

# Pneumatyka

Wrzesień – Październik

5(18)1999

cena 5,50 zł

DWUMIESIĘCZNIK TECHNIKI SPRĘŻANIA GAZÓW

**ultrafilter**  
international

**R134a**

**R22**

**ultrapac**  
HED 0480

**ultratroc**  
made by ultrafilter

**ultrafilter Sp. z o.o.** 03-963 Warszawa, ul. Genewska 18a, tel./fax (022) 617 23 23  
e-mail: [info@ultrafilter.com.pl](mailto:info@ultrafilter.com.pl) <http://www.ultrafilter.com>

RECTUS - sprawność  
i ergonomia

Sprężarki bezolejowe  
PIONEER SCREW

Zbiorniki  
wyrównawcze

Nowości  
HOERBIGER ORIGA

Sprężarki z Czech

Osuszacze  
adsorpcyjne serii BD  
Atlas Copco

Przemysłowa sieć  
komunikacyjna  
PROFIBUS DP

Konkurs

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323





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

**Wydajność: 600 – 28600 l/min**

**Ciśnienie: 5 – 13 bar**

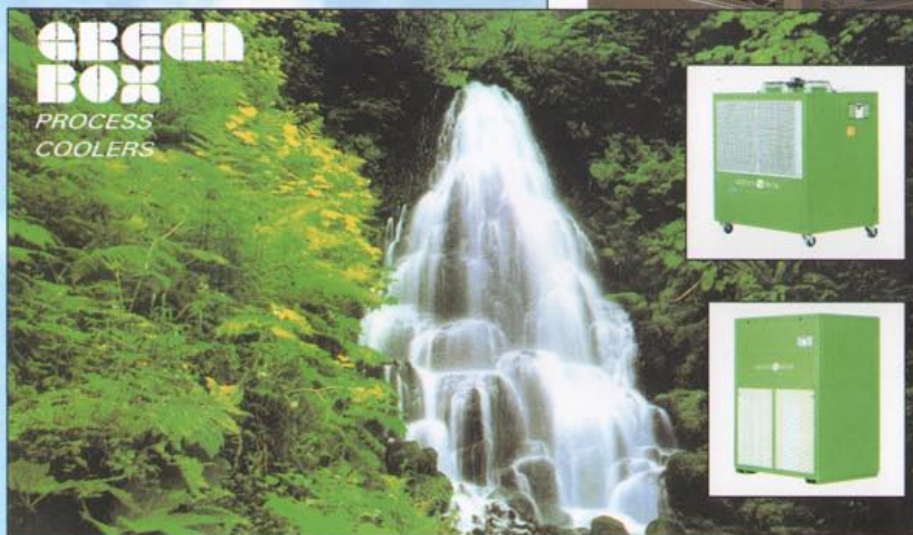
**Energooszczędne sprężarki  
z amerykańskim modulem  
śrubowym GARDNER-DENVER**

- **obroty: 2950 obr/min**
- **żywoćność łożysk:  
90 000 motogodzin**
- **bezpośredni napęd**
- **automatyczne  
dopasowanie wydajności**



Wyświetlacz wielofunkcyjny

**GREEN  
BOX**  
PROCESS  
COOLERS



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



**GENERALNY PRZEDSTAWICIEL:**

**P.U.H. „UNIGOODS” s.c. Stargard, ul. Wieniawskiego 16/18  
tel./fax 091/573 37 35, tel. 573 26 76, serwis 0601/78 54 98**

**AUTORYZOWANE PUNKTY HANDLOWE:**

**„METAMED” Bydgoszcz, tel./fax 052/343 35 68**

**„DRZEWIECKA” Łódź, tel. 042/630 84 61**

**„COMPRESSOR” Gorzów, tel. 095/720 26 66**

**„TESPA” Puławy, tel. 081/886 33 06**



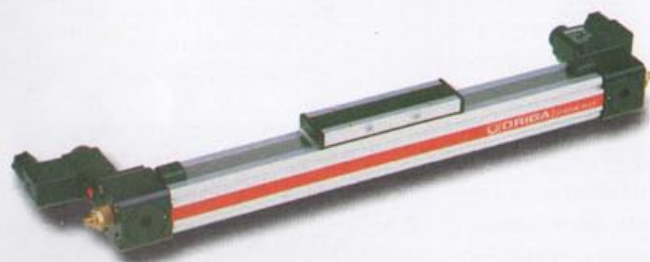
Certyfikat UDT



Certyfikat ISO 9001



|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| RECTUS – sprawność i ergonomia _____                   | 12 |
| Mattei w Polsce _____                                  | 14 |
| Sprężarki bezolejowe PIONEER SCREW<br>w praktyce _____ | 16 |
| Nowości HOERBIGER ORIGA _____                          | 19 |



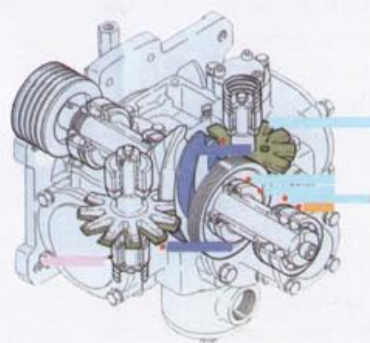
|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| R-22 czynnik chłodniczy bez przyszłości _                                   | 22 |
| Konkurs _____                                                               | 24 |
| Międzynarodowe Targi Katowickie _____                                       | 25 |
| Myśl globalnie, a działaj lokalnie _____                                    | 26 |
| Sprężarka o zmiennej wydajności<br>współpracująca w zespole sprężarek _____ | 29 |
| Osuszacze adsorpcyjne serii BD<br>Atlas Copco _____                         | 31 |



|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Czy sprawdziłeś już, co to znaczy<br>wygoda? _____ | 34 |
|----------------------------------------------------|----|



|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Sprężarki śrubowe w Polsce w służbie kolei<br>od 1984 roku _____           | 36 |
| Nowe bezolejowe sprężarki śrubowe<br>CompAir _____                         | 38 |
| Sprężarki z Czech _____                                                    | 40 |
| Sposoby zmniejszenia uciążliwości pracy<br>sprężarek cz. II _____          | 43 |
| Zbiorniki wyrównawcze _____                                                | 45 |
| “Z” – czyli jak się z jedną tylko śrubą sprężyć<br>powietrze próbuje _____ | 49 |



|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Normalizacja w zakresie pneumatyki _                | 52 |
| Przemysłowa sieć komunikacyjna<br>PROFIBUS DP _____ | 54 |



## Pneumatyka a ekologia

Od początku w „Pneumatyce” publikujemy Leksykon, w którym staramy się w sposób chronologiczny podawać Czytelnikom hasła z szeroko pojętej pneumatyki. Celem Leksykonu było przedstawienie w sposób skondensowany czy wręcz w pigułce niezbędnych informacji z zakresu pneumatyki. Aby ułatwić Czytelnikom w miarę możliwości szybki dostęp do wszystkich haseł, publikowaliśmy je według porządku alfabetycznego. Gdy dotarliśmy w końcu do ostatniej litery alfabety, okazało się, że wiele ważnych haseł zostało pominiętych. Zaczęliśmy więc uzupełniać brakujące hasła i wtedy narodził się pomysł, aby podać również odpowiedzi angielskie. Mamy nadzieję, że będą one pomocne przy czytaniu katalogów czy literatury fachowej w języku angielskim.

Na łamach dwumiesięcznika kontynuujemy wcześniej rozpoczęty cykl wywiadów z ludźmi, którzy mają swój wkład w rozwój pneumatyki. Do tej pory ukazało się na łamach „Pneumatyki” kilka wywiadów. Miałem przyjemność poznać różnych ciekawych ludzi i interesujące podejścia do wielu zagadnień aktualnych w branży pneumatycznej. W tym numerze przedstawiamy mgra mktg. Bjoergulfa Meyera, dyrektora firmy ultrafilter sp. z o.o. w Warszawie. Mój rozmówca, który jak zresztą wskazuje nazwisko nie jest Polakiem, w rozmowie ze mną posługiwał się świetną polszczyzną. Interesujące jest jego podejście do wielu tematów; kładzie duży nacisk na zagadnienia związane z forsowaniem technologii ekologicznych.

Zagadnienia te są obecnie coraz bardziej doceniane, bowiem po początkowej euforii i zachłyśnięciu się globalną industrializacją przyszedł

czas na opamiętanie i szybkie działania przerywające dalszą dewastację Ziemi. Efekt cieplarniany, dziury ozonowe to realne zagrożenia życia na naszej planecie. W tym kontekście cieszą wszelkie działania i inicjatywy proekologiczne, prowadzące do zahamowania degradacji naszego środowiska, nawet kosztem pewnych nakładów finansowych. W poprzednim numerze omawiany był przepis określający warunki odprowadzania ścieków do gruntu i wód śródlądowych w odniesieniu do kondensatu powstającego w instalacjach pneumatycznych. W bieżącym numerze przytoczonych zostało wiele przepisów dotyczących czynników chłodniczych, stosowanych w osuszaczach powietrza. Dwumiesięcznik nasz, udostępniając swoje łamy dla powyższych informacji i inicjatyw, przyczynia się do ich propagowania, popierając tym samym działania proekologiczne.

Prognozy o narodzeniu się nowego cyklu pt. „Sprężarka – niezwykle konstrukcje” spełniły się, co potwierdza artykuł pana Andrzeja M. Araszkiewicza pt. „Z” – czyli jak się z jedną tylko śrubą sprężać powietrze próbuje”.

Cieszę się, że udało nam się rozpocząć współpracę z panem mgrem inż. Jerzym Tyrchą, uznanym autorytetem w branży pneumatycznej, którego artykuł pt. „Zbiorniki wyrównawcze” publikujemy.

Oczekujemy, że nasze działania zostaną przyjęte przez wszystkich Czytelników z zainteresowaniem i będą odpowiadały ich oczekiwaniom.

*Mariusz Makulski*

## Pneumatyka

### REDAKCJA

Redaktor naczelny:  
Mariusz Makulski  
Redaktorzy techniczni:  
Marcin Kluziak  
Cezary Chmielewski

Współpracownicy:  
Andrzej Araszkiewicz  
Wojciech Halkiewicz  
Arkadiusz Mrokwa  
Szymon Sadowski

Konsultacja naukowa  
prof. nadzw. dr hab. inż.  
Łukasz N. Węsierski

### ADRES REDAKCJI

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
tel./fax: (071) 373 52 32  
tel./fax: (071) 373 59 00

### 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

anex

### Prenumerata

Wpłaty można dokonać:  
LEKTORIUM Wydawnictwo  
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
Bank Austria  
Creditanstalt Poland SA  
Warszawa O/Wrocław  
17800008-112120001

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.



**Seminarium we Wrocławiu**

W dniu 6 października 1999 roku w sali kominkowej NOT we Wrocławiu odbędzie się symposium pt. „Elementy pneumatyki i hydrauliki siłowej i sterującej”. Organizatorami tego symposiumu są: Centrum Produkcji Pneumatyki „PREMA” SA Kielce oraz Fabryka Elementów Hydrauliki Siłowej „PONAR-WADOWICE” SA przy współudziale z Pracownią Projektową PROZAMET w Skarżysku-Kamiennym. Udział w spotkaniu zapowiedziało wielu przedstawicieli firm produkcyjnych, projektowych i handlowych z całego kraju.

**FRIPOL w nowej siedzibie**

Firma FRIPOL Ltd. dnia 01.09.1999r. przeniosła się do nowej siedziby. Obecnie firma zlokalizowana jest w Świeciu Wiąg przy drodze nr 1 Gdańsk-Łódź (jadąc od strony Gdańska polewej stronie przed obwodnicą świecką). Nowe numery: tel. (052) 3312 588, 3324 572, 3324 573, fax: (052) 3312 043.

**PNEUMA '2000**

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach, Politechnika Świętokrzyska, Politechnika Rzeszowska oraz czasopismo „Pneumatyka” (patronat medialny) już dzisiaj zapraszają wszystkich zainteresowanych na kolejną XII Konferencję PNEUMA '2000 pt. „Płynowe systemy zasilające, napędowe i sterujące”. Konferencja odbędzie się w dniach 13-15 września 2000 r. w samym centrum Gór Świętokrzyskich, w Ciedrzynie koło Kielc. Konferencja będzie obejmowała szeroki wachlarz tematów i prezentacji związanych z wykorzystaniem energii płynów do układów napędowych i sterujących, z uwzględnieniem problemów związanych z systemem zasilania, wytwarzaniem i przygotowanie sprężonego powietrza.

W programie konferencji przewiduje się ponad 30 re-

feratów, spotkania specjalistów i dyskusje merytoryczne. Ponadto będzie zorganizowana wystawa, na której renomowane firmy krajowe i przedstawiciele producentów zagranicznych będą promować swoje wyroby oraz prezentować najnowsze osiągnięcia w zakresie sprężarek oraz elementów i urządzeń pneumatycznych.

Dodatkowe informacje dotyczące PNEUMA '2000, w tym szczegółowa tematyka konferencji i forma zgłaszania uczestnictwa, zostaną zamieszczone w następnym numerze „Pneumatyki”. Wstępnych informacji organizacyjnych udziela zainteresowanym Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach, 25-101 Kielce, ul. Wapiennikowa 90, tel. (041) 361 50 15; fax: (041) 361 17 51.

