścia sprężonego powietrza przez taki materiał drenujący zwiększa on swoją objętość, powodując pęknięcia zmniejszające efektywność filtracji do zera. Na dodatek warstwy spienionego tworzywa nieuchronnie wykazują tendencje do gubienia cząstek silikonu, co może powodować zakłócenia, na przykład w instalacjach lakierniczych. Innym problemem jest mięknięcie tego materiału w miarę wzrastania temperatury, w wyniku czego temperatury powyżej 60°C są niedopuszczalne. Wreszcie odporność chemiczna spienionego tworzywa sztucznego jest bardzo niska.

Takie problemy nie występują przy warstwach drenujących wykonanych

Jednak należy nadmienić, że tylko kilku producentów filtrów stosuje filc druciany standardowo jako materiał drenujący, podczas gdy inni jedynie za dodatkową opłatą, nierzadko dość wysoką.

**Paradoks:  
oszczędności dzięki  
przewymiarowaniu?**

Zalecenie większego rozmiaru sprężarki niż jest konieczna przypomina trochę podejrzaną zabieg przedstawiciela firmy, który chce zwiększyć swój profit, zapominając o uczciwości. Jednak takie wrażenie byłoby całkowicie mylne z następujących powodów:

Załóżmy, że sprężarka ma dostarczyć powietrze pod ciśnieniem 7 bar do określonego punktu odbioru. Strata ciśnienia w normalnie dobranym systemie rzędu 0,61 bar jest wartością do zaakceptowania. W tych warunkach sprężarka musi wytworzyć ciśnienie robocze 7,61 bar; dla kompensacji tego ciśnienia sprężarka zużyje w ciągu roku 32,114 kWh energii elektrycznej, co spowoduje dodatkowe koszty rzędu 6 423 DM. Dla porównania: instalacja sprężarki wymaga inwestycji rzędu 4 494 DM.

Przedstawiciele BEKO radzą klientom wybrać przewymiarowaną sprężarkę w cenie 5 961 DM. W tym wypadku również powietrze o ciśnieniu 7 bar ma być doprowadzone do punktu odbioru. Jednak ze względu na większą wydajność, całkowity spadek ciśnienia wyniesie tylko 0,30 bar (zamiast 0,61 jak w przypadku pierwszego systemu). Dlatego całkowite ciśnienie robocze musi wynosić 7,30 bar (a nie 7,61). Zużycie energii elektrycznej potrzebne do kompensacji spadku ciśnienia wyniesie w ciągu roku 15 768 kWh (zamiast 32 114 kWh), co jest równoważne kosztowi 3 154 DM (zamiast 6 423!).

Przewymiarowanie daje więc oszczędności 3 269 DM w ciągu roku, podczas gdy dodatkowy koszt inwestycji większej sprężarki będzie tylko jednorazowym wydatkiem 1 467 DM.

Okres zwrotu inwestycji przewymiarowanego systemu jest krótszy niż pół roku. Koszty energii w ciągu kolejnych lat będą zredukowane o więcej niż 50% w stosunku do systemu ze sprężarką o „dokładnie” dobranej wydajności.

Nowoczesne zarządzanie kosztami musi iść w parze z nowymi kreatywnymi rozwiązaniami. To dotyczy również, a może w szczególności, dziedziny technologii sprężonego powietrza (tabela 1).

W drugiej części artykułu, która ukaże się w następnym wydaniu „Pneumatyki”, omówione będą zagadnienia przecieków przez nie szczelności i pomiarów mierzących do oszczędności energii i obniżenia kosztów eksploatacji systemu sprężonego powietrza.

*Tłumaczenie z języka angielskiego  
Zdzisław Chrapkiewicz*

Artykuł promocyjny  
BEKO TECHNOLOGIES GmbH  
Horst Singer

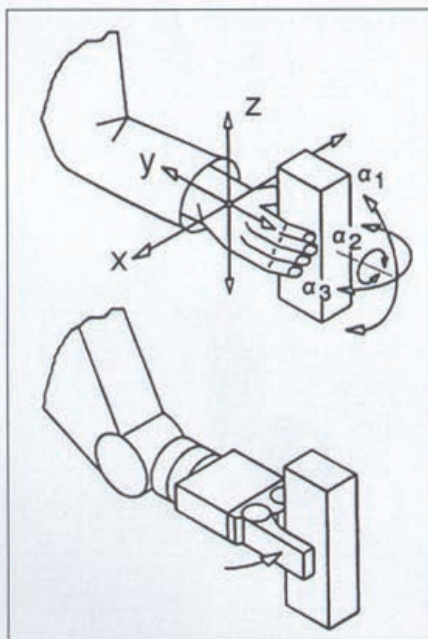
Przedstawicielem BEKO w Polsce jest  
firma PPHU KOMPRESS Warszawa

PPHU KOMPRESS  
02-288 Warszawa  
ul. Krzysztofa Kolumba 22  
tel./fax (022) 846 62 54  
(022) 868 00 33  
0607 797 696  
e-mail: [kompres@kompres.com.pl](mailto:kompres@kompres.com.pl)

# Chwytyki pneumatyczne

Chwytykanie należy do podstawowych czynności w automatyzacji i robotyzacji produkcji. Czynność chwytykania nie jest prosta, ponieważ wymaga opanowania skomplikowanych ruchów. Chwytykanie powinno uwzględniać różne właściwości obiektu, np. jego kształt, wymiary, masę, położenie środka ciężkości, rodzaj materiału, stan powierzchni, tarcie, sztywność, prędkość przemieszczania, a szczególnie te właściwości, które mają wpływ na dobór chwytaka, jego konstrukcję, napęd i sterowanie. Chwytykanie obiektów odbywa się zwykle poprzez zaciskanie, obejmowanie lub przyssanie. Chwytyki pneumatyczne wykorzystują energię sprężonego powietrza do generowania siły zacisku, odkształcenia elastycznych końcówek oraz do wytwarzania podciśnienia w przyssawkach.

Chwytyki są urządzeniami służącymi do uchwycenia, utrzymania w trakcie przemieszczenia (manipulacji) i uwolnienia przedmiotów w odpowiednim miejscu, pozycji i czasie. Chwytyki mają szczególne zastosowanie w robotach i manipulatorach przemysłowych, maszynach technologicznych, urządzeniach do automatyzacji produkcji. W procesie manipulacji chwytak służy do przemieszczania przedmiotów (w górę, w dół, w lewo, w prawo, do przodu, do tyłu) oraz do obrotu przedmiotów wokół osi współrzędnych. Chwytyki biorą udział w realizacji różnych zadań wynikających z procesu produkcji. W trakcie trwania czynności manipulacyjnych chwytaki oddziałują na przedmiot z określoną siłą i mają kontakt z przedmiotem w określonym czasie. Chwytykanie, aby zapewnić prawidłowe uchwycenie, prze-



Rys. 1 Porównanie chwytu dłoni człowieka z chwytaniem mechanicznym [10]

mieszczenie i uwolnienie przedmiotu, składa się z kilku zespołów:

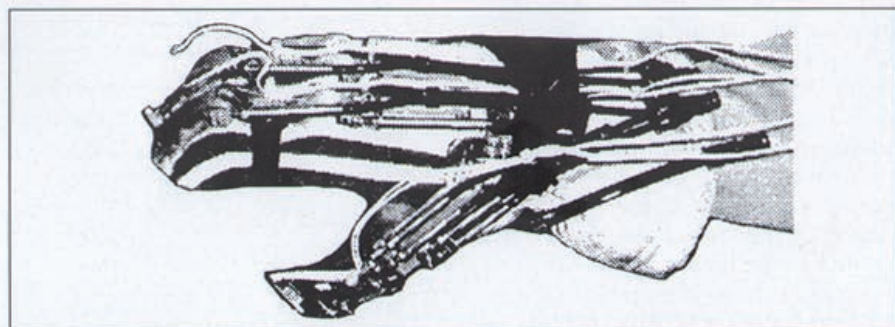
- 1. Zespołu napędowego:** plynowego (pneumatycznego nadciśnieniowego, pneumatycznego podciśnieniowego, hydraulicznego), elektrycznego (elektromagnetycznego, elektromechanicznego, elektrostatycznego), magnetycznego lub adhezyjnego.
- 2. Zespołu kinematycznego** służącego do przeniesienia napędu na końcówki chwytne (jarmowego, klinowego, dźwigniowego, zębatego lub liniowego).
- 3. Zespołu wykonawczego** składającego się z końcówek chwytanych

(sztywnych lub elastycznych), które wraz z obiektem chwytanym tworzą system chwytny o wzajemnym oddziaływaniu, wynikającym z ich kształtu, powierzchni i siły.

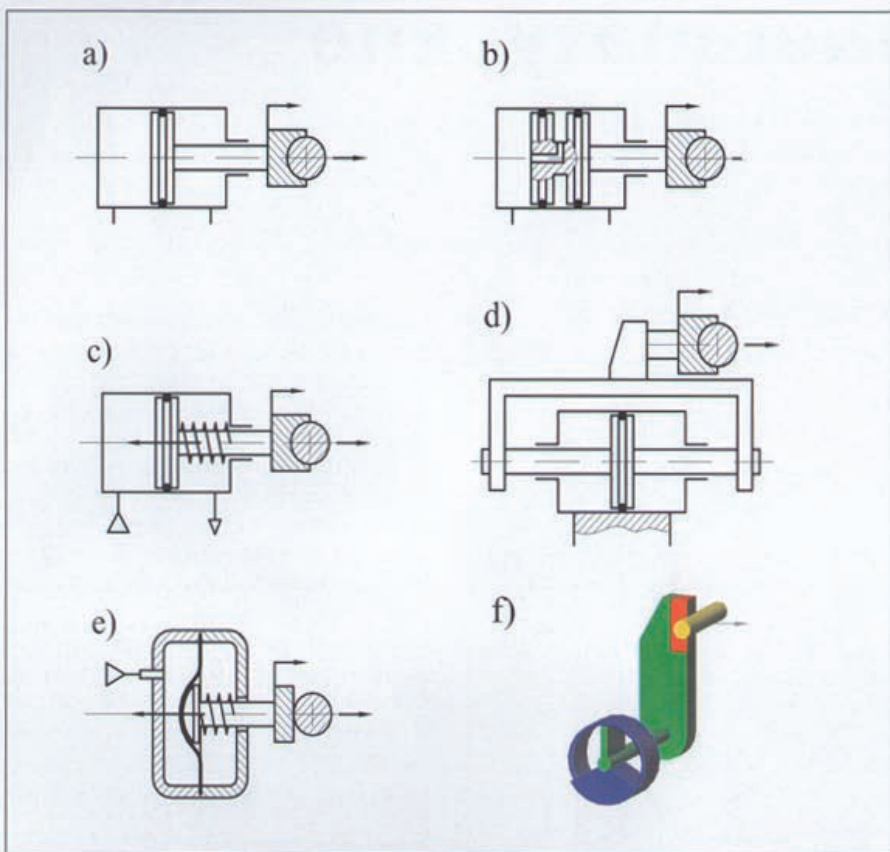
**4. Zespołu pomiarowego** położenia, przemieszczenia, prędkości, przyspieszenia, siły, momentu, dotyku lub zbliżenia, a także rozpoznania obiektu.

**5. Zespołu sterowania** działania oraz położenia chwytaka.

Chwytyki mogą obejmować przedmioty na jednej lub wielu powierzchniach w sposób, który można podzielić na trzy grupy: zwieranie, zakleszczanie (zaciskanie), obejmowanie. Przedmioty chwytywane mogą mieć kształty typu: wałek, tulejka, płyta, arkusz, prostopadłościan, kula, sprężyna, a także różne kształty nieokreślone i nieregularne. Proces chwytykania może dotyczyć także pakietu przedmiotów ustawionych np. w stosie lub jako zbiorcze opakowanie. Przedmioty chwytywane mogą być wykonane z różnych materiałów: metalu, szkła, gumy, tworzywa sztucznego. Manipulowanie przedmiotami za pomocą chwytaka może odbywać się w układzie prostokątnym, cylindrycznym, sferycznym i przegubowym. W procesie chwytykania i manipulacji duże znaczenie ma dostosowanie chwytaka do przedmiotu chwytanego. Chwytyki siłowe mogą działać na zasadzie przyssania lub przyczepności, a chwytaki zaciskowe na zasadzie dostosowania końcówek chwytanych do kształtu przedmiotu. W chwytakach pneumatycznych wykorzystuje się sprężone powietrze do: przemieszczania tłoka



Rys. 2 Widok biochwytaka z mięśniami pneumatycznym [7]



Rys. 3 Pneumatyczne chwytaki szczękowe z wykorzystaniem napędu: a) siłownika dwustronnego działania, b) siłownika dwustronnego działania z podwójnym tłokiem, c) siłownika jednostronnego działania, d) siłownika dwustronnego działania z dwustronnym tłoczyskiem, e) siłownika membranowego, f) silnika obrotowego łopatkowego [2]

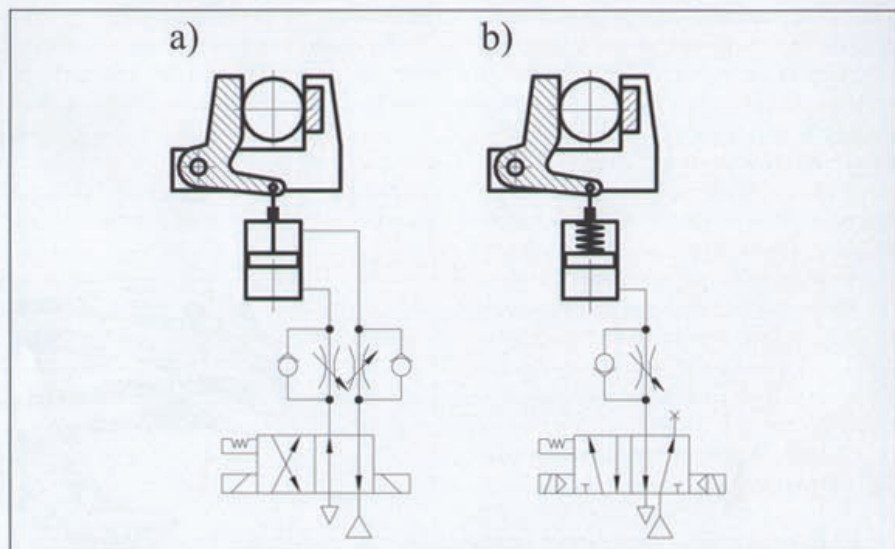
lub membrany siłownika pneumatycznego, wytworzenia podciśnienia, odkształcenia elastycznych końcówek lub przepon chwytanych, wywołania zjawiska przyssania oraz realizacji czynności pomocniczych [5].