**Kooperacja „POLKO” Sp. z o.o.**

W Mikołowie już od 1988 roku działa Kooperacja „POLKO” Sp. z o.o. Zakres działalności firmy obejmuje prace badawcze, projekty, wdrożenia i serwis nowoczesnych technologii, zwłaszcza w zakresie aplikacji urządzeń transportu pneumatycznego w ekologicznych procesach technologicznych. W skład Kooperacji „POLKO” wchodzi następujące zakłady: Zakład Transportu Pneumatycznego, Zakład Usług Naukowo-Technicznych, Zakład Odlewnictwa oraz Zakład Automatyki i Elektroniki. Zakład Transportu Pneumatycznego zajmuje się projektowaniem, produkcją, dostawami, montażem, uruchamianiem i serwisem urządzeń transportu pneumatycznego dla potrzeb przemieszczania materiałów sypkich w wielu dziedzinach przemysłu, takich jak: energetyka, górnictwo, metalurgia, budownictwo, chemia czy przemysł spożywczy. Urządzenia transportu pneumatycznego dostarczane są „pod klucz” z pełnym wyposażeniem w układy automatycznego sterowania dostosowane do współpracy z układami nadrzędnymi. Zakład dysponuje możliwościami przeprowadzania prób transportu

**KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ**



**INGERSOLL-RAND**

**NIEKWESTIONOWANEGO ŚWIATOWEGO  
LIDERA W PRODUKCJI SPRĘŻAREK!**

**TRADYCJA I DOŚWIADCZENIE  
istnieje od 1871 r.**



**oferuje w pełnym zakresie wydajności:  
proste w montażu, tanie w eksploatacji,  
bezobsługowe**

**✓ SPRĘŻARKI**

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

**oraz urządzenia towarzyszące**

**✓ CHŁODNICE**

**✓ OSUSZACZE**

**✓ FILTRY**

**✓ SEPARATORY**



**Serwis gwarancyjny, pogwarancyjny, skład części**

**IRKOM  
POLAND**

**00-429 Warszawa, ul. Rozbrat 26  
tel. (022) 628 94 80; 628 94 89;  
fax 628 56 13**

**PNEUMAT  
SYSTEM**

**INSTALACJE PNEUMATYCZNE**

**PROJEKTOWANIE I MONTAŻ**

**PONADTO W OFERCIE:**

- ◆ KOMPRESORY
  - tłokowe
  - śrubowe
  - łopatkowe
- ◆ FILTRY I OSUSZACZE
- ◆ SIŁOWNIKI I ZAWORY
- ◆ NARZĘDZIA
  - klucze udarowe
  - szlifierki
  - wkrętaki
- ◆ WĘŻE PRZEMYSŁOWE
- ◆ ZŁĄCZA
- ◆ ARMATURA PNEUMATYCZNA
- ◆ MANOMETRY



**SERWIS GWARANCYJNY  
I POGWARANCYJNY**

tel. 071 325 52 84  
tel. 071 325 52 86  
tel. 071 325 52 88  
tel./fax 071 325 18 60

**PNEUMAT SYSTEM S.C.**  
51-121 Wrocław  
ul. Baczyńskiego 23



**AMET** HYDRAULIKA i PNEUMATYKA  
SIŁOWA

**HYDROVANE**  
autoryzowany dealer

SIŁOWNIKI

SZYBKOSŁĄCZA

POMPY

KOMPRESORY

BLOKI PRZYGOTOWANIA POWIETRZA

**NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE**

51-130 Wrocław, ul. Żmigrodzka 79  
tel./fax 071 352 84 41, kom. 0601 71 06 06

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

## AKTUALNOŚCI / NOWOŚCI TECHNICZNE

pneumatycznego wdrażanych materiałów na stanowisku doświadczalno-badawczym wykonanym w skali technicznej. W zakresie nowych wdrożeń firma współpracuje z jednostkami badawczymi Politechniki Śląskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej oraz instytutami branżowymi. Aktualnie na podstawie opracowań i wdrożeń Kooperacji „POLKO” w przemyśle pracuje około 120 instalacji transportu pneumatycznego.

### Taropak

W dniach 14-18.09.1999 r. odbyły się w Poznaniu jednocześnie 3 imprezy targowe na terenie MTP'99. Były to targi „Taropak”, „Reklama” i „Domexpo”. W pierwszej z imprez, tzn. targach poświęconych technice opakowań i logistyki, wzięło udział ponad 700 wystawców. Targi te nie porażają skalą czy też tempem rozwoju. Umożliwiają natomiast zacieśnienie dobrych kontaktów ze stałymi klientami oraz ciągłe pozyskiwanie nowych. Należy podkreślić, że po dłuższej ciszy dopisali goście z takich krajów, jak Ukraina, Rosja czy Litwa. Ich obecność daje cięć nadziei na pobudzenie tych rynków – tak do niedawna chłonnych. Życzymy im szybkiego powrotu do formy sprzed kryzysu. Z wielką przyjemnością odnotowujemy zainteresowanie klientów z Polski centralnej i wschodniej, których sporo odwiedziła targi. Widać także, że krytyczne uwagi wystawców są wysłuchiwane. Od niedawna można swój samochód pozostawić na obszernym parkingu strzeżonym, a dzięki biletowi wstępu – dostać się stamtąd autobusem na teren MTP. Gratulujemy ruchu we właściwym kierunku. Z naszej branży na targach „Taropak '99” wystawiały się między innymi firmy Airpol z Poznania, Kompress z Warszawy, Pomex z Wąbrzeźna, i Vector z Poznania oraz Ara Pneumatic z Wrocławia, przedstawicielstwo firmy Pall, firma SeMaC z Wesołej k. Warszawy, a także Bosch Pneumatics.

### AIRTOWER 36 – nowy zwarty system

„Kto ma mało miejsca, ten musi pójść w górę”. Zgodnie z tą dewizą firma KAESER KOMPRESSOREN zaprezentowała ostatnio nowy zestaw z serii AIRTOWER – AIRTOWER 36.



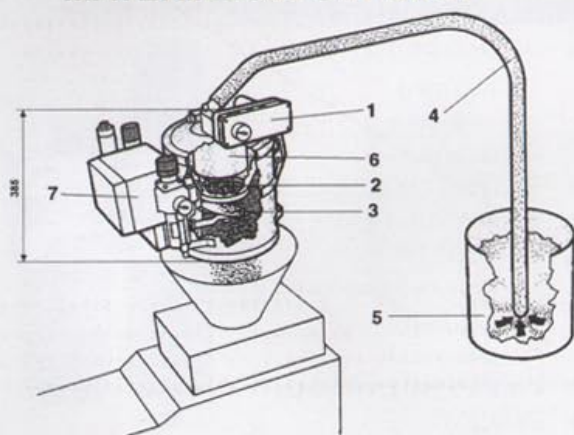
Zasada jest taka sama jak w poprzednich urządzeniach: chłodzona powietrzem sprężarka śrubowa z profilem SIGMA zamontowana bezpośrednio na osuszaczu chłodniczym. Moc sprężarki wynosi 30 kW, dostarczana ilość powietrza – 4,7 m<sup>3</sup>/min (przy 7,5 bara). Podobnie jak inne sprężarki KAESER, AIRTOWER jest wyposażony w system mikroprocesorowy sterowania SIGMA CONTROL, zwiększający jej oszczędności i niezawodność. Zintegrowany osuszacz wykazuje minimalną stratę ciśnienia rzędu 0,1 bara. Odprowadzanie kondensatu następuje automatycznie bez utraty ciśnienia. Dzięki modułowej konstrukcji możliwa jest niezależna praca sprężarki i osuszacza. Pozwala to także dowolne komponowanie układu uzdatniania powietrza; zbiorniki, cyklony, filtry można włączać w układ sprężarka-osuszacz w zależności od miejscowych potrzeb. Pomimo konstrukcji ekstremalnie oszczędzającej powierzchnię wszystkie istotne dla konserwacji i obsługi elementy są łatwo dostępne. AIRTOWER 36 stanowi nową korzystną propozycję dla tych wszystkich przedsiębiorstw, które mają problemy z powierzchnią pomieszczeń.

### Nowy rozdzielacz z Kv automation systems

Firma Kv automation systems po konsultacji z wielo-

## PIAB™

### HERMETYCZNE SYSTEMY PODCIŚNIENIOWEGO TRANSPORTU MATERIAŁÓW SYPKICH



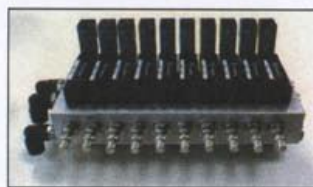
**POMPA PRÓŻNIOWA**  
- 5 LAT GWARANCJI !

- 1 - pompa próżniowa
- 2 - zbiornik na zasysany materiał
- 3 - zawór opróżniający
- 4 - przewód transportujący
- 5 - punkt zasysania materiału
- 6 - filtr z systemem automatycznego oczyszczania
- 7 - skrzynka sterująca

**Bovin**

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





ma firmami zaproponowała nowy rozdzielacz z odcinaniem pojedynczych zaworów. Dotychczas podczas obsługi technicznej zaworów, w czasie wymiany zaworu wymagane było odłączenie dopływu powietrza. Na nowym rozdzielaczu każdy zawór można indywidualnie odcinać. Pozwala to na nieprzerwaną pracę rozdzielacza przy wymianie pojedynczych zaworów. Zwiększa to efektywność, co jest istotnym elementem działalności firmy. Wyłącznym dystrybutorem wyrobów Kv jest firma TE-HA-BUDzPoznań.

## **Siłowniki AZ Pneumatica**

Włoska firma AZ Pneumatica, oferująca na rynku polskim pneumatykę sterującą, rozszerza swoją ofertę o elementy pneumatyki wykonawczej. Siłowniki wykonywane zgodnie z normą ISO 6431 oraz VDMA 24562 zapewniają zamienność siłownika i elementów mocujących. Zastosowane uszczelnienia (poliuretan) zapewniają wysoką odporność na ścieranie, co ma bezpośredni wpływ na „żywoćność” i umożliwia pracę siłownika w warunkach bezsmarowych.



Do pracy w podwyższonych temp. (do +200°C) zastosowano VITON. Siłowniki wykonywane są w wersji z elektromagnesem na tłoku, pozwalającej na zastosowanie czujników zbliżeniowych, a co za tym idzie umożli-

liwia precyzyjną regulację pracy siłownika. Jest to w wielu przypadkach nieodzowny element prawidłowego działania całego urządzenia.

Do ww. siłowników istnieje możliwość zastosowania całej gamy zamocowań (końcówki widłowe, łapy, jarzma). Siłowniki wykonywane są w średnicach nominalnych od  $\phi$  32-250, skoki robocze realizowane są na indywidualne życzenie klienta. Więcej informacji na temat siłowników można uzyskać w firmie PneumatSystem s.c. we Wrocławiu, która jest generalnym przedstawicielem producenta.

## **Nowe kompaktki Atlas Copco : GA5-10**

Typoszerzeg sprężarek śrubowych Atlas Copco typ GA5-10 o wydajnościach 8 do 26,6 l/s został gruntownie zmodernizowany i to zarówno z zewnątrz, jak i wewnątrz.



Na pierwszy rzut oka widać już poważne zmiany: dwukolorowa obudowa, zaokrąglone kany, ale to co najważniejsze – sprężarki o mocach 5,5, 7,5 i 11 kW obecnie są niezwykle ciche i dostarczają o 20% więcej sprężonego powietrza niż ich poprzedniczki.

Przykładowo nowa sprężarka GA5 nie jest głośniejsza niż 66 dB(A) – według norm Gagi/Pneurop PN8NTC2. Jej wydajność to 0.82 m<sup>3</sup>/min przy ciśnieniu 7.5 bar(e).

Większe wydajności sprężarek uzyskano dzięki optymalizacji konstrukcji elementów śrubowych o asymetrycznych profilach. Trzystopniowy system separacji oleju pozwala na uzyska-



## **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

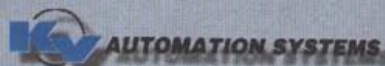
**Centrala:**  
PNEUMATIK  
Wysogotowo  
ul. Kamienna 28  
62-081 Przeźmierowo  
tel. 061 816 12 46, 816 12 55  
tel. 061 816 10 60, 816 11 62  
fax 061 816 12 46

**Oddziały:**  
Częstochowa 034 322 06 26  
Gdańsk 058 302 06 60  
Lublin 081 751 83 79



Autoryzowany przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN

## **PRZEDSTAWICIEL BRYTYJSKIEJ FIRMY**



- \*Systemy pneumatyczne
- \*Siłowniki
- \*Zawory rozdzielające
- \*Zawory ISO
- \*Zawory iskrobezpieczne
- \*Zawory sterujące NAMUR
- \*Zawory pneumatyczne
- \*Złączki i szybkozłączki
- \*Zespoły



- przygotowania powietrza
- \*Urządzenia podciśnieniowe
- \*Amortyzatory
- \*Zawory elektromagnetyczne
- \*Komponenty modułowe

*Najwyższa jakość  
zapewnia o cenie!*

**Nawiążemy współpracę z dystrybutorami**

Przedsiębiorstwo ul. Gronowa 81 tel. (061) 852 76 49  
TE-HA-BUD Sp. z o.o. 61-655 Poznań tel./fax (061) 851 69 19