**Biochwytaki i chwytaki rehabilitacyjne**

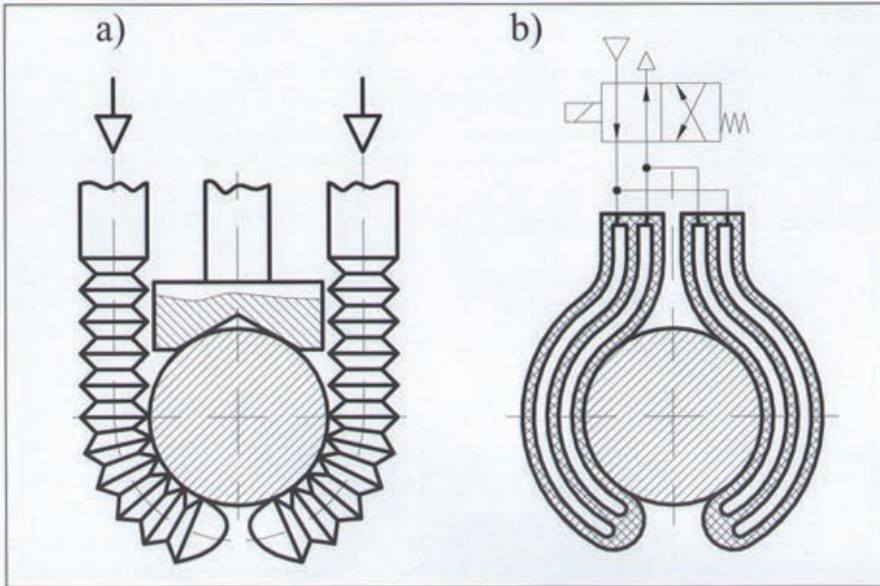
Chwytność należy do podstawowych czynności człowieka, wykonywanych odruchowo, powtarzanych wielokrotnie i codziennie, wymagających nie raz wiele wysiłku. Tej czynności uczymy się od wczesnego dzieciństwa. Dłoń człowieka jest chwytakiem biologicznym o największej liczbie stopni swobody (22) i największej liczbie stopni ruchliwości (23), składającym się z 18 członów oraz 17 połączeń ruchomych [6]. Na rys.1 porównano dłoń człowieka z modelem chwytaka mechanicznego – kiści z dwoma palcami. Chwytaki mechaniczne nie są w stanie dorównać możliwościom manipulacyjnym ręki ludzkiej. Około 90% chwytaków stosowanych w przemyśle ma minimalną liczbę dwóch końcówek

chwytnych (dwa palce) [2], jakie są wymagane do pewnego chwycenia przedmiotu i przemieszczenia go we wszystkich kierunkach. Każda końcówka chwytaka powinna przy pracy ciąglej przenieść obciążenie od 35 do 50 N, a przy pracy chwilowej obciążenie do 150 N. Napędy pneumatyczne

mają zastosowanie w konstrukcji chwytaków biologicznych, które mogą być jednocześnie elementami protez kończyn górnych (ręki lub dłoni) oraz robotów lub aparatów rehabilitacyjnych. Cylindry pneumatyczne spełniają w tych urządzeniach rolę mięśni pneumatycznych wspomagających ruch ręki. Budowa manipulatorów lub robotów rehabilitacyjnych może także przypominać szkielet ręki. Przykładem urządzenia ze sztucznymi mięśniami pneumatycznymi jest robot o nazwie SKIL MATE [7] lub robot TRON firmy Festo. Roboty te budowane są na bazie serwomechanizmów elektropneumatycznych z czujnikami dotykowymi. Roboty z mięśniami pneumatycznymi mają zastosowanie w pracach związanych z pewnym ryzykiem oddziaływania otoczenia na człowieka, np. w pracach wykonywanych w warunkach nieważkości kosmicznej. Robot SKIL MATE został zastosowany w programie kosmicznym Extra-Vehicular Activity, związanym z działalnością kosmonautów w przestrzeni poza statkiem kosmicznym. Służył on japońskiemu kosmonaucie dr Doi do wspomagania ruchu ramienia i dłoni w doświadczeniach i pracach prowadzonych w warunkach przestrzeni kosmicznej. W robocie SKIL MATE wykorzystano cylindry średnicy 8 mm, długości 150 mm. Cylindry te mogą generować siłę do 200 N przy ciśnieniu 400 kPa. Widok rękawicy jako biochwytaka z mięśniami pneumatycznymi robota SKIL MATE przedstawiono na rys. 2. W ramach projektu STATUS wykonano prototypy łokcia, kiści, palców i rękawicy z mięśniami pneumatycznymi sterowanymi mikroprocesorowo.



Rys. 4 Schematy sterowania pneumatycznych chwytaków szczękowych z siłownikiem dwustronnego działania (a) i siłownikiem jednostronnego działania (b)



Rys. 5 Pneumatyczne końcówki chwytne w postaci mieszka (a) i przepony (b)

### Chwytki szczękowe

Przykłady zastosowania pneumatycznych chwytek szczękowych, których działanie oparte zostało na różnych siłownikach tłokowych, membranowych i silniku obrotowym, przedstawiono na rys. 3. Natomiast na rys. 4 przedstawiono podstawowe układy sterownia pneumatycznych chwytek szczękowych z siłownikiem dwustronnego i jednostronnego działania. W pierwszym przypadku steruje się zamykaniem i otwieraniem chwytaka, zaś w drugim tylko zamykaniem chwytaka. Napęd pneumatyczny stosuje się także w chwytakach samonastawnych i samocentrujących z dwoma lub wieloma ruchomymi szczękami. Chwytki z ruchomymi szczękami, wykonującymi ruchy li-

niowe i obrotowe, są szczególnie przydatne do zaciskania powierzchni wewnętrznych i zewnętrznych o różnych kształtach.

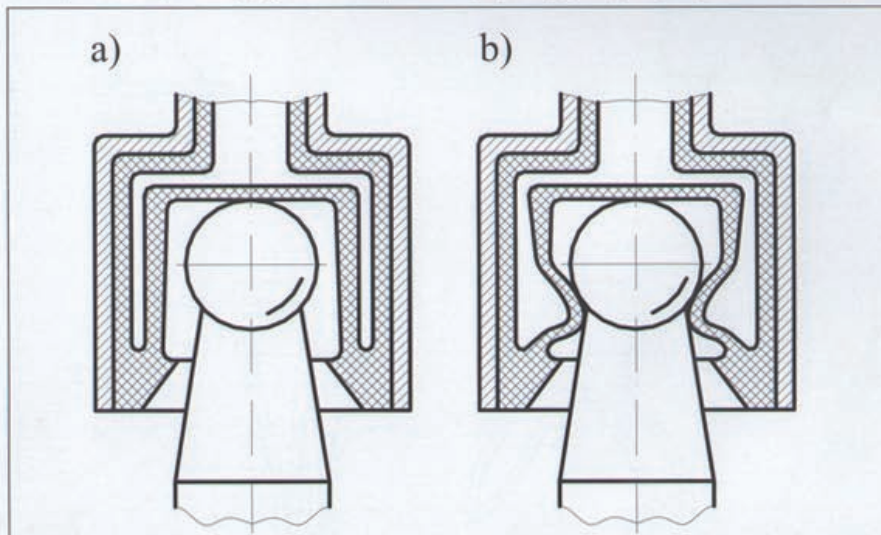
### Chwytki z elastycznymi końcówkami chwytymi

Pneumatyczne elastyczne końcówki chwytne (nazywane także „palcami pneumatycznymi”) zmieniają swój kształt pod wpływem sprężonego powietrza. Chwytnie za pomocą elastycznych końcówek zaliczane jest do chwytania kształtowego z różnym udziałem siły, którą można łatwo regulować. Na rys. 5 przedstawiono zastosowanie elastycznych końcówek („palców pneumatycznych”) w postaci zamkniętego mieszka (rys. 5a) oraz giętkkiej przepony (rys. 5b). Elastycz-

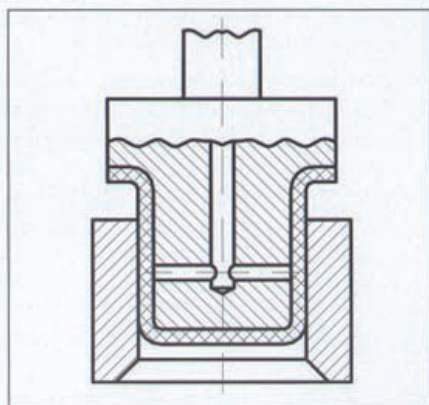
ne końcówki chwytne są proste w użyciu i tanie, nadają się do chwytania przedmiotów o nieregularnych kształtach oraz o delikatnych i różnicowanych powierzchniach. Elastyczne końcówki chwytne umożliwiają tworzenie chwytek pneumatycznych (uniwersalnych) z wieloma końcówkami do chwytania różnego typu obiektów. Przykłady zastosowania chwytek pneumatycznych z elastycznymi końcówkami chwytymi do chwytania obiektów typu wałek przedstawiono na rys. 6, a do chwytania obiektów typu tuleja na rys. 7 [10].

### Chwytki podciśnieniowe

Chwytki podciśnieniowe działają jako chwytki czynne (po podłączeniu do kolektora próżniowego ejetora, pompy próżniowej lub urządzenia wydmuchowego) lub bierne (bez kolektora próżniowego). Z reguły chwytki podciśnieniowe stosuje się do przedmiotów o powierzchni gładkiej, ale mogą być stosowane także do przenoszenia przedmiotów nieforemnych i chropowatych, z materiałów kruchych, o powierzchni sferycznej i o masie do kilku kilogramów. Chwytki podciśnieniowe składają się z kilku oddzielnych przyssawek z łącznikiem sztywnym, sprężystym, kątowym lub kulistym. Skuteczność chwytania przedmiotów zależy od ich odporności na zginanie (różne sztywności mają: papier, blacha stalowa, tafla szklana) i od struktury powierzchni (różne powierzchnie mają: beton, szkło, blacha ryflowana lub uźebrowana). Chwytki podciśnieniowe są powszechnie stosowane ze względu na ich prostą konstrukcję i niski koszt eksploatacji. Zasadę działania przyssawki chwytaka podciśnieniowego przedstawiono na rys. 8 [9]. Podciśnienie w przyssawce wytwarzane jest po podłączeniu jej do źródła podciśnienia. Siła podnoszenia zależy od powierzchni czaszy przyssawki oraz od różnicy między ciśnieniem atmosferycznym a wytworzonym podciśnieniem. W przyssawce podciśnienie wytwarzane jest za pomocą jednostopniowej dyszy stożkowej (np. dyszy Venturiego), przez którą przepływa powietrze pod ciśnieniem. Ze względu na kształt dyszy wylotowej, dysze do wytwarzania podciśnienia nazywane są również ejetorami. Ejetor składa się z dyszy przyspieszającej przepływ sprężonego powietrza oraz dyszy odprowadzającej powietrze do otoczenia. Przy



Rys. 6 Przykłady zastosowania pneumatycznych końcówek chwytnych do uchwycenia przedmiotów typu wałek: chwytak otwarty (a), chwytak zamknięty (b)



Rys. 7 Przykłady zastosowania pneumatycznych końcówek chwytanych do uchwycenia przedmiotów typu tuleja

przenoszeniu nawet niewygodnych do transportu przedmiotów. Urządzenia podciśnieniowe nie wytwarzają ciepła, mają małą masę i budowę kompaktową. Do ich wad można zaliczyć dużą emisję hałasu.

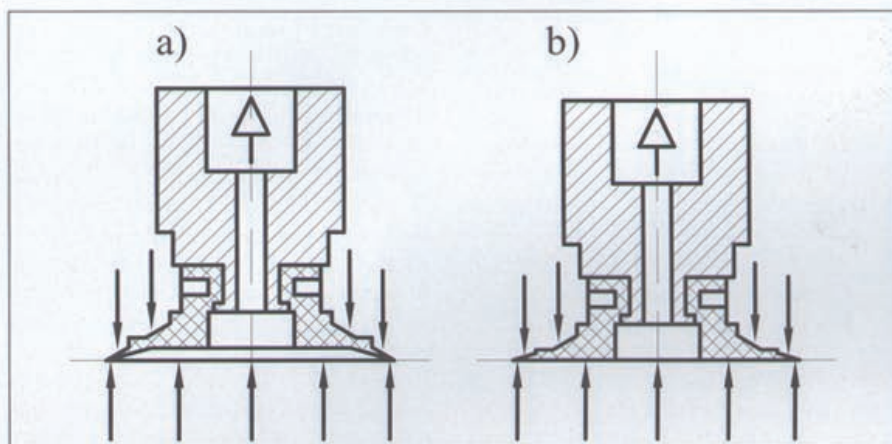
### Chwytaaki strumieniowe

W pneumatycznych chwytaakach strumieniowych wykorzystuje się strumień sprężonego powietrza do podtrzymania, manipulacji i orientacji przedmiotów. Chwytaaki takie szczególnie nadają się do manipulowania małymi i lekkimi przedmiotami, typu krążek, podkładka, nakrętka. Na rys. 10

przedstawiono typowe przykłady zastosowania chwytaaków strumieniowych do podtrzymywania podkładki i krążka. Strumień powietrza działa w kierunku stycznym do chwytanego przedmiotu. Pozwala to również na orientację przedmiotu w stosunku do narzędzia. Strumień sprężonego powietrza wytwarza także w obszarze chwytanego obiektu podciśnienie, wywołując tzw. paradoks aerodynamiczny. Wykorzystanie paradoksu aerodynamicznego sprawia, że chwytany przedmiot typu krążek (wykonany z papieru, folii lub krzemu) nie przywiera do powierzchni chwytaka. Zaletą chwytaaków strumieniowych jest brak w nich ruchomych elementów mechanicznych, a chwytanie odbywa się na całej powierzchni przedmiotu.

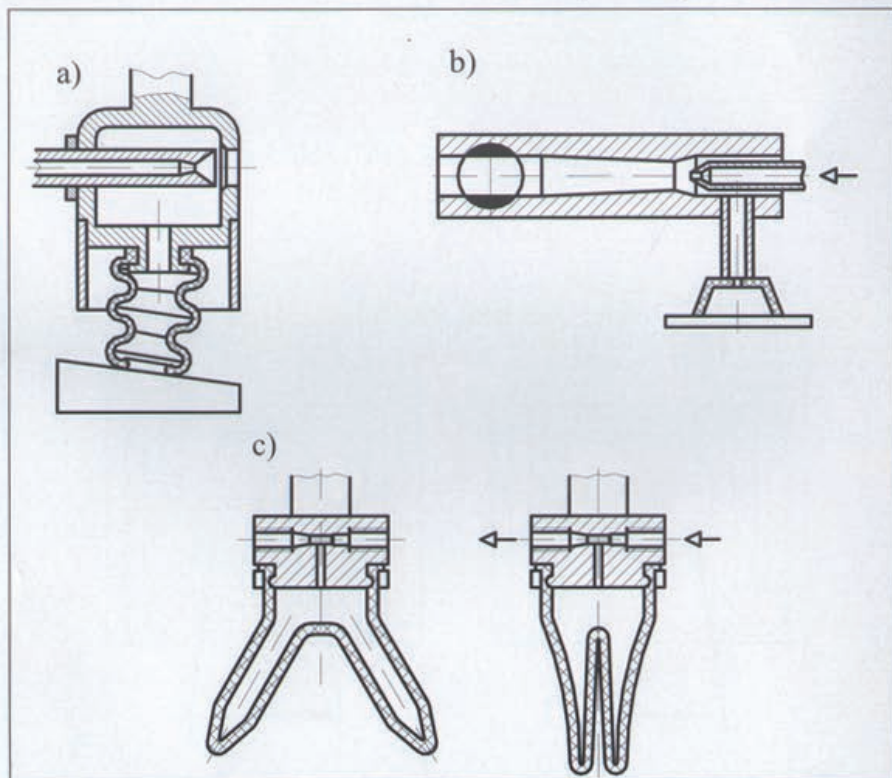
### Podsumowanie

Chwytaaki pneumatyczne realizują trzy podstawowe funkcje: uchwycenie obiektu, utrzymanie obiektu w trakcie czynności manipulacyjnych i uwolnienie obiektu w docelowym miejscu i w dowolnej pozycji. Chwytaaki pneumatyczne buduje się z elementów, zespołów i modułów znormalizowanych, dlatego chwytaaki te umożliwiają prawidłowe uchwycenie i manipulowanie różnymi przedmiotami: dużymi i małymi, lekkimi i cięż-