ROK ZAŁ. 1804

ZAKŁADY BUDOWY MASZYN I APARATURY

im. L. ZIELENIEWSKIEGO

W KRAKOWIE

Spółka Akcyjna

## OFERUJĄ:



## SPRĘŻARKI

- śrubowe
- tłokowe smarowe
- tłokowe bezsmarowe

3 lata gwarancji

3 lata bezpłatnego serwisu

## DMUCHAWY

- typu Roots'a
- promieniowe



31-559 Kraków, ul. Grzegorzewska 69

Dział Sprzedaży 012 421 35 04, 422 58 36

012 412 33 33

tel. kom. 0501 462 093, 0602 284 631

Fax: 012 421 84 28, 421 39 46

e-mail: marketing@zieleniewski.com.pl



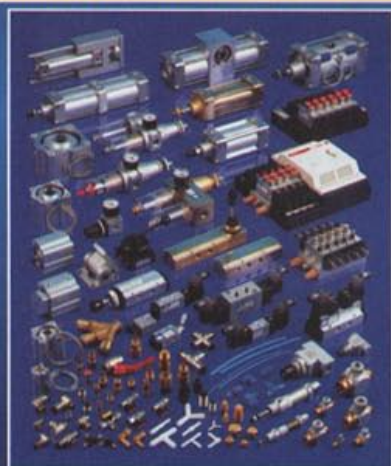
CENTRUM PRODUKCYJNE PNEUMATYKI

"PREMA" SPÓŁKA AKCYJNA

## OFERUJE

- silowniki pneumatyczne w zakresie średnic od D12 do D250
- zawory rozdzielające
- bloki przygotowania sprężonego powietrza
- zawory sterujące kierunkiem i szybkością przepływu
- elementy złączne i przewody

Realizujemy zamówienia specjalne zgodne z dokumentacją klientów i oferujemy doradztwo techniczne

CPP "PREMA" S.A.  
ul. Wapiennikowa 90  
25-101 KIELCEtel (041) 361 95 24, fax (041) 361 91 08  
www.telvinet.pl/prema

## NOWOŚCI TECHNICZNE

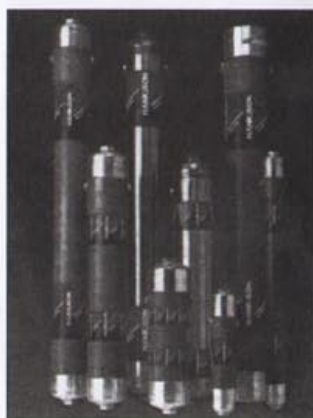
nie sprężonego powietrza o szczególnie niskiej zawartości oleju – poniżej 2 mg/m<sup>3</sup>. Na życzenie sprężarka może dostarczać osuszone sprężone powietrze dzięki wbudowanemu osuszaczowi ziębniczemu. Szereg dodatkowych opcji dostępnych dla tej klasy sprężarek pozwala już na stwierdzenie, że mamy oto sprężarkę, która zastępuje całą dotychczasową sprężarkownię. W jednej obudowie mamy możliwość instalacji, oprócz wspomnianego już osuszacza ziębniczego, także separatora woda/olej, elektronicznego spustu kondensatu, dodatkowego filtra oraz wiele innych, jak np. dodatkowej ochrony przeciwdeszczowej oraz zimnego startu w przypadku, gdy chcemy używać sprężarki na budowie.

Sama konstrukcja sprężarki pozwala na wyjątkowo wygodną instalację. Sprężarki serii GA5-10 można zabudowywać bezpośrednio przy ścianie, gwarantując jednocześnie pełny dostęp do punktów przyłączeniowych i serwisowych bez konieczności ruszania jej z miejsca. Takie rozwiązanie to duża oszczędność miejsca. Istnieje też opcja zabudowanej sprężarki GA5-10 bezpośrednio na zbiorniku sprężonego powietrza.

Każda sprężarka opuszczającą wytwórcę, zgodnie z ISO 1217, jest dokładnie przetestowana. Oznacza to, że może opuścić fabrykę jedynie wtedy, gdy gwarantowane są dane odnośnie deklarowanej wydajności i zużycia energii elektrycznej. Klientowi pozostaje zasada „plug and play”: do uruchomienia i pracy sprężarka potrzebuje już tylko podłączenia do sieci elektrycznej oraz do sieci sprężonego powietrza.

## Osuszacz membranowy serii HMD

Firma HANKISON generacją osuszaczy membranowych HMD zaznacza swoją obecność w technologii membranowej. Wyraźne zredukowanie strat powietrza płuczącego powoduje zwiększenie wydajności, prowa-



dujące do większej ilości dyspozycyjnego sprężonego powietrza na wylocie. Większa wydajność cieszy użytkownika tak samo jak podwyższona trwałość. Osuszacze membranowe są stosowane w szerokim zakresie wymagań, dla których punkty rosy wynoszą od +10 do poniżej -40°C. Nie wymagają do pracy źródła energii, nadają się więc do stosowania w obszarach antyeksplodyznych. Można je również wbudować w istniejące sieci sprężonego powietrza, przy czym zaletą jest wtedy ich mały ciężar. Osuszacz membranowy można wbudować w dowolnym położeniu i jest niewrażliwy na agresywne czynniki i ekstremalne temperatury. Wybór odpowiednich filtrów wstępnych gwarantuje prawidłową filtrację w celu uzyskania najczystszego sprężonego powietrza i otwiera drogę do czystego sprężonego powietrza wg ISO 8573-1. Osuszacze membranowe są przewidziane na maksymalne ciśnienie robocze 21 bar i maksymalną temperaturę na wejściu 66°C. Dostarczane są również w wykonaniu ze stali szlachetnej.

## Złączki dławikowo-zwrotne

Firma Legris wprowadziła ostatnio dodatkowe wykonania złączek dławikowo-zwrotnych o jeszcze bardziej zwartej budowie i wysokich wartościach przepływu. Dławiki ze śrubą regulacyjną i szybkozłączem nadają się doskonale do stosowania w ograniczonej przestrzeni i do silowników o małej pojemności powietrza. Przy pracu-



wywaniu nowych złączyek dławikowo-zwrotnych wykorzystano wszystkie zalety błyskawicznego łączenia LF 3000® III generacji, jak np. optymalne uszczelnienie gwintu komorową okrągłą uszczelką pierścieniową (O-Ring) z perbunanu, połączenie rur podkładką zębatą ze stali szlachetnej. Specjalnie opracowana wpuszczana śruba regulacyjna zapewnia ochronę przed przypadkowym przestawieniem wybranej wielkości przepływu. Złącze dławikowo-zwrotne umożliwiają poza tym precyzyjne bezstopniowe regulowanie dławienia powietrza do- i odlotowego. Użytkownik ma do dyspozycji obydwa wykonania z gwintami cylindrycznymi 1/8", 1/4", 3/8" oraz gwintem M5. Średnica zewnętrzna rury wynosi 4, 6, 8 i 10 mm.

#### **Separator oleju i wody ÖWAMAT® 5R**

Rodzina separatorów oleju i wody ÖWAMAT® jest uznana od lat systemem uzdatniania rozproszonych kondensatów sprężarkowych. Gotowe do podłączenia urządzenia ÖWAMAT® można

technologiczny „spiekane obrotowo”, służy jednak głównie do odróżnienia od starego ÖWAMAT® 5, urządzenia pierwszej generacji tych separatorów oleju i wody z 1986r. ÖWAMAT® 5R jest standardowo wyposażony w wielostronny wpust kondensatu, który oprócz podłączenia rury G1 stanowią jeszcze trzy końcówki przewodów G1/2. Tym samym zapewnione jest również „klasyczne” podłączenie jednym przewodem doprowadzającym. Kto chce natomiast wykorzystać wielostronne zasilanie, ten może, dzięki wielostronnemu wpustowi kondensatu, zasilać ów ÖWAMAT® poczwórnie. Opatentowana komora dekompresyjna redukuje ciśnienie i umożliwia nieszkodliwy wpływ kondensatu do strefy grawitacyjnej separacji. ÖWAMAT® 5 R potrzebuje mało miejsca do ustawienia, a jego obsługa jest prosta. Urządzenie posiada ogólne dopuszczenie nadzoru budowlanego Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin.

#### **Siłownik z hamulcem olejowym**

Siłowniki z hamulcem olejowym są stosowane wszędzie tam, gdzie mimo zmiennego obciążenia wymagany jest stały suw siłownika pneumatycznego. W przedstawionym na zdjęciu siłowniku pneumatycznym hamulec olejowy umieszczono, w celu zaoszczędzenia miejsca, w wydrążonym tłoczysku siłownika VDMA/ISO. W tej konstrukcji hamulec olejowy można stosować również gdy jest mało miejsca. W przeciwieństwie do popularnych rozwiązań z zewnętrznym hamulcem olejowym opisywane rozwiązanie zapewnia równomiernie kontrolowany wysuw siłownika, gdyż w tej konstrukcji



było dotychczas otrzymać w pięciu wielkościach do różnych wydajności sprężarek. Jako nowość doszedł do tego ÖWAMAT® 5R przeznaczony do sprężarek o wydajności do 15 m³/min. Tym samym urządzenie wypełnia lukę, która dotychczas istniała między ÖWAMAT® 4 (do 7,5 m³/min) i ÖWAMAT® 6 (do 30 m³/min). „R” w nazwie produktu oznacza proces

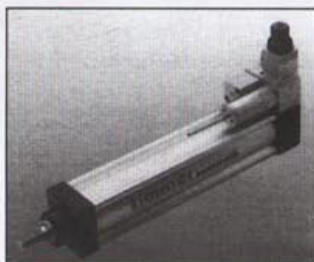


IMAGE Kiel

## **Razem jesteśmy silniejsi - sprężone powietrze w pełnym zakresie**

Firma ALUP Kompressoren rozpoczęła działalność w 1923 roku od produkcji małych tłokowych sprężarek powietrza. Gwałtownie rosnące zapotrzebowanie na sprężone powietrze jako nośnik energii spowodowało przystąpienie do seryjnej produkcji sprężarek przenośnych i stacjonarnych dużych wydajności.

Założona w 1884 roku firma SAUER & SOHN już w 1930 roku produkowała szeroką gamę wysokociśnieniowych sprężarek powietrza stając się niezawodnym partnerem dla wielu zakładów przemysłowych, szczególnie branży stoczniowej.

W 1990 roku ALUP Kompressoren i grupa przedsiębiorstw SAUER & SOHN połączyły się w korporację gwarantującą stały postęp technologiczny i szerokie możliwości produkcyjne. Przedsiębiorstwa tego koncernu oferują niezawodne sprężarki powietrza w pełnym typoszerzegu sprężarek nisko i wysokociśnieniowych.

## **ALUP Kompressoren**



Pełne zaopatrzenie w sprężone powietrze do 350 bar z jednego źródła.  
Przedsiębiorstwo grupy  
SAUER COMPRESSORS.

**Wylączny przedstawiciel w Polsce:**

P.P.H.U. KOMPRESS ul. Kolumba 22 · 02-288 Warszawa  
tel/fax (0) 22 846-62-54, 868-13-12



ISO 9001

**SPOMASZ**  
OSTRÓW WIELKOPOLSKI**DMUCHAWY ROOTS'A**wydajność od 3,6 do 18.000 m<sup>3</sup>/h  
sprężanie do 1,5 bar  
podciśnienie do 0,5 bar**DMUCHAWY ŁOPATKOWE**wydajność od 5 do 40 m<sup>3</sup>/h  
sprężanie do 1,0 bar  
podciśnienie do 0,8 bar**SPRĘŻARKI ŚRUBOWE SUCHE**wydajność od 400 do 5000 m<sup>3</sup>/h  
sprężanie 2,2; 4 oraz 10,2 bar**SPRĘŻARKI ŚRUBOWE OLEJOWE**wydajność od 20 do 3300 m<sup>3</sup>/h  
sprężanie max 10,5 bar**ODKURZACZE PRZEMYSŁOWE**

stacjonarne i przejezdne

**INSTALACJE TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO****WYSOKA JAKOŚĆ • NISKIE CENY**F.M.S. "SPOMASZ"  
W OSTROWIE WIELKOPOLSKIM S.A.

63-400 OSTRÓW WIELKOPOLSKI, UL. KALISKA 61/63

TEL. 062-592 17 17 wew. 215, 276 TEL/FAX. 062-592 17 99

http: www.spomasz-ostrow.com.pl

email: info@spomasz-ostrow.com.pl

**NOWOŚCI TECHNICZNE**

nie występują momenty gnące. Dzięki wielu możliwościom sterowania siłownik z hamulcem olejowym można uniwersalnie stosować, np. dostępnego posuwu płyty tarczowej do cięcia profili aluminiowych na ramy okienne.

gurację, jak język obsługi, jednostki, układ, itp. można nastawić dzięki samoobjaśniającemu menu. Odchyłki charakterystyk są mniejsze od 0,2% zakresu. Dostępny jest UniTrans o zakresie pomiarowym 0 do

**Uniwersalny Transmitter**

Wg firmy WIKA uniwersalny transmitter UniTrans otwiera nową erę w technice pomiarów ciśnienia. Transmitter posiada maksymalną redukcję 1:20, cechę umożliwiającą jego uniwersalne zastosowanie. Na ekranie można dokonywać mechanicznych i elektronicznych przesunięć, co umożliwia płynne wskazania i optymalny odczyt. Konstrukcja mechaniczna czujnika i obudowy pozwala na łatwe ustawienie w pozycji dogodnej do odczytu, dzięki czemu UniTrans można dostosować do każdej zabudowy. Elementy tworzące pożądaną konfi-



400 mbar lub 0 do 1000 bar, przy czym dostosowuje się on elastycznie dzięki redukcji. Do dyspozycji jest wyjście dwuprzewodowe (4 do 20 mA).



Informujemy, że od 1.09.1999r. rozpoczęła działalność:

**PNEUMATYKA**

Przedstawicielstwo Regionalne  
Centrum Produkcyjnego Pneumatyki  
**"PREMA" S.A.**

z siedzibą w woj. ŚLĄSKIM !!!

Adres:

42-443 Fugasówka k / Zawiercia  
ul. Poniatowskiego 77.