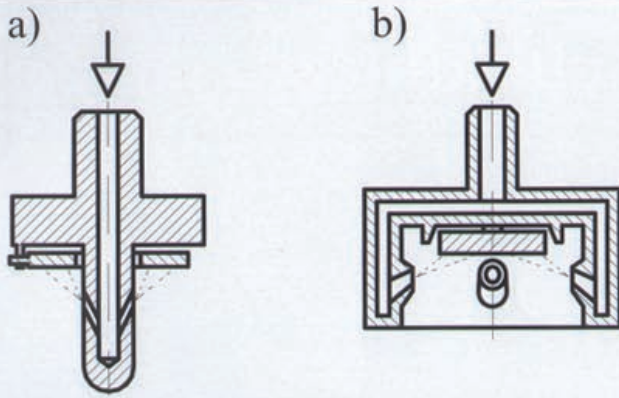
Rys. 8 Zasada działania chwytaka podciśnieniowego z przyssawką

przepływie powietrza przez przewężenie zwężki (Venturiego, ejektora) następuje spadek ciśnienia, wysysanie powietrza i powstanie podciśnienia w obszarze przyssawki, mieszka lub palców elastycznych chwytaka. Zasadę działania chwytaaków z takimi elastycznymi elementami, które mogą być wykonane z neoprenu-kauczuku polichloroprenowego, przedstawiono na (rys. 9) [10]. Do jednej dyszy mogą być przyłączone najwyżej dwie przyssawki. Do szybkiego uwolnienia przedmiotu w chwytaakach podciśnieniowych stosuje się dodatkowe zawory z obrotowym suwakiem (patrz rys. 9b). Chwytaaki podciśnieniowe z ejektorem są tanie, nie wymagają dodatkowych urządzeń, pracują niezawodnie i bez nadzoru. Podciśnienie w przyssawkach wytwarzane jest także przez pompy próżniowe, wymaga to jednak zastosowania układu podciśnieniowego (próżniowego) i jego sterowania [2]. Przyssawki podciśnieniowe można zabudować w chwytaakach dowolnie, w prosty i szybki sposób. Przyssawki i inne elementy elastyczne pracują niezawodnie przy



Rys. 9 Chwytaaki podciśnieniowe z mieszkiem (a), przyssawką (b) i palcami elastycznymi (c)





Rys. 10 Chwytnik strumieniowy do przedmiotów typu podkładka (a) i płytka (b)

kim, o powierzchni gładkiej i porowatej, o strukturze stałej i ażurowej, o różnej elastyczności i kruchości. Stosowane są także w różnej temperaturze i wilgotności środowiska, w przypadku stanu zagrożenia pożarem lub wybuchem, w przestrzeni kosmicznej, w protezach i robotach rehabilitacyjnych. Na polskim i niemieckim rynku działa obecnie ok. 50 producentów chwytaków pneumatycznych, co daje odbiorcy duże możliwości wyboru.

Literatura

- [1] Barczak J.: Chwytniki z napędem pneumatycznym. *Pomiary Automatyka Robotyka*, nr 9/1998.
- [2] Hesse S.: Greifer – Praxis. Greifer in der Handhabungstechnik. Vogel Buchverlag, Würzburg 1991.
- [3] Hesse S.: Handhabungsmaschinen. Vogel Fachbuch. Würzburg 1993.
- [4] Honczarenko J.: Roboty przemysłowe. *Elementy i zastosowanie*. WNT, Warszawa 1996.

[5] Szenajch W.: *Pneumatyczne i hydrauliczne manipulatory przemysłowe*. WNT, Warszawa 1982.

[6] *Podstawy robotyki pod red. A. Moreckiego, J. Knapczyka*. WNT, Warszawa 1999.

[7] Umetani Y. and other: *Wearable exoskeleton robot SKIL MATE*. Space Division Shimizu Corporation, Shibaura, Minato-Ku, 1999.

[8] Hain K.: *Zur Kinematik sebstzentrierender flexibler Greifersysteme*. *Konstruktion* Nr. 37/1985.

[9] *Urządzenia próżniowe. Katalog formy PIAB AB (Szwecja)*, 02.1999.

[10] Hesse S.: *Industrieroboterpraxis*. Vieweg, Wiesbaden 1998.

dr hab. inż. Ryszard Dindorf  
 prof. Politechniki Świętokrzyskiej  
 dindorf@eden.tu.kielce.pl  
 mgr inż. Paweł Łaski,  
 laskip@eden.tu.kielce.pl  
 Samodzielny Zakład Automatyki,  
 Politechnika Świętokrzyska  
 w Kielcach



**NORGREN  
HERION**

Z nami

pneumatyka

jest prosta

IMI International Sp. z o.o. – Oddział Norgren Herion  
 03-821 Warszawa, ul. Żupnicza 17

tel. (022) 871 7880 biuro@pl.norgren.com  
 fax (022) 871 7881 www.pl.norgren.com

Przedstawiciele terenowi:  
 Polska Pd.: tel. 0603 090 122, fax (034) 357 08 32  
 Polska Zach.: tel. 0607 389 034



**NORGREN  
HERION**

# PoleStar

## Osuszacz chłodniczy



---

# HIROSS

---

Compressed Air Treatment

# Projektowanie pneumatycznych układów sterujących

W poprzednich numerach „Pneumatyki” po analizie działania elementów i układów pneumatycznych przedstawiono zagadnienie projektowania układów napędowo-sterujących. Obecnie na podstawie tej analizy i ogólnego schematu projektowania omówione zostaną podstawy projektowania układów sterujących zarówno dwustanowych, jak i trójstanowych, wykorzystujących sygnały dwuwartościowe oraz trójwartościowe.

Projektowanie pneumatycznego układu sterującego, nie biorąc pod uwagę najprostszego sposobu intuicyjnego, możemy przeprowadzić metodą algorytmiczną albo analityczną. Wstępnym krokiem jest wykonanie tak zwanej **syntezy abstrakcyjnej**, która polega na sformalizowanym opisie działania projektowanego układu. W wyniku tego kroku otrzymujemy zapis działania układu w jednej z postaci: tablicy kolejności łączeń, tablicy programu, grafu działania lub w najbardziej abstrakcyjną formę – wyrażenia regularnego. Ten formalny zapis jest punktem wyjścia do kolejnego kroku – **syntezy strukturalnej**. Przy metodach algorytmicznych są to procedury postępowania podające przepisy na dobór elementów i sposób łączenia ich w układ. W metodach analitycznych natomiast są podstawą do wyznaczenia funkcji logicznych opisujących działanie układu, co pozwala w konsekwencji na dobór elementów funkcjonalnych. Ostatnim krokiem przy projektowaniu jest tak zwana **synteza techniczna** polegająca na doborze konkretnych elementów katalogowych z uwzględnieniem ich charakterystyk technicznych.

## Wybór sposobu sterowania

Przed przystąpieniem do projektowania należy sprawdzić, czy wybór pneumatycznego sposobu sterowania został trafnie dokonany. Bowiernie sterowanie pneumatycznymi układami napędowymi można zrealizować w różny sposób:

- wyłącznie elementami pneumatycznymi,
- układem elektro-pneumatycznym,
- mikroprocesorowym układem programowalnym.

Wyboru dokonujemy na podstawie analizy projektowanego układu pneumatycznego, biorąc pod uwagę następujące aspekty:

- czas przesyłu sygnału z układu sterowania do zaworów sterujących siłownikami pneumatycznymi;
- czas transmisji sygnałów sprzężeń zwrotnych, głównie z sensorów położenia do układu sterowania;
- możliwości stosowania odpowiednich sensorów – elektrycznych, elektronicznych czy pneumatycznych;
- wielkość projektowanego układu sterowania – czyli liczbę wejść i wyjść oraz liczbę taktów i różnych ciągów taktów.

Obecnie w dobie stosowania elektronicznych sterowników programowalnych całkowicie pneumatyczne układy stosuje się stosunkowo rzadko. Ograniczeniami określającymi opłacalność ich stosowania są: odległość między układem sterowania i obiektem nie przekraczająca 4 m, ze względu na czas przesyłu sygnału, oraz liczba wyjść i wejść rzędu 30 przy tej samej liczbie taktów [4]. Pomocny może tu być współczynnik  $T_c$ , określający tak zwany stopień przełączania obliczany ze wzoru:

$$T_c = \frac{m+n}{I+O} \quad (1)$$

gdzie:

$n$  – liczba wszystkich taktów,

$m$  – liczba ciągów taktów,

$I$  – liczba wejść,

$O$  – liczba wyjść.

Po przekroczeniu przez ten współczynnik wartości 1 w zasadzie nie stosuje się w pełni pneumatycznych układów sterowania, chyba że liczba wejść i wyjść jest mała. Granica nie jest jednak sztywna i może być przesunięta. Jeśli na przykład zdecydujemy się na dłuższy czas przesyłu sygnału rzędu 2 sekund, to odległość wydłuży się do 16 m. Przy mniejszej liczbie taktów rzędu 15 i jednym ciągu taktów liczba wejść i wyjść może dochodzić do 50. Dane te wynikają z praktyki inżynierskiej i dotyczą pewnego zestawu elementów sterujących, stąd mogą się nieco różnić w zależności, jakiej firmy elementy będziemy stosowali. Poniżej zajmiemy się projektowaniem układów składających się wyłącznie z elementów pneumatycznych.

## Podstawy teoretyczne

Większość metod projektowania układów pneumatycznych opiera się na dwuelementowej algebrze Boole'a. Ponieważ, jak wykazano to w analizie działania elementów i układów pneumatycznych [2], nie oddaje ona w pełni rzeczywistego charakteru ich działania, to należy mieć to na względzie przy projektowaniu dla zapewnienia niezawodnego działania układu. Dlatego w metodach tych narzuca się taki tok postępowania, który pozwala wyeliminować powstanie zawodnych warunków funkcjonowania, wynikających z rzeczywistych charakterystyk elementów i charakteru sygnału pneumatycznego, bez przeprowadzania pełnej analizy działania zaprojektowanego układu. W metodach algorytmicznych stosujemy elementy, które zapewniają nie tylko doprowadzenie, ale również odprowadzenie zużytego powietrza do atmosfery. W metodach analitycznych układ rozdziela się na tzw. „czynny” – doprowadzający powietrze do układu – i „bierny” – odprowadzający zużyte powietrze do atmosfery [1]. Oba te układy realizuje się wspólnie przy użyciu typowych elementów pneumatyki. Eliminacji wpływu czasu przejścia elementu wykonawczego, z jednego skrajnego położenia w drugie, na

działanie układu można dokonać jednym z poniższych sposobów:

- Traktować zmienną  $x$  określającą stan elementu jako dwie (lub trzy) zmienne niezależne:  $x_0, x_1, x_2$ , będące sygnałami z sensorów położenia (lub ciśnienia). Zwiększa się jednak w ten sposób liczbę zmiennych, co jest niekorzystne ze względu na przeprowadzaną w następnych krokach minimalizację układu.
- Ograniczyć przekształcanie wyrażeń analitycznych, osobno traktując każdy sygnał z sensorów położenia (np.  $x_2 = x$  i  $x_0 = \sim x$ ), jako że są generowane przez oddzielne elementy.
- Wprowadzić dodatkowe elementy realizujące funkcję pamięci, a sterowane sygnałami z sensorów położenia. Wtedy sygnał wyjściowy:

$$x = \sim x_0(x_2 + x) \quad (2)$$

Podany niżej przegląd wybranych metod projektowania układów pneumatycznych dotyczy układów z dwustanowymi i trójstanowymi elementami wykonawczymi oraz dwuwartościowymi i trójwartościowymi sygnałami pneumatycznymi.

### Synteza abstrakcyjna

Synteza abstrakcyjna ma na celu sformalizowanie zapisu działania układu. W układach pneumatycznych najczęściej stosuje się i wykorzystuje zapis w formie tablicy kolejności łączeń lub grafu działania układu. Te dwa sposoby zostaną tu pokrótce opisane.

Tablica kolejności łączeń podaje w sposób graficzny przebieg sygnałów w czasie podzielonym na takty. Stosowana jest szczególnie dla przedstawienia układów działających w jednym cyklu pracy. Otrzymuje się ją z cyklogramu pracy elementów wykonawczych (siłowników). Na rys. 1 podano przykładowy cyklogram pracy dwóch trójpołożeniowych siłowników pneumatycznych A i B. Działanie siłownika opisane jest tu linią łamaną – wznoszącą, oznaczającą wysuwanie się tłoczyska, opadającą – wsuwanie się tłoczyska, oraz liniami poziomymi odpowiadającymi stanom siłownika, w których tłoczysko jest nieruchome w trzech położeniach: linia górna – przy wysuniętym tłoczysku położenie 2, czyli A+, linia środkowa – przy tłoczysku w położeniu pośrednim 1 (środkowym), czyli AΦ i linia dolna – przy wsuniętym tłoczysku, położenie 0, czyli A-. O każdym z tych stanów mogą informować oddzielne sensory, generujące sygnały dwuwartościowe:  $x_0, x_1, x_2$ . Można też



Rys. 1 Przykładowy cyklogram pracy siłowników trójpołożeniowych

stosować dwa sensory  $x_0, x_2$ , których trzy kombinacje dwuwartościowych sygnałów wyjściowych informują o trzech stanach elementu wykonawczego lub wykorzystuje się jeden sygnał trójwartościowy. Z cyklogramu pracy siłowników można przejść do tablicy kolejności łączeń podającej kolejne stany sygnałów z sensorów informujących o stanie siłownika. Każdy takt tablicy charakteryzuje się odpowiednią kombinacją tych sygnałów.

TAKTY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A a 3°	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
B b 3¹	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Liczba łączenia	4	5	2	1	7	8	7	3	0	1

Rys. 2. Tablica kolejności łączeń dla układów trójstanowych

Do opisu stanu siłownika możemy też użyć jednej zmiennej, przy założeniach upraszczających, że czasy przejścia siłownika z jednego do drugiego stanu są pomijalnie małe [3], co jest równoważne spełnieniu następujących warunków:

$$x_0 \vee x_2 = 1 \quad (3)$$

dla układów dwustanowych lub

$$x_0 \vee x_1 \vee x_2 = 2 \quad (4)$$

dla układów trójstanowych,

Tak skonstruowana tablica kolejności łączeń będzie miała postać jak na rys. 2. Zapis w tej tablicy wykorzystuje trzy oznaczenia dla stanów siłownika: brak linii oznacza położenie A-, czyli sygnał  $x_0$ , linia przerywana położenie AΦ, czyli sygnał  $x_1$ , a linia ciągła położenie A+, czyli sygnał  $x_2$ . Zmienna  $x$  określająca stan siłownika przyjmuje wtedy wartości:

– dla układów dwustanowych:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \sim x \\ x_2 &= x \end{aligned} \right\} (5)$$

– dla układów trójstanowych:

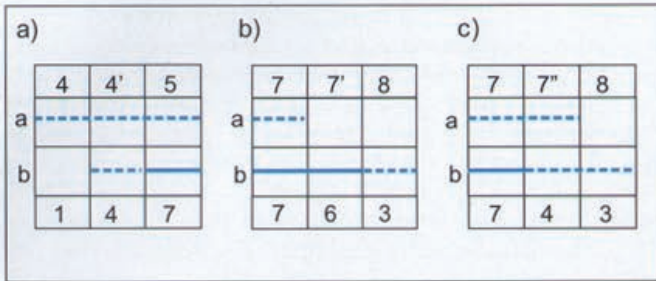
$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \Phi_0(x) = \eta x \\ x_1 &= \Phi_1(x) \\ x_2 &= \Phi_2(x) = \nu x \end{aligned} \right\} (6)$$

Oczywiście przy projektowaniu musimy pamiętać o tych założeniach upraszczających, a dodatkowo należy uwzględnić:

- fizyczne własności elementów – przejście z jednego stanu do drugiego jest możliwe tylko przez stan pośredni;
- możliwą do wystąpienia różną kolejność pojawienia się sygnałów przy jednoczesnym działaniu kilku elementów (czyli wyeliminować tzw. hazard statyczny).