Tel: (032) 67-33-344

Fax / Tel: (032) 67-33-343

**Zapraszamy !**

**INWET**Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji  
Spółka Akcyjna**TECHNOLOGIE MATERIAŁÓW SYPKICH  
PULSATORY PNEUMATYCZNE**

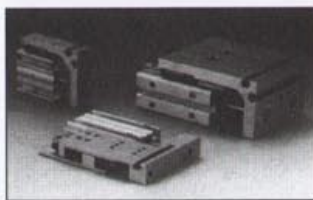
41 - 500 Chorzów, ul. Zgrzebnicka 5; telefony: (32) 241 13 09,  
247 48 96, 247 48 97; fax (32) 247 48 94; tel. kom. (601) 701 188;  
http://www.inwet.chorzow.pl; e-mail: inwet@inwet.chorzow.pl



## Minisanie

Stosowanie tego typoszeregu minisań otwiera użytkownikowi szeroki zakres działań przekraczający zakres siłowników pneumatycznych. Elementy zwartej budowy umożliwiają umieszczenie napędu i prowadzenia w jednym urządzeniu. Są one stosowane w szerokim zakresie w małych automatach montażowych do osadzenia na nich chwytaków, elementów obrotowych, wkrętaków lub uchwyty. Opracowano szereg urządzeń bazujących na standardowych siłownikach. Program produkcyjny obejmuje trzy różne wykonania: Model MSS jest szczególnie solidnie wykonany i nadaje się do operacji weź-i-ustaw wykonywanych ciężkimi elementami. MST odznacza się niewielką szerokością, podczas gdy wariant MSN przy niezwykle wąskim obrysie ma długie wysuw. Wbudowane liniowe i kulowo-szynowe

przewodnice zapewniają wysoką stabilność. Minisanie są dostarczane w różnych wielkościach i o średnicach od 8 do 25 mm oraz z różnymi podstawowymi długościami skoków. Dokładną



długość skoku nastawia się śrubą regulacyjną. Podstawą opracowania nowego rozwiązania jest zapotrzebowanie na siłowniki precyzyjniejsze w noszeniu i prowadzeniu przedmiotów niż siłowniki standardowe. Dla podkreślenia zintegrowanych funkcji nowego rozwiązania producent nazwał je minisaniami. Określanie ich jako elementy siłownika byłoby nieco mylące, gdyż siłownik jest tylko częścią całego urządzenia.

# sapi

## Producent urządzeń do obróbki strumieniowo-ściernej

uniwersalne urządzenia i kabiny do piaskowania i śrutowania  
turbiny, ścierniwa, odrzutniki, przenośniki  
urządzenia do oczyszczania powierzchni  
kompletne urządzenia filtrujące  
kompresory tłokowe i śrubowe



Przedstawicielstwo w Polsce:

TRANS-ASPA Sp. z o.o.

50-961 Wrocław, ul. Długosza 2-6

tel./fax (071) 325-17-12, tel. (071) 327-32-48



**wimtec** z energią do przodu



- sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju i bezolejowe: 1- i 2-stopniowe; 0,6 – 87 m³/min (4 – 450 kW), 10 lat gwarancji na element śrubowy (w systemie 24KT)
- osuszacze i filtry
- śrubowe pompy próżniowe



**COOPER TURBOCOMPRESSOR**

- sprężarki odśrodkowe bezolejowe  
V = 600 – 100 000 m³/h, ciśnienie do 60 bar



- tłokowe przemysłowe sprężarki powietrza i gazów (azot, metan, gazy obojętne) na wysokie ciśnienia (do 500 bar)
- technologie wtrysku gazu

## TURBINY



TVORNICIA TURBINA d.o.o.  
TURBINE WORKS Ltd.

- parowe przemysłowe, do 50 MW
- parowe (do stacji redukcyjnych pary) do 8 MW



- gazowe do 50 MW



**COOPER CAMERON**



**COOPER ENERGY SERVICES**

- silniki gazowe i Diesla



- technika rozdrabniania, maszyny dla przemysłu cementowego
- młyny, separatory minerałów i węgla dla wszystkich gałęzi przemysłu
- wytwornice gazów ze spalania różnych paliw



**UNITED CONVEYOR CORPORATION**

- systemy transportu, segregacji, składowania popiołu i innych materiałów ściernych

**SERWIS GWARANCYJNY  
I POGWARANCYJNY, REMONTY SPRĘŻAREK  
INNYCH WYTWÓRCÓW,  
SKŁAD CZĘŚCI ZAMIENNYCH,  
OLEJE SPRĘŻARKOWE**

WIMTEC Sp. z o.o., ul. Żelazna 67/62, 00-871 Warszawa  
tel. (+48 22) 6521166, 6521155, fax 6547408



# RECTUS — sprawność i ergonomia

Narzędzia pneumatyczne już na stałe zagościły w polskich zakładach serwisowych i przemysłowych. Czy są jednak wykorzystywane optymalnie?

Aby narzędzie w 100% spełniało swoją rolę, musi po pierwsze osiągać znamionowe parametry pracy, a po drugie praca wykonywana tym narzędziem powinna być tak łatwa, jak to tylko możliwe. Efektywność narzędzia pneumatycznego zależy przede wszystkim od tego, czy jest zasilane sprężonym powietrzem o właściwych parametrach. Modelowe ciśnienie to najczęściej 6,2 lub 6,3 bara, które reguluje i kontroluje blok przygotowania powietrza. Jednakże pomiędzy zestawem przygotowania powietrza a narzędziem występuje jeszcze przewód zasilający (prosty lub spiralny), nierzadko zaopatrzony w szybkozłącz. Mało kogo interesuje, co dzieje się z powietrzem na tym krótkim odcinku. Właśnie na nim następują „niewidoczne” spadki ciśnienia, spowodowane zbyt małą średnicą przewodu zasilającego lub szybkozłączami o zbyt małej przepustowości. Spadek ciśnienia o 1 bar powoduje obniżenie sprawności narzędzia o 25%, przez co dłużej trwa wykonanie pracy, pośrednio podnosząc koszty.

Producenci sprężarek prześcigają się w proponowaniu coraz bardziej oszczędnych urządzeń i systemów ograniczających zużycie energii elektrycznej. Jest to z pewnością istotne zagadnienie, jednakże często niedoceniamy lub zapominamy o stratach związanych z nieszczelnościami instalacji sprężonego powietrza lub o wcześniej wspomnianych spadkach sprawności narzędzi pneumatycznych.



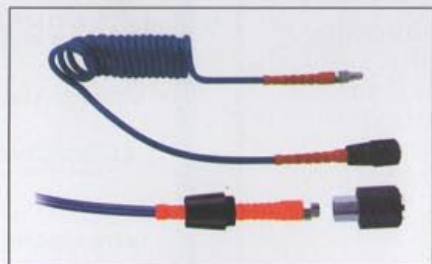
Rys. 1 Linia montażowa w fabryce Opla w Gliwicach

Innym ważnym czynnikiem, decydującym o czasie wykonania poszczególnych operacji narzędziem pneumatycznym, jest ergonomia pracy. Nie bez znaczenia jest tu przewód zasilający, który powinien być elastyczny, lekki i odporny na skręcanie (supłanie). Cechy te są szczególnie ważne w różnego rodzaju montowniach, gdzie sprawny proces produkcji ma miejsce tylko wtedy, gdy poszczególne czynności montażowe są wykonywane w określonym (krótkim) czasie.

Właśnie z myślą o montowniach niemiecka firma RECTUS wyprodukowała specjalistyczne przewody spiralne, spełniające najbardziej rygorystyczne wymagania klientów.

Przewody spiralne wykonane są z poliuretanu; zakończone są prostymi odcinkami o dowolnej długości, fabrycznie zakutymi w obrotowe złącza eliminujące zjawisko supłania się przewodu w czasie pracy.

Przewód oprawiony jest we wtyki i szybkozłącze o przepustowości 1800 l/min. Aby uniemożliwić ewentualne uszkodzenie powierzchni (np. karoserii montowanego samochodu), wszystkie części



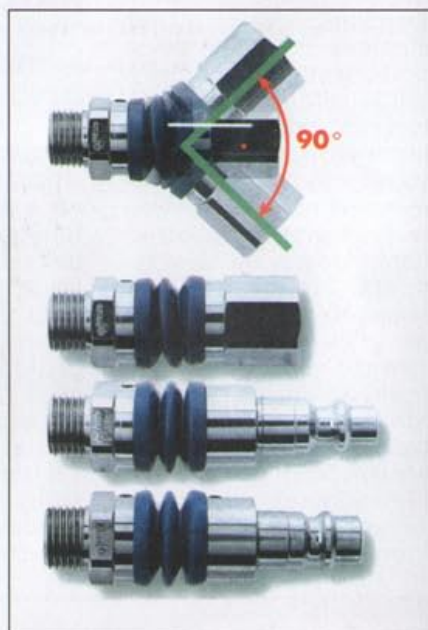
Rys. 2 Przewód spiralny z poliuretanu

metalowe są pokryte tworzywem, natomiast na szybkozłącze nałożona jest guma ochronna. Część gwintowana szybkozłącza została wykonana z aluminium, co powoduje zmniejszenie wagi o 20%.

Waż jest wyjątkowo elastyczny nawet w momencie całkowitego rozciągnięcia i zachowuje jednolitą średnicę na całej swojej długości. Dostępny jest w trzech długościach handlowych: 3m, 6m, 7,5m oraz w dwóch rozmiarach: 6,3x9,5mm oraz 8x12mm.

Maksymalne ciśnienie robocze: 8 bar  
Zakres temperatur: -40°C, +85°C

W przypadku gdy narzędzie pneumatyczne jest znacznie oddalone od instalacji



Rys. 3 Wtyczka z przegubem

z sprężonego powietrza, lepszym rozwiązaniem jest stosowanie przewodów prostych, które powodują mniejsze spadki ciśnienia niż węże spiralne.

Godny polecenia do każdego typu narzędzia pneumatycznego jest przewód RECTUSOFT. Składa się on z trzech warstw – PVC, poliuretanowy opłot i na zewnątrz powłoka chroniąca przed ścieraniem. Jego podstawową zaletą jest bardzo duża giętkość oraz mała waga. Jest odporny na ciśnienie do 15 bar. Może pracować w temperaturze od -15°C +65°C. RectuSoft występuje w następujących średnicach:

| Średnica       | Promień zgięcia |
|----------------|-----------------|
| 6,3 x 11,0 mm  | 45 mm           |
| 9,0 x 14,5 mm  | 63 mm           |
| 12,7 x 19,0 mm | 89 mm           |

Mając na uwadze ergonomię i wygodę pracy można zastosować przegubowy wtyk szybkozłącza Flex-Joint wkręcany do narzędzia, umożliwiający wychylenie go w każdym kierunku o 45°. Produkt ma zastosowanie szczególnie tam, gdzie praca narzędziem pneumatycznym ma charakter ciągły i powoduje znaczne obciążenie nadgarstka.

Artykuł sponsorowany:  
RECTUS POLSKA Sp. z o.o.  
Stanisław Malcher



# PoleStar

## Osuszacz chłodniczy



# HIROSS

Advanced Cooling Technologies

HIROSS Austria GmbH Oddział w Warszawie/IP, al. Wilanowska 317, 02 - 665 Warszawa  
tel. (022) 853 16 57, (090) 28 05 56; fax (022) 853 16 59 e-mail: M.Kubas@hiross.waw.pl



# Mattei w Polsce

## Odzysk ciepła w sprężarkach

Proces jednostopniowego sprężania powietrza do ciśnienia ok. 10 bar z natury jest mało sprawny. Od 90 do 95% energii doprowadzonej do silnika elektrycznego zamienia się w ciepło. Poprawa tego bilansu możliwa jest przez zastosowanie dwustopniowej sprężarki z chłodnicą międzystopniową. Jednakże uzyskanie korzyści nie rekompensują większej złożoności i kosztów. Pozostaje zagospodarować odpadowe ciepło, szczególnie w dobie wzrostu kosztów energii i jej nośników.

**W** warunkach polskich przedsiębiorstw wykorzystujących sprężarki średniej mocy (30-100 kW) rzadko wykorzystuje się ciepło chłodzenia. Konieczność zmniejszenia kosztów produkcji, która umożliwi konkurencję polskim towarom, zmusi użytkowników do zwrócenia uwagi na problem odzysku ciepła.

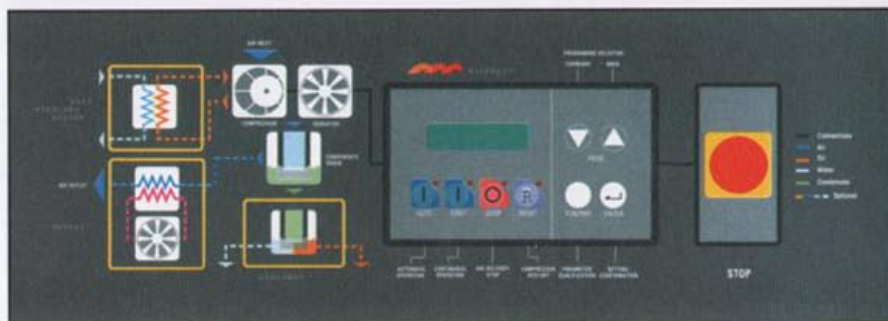
Oczywiście można wykorzystywać bezpośrednio powietrze chłodzące, ale jest to w praktyce sposób mało wygodny. Znacznie efektywniej można przeprowadzić odzysk ciepła stosując wodny wymiennik ciepła.

Firma Mattei dostarcza wymienniki ciepła do większości swoich kompresorów. Można je montować w urządzeniach pierwotnie nie wyposażonych w wymiennik. Obecnie oferowane sprężarki typu Optima o mocy 45,75 i 90 kW posiadają opcjonalnie wymienniki.

Układ chłodzenia z wymiennikiem ciepła musi zapewnić sprężarce odpowiednie odprowadzenia ciepła. Dlatego w obieg oleju konieczne należy włączyć zawór termostatyczny (rys.1). Powoduje on przy niedostatecznym odprowadzeniu ciepła przez wymiennik przepływ gorącego oleju przez chłodnicę.

Sposób posługiwania się diagramem (rys.2) przedstawimy na przykładzie.

Do wymiennika dopływa woda o temperaturze 25 °C, a natężenie jej przepływu wynosi 10 l/min. Tempe-



Fot. 1 Panel sterowania sprężarki typu Optima z układem odzysku ciepła

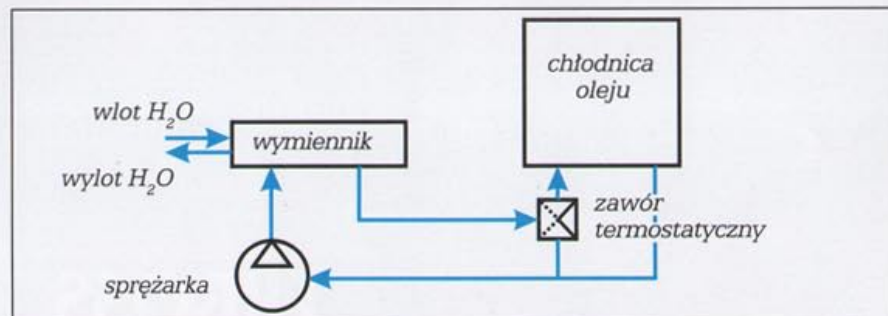
ratura wody wylotowej zwiększa się o  $\Delta T = 25 \text{ K}$  (wykres sporządzony jest dla danego typu sprężarki pracującej pełną mocą). Punkt przecięcia linii leży na krzywej rozdzielającej 100% odzysku ciepła od obszaru, na którym odzysk jest mniejszy od 100%. Oznacza to 100% odzysku. Jeśli zwiększymy natężenie przepływu do 17 l/min, to przyrost temperatury  $\Delta T$  zmniejszy się do 15 K - tak jak to widać na diagramie. Punkt przecięcia linii przesunie się w głąb obszaru 100% odzysku. Spowoduje to zwiększony obiór cie-

pła i w konsekwencji spadek temperatury kompresora poniżej nominalnej. Gdy zmniejszymy natężenie przepływu do 7,5 l/min,  $\Delta T$  zwiększy się do 35 K, a punkt przecięcia linii pomocniczych przesunie się do obszaru mniejszego niż 100% odzysku ciepła. Procentowy odzysk możemy teraz obliczyć ze stosunku bieżącego przepływu do przepływu granicznego (w naszym przykładzie jest to wartość 10 l/min).

$$7,5/10 \times 100\% = 75\%$$

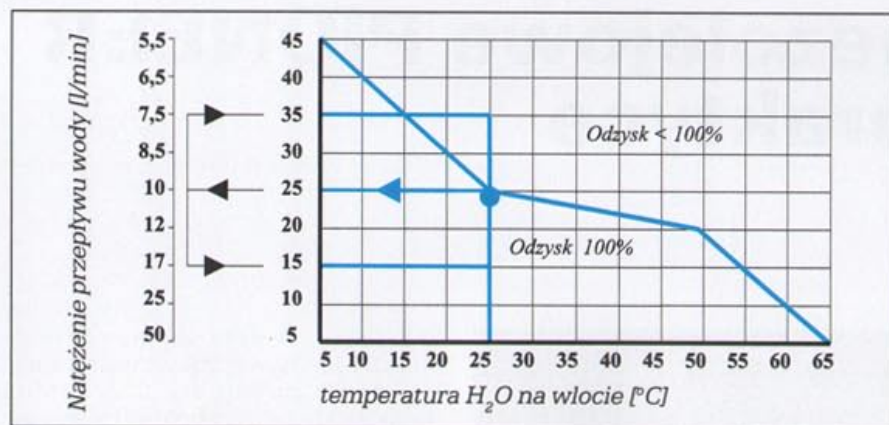


Fot. 2 Wodno-olejowe wymienniki ciepła

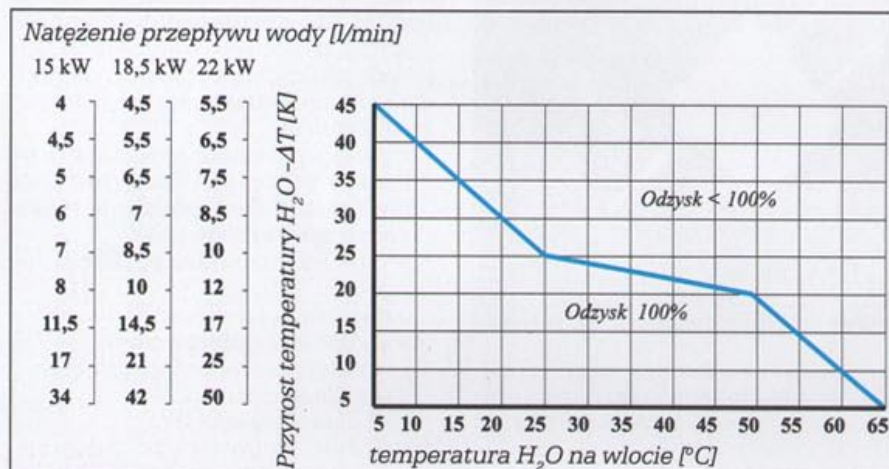


Rys. 1 Schemat połączeń wymiennika ciepła z układem chłodzenia sprężarki

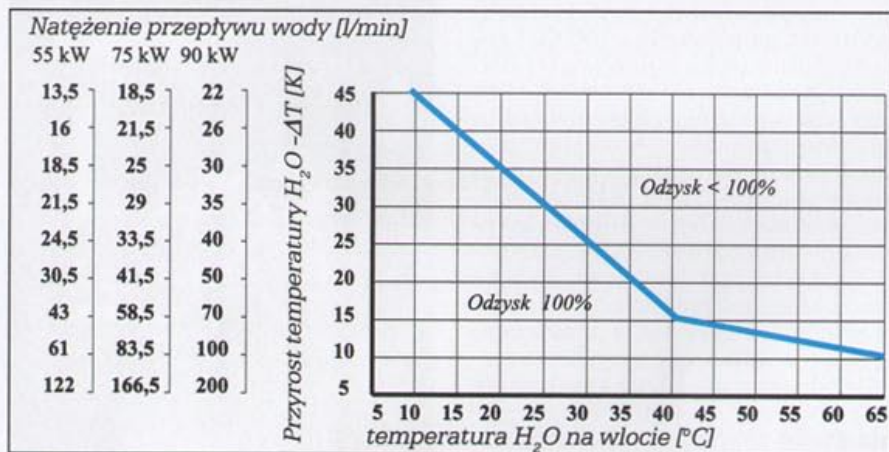




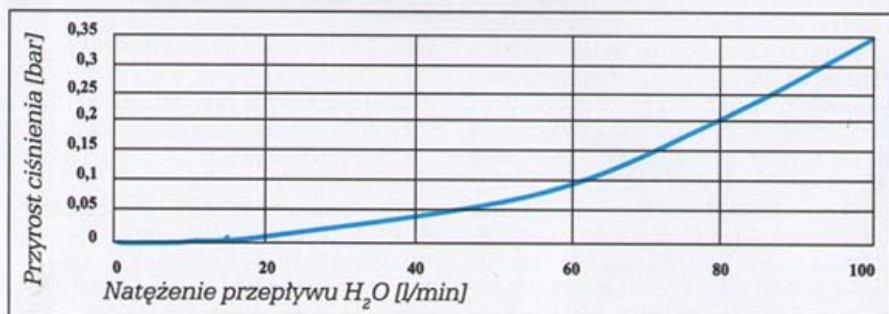
Rys. 2 Charakterystyka temperaturowa – zasada odczytu



Rys. 3 Charakterystyka temperaturowa wymiennika stosowanego w sprężarkach serii 1000 o mocy silnika 15, 18 i 22 kW



Rys. 4 Charakterystyka temperaturowa wymiennika stosowanego w sprężarkach serii 4000 o mocy silnika 55, 75 i 90 kW



Rys. 5 Charakterystyka ciśnieniowa

Z diagramu możemy wyznaczyć wymagane natężenie przepływu przy założeniu przyrostu temperatury  $\Delta T$  wody na wylocie z wymiennika i jej temperatury na wlocie.

Firma Mattei zaleca stosowanie wody odpowiednio uzdatnionej (zgodnie z zasadami zasilania urządzeń grzewczych). Możliwe jest również wprowadzenie do układu mieszaniny wody i oleju lub glikolu. W tym wypadku wyznaczone natężenie przepływu należy pomnożyć przez odpowiedni współczynnik. Poniżej podajemy tabelę przedstawiającą zależność tego współczynnika od stężenia procentowego glikolu.

| Stężenie glikolu (%) | Temperatura zamarzania (°C) | Współczynnik poprawkowy |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 5                    | -1,8                        | 1,01                    |
| 10                   | -3,7                        | 1,02                    |
| 15                   | -5,9                        | 1,05                    |
| 20                   | -8,7                        | 1,08                    |
| 25                   | -11,8                       | 1,11                    |
| 30                   | -15,3                       | 1,14                    |
| 35                   | -19,6                       | 1,20                    |
| 40                   | -23,5                       | 1,28                    |
| 45                   | -29,4                       | 1,35                    |
| 50                   | -35,6                       | 1,45                    |

W sprężarkach, których temperatura oleju może przekroczyć 100 °C, należy zamontować zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia w układzie. Przy projektowaniu instalacji wodnej trzeba uwzględnić opory przepływu wnoszone przez wymiennik.

Zależność spadku ciśnienia wody krążącej przez wymiennik od natężenia przepływu przedstawia wykres (rys.5). Nie należy zapominać o zasilaniu awaryjnym w wypadku ogrzewania pomieszczeń lub przy wykorzystywaniu ciepła odpadowego w ważnych procesach technologicznych.

Bardzo ważne jest zapewnienie prawidłowego przepływu powietrza przez chłodnicę, która będzie podejmowała pracę latem lub w momentach zmniejszonego odbioru ciepła.

Przy uwzględnieniu cen energii elektrycznej w krajach Unii Europejskiej zwrot kosztów poniesionych na zainstalowanie wymiennika zwraca się po 5 miesiącach przy 6000 godzinach pracy w skali rocznej dla kompresora 45 kW.

\*\*\*

Opracowano na podstawie materiałów firmy Ing. Enea Mattei S.P.A

Artykuł sponsorowany:  
MULTI – MAC Sp. z o.o.  
mgr inż. Wojciech Pichliński



# Sprężarki bezolejowe PIONEER SCREW w praktyce

W związku z tym, że prezentowana przez naszą firmę sprężarka bezolejowa Pioneer Screw firmy GVM z wtryskiem wody uzyskała ZŁOTY MEDAL na Międzynarodowych Targach Poznańskich '99, chcielibyśmy czytelnikom „Pneumatyki” przybliżyć urządzenie, jednogłośnie przez fachowców uznane za przyszłość wyporowych sprężarek rotacyjnych.

**T**ego typu rozwiązanie, jak już pisaliśmy w „Pneumatyce” nr 2/10/1998, to prawdziwe odkrycie – tak z punktu widzenia termodynamiki, jak i teorii niezawodności i eksploatacji. Z punktu widzenia termodynamiki sprężanie z chłodzeniem wewnętrznym w tej sprężarce jest najbliższe, spośród dotąd znanych, procesowi izotermicznemu. Sprężone powietrze za stopniem sprężającym ma temperaturę ~30-35°C (bez chłodnicy końcowej!). Dzieje się tak, nie tylko ze względu na wykorzystanie ciepła parowania wody chłodzącej. Opochnięciu sporej części energii, tracącej w klasycznych systemach chłodzenia olejem, decydują także inne zalety wody. Chodzi o jej bardzo korzystny współczynnik przewodnictwa i przenikalności cieplnej. Sprawność wolumetryczna jest także na wysokim poziomie ze względu na to, że między śrubami oraz między śrubami a korpusem znajduje się film wody umożliwiający uszczelnienie szczeliny, a tym samym zahamowanie tzw. przepływu powrotnego. Sprawność mechaniczna wzrasta

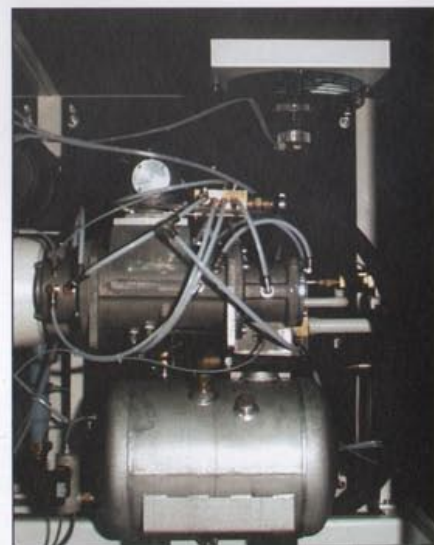


ze względu na bezpośredni napęd, brak przekładni synchronicznych oraz z powodu niższej lepkości wody od oleju.