W pierwszym przypadku tablicę kolejności łączeń należy uzupełnić dodatkowym stanem uwzględniającym ten pośredni stan, przez który przechodzi element wykonawczy. Przejście bowiem z jednego skrajnego położenia – 0 w drugie skrajne – 2 musi odbywać się przez stan pośredni – 1. Pokazano to na rys. 3a, umieszczając dodatkowy stan 4'.

W drugim przypadku, przy jednoczesnym działaniu na przykład dwóch elementów wykonawczych, możliwe są dwie sekwencje sygnałów, w zależności od szybkości ich



Rys. 3 Uzupelnienia tablicy kolejności łączeń o stany możliwe do wystąpienia

działania – albo wcześniej zadziała element A – zaniknie sygnał  $a_1$  i pojawi się sygnał  $a_0$ , a potem zadziała element B – zaniknie sygnał  $b_2$  i pojawi się sygnał  $b_1$ , albo sytuacja będzie odwrotna – najpierw zadziała element B, a potem A. Takie dwie możliwości pokazano na rys. 3b i 3c jako dodatkowe stany 7' lub 7". Do tablicy kolejności łączeń można wprowadzić również sygnały zewnętrzne, np. z przycisku „start”, czujnika obecności itp.

Przedstawienie bardziej skomplikowanego działania układu, zawierającego np. alternatywne lub równoległe cykle działania, powtórzenie czy opuszczenie fragmentu cyklu jest znacznie utrudnione, ale możliwe. W przypadkach wielu cykli łatwiej jest zastosować do opisu graf działania układu.

Przez graf działania układu będziemy rozumieli tak zwany graf zorientowany, czyli zbiór wierzchołków połączonych ze sobą liniami zwanymi krawędziami, którym przypisano określony zwrot. Przy opisie działania układu pneumatycznego wierzchołkom przypisujemy stany elementów wykonawczych, natomiast gałęziom przyporządkujemy sygnały powodujące przejścia z jednego stanu do drugiego, a równocześnie informujące o przejściu do tych stanów. Rozróżnia się dwa rodzaje wierzchołków, odpowiadające dwóm stanom:

- niestabilnym, po których następuje przejście do następnego stanu;
- stabilnym, z których przejście do następnych zależy jest od istnienia sygnałów zewnętrznych.

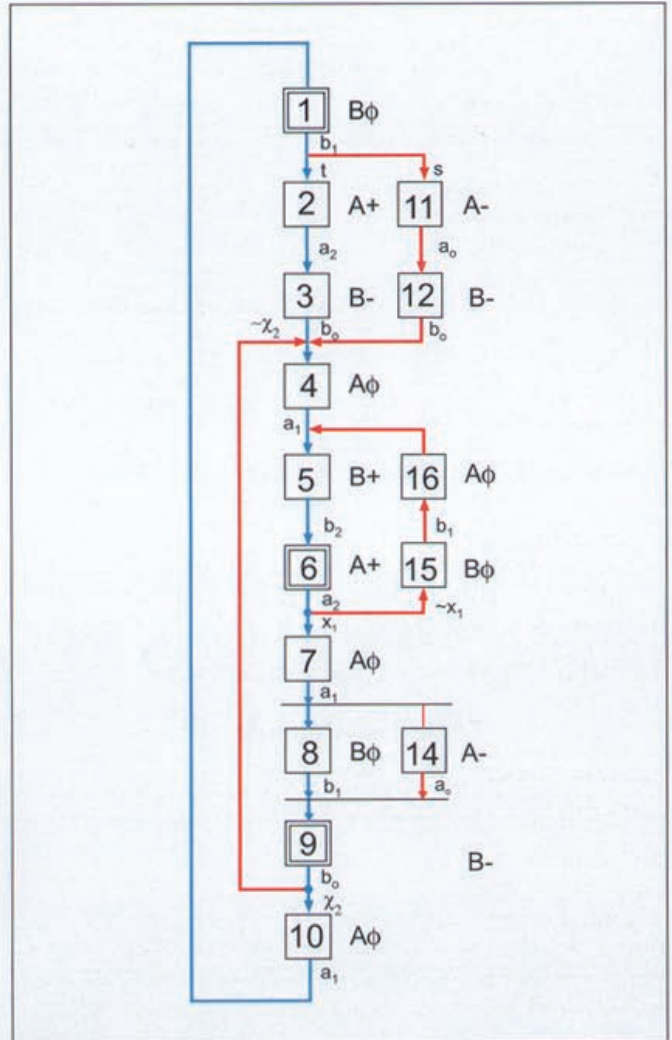
Przykład zapisu działania układu z wykorzystaniem grafu przedstawiono na rys. 4. Odpowiada w podstawowej wersji (kolor niebieski; numery 1 – 10) tablicy kolejności łączeń z rys. 3, ale uzupełniono go dodatkowo (kolor czerwony) o alternatywny cykl działania (numery 11 – 12), równoległy cykl działania (numery 13), powtarzanie fragmentu cyklu (numery 14 – 15) oraz opuszczanie fragmentu cyklu. Te przypadki, jak podano wcześniej, trudno w sposób przejrzysty zobrazować w jednej tablicy kolejności łączeń, dlatego zrezygnowano z przytaczania tu zestawu tablic. Stany stabilne w grafie oznaczono podwójną ramką.

### Wybór metody syntezy

Przystępując do syntezy strukturalnej projektowanego układu, mamy możliwość wyboru odpowiedniej metody. Uzależnione jest to głównie od:

- liczby stanów elementu wykonawczego;
- liczby sensorów położenia informujących o jego stanie;
- funkcji, jaką spełnia element wykonawczy;
- wartościowości sygnałów wejściowych;
- wartościowości sygnałów sterujących zaworami.

Przy elementach trójstanowych osiągnięcie przez silownik położenia środkowego uzyskiwane jest przez:



Rys. 4 Graf działania układu trójstanowego

- działanie elementu sprężystego przy odpowietrzeniu obydwu komór roboczych, a informacja o położeniu uzyskiwana jest z dwóch sensorów położenia sygnałami dwu- lub trójwartościowymi;
- zatrzymanie hamulcem po sygnale dwuwartościowym z sensora usytuowanego w położeniu środkowym.

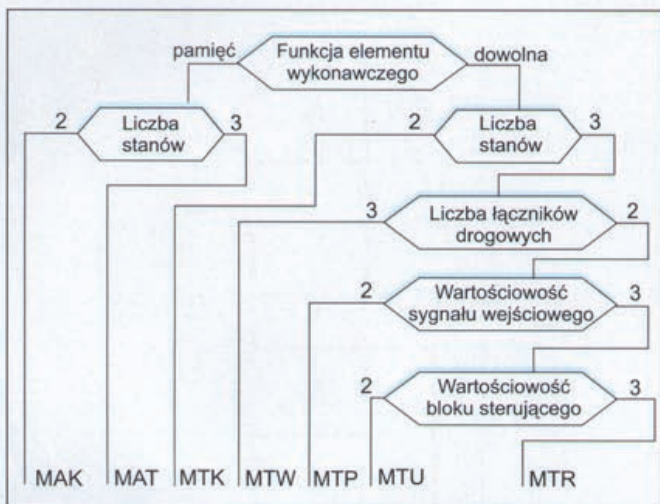
Funkcje, jaką mogą spełniać elementy wykonawcze w zależności od zastosowanego zaworu, to:

- powtórzenie z opóźnieniem (przy zaworze ze sprężyną);
- pamięć typu R-S (przy zaworze sterowanym obustronnie pneumatycznie).

Sygnały wyjściowe z sensorów położenia, jak i sygnały sterujące w elementach logicznych mogą być traktowane jako dwuwartościowe lub trójwartościowe.

W zależności od powyższych kryteriów można wybrać jedną z wielu metod syntezy układu pneumatycznego zestawionych w tablicy 1 [4]. Są to mianowicie:

1. Metody tablic kolejności łączeń (MT):
  - 1.1. metoda klasyczna (MTK),
  - 1.2. metoda uproszczona (MPT)
  - 1.3. metoda wielostanowa (MTW),
  - 1.4. metoda uogólniona (MTU)
  - 1.5. metoda rozszerzona (MTR)
2. Metody algorytmiczne (MA):
  - 2.1. metoda dwustanowa (MAK),
  - 2.2. metoda trójstanowa (MAT)



Rys. 5 Schemat wyboru metody syntezy układu pneumatycznego

Schemat wyboru metody projektowania układu pneumatycznego podano na rysunku 5. Wybór odpowiedniej metody pozwala na uzyskanie najprostszymi środkami układu spełniającego założony algorytm działania.

**Podsumowanie**

W zależności od liczby stanów uzyskiwanych przez element wykonawczy (dwa lub trzy), funkcji, jaką on realizu-

je (powtórzenia lub pamięci), liczby zastosowanych sensorów położenia i wartościowości sygnałów wejściowych i sterujących, musimy dobrać odpowiednią metodę projektowania układu pneumatycznego. Wynika stąd, że istotny wpływ na projektowanie układu sterującego ma struktura funkcjonalna elementów układu napędowego i w związku z tym syntezę całego układu napędowo-sterującego należy prowadzić łącznie. Przy projektowaniu musimy uwzględnić rzeczywiste działanie elementów pneumatycznych zarówno napędowych, jak i sterujących.

*Literatura*

[1] Szenajch W.: *Napęd i sterowanie pneumatyczne*, WNT, Warszawa 1997  
 [2] Węsierski Ł.N.: *Work analysis of pneumatic elements and systems, ICCS 2000 Podbanske, Slovak Republic, May 2000.*  
 [3] Węsierski Ł.N.: *Projektowanie pneumatycznych układów napędowo-sterujących*, *Pneumatyka*, zeszyt nr 3/28 rok 2001 (str. 42-43).  
 [4] Węsierski Ł. N.: *Projektowanie pneumatycznych układów napędowych i sterujących*, Wydawnictwa AGH, Rozprawy, monografie 4. Kraków 1994 r.

Prof. nadzw. dr hab. inż.  
 Łukasz N. Węsierski  
 Politechnika Rzeszowska

XIII KRAJOWA KONFERENCJA

**PNEUMA 2002**



**PNEUMATYKA  
 W POLSKIM PRZEMYŚLE**

**BIAŁYSTOK – WIGRY  
 20-23 CZERWCA 2002**

Z przyjemnością zawiadamiamy, że rozpoczęły się przygotowania do kolejnej konferencji Pneuma. Jest to cykliczne, odbywające się co dwa lata, spotkanie naukowe poświęcone tematyce pneumatycznej, na które zapraszani są przedstawiciele szeroko rozumianego środowiska związanego z wytwarzaniem i użytkowaniem sprężonego powietrza. Ostatnia konferencja miała miejsce w Cedzynie koło Kielc i zorganizowana była przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach. Tym razem głównym organizatorem będzie Politechnika Białostocka, a spotkanie odbędzie się w wyjątkowo pięknym miejscu nad jeziorem Wigry, w znanym pokamedulskim zespole klasztornym (Dom Pracy Twórczej widoczny na zdjęciu). Pomimo tak nastrojowego i związanego z przyrodą miejsca, konferencja będzie miała wymiar bardzo praktyczny. Zamierzeniem organizatorów jest stworzenie warunków do uczestnictwa wszystkim liczącym się na polskim rynku pneumatycznym firmom handlowym i produkcyjnym oraz do szerokiej obecności przedstawicieli przemysłu – użytkowników sprężonego powietrza. Nasze czasopismo tradycyjnie już obejmuje patronat medialny nad konferencją. W następnym numerze „Pneumatyki” podamy dokładny skład komitetu organizacyjnego, komitetu naukowego i tematykę konferencji.

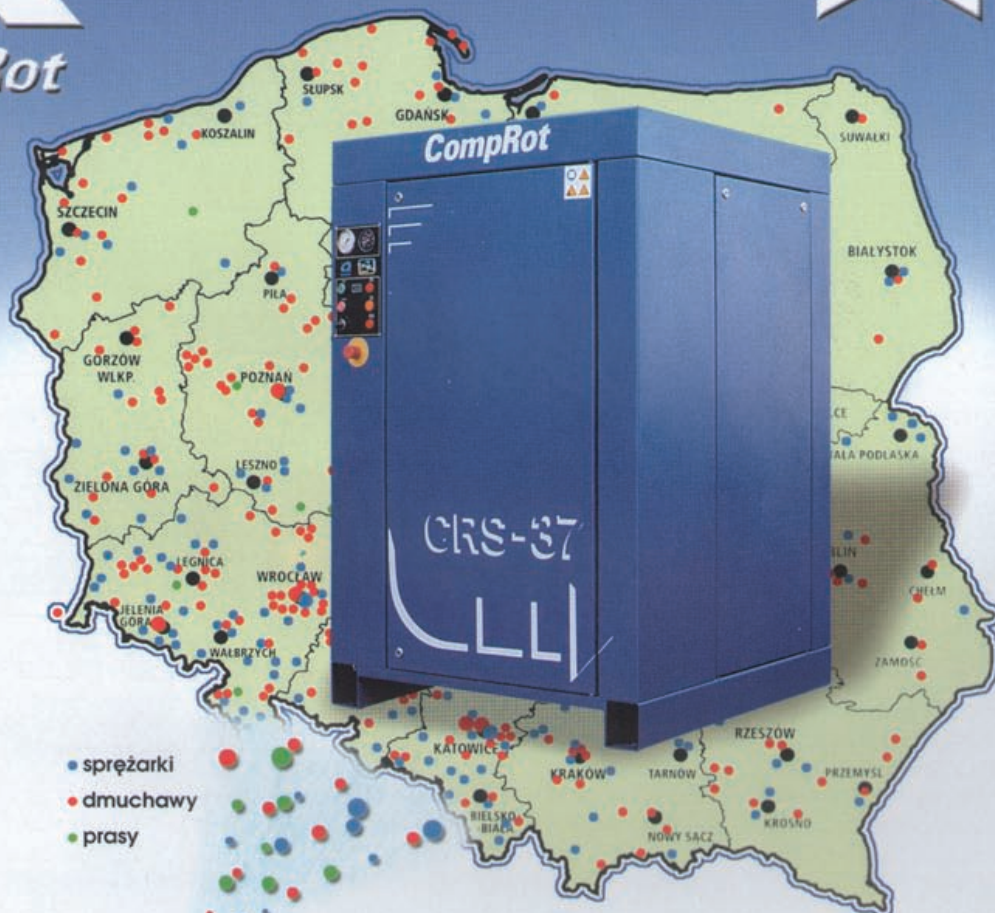


KOMITET ORGANIZACYJNY PNEUMA 2002  
 Katedra Mechatroniki Politechnika Białostocka  
 ul. Wiejska 45 c, 15-351 Białystok  
 tel. (085) 742 20 41 w. 563, 513 lub 12; fax (085) 742 11 43  
 e-mail: pneuma@pneuma.edu.pl, http://www.pneuma.edu.pl

# Partnerstwo dla biznesu



Europejski  
Fundusz  
Leasingowy



- sprężarki
- dmuchawy
- prasy



CompRot sp. z o.o.  
53-608 Wrocław  
ul. Robotnicza 72  
tel./fax (071) 373 59 00

e-mail: [comprot@comprot.com.pl](mailto:comprot@comprot.com.pl)  
[www.comprot.com.pl](http://www.comprot.com.pl)



Europejski  
Fundusz  
Leasingowy

Europejski Fundusz Leasingowy SA  
51-124 Wrocław  
ul. Kamińskiego 57  
tel./fax (071) 324 07 70

e-mail: [info@efl.com.pl](mailto:info@efl.com.pl)  
[www.efl.com.pl](http://www.efl.com.pl)

infolinia: 0800 566 800

# Ceramiczne elementy sterujące w bezsmarowych zaworach rozdzielających PZRC

Materiały ceramiczne znajdują coraz szersze zastosowanie w budowie maszyn. Stosowane są między innymi jako elementy uszczelnień łożysk ślizgowych, łożysk tocznych oraz przewodniki prądu i inne elementy węzłów tarcia. Coraz wyższe wymagania stawiane urządzeniom pociągają za sobą konieczność zapewnienia im większej trwałości, niezawodności i bezobsługowej pracy elementów mechanicznych.