Trwałość łożysk hydrodynamicznych pracujących najwyżej na 3000 (napęd bezpośredni) lub do 5000 obr/min (napęd pasowy), to trwałość obliczeniowa na poziomie ~100 000 godzin. Automatyka zajmująca się diagnozowaniem części zamiennych oraz stanów awaryjnych zapewnia długą i skuteczną pracę. Koszty eksploatacji są tu bardzo niskie, a w przypadku sprężarek z napędem bezpośrednim producent oferuje 5-letnią gwarancję na stopień śrubowy. Jeśli dodamy, że sprężarka prawie nie zużywa wody, sprężone powietrze nie zawiera więcej wilgoci niż w klasycznej sprężarce śrubowej z wtryskiem oleju, a odczyn usuwanego kondensatu jest zbliżony do neutralnego – to mamy do dyspozycji maszynę naprawdę doskonałą z punktu widzenia współczesnej techniki sprężarkowej. Działa ona bardzo podobnie jak sprężarka z wtryskiem oleju, gdzie kolejne porcje zasysanego powietrza sprężane są wzdłuż osi wirników w kierunku portu tłocznego. Do wnętrza sprężarki zamiast oleju wtryskiwana jest woda o jakości ciągle analizowanej przez system ION POLE™. Oprócz funkcji chłodzenia i uszczelniania – woda spełnia także rolę medium smarującego hydrodynamiczne łożyska wałów wykonane z tych samych materiałów co śruby. A wykonane są z kompozytu polimerowo-cera-

micznego. W celu skompensowania siły poosiowej zastosowano specjalne frezowanie na czole śruby (w kształcie wirnika pompy) oraz prosty pierścień. Jeśli do niego zostanie wtrysnięta woda o ciśnieniu z obiegu sprężarki, to wystarczy to do skompensowania sił poosiowych (zmiennych tak jak ciśnienie tłoczenia). Podsumowując, podstawowe zalety tego nowego systemu to:

- wysoka sprawność sprężania (najbliższa procesowi izotermicznemu spośród dostępnych na rynku sprężarek wyporowych);
- wysoka niezawodność dzięki łożyskom ślizgowym hydrodynamicznym (trwałość obliczeniowa ~100.000 godzin pracy);
- gwarancja na stopień sprężający: 2 lata dla sprężarek CWI, 5 lat dla sprężarek CWF;
- najczystsze powietrze z dostępnych na rynku sprężarek bezolejowych;



Fot. 2 Sprężarka CWF 250-10PW



Fot. 1 Sprężarka CWI 18,5-8PA

- mniejsza niż w innych sprężarkach bezolejowych zawartość bakterii i cząstek stałych;
- brak oleju w obiegu;
- chłodzenie wodą lub powietrzem;
- minimalne zużycie wody;
- brak chłodnicy końcowej;
- wilgotność powietrza porównywalna ze standardową sprężarką śrubową z wtryskiem oleju;



- brak agresywnego kondensatu;
- niskie obroty śrub (dla CWF – maks. 3000 obr/min, dla CWI – maks. 5000 obr/min);
- brak przekładni wewnętrznych przyspieszających i synchronizujących;
- możliwość korzystania z wody bieżącej z wodociągów bez przygotowania;
- niskie koszty eksploatacji – niższe niż w sprężarkach z wtórnym olejem.

środowiska kondensatem, który zawiera agresywne mieszaniny oleju w wodzie.

Dzięki nowoczesnej technologii naszych separatorów wodno-olejowych, użytkownik pozbywa się problemów (finansowych i moralnych) związanych z gromadzeniem lub wypuszczaniem do kanalizacji kondensatów.

Jest to uzupełnienie naszego programu i równocześnie rozsądne podejście do wymagań, jakie stawia przed nami życie w harmonii z naszym otoczeniem.

Drugim osiągnięciem technologicznym ultrafilter w zakresie ochrony środowiska jest to, że wszystkie nasze urządzenia zawierające czynnik chłodzący (osuszacze ziębnicze i chłodziarki wodne) są wyposażone tylko i wyłącznie w R134a – czynnik, który nie zawiera składników szkodliwych dla warstwy ozonowej.

Są to rozwiązania droższe inwestycyjnie, które się zwrócą w niedalekiej przyszłości, kiedy freony typu R22 będą zupełnie zabronione również w Polsce. Każdy, kto ma zamiar zakupić osuszacz ziębniczy, już teraz powinien zdecydować o tym, czy zainstaluje w swoim zakładzie „bombę zegarową”, czy wybierze zdrowy rozsądek i poczucie odpowiedzialności wobec przyszłych generacji.

W powiązaniu z tymi dwoma produktami technologii ochrony środowiska (separator oraz powszechne wprowadzenie R134a) ultrafilter prowadzi krajowe promocje do końca tego roku.

| Typ sprężarki | Ciśnienie rob. [bar] | Wydajność [m <sup>3</sup> /min] | Moc silnika [kW] |
|---------------|----------------------|---------------------------------|------------------|
| CWI4-8        | 8                    | 0,59                            | 4                |
| CWI4-10       | 10                   | 0,49                            | 4                |
| CWI5,5-8      | 8                    | 0,81                            | 5,5              |
| CWI5,5-10     | 10                   | 0,71                            | 5,5              |
| CWI7,5-8      | 8                    | 1,12                            | 7,5              |
| CWI7,5-10     | 10                   | 1,02                            | 7,5              |
| CWI11-8       | 8                    | 2,00                            | 11               |

kiedy zacząłem myśleć świadomie, tzn. mniej więcej od piątego roku życia. Biorąc pod uwagę, że jestem wychowany bardziej w duchu polskim niż niemieckim (tyle że na obczyźnie), nie są mi obojętne losy Polski i Polaków.

Według mojej oceny Polska jest czołowym krajem Środkowej Europy w dziedzinach rozwoju nie tylko gospodarczego, ale również intelektualnego. Ze wszystkich kandydatów na członkostwo w Unii Europejskiej, Polska ma najsolidniejsze podstawy – wysoko wykształcony i bardzo ambitny naród. Polak radzi sobie w wielu „niestandardowych” sytuacjach w pracy zawodowej i szybko uczy się metod, które Zachód rozwijał przez kilkadziesiąt lat.

Jest to kombinacja cech charakterologicznych, którymi moi rodacy na pewno nie mogą się pochwalić. Żyć i pracować w tym kraju w okresie takiego rozwoju jest dla mnie zaszczytem i bardzo wartościowym doświadczeniem.

**Co Pan sądzi o marketingu agresywnym, czyli sprzedaży za wszelką cenę?**

„Sprzedaż za wszelką cenę” nie jest synonimem agresywnego marketingu. Właściwie nie ma to nic wspólnego z marketingiem.

Sprzedaż za wszelką cenę jest interpretacją marketingu tych, którzy oferują produkty o niskiej jakości lub nie umieją przekonać siebie i klienta o wyższości oferowanych produktów i usług. Takie cechy na dłuższą metę

nie mogą zawodzić przez wiele lat. W wieku 15 lat podczas wakacji po raz pierwszy pracowałem przy budowie rurociągów podziemnych. Obsługiwałem młot pneumatyczny zasilany sprężonym powietrzem ze sprężarki przewoźnej.

**Jaką widzi Pan przyszłość ku uzdatniania sprężonego powietrza?**

W Polsce przez ostatnie dwa lata pojawiło się wiele firm z branży, co na pierwszy rzut oka może się być zagrożeniem.

Sytuacja na tym rynku wykrywa się za mniej więcej 5 lat. Ci nowymi aktorami na tej scenie będą firmy, które wyróżniać się będą pełną gamą wysokojakościowych produktów oraz pełnym serwisem urządzeń, doradztwem technicznym, jak również szybką reakcją na zapotrzebowania rynku.

Skończyły się czasy, kiedy surowo mówiąc „większe ryby połycały mniejsze”. Teraz i w przyszłości, ko reagujące firmy wyminą pozostałe.

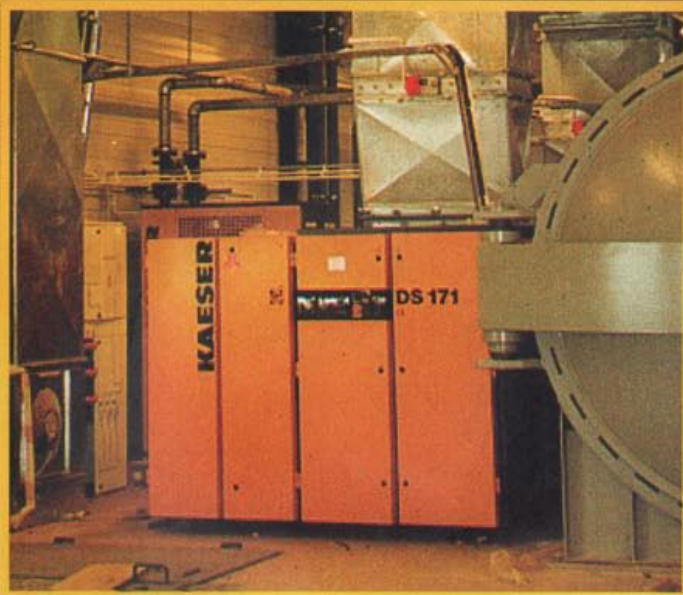
Innymi słowy – bliskość rynku i styczeńność decydują o sukcesie.

W końcu zawsze jakość i niezawodność wygrywają. Z naszą strukturą i zasadami jesteśmy doskonale przygotowani do wymagań następnego stulecia.

Zapraszamy do współpracy, którzy myślą podobnie! Witamy w świecie ultrafilter!

Rozmawiał Mariusz Makulski





# KAESER KOMPRESSOREN

**Więcej sprężonego  
powietrza  
przy mniejszym  
zużyciu energii**

- sprężarki śrubowe stacjonarne
- sprężarki śrubowe przewożne
- sprężarki tłokowe
- dmuchawy i pompy próżniowe
- centrum sprężonego powietrza
- osuszacze, filtry, zbiorniki,  
sterowanie i inne komponenty  
stacji sprężarek.
- wykonywanie obiektów "pod klucz"
- 24-h serwis na terenie całego kraju



**Zapraszamy  
do naszych oddziałów**



**Kaeser Kompressoren Sp.z o.o.**

**02-829 Warszawa**

ul. Taneczna 82

tel.: (022) 644-86-65

fax: (022) 644-86-66

**30-693 Kraków**

ul. Gwarna 2A

tel./fax: (012) 654-00-49

**61-695 Poznań**

ul. M. Rataja 6

tel./fax: (061) 821-65-12

**51-506 Wrocław**

ul. Mysłowicka 19

tel./fax: (071) 346-60-52



e-mail: [kaeser\\_w@it.com.pl](mailto:kaeser_w@it.com.pl)



# Nowości HOERBIGER ORIGA

## 1. Nowe elementy systemu OSP

OSP „ORIGA System Plus”, modułowy system napędów liniowych, został wprowadzony na rynek dwa lata temu jako następca znanego od ponad 20 lat pneumatycznego siłownika beztłoczyskowego ORIGA serii P210 lub P120. System OSP składa się z zestawu napędów liniowych pneumatycznych (OSP-P) i napędów liniowych elektrycznych z paskiem zębatym i ze śrubą pociągową (OSP-E). W skład systemu wchodzi modułowe elementy wyposażenia: 15 różnych wersji prowadnic, układy pozycjonowania, systemy pomiaru przemieszczenia, amortyzatory, hamulce, czujniki, elementy mocujące, podpory etc.

System OSP został obecnie rozszerzony o interesujące warianty:

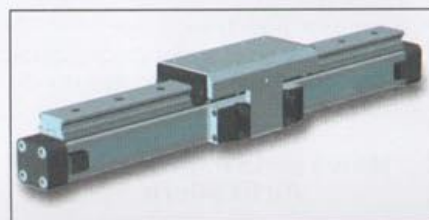
### Beztłoczyskowy siłownik pneumatyczny OSP-P ze zintegrowanymi zaworami rozdzielającymi VOE

W pokrywach siłownika OSP-P zostały zintegrowane elektromagnetyczne zawory rozdzielające 3/2 (normalnie otwarte) najnowszej generacji o bardzo dobrych parametrach przepływu, krótkich czasach przełączenia i dużej żywotności. Zawory wyposażone są w awaryjne ręczne sterowanie, wskaźnik stanu pracy zaworu oraz zawory dławiąco-zwrotne do regulacji prędkości siłownika. Pokrywy z zaworami można obracać o 90°, aby uzyskać wymaganą pozycję otworów do podłą-

czenia sprężonego powietrza.

Zalety siłownika ze zintegrowanymi zaworami są oczywiste:

- znacznie większa dynamika układu, która pozwala np. na optymalne pozycjonowanie siłownika zarówno przy dużych prędkościach posuwu, jak i przy małych prędkościach (do 0,005m/s);
- kompaktowa budowa zmniejsza ilość miejsca, potrzebnego do zabudowy;
- odpada uciążliwy montaż przewodów, złączek, dławików etc.

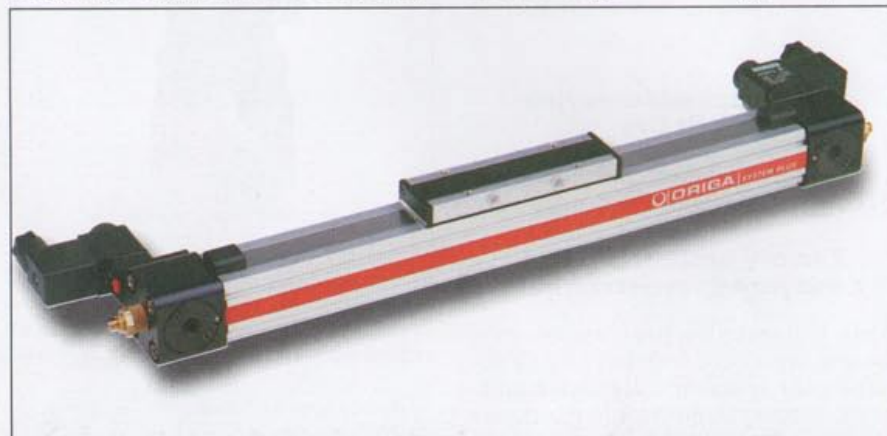


Fot. 2 PROLINE – aluminiowa prowadnica rolkowa do napędów pneumatycznych i elektrycznych OSP

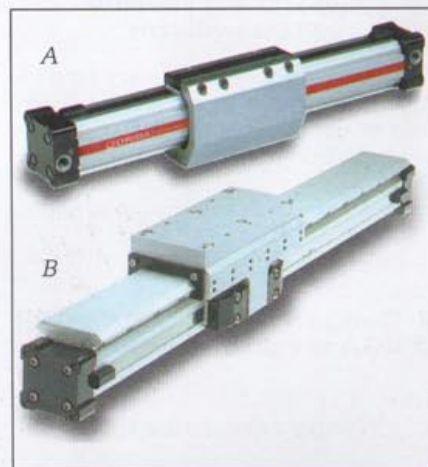
Siłownik ze zintegrowanymi zaworami jest idealnym rozwiązaniem wszędzie tam, gdzie procesy automatyzacji wymagają bezpośredniego i racjonalnego sterowania.

### PROLINE – aluminiowa prowadnica rolkowa do napędów pneumatycznych i elektrycznych OSP

Aluminiowa prowadnica rolkowa Proline, zintegrowana z napędem pneu-



Fot. 1 Beztłoczyskowy siłownik pneumatyczny OSP-P ze zintegrowanymi zaworami rozdzielającymi VOE



Fot. 3 Dynamiczny hamulec aktywny [A], hamulec pasywny Multi-Brake [B]

matycznym lub elektrycznym, uzupełnia bogatą ofertę prowadnic OSP. Prowadnica jest lekka, cicha i precyzyjna. Krzyżowo umieszczone rolki z łożyskami igłowymi oraz zaprasowane w aluminiowym profilu szyny szlifowane wałki z bardzo wysokiej klasy stali pozwalają na przenoszenie dużych obciążeń przy prędkościach do 10m/s.



Fot. 4 Elektryczny siłownik przeciwbieżny

### Hamulce do napędów pneumatycznych OSP

- **Dynamiczny hamulec aktywny**  
Hamulec aktywny może być zamontowany bezpośrednio na pneumatycznym siłowniku beztłoczyskowym OSP-P lub na siłowniku OSP-P z prowadnicą. Uruchamiany jest sprężonym powietrzem, a zwalniany sprężyną. Posiada dużą siłę hamowania.
- **Hamulec pasywny Multi-Brake**  
Hamulec pasywny Multi-Brake uruchamiany jest wysokiej klasy sprężyną talerzową, a zwalniany sprężonym powietrzem. Montowany jest na siłownikach OSP-P z prowadnicą



rolkową i ślizgową. Nadaje się doskonale do pozycjonowania; zapewnia dużą dokładność przy dynamicznym hamowaniu z pełną siłą. Spełnia również rolę blokady przy zaniku sprężonego powietrza lub napięcia. Siła hamowania wynosi 1,8 x siła nacisku siłownika przy 6bar. Hamulec wyposażony jest opcjonalnie we wskaźnik zużycia okładzin.

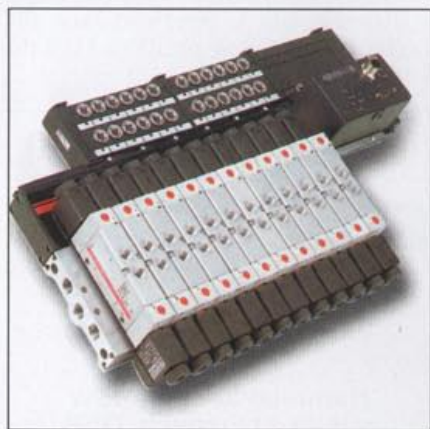
### Elektryczny siłownik przeciwbieżny

Elektryczny napęd liniowy OSP-E z paskiem zębatym wyposażony jest w dwa wózki, które poruszają się symetrycznie w przeciwnych kierunkach (przeciwbieżnie). Idealny napęd np. do systemów otwierania i zamykania drzwi (fot. 4).

## 2. Dalsze nowości HOERBIGER ORIGA w zakresie pneumatyki

### Wyspy zaworowe IM20

IM20 to nowa seria wysp zaworowych z wtyczką MULTIPOL lub z przyłączem FELDBUS. Bardzo solidna, modułowa budowa, dobre parametry przepływu, możliwość obciążenia zaworami 5/2 i 5/3 z 24 cewkami i 32 sygnałami zwrotnymi. Wersje 1/8" i 1/4". Możliwość jednoczesnego sterowania dwoma różnymi ciśnieniami dzięki specjalnym przegrodom.



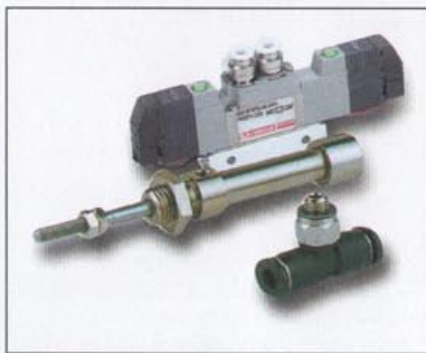
Fot. 5 Wyspy zaworowe IM 20

### Pneumatyka miniaturowa

Nowa seria elementów mikropneumatyki:

- siłowniki pneumatyczne jednostronnego działania o średnicach 2,5mm, 4mm, 6mm;
- siłowniki pneumatyczne dwustronnego działania o średnicy 6mm;
- mikrozawory rozdzielające 3/2, 5/2, 5/3 o średnicach nominalnych 3,0mm i 3,5mm, o bardzo dobrych parametrach przepływu;

- wyspy zaworowe miniaturowe z przyłączem Multipol.



Fot. 6 Pneumatyka miniaturowa

### Technika manipulacyjna

- Chwytyki, siłowniki obrotowe;
- Chwytyki kątowe dwuszcękowe o kątach rozwarcia 20° i 180°;
- Chwytyki równoległe dwuszcękowe i trójszcękowe;
- Siłowniki obrotowe z posuwem liniowym;
- Elementy podciśnieniowe. Przyssawki, ejektory, pompy próżniowe, dmuchawy próżniowe, zawory do próżni i systemy zrzutowe.

### Nowa seria mikrofiltrów Airfit Micro

Airfit Micro to nowa seria mikrofiltrów do uzyskania bardzo czystego sprężonego powietrza. Automatyczne zawory spustu kondensatu, sterowane elektronicznie lub mechanicznie.



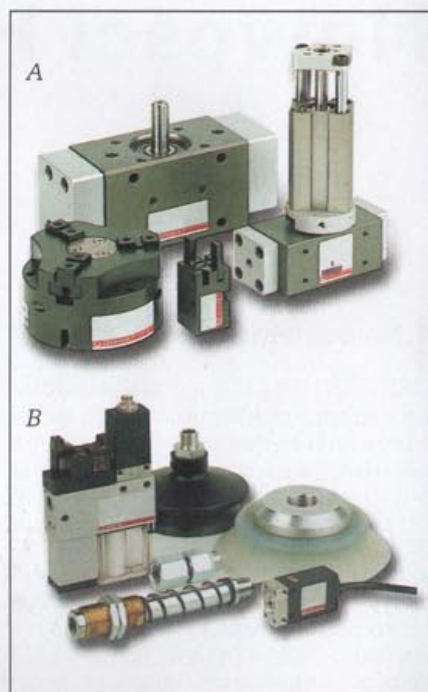
Fot. 7 Seria mikrofiltrów Airfit Micro

### Osuszacze adsorpcyjne Airfit Dry

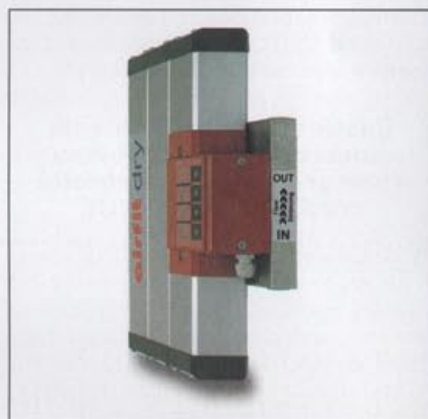
Airfit Dry to najnowsza seria kompaktowych osuszaczy adsorpcyjnych.

### Zawory proporcjonalne z dużym odpowietrzeniem

Airfit Control SRE to elektronicznie sterowany zawór redukcyjny, skonstruowany specjalnie dla takich aplikacji, w których po stronie użytkownika następują duże i częste zmiany ciśnienia. Reduktor jest precyzyjny, stabilny i bardzo dynamiczny.



Fot. 8 Technika manipulacyjna:  
A - chwytaki, siłowniki obrotowe  
B - elementy podciśnieniowe



Fot. 9 Osuszacz adsorpcyjny Airfit Dry



Fot. 10 Zawór proporcjonalny z dużym odpowietrzeniem

Artykuł sponsorowany:  
ARA Pneumatik  
Przedstawiciel HOERBIGER  
ORIGA w Polsce



# **Sprężarki** **CompRot**

**MY wiemy jak**  
**SPRĘŻAĆ powietrze**



## **CompRot**

CompRot Sp. z o.o.  
53-608 WROCLAW  
ul. Robotnicza 72  
tel./fax (0 71) 373 59 00

**Technika**  
**Sprężania Gazów**





# R-22 czynnik chłodniczy bez przyszłości

## Informacje dla praktyków

Po przeprowadzeniu generalnych zmian w dziedzinie powszechnie stosowanych urządzeń chłodniczych przyszła pora na zmiany w urządzeniach specjalistycznych, w tym osuszaczach ziębniczych.

**O**becnie stosuje się dwie podstawowe metody osuszania sprężonego powietrza – adsorpcyjną i ziębniczą. Osuszacz adsorpcyjny, zapewniający bardzo niską zawartość wody w sprężonym powietrzu, działający bez strat sprężonego powietrza (regeneracja złoża na „gorąco” z zewnątrz lub poprzez próżnię) byłby dla praktyków rozwiązaniem idealnym gdyby... Gdyby nie koszty. To właśnie koszty uzdatniania sprężonego powietrza powodują, że najpopularniejszym, a jednocześnie najtańszym sposobem usuwania wody ze sprężonego powietrza jest jego oziębianie za pomocą urządzenia zwanego osuszaczem ziębniczym. Składa się on zasadniczo z trzech elementów: sprężarki chłodniczej, wymienników ciepła i wykonującego całą „robotę” czynnika ziębniczego. W wypadku tego ostatniego elementu układu powstało w okresie ostatnich 20 lat spore zamieszanie. A wszystko zaczęło się od stwierdzenia i zdefiniowania fenomenu efektu cieplarnianego, czyli zjawiska podnoszenia się temperatury przy powierzchni Ziemi, spowodowanego gromadzeniem się w górnych warstwach atmosfery (troposferze) gazów powstałych w wyniku działalności człowieka, m.in. freonów. Także freony zostały uznane za główny czynnik powstawania tzw. dziur ozonowych, czyli obszarów charakteryzujących się zdecydowanym spadkiem ilości ozonu w stratosferze. Wszystko to powodowało, zdaniem ekologów, realne zagrożenie dla życia na Ziemi. Wyjściem z sytuacji był tylko całkowity zakaz produkcji i stosowania związków z grupy CFC-chlorofluorowęglowodórów, między innymi najpowszechniej stosowane-

go czynnika chłodniczego o symbolu R-11, w pełni halogenowych związków węgla, w których wszystkie atomy wodoru w cząsteczce zostały zastąpione atomami chloru i fluoru. Zakaz taki ustanowił „Protokół montrealski”, na mocy którego sygnatariusze umowy zobowiązali się do zaprzestania produkcji i stosowania związków niszczących stratosferyczną warstwę ozonową. Zgodnie z naniesionymi później poprawkami do Protokołu związki grupy CFC zostały wycofane ze stosowania w nowych urządzeniach z końcem 1995 roku.

W miejsce stosowanych CFC wprowadzono związki HCFC-wodorochlorofluorowęglowodory, w których nie wszystkie atomy wodoru w cząsteczce zostały zastąpione przez atomy chloru i fluoru, wśród nich znajduje się czynnik chłodniczy R-22 (HCFC-22). Czynnik ten zgodnie z obowiązującym od 01.01.96r. schematem redukcji substancji kontrolowanych (objętych „Protokołem montreal-skim”) może być stosowany do 01.01.2010r. Jednakże dzięki poprawkom wprowadzonym już w 1992 roku w Kopenhadze postanowiono bardzo istotne ograniczenia w stosowaniu tego czynnika dla sygnatariuszy „Protokołu montreal-skiego”. Użycie HCFC będzie limitowane do:

- 1) może mieć miejsce tylko na potrzeby serwisu urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych, a ponadto od 1996 mogą być stosowane tylko w następujących przypadkach:

  - kiedy inne bardziej odpowiednie dla środowiska substancje alternatywne lub technologie nie są dostępne;
  - tylko w zamian za substancje CFCs, halony, czterochlorek węgla i 1,1,1,- trójkloroetan, z wyjątkiem rzadkich przypadków ochrony ludzkiego zdrowia i życia;
  - minimalizując zubożenie warstwy ozonowej i spełniając inne wymogi ekologiczne oraz wymogi dotyczące bezpieczeństwa i warunków technicznych;
  - stosowania w nowo produkowanych urządzeniach do 31.12.1999r.

Od początku 1997 r. Polska jest stroną „Protokołu montrealskiego” podpisanego w 1987 roku oraz „Poprawek londyńskich i kopenhaskich”, co zobowiązuje do realizacji wszystkich zaleceń dotyczących redukcji produkcji i zużycia substancji zubożających warstwę ozonową.