**M**etale i tworzywa sztuczne są zastępowane przez ceramikę ze względu na jej bardzo dobre własności użytkowe, m.in. odporność na ścieranie, na zacieranie, odporność termiczną, chemiczną i korozyjną, wysoką twardość i wytrzymałość mechaniczną (szczególnie na ściskanie). Rysunek 1 przedstawia porównanie niektórych własności materiałowych tworzyw sztucznych, metali i materiałów ceramicznych.

Dla zapewnienia podwyższonej trwałości i niezawodnej pracy w wa-

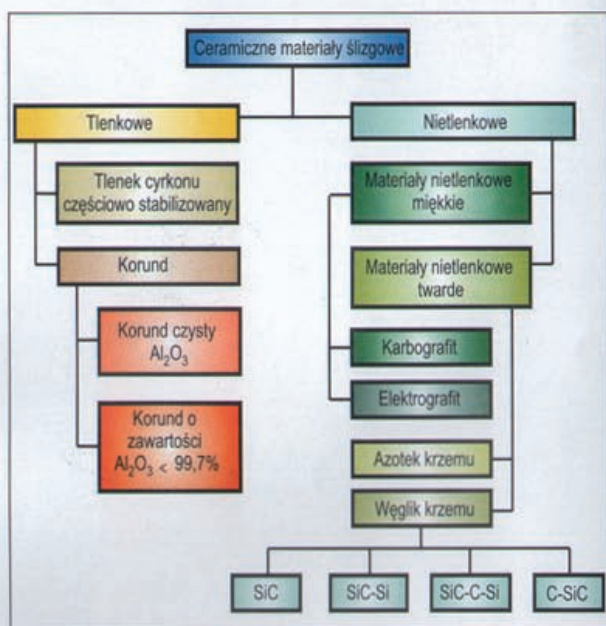
jących ślizgowo można podzielić na dwie grupy:

- materiały ceramiczne tlenkowe,
- materiały ceramiczne nietlenkowe.

Rodzaje materiałów najczęściej spotykanych w takich zastosowaniach przedstawia rysunek 2.

W technice najczęściej wykorzystywane są materiały ceramiczne wytwarzane na bazie SiC, ZrO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> oraz Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Porównanie ich najważniejszych własności użytkowych przedstawia rysunek 3. Zestawienia tego wynika, że najlepsze własności użytkowe posiadają materiały typu SiC, ZrO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

W przypadku zaworów rozdzielających, gdzie elementami współpracującymi ślizgowo są płytki o dużej powierzchni styku, dobrze przylegające starannie obrobionymi powierzchnia-



Rys. 2 Materiały ceramiczne stosowane do wytwarzania elementów współpracujących ślizgowo

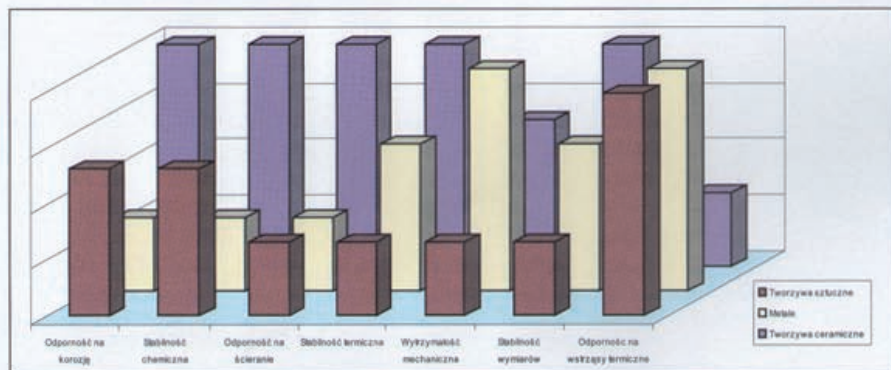
tworzyw należących do grupy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–MgO–SiO<sub>2</sub>. Korund jest materiałem tanim, o dobrze opanowanej technologii wytwarzania. W warunkach pracy uszczelnienia pneumatycznego zapewnia wymaganą trwałość i szczelność elementów.

Wytwarzanie elementów z materiałów ceramicznych składa się z czterech zasadniczych etapów:

- przygotowanie masy,
- formowanie,
- wypalanie,
- obróbka mechaniczna.

Przygotowanie masy polega na wymieszaniu surowców i odpowiednich dodatków technologicznych (lepiszcza, dodatków upłynniających, uplastyczniających, poślizgowych i innych). Głównymi komponentami są najczęściej surowce syntetyczne o odpowiedniej czystości, składzie chemicznym, wielkości i kształcie ziaren.

Formowanie kształtek z suchych mas ceramicznych polega na prasowaniu lub formowaniu wtryskowym. Technika formowania zależy głównie od kształtu i wielkości wytwarzanego elementu oraz rodzaju materiału. Niektóre materiały wymagają



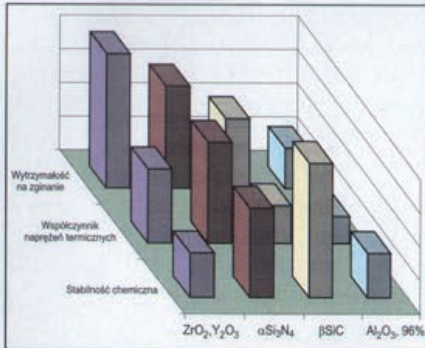
Rys. 1 Porównanie wybranych własności materiałowych tworzyw sztucznych, metali i materiałów ceramicznych

runkach braku środka smarowego dostarczanego ze sprężonym powietrzem, zastosowano do budowy zaworów PZRC ceramiczne elementy sterujące kierunkiem przepływu czynnika.

Materiały ceramiczne używane do wytwarzania elementów współpracu-

jących ślizgowo, stosowanie materiałów o najwyższych parametrach nie jest konieczne. Elementy tego typu najczęściej wykonuje się z czystego korundu – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lub materiału zawierającego 96÷97% tlenku glinu. Najwięksi producenci pneumatyki stosują płytki zaworowe wykonane z

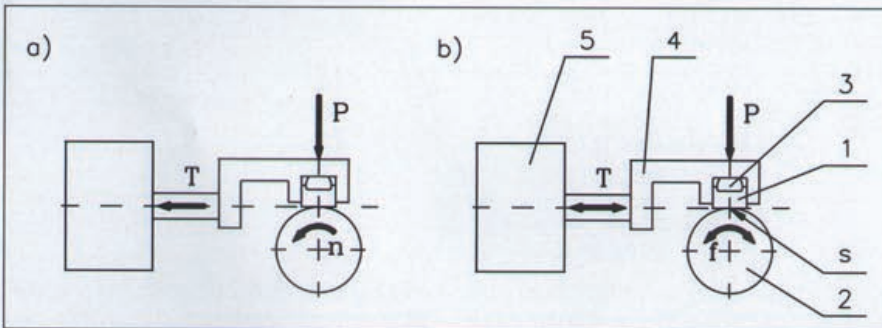




Rys. 3 Porównanie wybranych właściwości użytkowych ceramiki

prasowania z jednoczesnym wypalaniem.

Wypalanie kształtek odbywa się w piecach gazowych lub elektrycznych, niekiedy z zastosowaniem specjalnych atmosfer np.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ . W czasie wypalania następuje synteza tworzywa i spiekanie – likwidacja porów. Wypalaniu



Rys. 4 Tester T-05: 1 – próbka (klocek), 2 – przeciwpółka (rolka), 3 – wkładka półkolistą, 4 – uchwyt próbki, 5 – tensometryczny czujnik siły tarcia

towarzyszy znaczne zmniejszenie wymiarów geometrycznych detali – nawet do dwudziestu kilku procent.

Obróbka mechaniczna wypalonych kształtek ceramicznych polega na szlifowaniu ich powierzchni roboczych za pomocą tarcz diamentowych lub luźnego ścierniwa diamentowego. Ze względu na bardzo dużą twardość i kruchość tworzywa inna obróbka mechaniczna nie jest możliwa.

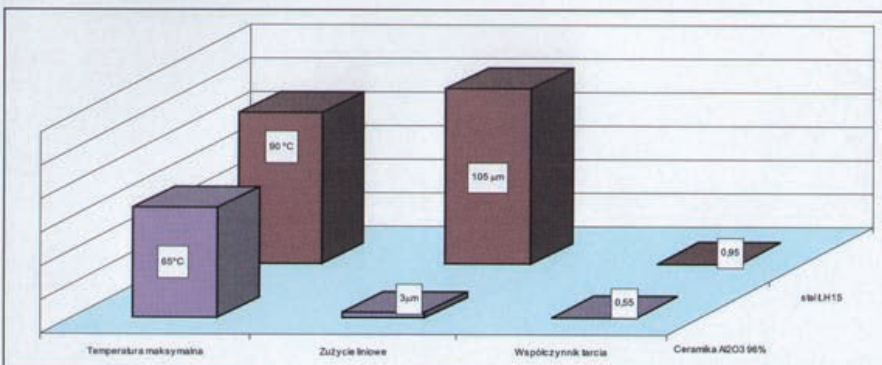
## Badania trybologiczne

Podczas opracowywania konstrukcji zaworów PRZC wykonano szereg badań trybologicznych różnych materiałów stosowanych w węzłach tarcia na elementy pracujące ślizgowo. Głównym celem badań była porównawcza ocena intensywności zużycia się, współczynnika tarcia i temperatury próbek wykonanych z badanych materiałów podczas pracy w testowym węzle tarcia. Badania przeprowadzono na urządzeniu testowym T-05, którego zasadę działania przedstawia rys. 4.

Do współpracy z badanymi materiałami zastosowano standardową przeciwpółkę pierścieniową ze stali narzędziowej NC6 o twardości HRC 59÷62. Badanie polegało na przeprowadzeniu biegu badawczego pary tarczej „próbka – przeciwpółka” z ciąg-

łym pomiarem siły tarcia i zużycia elementów testowych, temperatury masowej klocka oraz określeniu wartości zużycia objętościowego i masowego próbki. Parametry testów ustalono w badaniach wstępnych i przyjęto ich następujące wartości:

- prędkość poślizgu 0,27 m/s,
- obciążenia węzła tarcia 150 N,
- czas trwania biegu badawczego 60 min.



Rys. 5 Porównanie właściwości trybologicznych stali LH15 i ceramiki  $\text{Al}_2\text{O}_3$  96%

Badania przeprowadzono bez udziału środka smarowego, w pomieszczeniu klimatyzowanym z regulowaną wilgotnością  $50 \pm 5\%$  oraz temperaturą  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Na rysunku 5 zestawiono otrzymane wyniki badań najważniejszych właściwości trybologicznych stali łożyskowej LH15 i ceramiki zawierającej 96%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

## Konstrukcja elementów sterujących przepływem w zaworach PRZC

W wyniku przeprowadzonych badań oraz rozpoznania stanu techniki w dziedzinie ceramicznych płytek zaworowych, na elementy sterujące kierunkiem przepływu czynnika w zaworach PRZC wybrano materiał korundowy produkcji krajowej:

- zawartość  $\text{Al}_2\text{O}_3$  96%,
- gęstość 3,70÷3,75  $\text{g/cm}^3$ ,
- wytrzymałość na ściskanie 3000 MPa,
- moduł Younga  $35 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ,
- twardość 1800 HV,
- współczynnik rozszerzalności termicznej  $6,6 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$ ,

PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁOWE



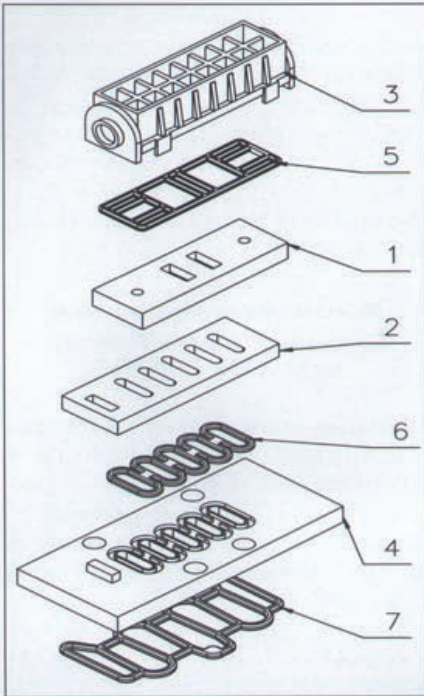
Spółka z o.o. w KALISZU

FIRMA UPRAWNIONA PRZEZ UDT  
LABORATORIUM BADAWCZE  
NR – L-II-138/17

## ZBIORNIKI WYRÓWNAWCZE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

- nowoczesna konstrukcja
- pojemność od 0,2 do 20  $\text{m}^3$
- ciśnienie od 1,0 do 4,0 MPa
- pełen osprzęt
- dobór zaworów bezpieczeństwa

62-800 KALISZ, Al. Wojska Polskiego 2  
tel./fax (0-62) 764-99-31  
tel. (0-62) 764-87-26



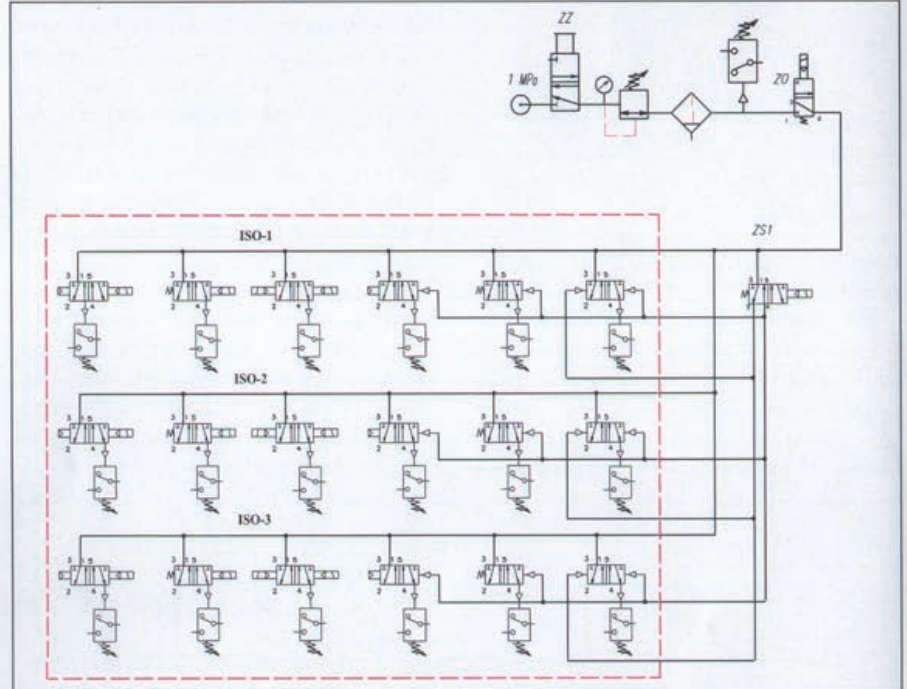
Rys. 6 Płytki ceramiczne w zespole sterowania przepływem: 1, 2 – ceramiczne płytki zaworowe, 3 – suwak, 4 – wkładka, 5, 6, 7 – uszczelnienia

- przewodność cieplna 17 W/mK,
- stabilność term. w atmosferze utleniającej 1600°C.

Oprzyrządowanie do wykonywania płytek zaworowych – formy do tłoczenia kształtek – zostały wykonane ze stali narzędziowych w ITeE, a gotowe płytki są wytwarzane w „CEREL” w Boguchwale. W wyniku obróbki mechanicznej spiekanych kształtek uzyskuje się robocze powierzchnie uszczelniające o dopuszczalnej odchyłce płaskości równej 0,0009 mm i chropowatości powierzchni  $R_a = 0,05 \pm 0,15 \mu\text{m}$ . Rysunek 6 przedstawia sposób zabudowy płytek ceramicznych w

zaworze PRZC wraz z elementami tworzącymi kompletny zespół sterujący kierunkiem przepływu czynnika roboczego. Zespół ten, poprzez uszczelnienie 7, styka się bezpośrednio z płytą przyłączeniową zaworu. Rysunek 7

spełniają wszystkie wymagania przewidziane w dokumentacji technicznej. Kontrola ta polega na wielokrotnym przesterowaniu badanych zaworów zasilanych sprężonym powietrzem o określonych parametrach (ciśnienie,



Rys. 8 Schemat układu pneumatycznego stanowiska PT-3 do badania trwałości pneumatycznych zaworów rozdzielających 5/2

przedstawia drogi przepływu czynnika roboczego w zaworze w dwóch skrajnych położeniach suwaka 1 – 2 i 1 – 4.

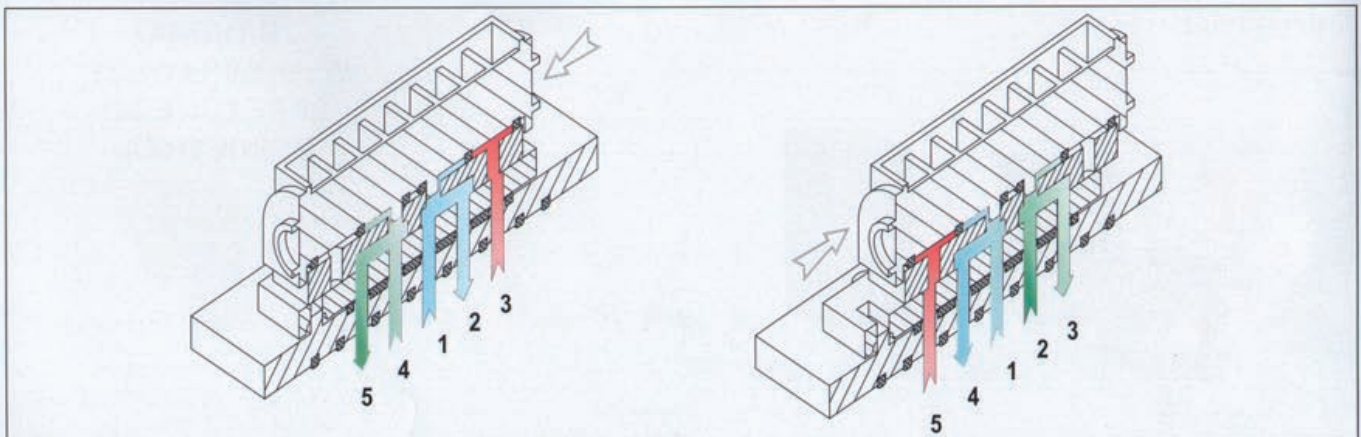
### Badania trwałości zaworów rozdzielających typoszeregu PZRC

Badanie trwałości pneumatycznych zaworów rozdzielających ma na celu sprawdzenie, czy testowane zawory pozostają sprawne przez założony okres eksploatacji, to jest, czy po wykonaniu określonej liczby przełączeń

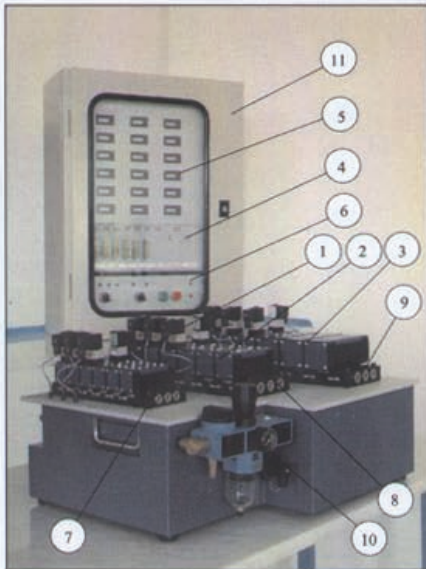
filtracja, smarowanie) z zadaną częstotliwością oraz na okresowym sprawdzaniu ich stanu technicznego.

Realizowane pomiary w tego rodzaju badaniach to zliczanie liczby wykonanych cykli przełączeń i kontrola skuteczności przełączeń.

Metody badania trwałości elementów sterujących nie zostały znormalizowane w polskich ani w międzynarodowych normach. Trwałość jest jednak jedną z podstawowych cech tych wyrobów podawaną przez producentów.



Rys. 7 Drogi przepływu czynnika roboczego w zaworze PZRC



Rys. 9 Stanowisko do badania trwałości zaworów rozdzielających, z: 1 – badane zawory wielkości ISO 1, 2 – badane zawory wielkości ISO 2, 3 – badane zawory wielkości ISO 3, 4 – sterownik, 5 – liczniki przełączeń, 6 – panel sterowania, 7 – płyta przyłączeniowa zaworów ISO 1, 8 – płyta przyłączeniowa zaworów ISO 2, 9 – płyta przyłączeniowa zaworów ISO 3, 10 – blok przygotowania sprężonego powietrza, 11 – szafa sterownicza

Analiza katalogów największych światowych producentów elementów pneumatycznych pozwala założyć, że badania trwałości zaworów rozdzielających osiągają długotrwałość  $10^8$  cykli i więcej:

- zawory z uszczelnieniem elastycznym (*Bosch, Festo, Joucomatic*) posiadają trwałość rzędu  $2 \times 10^7$  cykli,

- zawory z uszczelnieniami „metal-metal” (*SMC Corporation*) –  $10^8$  cykli,
  - zawory z ceramicznymi parami roboczymi (*Mannesmann-Rexroth*) posiadają trwałość praktycznie nieograniczoną.
- Na podstawie dokonanej analizy opracowano w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu metodę badania trwałości zaworów rozdzielających, która polega na jednoczesnym badaniu 18 zaworów rozdzielających (po 6 każdej wielkości ISO 1, ISO 2, ISO 3).

Badania trwałości zaworów rozdzielających typoszeregu PZRC przeprowadzono na stanowisku do badania trwałości zaworów rozdzielających PT-3 zaprojektowanym i wykonanym w ITeE. Stanowisko to może służyć również do badania zaworów rozdzielających 3/2, i 5/3.

Ze względu na rodzaj sterowania badaniu mogą podlegać następujące zawory:

- sterowane obustronnie pneumatycznie,
  - sterowane jednostronnie pneumatycznie, powrót sprężyną,
  - sterowane pneumatycznie z tłokiem różnicowym,
  - sterowane obustronnie elektromagnetycznie,
  - sterowane jednostronnie elektromagnetycznie, powrót sprężyną,
  - sterowane jednostronnie elektromagnetycznie z tłokiem różnicowym.
- Schemat układu pneumatycznego stanowiska do badania trwałości zaworów rozdzielających przedstawia rys. 8.

Badane zawory (1), (2), (3) mocowane są odpowiednio do płyt przyłączeniowych (7), (8), (9) stanowiska, a do

elektromagnesów zaworów sterowanych elektromagnetycznie mocowane są sterujące przyłącza elektryczne.

Badanie zaworów rozdzielających na stanowisku PT-3 polega na przeprowadzeniu serii ciągłych przełączeń położenia ich elementów sterujących przepływem, kontroli przesterowań oraz na ich zliczaniu. Sterownik urządzenia (4) zapewnia automatyzację procesu. W trakcie badania dokonywana jest kontrola i rejestracja zmian stanu osiemnastu przełączników pneumo-elektrycznych (styki zwarte - rozwarne). Liczbę przełączeń pokazują w trakcie badania liczniki przełączeń (5) znajdujące się na płycie szafy sterującej (11). Panel sterowania (6) pozwala na wybór częstotliwości przełączeń oraz na ustawienie sekwencji pracy poszczególnych wielkości badanych zaworów (1), (2), (3). Zespół przygotowania powietrza (10) zapewnia zasilanie powietrzem o odpowiednich parametrach.

Po przeprowadzeniu każdej serii przełączeń zawory poddawane są testom na:

- działanie,
- szczelność zewnętrzną,
- szczelność wewnętrzną,
- ciśnienie sterowania,
- wytrzymałość na zwiększone ciśnienie próbne (muszą uzyskać pozytywne wyniki).

Ogólny widok stanowiska PT-3 przedstawia rysunek 9.

Krzysztof Matecki  
Stanisław Koziol  
Tomasz Samborski  
Instytut Technologii Eksploatacji,  
Radom

**CECCATO**  
ARIA COMPRESSA



**Sprężarki śrubowe.  
Sprężarki tłokowe.  
Osuszacze, filtry.**



Wydajność: 600 – 28600 l/min  
Ciśnienie: 5 – 13 bar

**Energooszczędne sprężarki  
z modułem śrubowym  
Atlas Copco**



Wyświetlacz wielofunkcyjny

GENERALNY PRZEDSTAWICIEL CECCATO:

P.U.H. „UNIGOODS” s.c., 73-110 Stargard, ul. Wieniawskiego 16/18  
tel./fax 091/573 37 35, tel. 573 26 76, serwis 0601/78 54 98  
www.unigoods.com.pl

**GREEN  
BOX**

Przemysłowe systemy schładzające  
wodę w obiegu zamkniętym.  
Wydajność cieplna: 14-300 kW

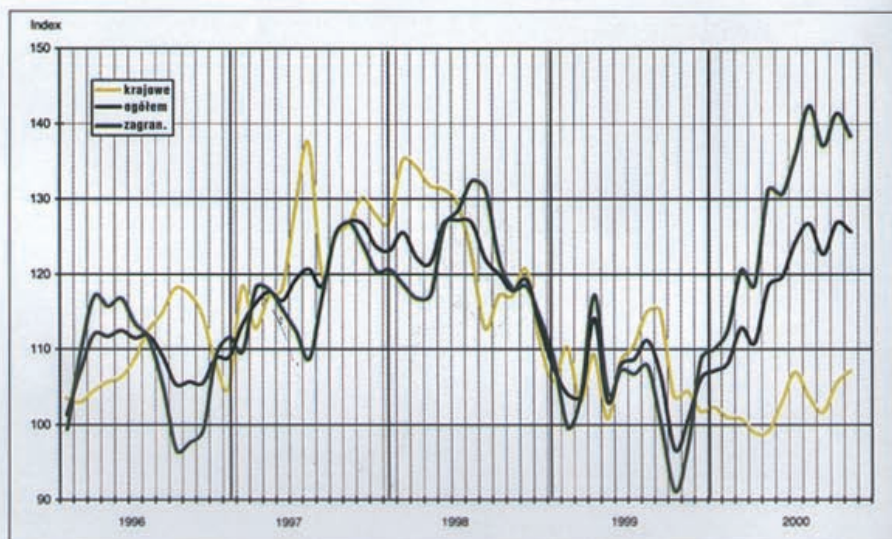
# Niemieccy producenci sprężarek z optymizmem wkraczają w rok 2001

Już od wielu lat dobra kondycja niemieckiego przemysłu sprężarkowego opiera się głównie na eksporcie. Tak było również w roku 2000. Zarejestrowany w tym czasie przyrost ilości zamówień związany był przede wszystkim ze wzrostem popytu za granicą. Tendencji tej nie były w stanie odwrócić nawet gorsza koniunktura w USA oraz wzrost kosztów energii i surowców. Czynniki sprzyjające to niski kurs euro, dobra koniunktura na wewnętrznym rynku europejskim, zapotrzebowanie na modernizację w Europie Wschodniej i coraz stabilniejsza gospodarka w Azji. Dotychczasowe zdolności produkcyjne zostały w pełni wykorzystane i dalszy wzrost produkcji wymaga nowych inwestycji.

## Stagnacja produkcji w roku 1999

Poziom produkcji w branży sprężarek i pomp próżniowych w Niemczech wyniósł 3,7 miliardów DM, co jest wartością zbliżoną do roku poprzedniego. Jednak udział poszczególnych rodzajów urządzeń jest bardzo zróżnicowany. Połączony z szerszymi zjawiskami gospodarczymi spadek koniunktury w przemyśle półprzewodników spowodował zmniejszenie zapotrzebowania na pompy próżniowe i obniżenie ich produkcji o 14%. W tym samym czasie produkcja sprężarek tłokowych spadła o 7,4%. Wzrosła natomiast o 4% produkcja turbosprężarek i o nieco więcej niż 4% produkcja sprężarek śrubowych. Recesja trwała jeszcze w pierwszym półroczu 2000 r., kiedy to nastąpił spadek produkcji o 2,4%.

VDMA w oparciu o prowadzoną statystykę napływu zamówień ma pod-



Rys. 1 VDMA\* – statystyka napływu zleceń w Niemczech (ruchomy sześciomiesięczny przekrój, podstawa obrót 1995 = 100)

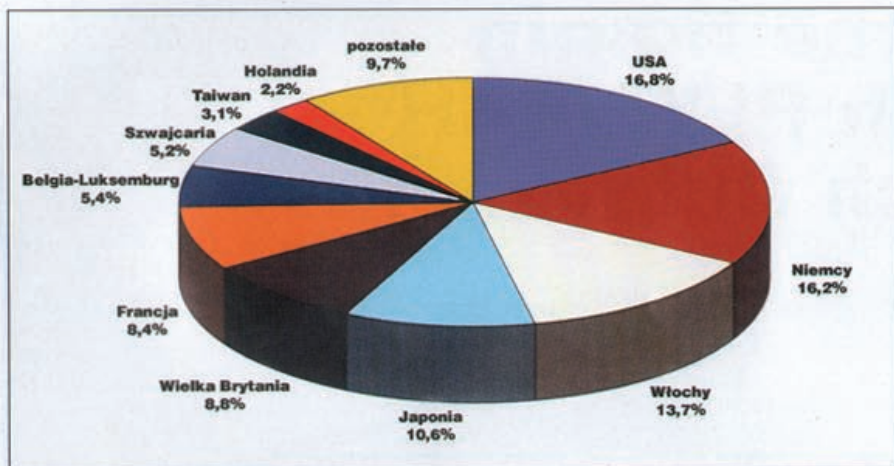
stawy do przypuszczeń, że najniższy poziom osiągnięto pod koniec roku 1999, a teraz widać już wyraźny wzrost zapotrzebowania na niemieckie sprężarki i pompy próżniowe. Od stycznia do listopada 2000 r. przekroczono wynik poprzedniego roku realnie o 16%. Niewielka recesja na rynku niemieckim (-2%) została zdominowana dużym wzrostem popytu zagranicznego (29%). Ten zwiększony popyt nie od razu przekłada się na wzrost obrotów, które realnie spadły o 4%. Oczekuje się, że nastąpi on w roku 2001 i wyniesie ok. 8%.

## Eksport nadal wzrasta

W 1999 r. eksport sprężarek i pomp próżniowych wzrósł o 2,5% osiągając poziom 3,5 mld DM. Mimo to producenci niemieccy utracili udziały w światowym rynku na korzyść Włochów (rys. 2). Czołową pozycję w handlu światowym nadal zajmuje USA z udziałem 16,8% przed Niemcami (16,2%) i Włochami (13,7%). Export rozwija się różnie w zależności od rodzaju urządzeń. Na minusie są sprężarki przevożne (-22%), sprężarki tłokowe (-2%) i sprężarki śrubowe (-5%). Wzrost eksportu odnotowują producenci pomp próżniowych

(+5%), turbosprężarek (+7%) oraz narzędzi i urządzeń pneumatycznych (+5%). Największym odbiorcą jest USA z udziałem 12,5%.

W roku 1999 wzrósł prawie dwukrotnie w porównaniu z rokiem poprzednim eksport sprężarek i pomp próżniowych do Ameryki Południowej i Środkowej. Duży udział miał w tym Meksyk. Znaczący wzrost zapotrzebowania na jednostopniowe turbosprężarki w tym kraju sprawił, że Meksyk znalazł się na 7 miejscu na liście największych światowych odbiorców sprężarek. W Europie w 1999 r. wzrost eksportu niemieckiego dotyczył krajów UE (+2,6%), a dostawy do pozostałych krajów europejskich zmniejszyły się. Z kryzysu finansowego wychodzą wyraźnie państwa ASEAN. W 1999 r. wyeksportowano z Niemiec do państw Azji Południowo-Wschodniej o 70% więcej urządzeń niż w roku 1998. Sytuacja eksportowa w roku 2000 rozwijała się zadowalająco. Producenci prawie wszystkich rodzajów maszyn osiągnęli w trzech pierwszych kwartałach wzrost o 5,2%. Jedyne eksport wielostopniowych turbosprężarek, nieobrotowych narzędzi pneumatycznych i hamulców pneumatycznych do pojazdów szynowych zmalał.



Rys. 2 Procentowy udział w światowym handlu sprężarkami i pompami próżniowymi dziesięciu najważniejszych krajów-eksporterów (100% = 21,6 mld DM)

**Prognozy na rok 2001**

Niemiecki przemysł maszynowy wszedł z optymizmem w rok 2001. Sytuacja na rynkach światowych rozwija się dobrze. Na poprawę klimatu miało wpływ unormowanie się cen ropy naftowej. Skutki obniżonej koniunktury w USA ograniczą się prawdopodobnie przede wszystkim do Ameryki Łacińskiej i części Azji. Obecny zerowy wzrost nie jest uważany za groźne zjawisko w gospodarce

światowej, gdyż obniżki stóp procentowych powinny przyczynić się do ponownego wzrostu amerykańskiej koniunktury. Gospodarka Japonii stoi wciąż jeszcze na nieco chwiejnych nogach, ale również eksport do tego kraju osiągnął swój najniższy poziom i teraz stopniowo rośnie. Poprawia się gospodarka krajów ASEAN. Prawdopodobnie skutki kryzysu będą jeszcze przez jakiś czas odczuwalne, ale po kilku latach państwa te powinny wrócić do dawnej siły. Bardzo stabilna

okazuje się obecnie koniunktura w Europie Zachodniej. Ponieważ państwa UE są rynkiem wewnętrznym dla niemieckiego przemysłu maszynowego, można zakładać, że będzie to korzystny rok dla producentów sprężarek i pomp próżniowych.

*Josef Huggelmeier, Silke Schneider (tłumaczenie fragmentów artykułu z Drucklufttechnik 5-6 / 2001)*

\*VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) – Niemieckie Stowarzyszenie Budowy Maszyn i Urządzeń

**Od redakcji**

Producenci niemieccy są obecni również na polskim rynku sprężarek. Warto więc zwrócić uwagę na panującą wśród nich nastroje, zwłaszcza, że są one związane z optymistycznymi prognozami dotyczącymi światowej gospodarki. Artykuł, którego fragmenty zamieszczamy powyżej został opracowany przez VDMA oraz Stowarzyszenie Specjalistów od Sprężarek, Techniki Sprężonego Powietrza i Próżni (Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik).

43-100 TYCHY, ul. Wejchertów 19, tel./fax (032) 219 29 34  
81-537 GDYNIA, ul. Łużycka 9, tel./fax (058) 622 97 80



kompresory i narzędzia

**GDYNIA PASCAL-FILIA**  
81-537 GDYNIA, ul. Łużycka 9  
tel.: (058) 622 90 68, 622 97 80

**KOSZALIN PNEUMATICA**  
75-016 KOSZALIN, Jamno 109  
tel.: (094) 341 35 13

**LUBLIN ATM TECHNIKA**  
20-711 LUBLIN, ul. Łaury 4 A  
tel.: (081) 527 62 35, 526 02 03

**OLSZTYN PHU AB-LAK**  
10-069 OLSZTYN, ul. Iwskiej Dyrwizji 64  
tel.: (089) 527 27 69

**POZNAŃ ERKOMP**  
60-324 POZNAŃ, ul. Marcelesińska 96  
tel.: (061) 867 44 31 w. 324  
0602 188 045

**TYCHY PASCAL**  
43-100 TYCHY, ul. Wejchertów 19  
tel.: (032) 219 29 34

**WARSZAWA TARNAWA**  
05-090 RASZYN-JAWOROWO  
ul. Warszawska 97  
tel.: (022) 823 57 45  
0601 730 416

**WROCLAW PNEUMAT-KOMPRESOR**  
51-121 WROCLAW, ul. Boczyskiego 23  
tel.: (071) 325 52 88, 325 52 86



**TK 7,5/300**

**KOMPRESORY TŁOKOWE BEZOLEJOWE**



**KOMPRESORY TŁOKOWE OLEJOWE**



**KOMPRESORY ŚRUBOWE SERIA TK**



**KOMPRESORY ŚRUBOWE SERIA V**





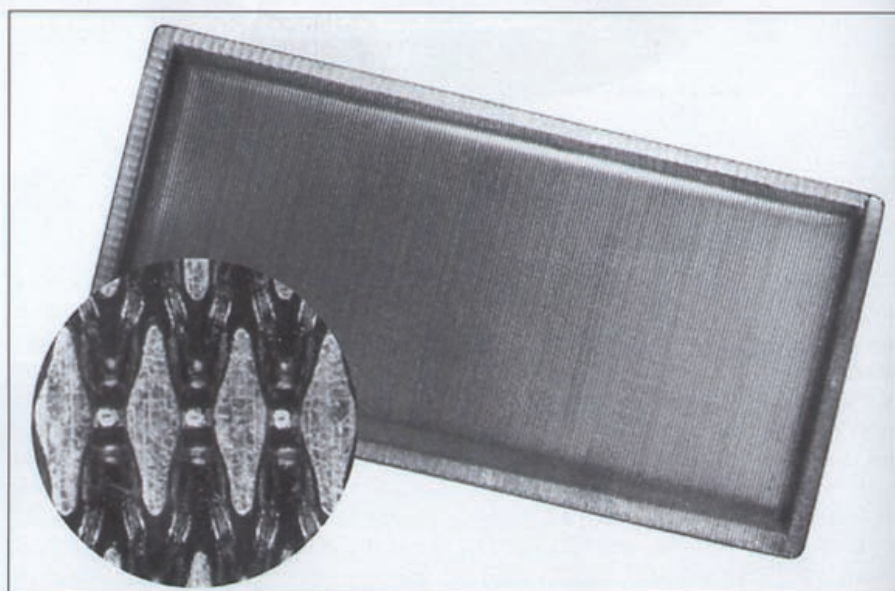
AIR COMPRESSORS

OSUSZACZE, FILTRY, INSTALACJE PNEUMATYCZNE, WĘŻE CIŚNIENIOWE, NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE, PISTOLETY LAKIERNICZE, ARMATURA PNEUMATYCZNA

# Zastosowanie tkanin metalowych PLYMESH® w procesach fluidyzacji

W artykule opisano zastosowanie przepuszczalnych związanych płyt z metalowych tkanin do fluidyzacji materiałów sypkich. Scharakteryzowano materiały porowate PLYMESH® i rozwiązania konstrukcyjne systemów napowietrzania jako układów wspomaganie, które znajdują zastosowanie w obróbce materiałów sypkich i są oferowane przez firmę HAVER&BOECKER.

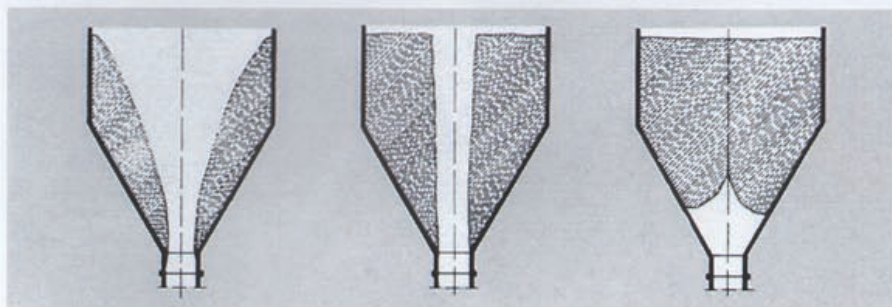
**G**ospodarcze i społeczne przeobrażenia naszego środowiska i świata determinują postęp w dziedzinie materiałów. Dzisiejsze standardy techniczne nie byłyby możliwe bez dostępności odpowiednich tworzyw. Techniczne idee tylko wtedy mogą być urzeczywistnione, kiedy mamy do dyspozycji właściwe materiały. Innowacyjne materiały wpłynęły w ostatnich dziesięciole-



Fot. 1 Poduszka aeracyjna PLYMESH® w postaci płyty ze złączonych metalowych tkanin i jej wielowarstwowa struktura

nie w automatycznych systemach technologicznych obróbki materiałów sypkich, np. środków żywności, środków piorących (proszków), tworzyw

ga to zawieszaniu się materiału w zbiornikach (rys. 1), daje możliwość uzyskania jednorodnej struktury złoża materiału sypkiego o jednorodnej temperaturze, umożliwia transport grawitacyjny za pomocą tzw. rynien aeracyjnych (rys. 2).



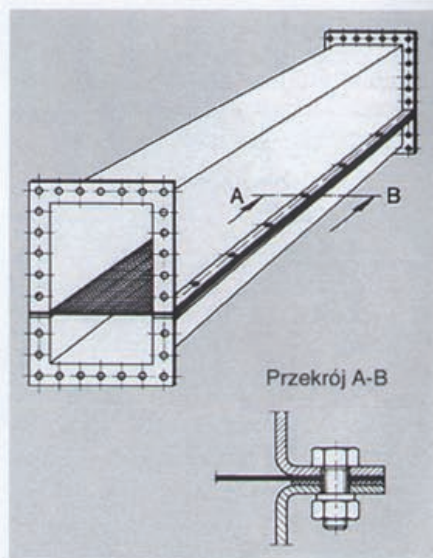
Rys. 1 Zestalenie się materiału w silosie w formie leja, komina i mostka

ciach bezpośrednio na rozwój wszystkich dziedzin techniki. W nowoczesnym przemyśle i uprzemysłowionych społeczeństwach materiały posiadają znaczenie strategiczne, ponieważ określają konkurencyjność przedsiębiorstwa i jego produktów na rynku.

## Metalowe tkaniny PLYMESH®

Przepuszczalne płyty związane z tkanin metalowych znalazły zastosowa-

szucznych w postaci sproszkowanej, sadzy, popiołów, minerałów itd. Materiały sypkie, które stanowią 50% wszystkich produktów na świecie, znajdziemy w wielu gałęziach przemysłu, np. w energetyce, hutach szkła, cementowniach, odlewnictwie, przemyśle gumowym, produkcji i przetwórstwie tworzyw sztucznych, przemyśle chemicznym, ochronie środowiska i wielu innych. Tkaniny PLYMESH® pozwalają fluidyzować i transportować materiały sypkie. Zapobie-



Rys. 2 Rynna aeracyjna pracująca w wysokich temperaturach z dnem PLYMESH®

PLYMESH® Oznaczenie	Wielkość porów µm	Współczynniki równania dla przepuszczalności		Grubość płyty mm
		Y	M	
5 Ply 28-60	28	216	2	1,50
5 Ply 12-20	12	423	5	1,45
3 Ply 100-10	100	325	33,6	1,45
3 Ply 50-25	50	360	13,5	1,24
6 Ply 12-30	12	790	7	1,10
3 Ply 40-60	40	180	2,5	0,92

Tabela 1 Dane fizyczne wielowarstwowych tkanin PLYMESH®

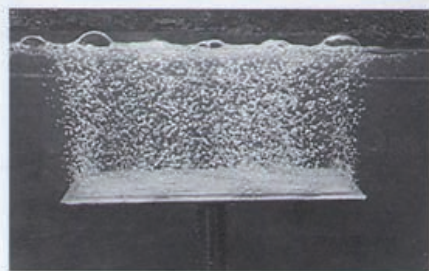
### Płyty wielowarstwowe

Pojedyncze płyty z metalowych tkanin są ze sobą łączone poprzez specjalną technologię (prasowanie-spiekanie), tworząc wielowarstwowe płyty mające własności materiału filtracyjnego. PLYMESH® jest odpornym na wysoką temperaturę i korozję porowatym materiałem w formie blachy przeznaczonym m.in. do fluidyzacji i filtracji.

Wielowarstwowe płyty z metalowych tkanin mogą być wykonane z siatek z oczkami kwadratowymi albo jako gęsta tkanina filtracyjna (możliwe są również ich kombinacje). PLYMESH® ma zdefiniowaną porowatość 5-500 µm. Geometria porów jest równomierna w przeciwieństwie do spieków porowatych i pozbawiona ślepych dziur/jam. Powierzchnia PLYMESH® jest gładka ze spłaszczonymi wypukłościami zewnętrznej warstwy tkaniny.

Przez warstwy metalowej związanej tkaniny, powietrze jest równomiernie lub pulsacyjnie wdmuchiwane w złożę materiału sypkiego. Powoduje to jego rozluźnienie i upłynnienie, co umożliwia wypływ ze zbiornika.

Jednorodna struktura przepuszczalnych związanych płyt z tkanin metalowych zapewnia równomierne rozdział gazu fluidyzującego (fot. 2). Niektóre standardowe rodza-



Fot. 2 Równomierny przepływ powietrza przez poduszkę aeracyjną PLYMESH® przedstawiony w wodnej kąpielii

je płyt wielowarstwowych wymieniono w tabeli 1.

### Własności fizyczne

Płyty z metalowych tkanin wykonane są ze stali szlachetnej 1.4301, AISI 304 i mogą być stosowane do temperatury 600°C. Porowatość według specyfikacji od 20% do 40%.

Przepuszczalność poszczególnych rodzajów metalowych związanych tkanin można wyznaczyć z wzoru:

$$\Delta P = Y \cdot V + M \cdot V^2$$

gdzie:

V – prędkość powietrza w [cm/s],  
 $\Delta P$  = spadek ciśnienia  $10^{-3}$  [mbar],  
 Y, M – współczynniki, których wartości podano w tabeli 1.

Wartości oporu przepływu (spadek ciśnienia) można przeliczyć na dowolny czynnik fluidyzujący według równania:

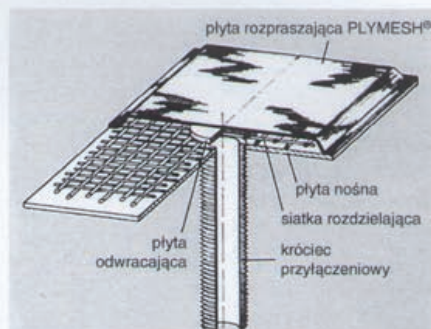
$$\Delta P = \Delta P (\text{powietrze}) \cdot \frac{\eta (\text{medium})}{\eta (\text{powietrze})}$$

$\eta$  – dynamiczna lepkość medium w [cPoise].

Proporcjonalność ciśnienia nie obowiązuje dla tzw. mediów nienewtonowskich (np. ciekłych polimerów).

### Poduszki aeracyjne

Wykonane z płyt wielowarstwowych poduszki aeracyjne PLYMESH® są stosowane do fluidyzacji pylistych i drobnoziarnistych materiałów w zbiornikach i silosach. Budowę poduszki przedstawiono na rys. 3. Płyta nośna grubości 2 mm wykonana jest z nierdzewnej stali szlachetnej. Siatka rozdzielająca z jednostronną gładką powierzchnią służy jako rozdzielacz i stanowi konstrukcję wsporczą. Płyta odwracająca służy do zmiany kierunku przepływu sprężonego powietrza. Przyłącza i króćce są – zgodnie z życzeniem klienta – ocynkowane we-

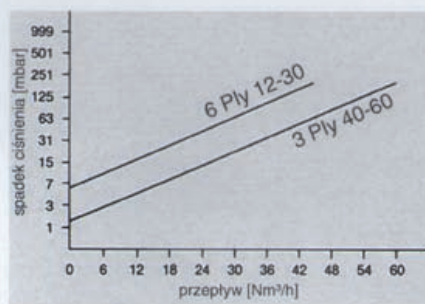


Rys. 3 Budowa poduszki aeracyjnej PLYMESH®

wątrz lub też sporządzone ze stali szlachetnej.

Wymiar standardowy wynosi 100×200 mm, a standardowe rodzaje tkanin PLYMESH® to 6 PLY 12-30 i 3 PLY 40-60.

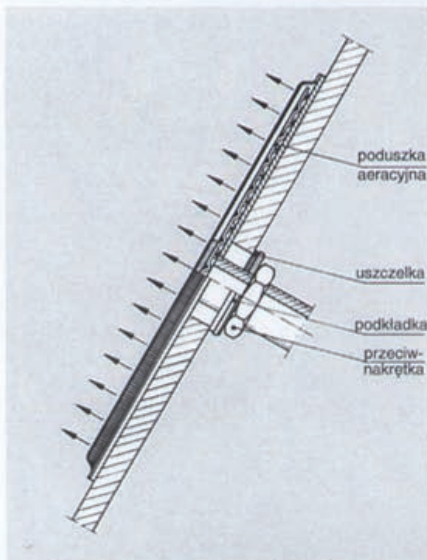
Zapotrzebowanie na powietrze uzależnione jest od rodzaju materiału sypkiego, rodzaju poduszek i ich ilości. Jako orientacyjną wartość przyjmujemy dla jednej poduszki, przy ciśnieniu zasilania 500 mbar, zużycie powietrza 4-6 m<sup>3</sup>/h. Przy innych warunkach pracy wartości mogą być odczytane z diagra-



Rys. 4 Zapotrzebowanie na powietrze w poduszkach aeracyjnych

mu (rys. 4), który przedstawia zależność natężenia przepływu powietrza od zastosowanego ciśnienia dla poszczególnych elementów aeracyjnych.

Poduszki aeracyjne montuje się na wewnętrznej ścianie stożka zsypanego silosu (rys. 5). Ściana musi być prze-

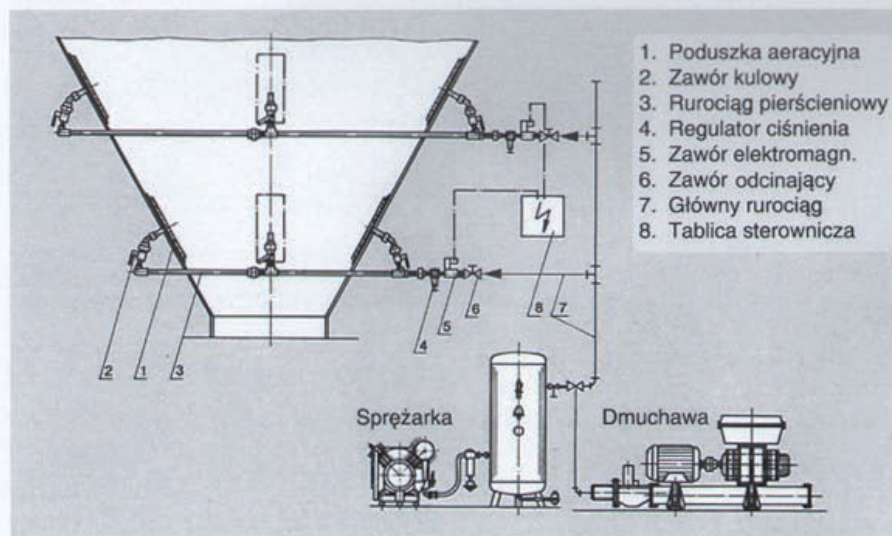


Rys. 5 Poduszka aeracyjna PLYMESH® zabudowana w ścianie zbiornika

wiercona (w zależności od średnicy króćca – 1/2", 3/4", 1 1/2").

### Projektowanie instalacji z poduszkami aeracyjnymi

Poza wykonawstwem gotowych elementów aeracyjnych, firma HAVER&BOECKER zajmuje się projektowaniem kompletnych instalacji aeracji materiałów sypkich dla zbiorników i silosów (rys. 6). W zależności od formy silosu i własności magazynowanego materiału sypkiego, poduszki aeracyjne są usytuowane na wewnętrznym płaszczu stożka w rzędach na różnych wysokościach. Doświadczenie z różnymi geometriami silosów i rodzajami materiałów sypkich, zdobyte przez specjalistów z firmy, pozwala właściwie dobrać ilość i rozmieszczenie poduszek.



Rys. 6 Projekt napowietrzania silosu z zastosowaniem poduszek aeracyjnych PLYMESH®

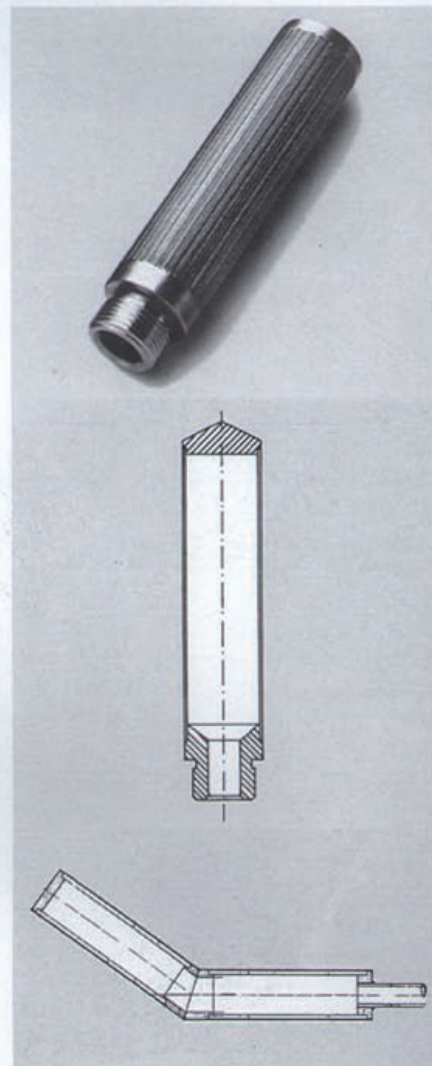


Fot. 3 Segment i stożek PLYMESH®

Doprowadzenie sprężonego powietrza następuje poprzez pierścieniowe rurociągi. Zasilanie sprężonym powietrzem może być sterowane ręcznie lub automatycznie poprzez zawory elektromagnetyczne. W zależności od rodzaju materiału sypkiego i wysokości złoża potrzebny jest roboczy spadek ciśnienia od 200 do 800 mbar. Zapotrzebowanie na powietrze zależy od liczby poduszek aeracyjnych, specyficznych własności materiału sypkiego i od warunków pracy (kształt silosu, sposób jego zasilania i opróżniania).

Zasilanie w sprężone powietrze zapewniają sprężarki lub dmuchawy.

Ażeby uniknąć zakłóceń, powietrze powinno być wolne od oleju i wody. Do fluidyzacji i transportu aeracyjnego



Rys. 7 Świece napowietrzające

sprężone powietrze powinno odpowiadać klasie 3 zgodnie z ISO 8571.1, ISO 8573.1 i PNEUROP 6611.

### Inne produkty

Oprócz poduszek aeracyjnych firma wykonuje także inne elementy aeracyjne i filtracyjne, których przykłady przedstawiono na fot. 3 i rys. 7. Na życzenie wykonywane są też inne formy i wymiary.

Artykuł promocyjny  
HAVER&BOECKER  
Kasimir Mayska, Heinz Schneider



HAVER&BOECKER  
D-59299 Oelde, Niemcy  
tel. 0049 2522 30 0  
fax 0049 2522 30 404  
e-mail: dw@haverboecker.com



# Branża pneumatyczna w Polsce

Stopniowo rozszerzamy mapkę firm produkcyjnych, usługowych i handlowych działających w zakresie techniki sprężonego powietrza oraz pneumatyki napędowej i sterowniczej. Firmy, które się na niej pojawiły to te, które ciągle utrzymują kontakt z naszą redakcją, bo tylko wtedy mamy pewność, że dane są aktualne. Informacje o tych firmach znajdziecie Państwo na łamach ostatnich numerów „Pneumatyki”, w reklamach, artykułach oraz krótkich doniesieniach. Niektóre z firm mają więcej oddziałów w Polsce, ale tymczasowo uwzględniamy przede wszystkim główne siedziby. Prosimy o informacje, byśmy mogli mapkę uzupełnić i udoskonalić w następnych wydaniach.



# Pneumatyka

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

## Spis reklam

Andrzejewski-BOSCH .....	5	MTK .....	10
Atlas Copco .....	31	Metal Work .....	15
Automationstechnik-BOSCH .....	11	Norgren-Herion .....	41
Bibus/Menos .....	8	Pascal .....	53
Biuro Handlowe Ruda .....	2	Pneumatik .....	5
Bovin .....	6	PneumatSystem .....	59
CompRot .....	16, 47	Prema Kielce .....	7
Energotex .....	49	Rafineria Gdańska .....	60
HIROSS .....	42	Te-Ha-Bud .....	6
Inwet .....	7	Unigoods .....	51
Kaesar Kompressoren .....	1, 25	Wimtec .....	13
Kompress .....	9		

## Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika Pneumatyka

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel./fax (071) 373 52 32,  
Powszechny Bank Kredytowy SA w Warszawie III oddz. we Wrocławiu 11101620-409910133389

firma   
miejsowość   
kod pocztowy   
ulica   
tel.   
fax   
NIP

imię i nazwisko osoby składającej zamówienie w imieniu firmy

### Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika Pneumatyka

prenumerata roczna ..... 45 zł  
liczba prenumerat .....   
 archiwalne egzemplarze ..... 5 zł/szt.  
numery dwumiesięcznika   
łącznie liczba egz. archiwalnych .....   
wartość łącznie .....

UWAGA: Prenumerata jest przedłużana automatycznie na następny okres. Jeżeli nie życzą sobie Państwo kontynuacji prenumeraty, przed końcem upływu okresu prenumeraty należy przestać informację o rezygnacji pod adresem naszej firmy.

Oświadczenie: upoważniam firmę Wydawnictwo Lektorium do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.  
(oświadczenie ważne do odwołania)

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych zgodnie z Ustawą z dnia 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium z siedzibą we Wrocławiu. Wydawnictwo zapewnia Państwu prawo wglądu do swoich danych i ich aktualizacji.

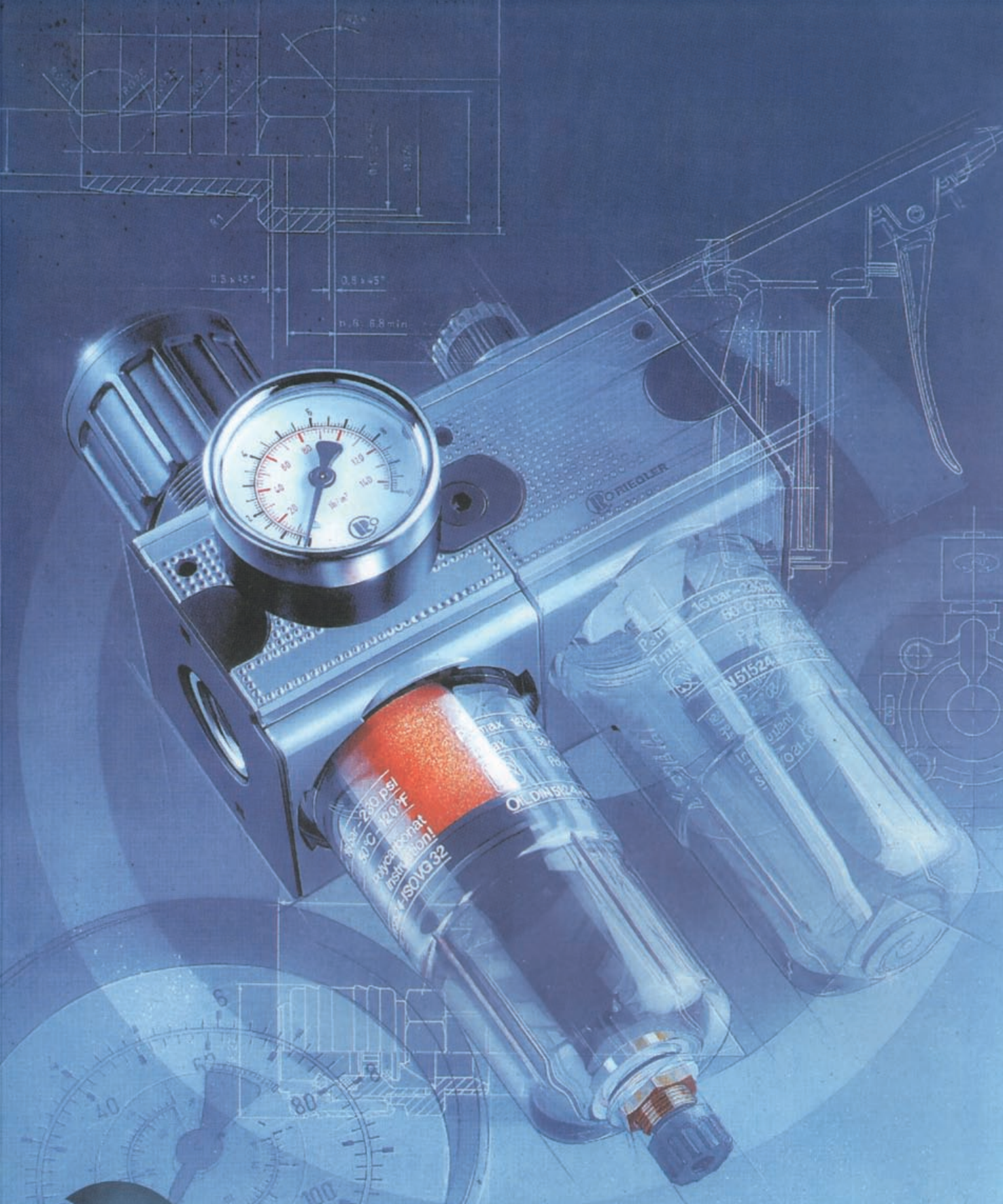
Zamówienie możecie Państwo składać:

faksem (071) 373 52 32

listownie: pod adresem wydawnictwa

przez Internet: <http://www.lectorium.pl>  
prenumerata@lectorium.pl

podpis osoby upoważnionej



# PNEUMAT

51-121 Wrocław, ul. Baczyńskiego 23  
tel./fax: (071) 325 52 84; -86; -88; 325 18 60  
e-mail: [info@pneumat.com.pl](mailto:info@pneumat.com.pl) <http://www.pneumat.com.pl>

# BEZPIECZNA EKSPLOATACJA

## maszyn i urządzeń

### OLEJE PRZEMYSŁOWE RAFINERII GDAŃSKIEJ

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

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

Nam możesz zaufać:

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

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

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

BEZPIECZNA  
EKSPLOATACJA