Przytoczone powyżej „Obowiązujące zalecenia Protokołu montrealskiego w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową” stan na 29.07.1998r. wykazują wprost, że stosowanie R-22 jako czynnika w osuszaczach chłodniczych powinno mieć swój kres już w 1996 roku, na mocy postanowienia zakazującego używania R-22 w wypadku dostępności technologii bardziej odpowiedniej dla środowiska. A przecież już na początku lat 90. m. in. firma ultrafilter AG rozpoczęła powszechne stosowanie R-134a, technologie więc istniały. Były bardzo powszechne, o czym najlepiej przekazuje przykład polskich producentów sprzętu chłodniczego, którzy przystosowali w połowie lat 90. swoje wyroby do stosowania R 134a.

Zabrakło zatem w polskim prawie aktów prawnych wykonawczych do podpisanych i ratyfikowanych umów międzynarodowych dotyczących ochrony warstwy ozonowej.

W polskim prawie można znaleźć jedynie odbicie intencji ustawodawcy, który w:

- rozporządzeniu ministra gospodarki z dnia 29 grudnia 1997 roku w sprawie ustanowienia automatycznej rejestracji obrotu z zagranicą substancjami zubożającymi warstwę ozonową (Dz.U.Nr 162 poz. 1128) ustanowił automatyczną rejestrację m.in. R-22, a co za tym poddał obrót tym czynnikiem koncesjonowaniu i nałożył obowiązek składania sprawozdań z wykorzystania udzielonych pozwoleń;
- rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 22 grudnia 1999 r., zmieniającym rozporządzenie w sprawie opłat za wprowadzanie substancji zanieczyszczających do powietrza oraz usuwanie drzew i krzewów (Dz.U.Nr 162 poz. 1129), gdzie wprowadzono w poz. 48 opłatę w wysokości 0,78 PLN za każdy kilogram czynnika R-22 wprowadzonego do atmosfery.

Po ratyfikacji przez Polskę „Popra-



wek londyńskich i kopenhaskich", co miało miejsce w 1997 roku, zmiany zaostrzające terminy redukcji związków HCFC będą obowiązywały Polskę bez żadnych dodatkowych procedur ratyfikacyjnych. To może oznaczać dla nas praktyków tylko jedno – należy jak najprędzej odejść od stosowania urządzeń działających w oparciu o czynniki będące na „indeksie” „Protokołu montrealskiego”, a jeśli to niemożliwe, to na pewno nie inwestować w takie urządzenia, choćby oferowana za nie cena wydawała się bardzo atrakcyjna. Oferenci urządzeń działających w oparciu o czynnik chłodniczy R-22 twierdzą, że są już „ekologiczne” czynniki, które zastępują R-22, np. R 407C. Owszem jest to prawda z jednym wszakże „ale”:

R 407C zachowuje się praktycznie tak samo jak R-22, nie ma jednak potencjału niszczącego ozon. Należy zmienić „jedynie”:

- olej w sprężarce chłodniczej na olej estrowy, tak jak w wypadku 134a;
- instalacja napełniana jest płynnym czynnikiem chłodniczym (czynnik zeotropowy w butlach ciśnieniowych, skład cieczy i par różni się);
- tak jak w wypadku R134a filtry muszą być przystosowane do HFKW;
- powinny być wymienione zawory ze względu na możliwość przegrzania.

Dlatego też w nowych urządzeniach chłodniczych, w tym i osuszaczach chłodniczych, najbardziej obiecującym wydają się być czynniki z grupy HFC, czyli hydrofluorowęglowodórów w cząsteczkach, których część atomów wodoru została zastąpiona atomami fluoru (brak atomów chloru), np. R134a. Związki z grupy HCF m.in. R32, R134a, R143a, R152 charakteryzują się zerowymi współ-

czynnikami ODP i GWP - ODP (Ozone Depletion Potential), potencjał niszczenia ozonu odniesiony do freonu R11, dla którego ODP=1 oraz GWP (Greenhouse Warming Potential) potencjał efektu cieplarnianego odniesiony do freonu R11, dla którego GWP=1.

Zaprezentowane powyżej grupy czynników chłodniczych uzupełniają jeszcze naturalne czynniki chłodnicze HC (propan i izobutan). Obrót towarowy czynnikami HCF i HC nie wymaga koncesji Biura Ochrony Warstwy Ozonowej, instytucji powołanej do sprawowania kontroli nad obrotem czynnikami chłodniczymi na terenie RP. Wobec przystąpienia i ratyfikowania przez Polskę „Protokołu montrealskiego” wraz z poprawkami użytkownicy osuszaczy chłodniczych napełnionych czynnikami chłodniczymi z grupy CFC i HCFC podlegają takim samym ograniczeniom jak posiadacze chłodziarek domowych i klimatyzatorów. Jeżeli w wypadku tych ostatnich wymianie podlegają całe urządzenia na skutek naturalnego i moralnego starzenia, to osuszacze chłodnicze ze względu na ekonomiczne można poddać retrofitowi, czyli operacji polegającej na przestawieniu i przystosowaniu urządzenia do nowego czynnika pod warunkiem wymiany szeregu elementów układu. Przystosowanie to polega przede wszystkim na wymianie samego czynnika oraz oleju smarowego sprężarki i jest praktycznie możliwe tylko przy sprężarkach otwartych, natomiast przy sprężarkach hermetycznych i półhermetycznych proces ten jest w warunkach serwisowych niemożliwy do wykonania.

Duże nadzieje producenci wiążą z naturalnymi czynnikami chłodniczymi zwłaszcza z izobutanem. Izobutan

jest węglowodorem nasyconym pochodzenia mineralnego, bezbarwnym i bezzapachowym związkiem organicznym. Jego poważną wadą jest palność. Natomiast do zalet należą:

1. Niska masa molowa oraz lepkość dynamiczna, które decydują o wysokich współczynnikach wymiany ciepła oraz niskich hydraulicznych oporach przepływu.
2. Niskie ciśnienie skraplania, które umożliwia stosowanie lekkich konstrukcji urządzeń chłodniczych.
3. Wysoki współczynnik wydajności chłodniczej (COP) w odwracalnym obiegu Rankina.
4. Niższe zużycie energii.
5. Bardzo niska przenikliwość przez materiały konstrukcyjne i uszczelnienia.

Bogactwo oferty producentów środków chłodniczych sprawia, że zastosowanie odpowiedniego środka w ramach retrofitu jest czynnością technicznie możliwą, ale czy w aspekcie dokonania koniecznych zmian opłacalną?

Opłacalną, czyli rozumianą jako odniesienie korzyści doraźnych w prowadzonych przedsięwzięciach gospodarczych i korzyści społecznych w makroskali.

O ile pierwszy aspekt mógłby budzić w pierwszej chwili wątpliwości, bo przecież trzeba wydać pieniądze na nowe urządzenie, które zastąpi stare niejednokrotnie jeszcze sprawne, to druga część postawionego pytania może mieć tylko jedną odpowiedź. Tylko działania, oparte na zasadach określonych w „Protokole montrealskim”, wszystkich podmiotów używających w jakiegokolwiek formie urządzeń do schładzania, które wykorzystują chemiczne czynniki chłodnicze, może przynieść ratunek warstwie ozonowej naszej planety.

Artykuł sponsorowany  
ultrafilter Sp. z o.o.  
mgr Krzysztof Pęciak

# KOMPRESORY ŚRUBOWE

od 50 do 1250 m<sup>3</sup>/h

Dmuchawy Roots'a

Systemy uzdatniania  
sprężonego powietrza

Osuszacze, filtry  
i uzdatnianie kondensatu

Kompresorownie  
"pod klucz"



ATMOPOL Sp. z o.o.  
30-709 Kraków  
ul. Stoczniovców 5  
tel./fax (012) 423-52-17  
tel. kom. 0602 13 13 96





## LEKSYKON

## Znormalizowana atmosfera odniesienia (oznaczana symbolem ANR)

Warunki określone za pomocą parametrów, których wartości podano w normie międzynarodowej ISO 8778 (odpowiednia norma krajowa PN-91/M-73703), stosowane są do przedstawiania wyników badań i charakterystyk elementów pneumatycznych, w celu uzyskania ich porównywalności.

Parametry znormalizowanej atmosfery odniesienia:

- temperatura 20°C (293K),
- wilgotność względna 65%,
- ciśnienie 100 kPa.

*standard reference atmosphere*

## Blokada

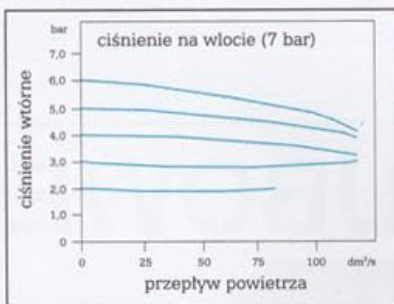
Utrzymywanie części ruchomych w określonym stałym położeniu za pomocą elementu blokującego, który nie może być zwolniony do czasu spełnienia określonych warunków. Stosowana jest między innymi w zaworach sterowanych siłą mięśni.

*latch*

## Charakterystyka przepływowa elementu pneumatyki

Jest to zależność natężenia przepływu czynnika roboczego przez element składowy (układu pneumatycznego) od spadku ciśnienia na nim, dla określonych wartości ciśnienia przed i za elementem.

*flow-rate characteristics*



*Przykładowa charakterystyka przepływowa zaworu redukcyjnego*

## Ciśnienie nominalne

Jest to ciśnienie, przy którym przewidziana jest praca elementu lub instalacji przy liczbie cykli odpowiedniej dla zapewnienia wymaganego okresu użytkowania, którego wartość potwierdzono podczas badań.

*nominal pressure*

## KONKURS

TERMIN NADSYŁANIA PRAC  
PRZEDŁUŻONY DO KOŃCA  
1999 ROKU

## Wykaz dotychczas nadesłanych prac:

- Krzysztof Biernat, Andrzej Majmurek (praca inżynierska)  
„Automatyzacja gniazda obróbczego do kształtowania rur metodą elektrodynamiczną”
- Zbigniew Chudzik (praca doktorska)  
„Synteza pneumatycznego nadążnego układu pozycyjnego”
- Konrad Grohs (praca magisterska)  
„Elektropneumatyczny system oczyszczania filtrów workowych”
- Damian Kość, Grzegorz Pomierny (praca magisterska)  
„Badania wybranych liniowych napędów pozycjonujących firmy FESTO”
- Mikołaj Marciniak (praca magisterska)  
„Optymalizacja doboru sprzęzarek śrubowych”

## REGULAMIN KONKURSU

Przypominamy, że Wydawnictwo Lektorium z Wrocławia, wydawca dwumiesięcznika „Pneumatyka”, ogłosiło ogólnopolski konkurs na pracę z zakresu nowych rozwiązań elementów i układów pneumatyki oraz gospodarki sprężonym powietrzem i innymi gazami.

➤ Konkurs dotyczy prac: licencjackich, dyplomowych, inżynierskich, magisterskich oraz doktorskich obronionych w okresie od stycznia 1998 roku do końca października 1999 roku.

➤ Rozpatrywane będą prace nadesłane przez promujące zakłady, katedry i instytuty wyższych uczelni oraz indywidualne osoby.

➤ Prace będą oceniane przez jury powołane przez redakcję „Pneumatyki”, składające się z przedstawicieli nauki i przemysłu, któremu przewodniczył będzie profesor nadzw. dr hab. inż. Łukasz N. Węsierski.

➤ Ustala się wartość pierwszej nagrody w granicach 10 000 zł; przewidziane są dalsze nagrody i wyróżnienia.

➤ Jury zastrzega sobie prawo publicznego dysponowania nagrodzonymi pracami.

➤ Termin nadsyłania prac przedłużono do końca 1999 roku.

➤ Przewiduje się kontynuację konkursu w latach następnych.

Prace konkursowe należy nadsyłać pod adresem:

Wydawnictwo LEKTORIUM  
- Dwumiesięcznik „Pneumatyka”  
53-608 Wrocław,  
ul. Robotnicza 72,  
z dopiskiem - „konkurs”



# Międzynarodowe Targi Katowickie

W Katowicach od 6 do 10 września 1999 r. na terenach PWSSPODEK i terenach wystawowych przy ul. Bytkowskiej odbyły się Międzynarodowe Targi Górniczo-Energetyki, Metalurgii i Chemii. Na targach około 800 firm z 20 krajów zaprezentowało swoje oferty na powierzchni 20000 m<sup>2</sup>. Mimo że nie były to targi bezpośrednio związane z pneumatyką, to branża pneumatyczna była reprezentowana przez szereg firm przeważnie takich, dla których jest to tylko część ich działalności. Poniżej przedstawiamy to, co wiąże się z pneumatyką.

PRUG-AIR SA z Katowic zaprezentował sprężarkę S75UG z dopuszczeniami EX do pomieszczeń: a, b i c niebezpieczeństwa wybuchu metanu. Wersja gabarytowo przystosowana jest do transportu w najmniejszych klatkach szybowych w kopalniach; dzięki zmianie lokalizacji chłodnicy nie ma konieczności kierunkowego ustawiania sprężarki na wyrobisku.

Biuro Handlowe Ruda zaprezentowało sprężarkę TAMROTOR 22, wyposażoną w zintegrowany zespół sprężający TEMPEST ze sterowaniem mikroprocesorowym (odpornym na rok 2000).

Ekspozycja firmy KAESER KOMPRESSOREN obejmowała kompaktową sprężarkę śrubową, zintegrowaną z osuszaczem Airtower 8 (typość z wydajnościami od 0,8 do 2,4 Nm<sup>3</sup>/min). Sprężarki tego typu charakteryzują się zwartą budową i są bardzo łatwe do podłączenia do instalacji sprężonego powietrza. Prezentowano także sprężarkę serii CS, wyposażoną w najnowocześniejszy system sterowania SIGMA CONTROL.

KOMPRES oferował młotki pneumatyczne firmy Bohler Austria, narzędzia robocze do młotków pneumatycznych, wiertarek i wiertnic oraz wiertnice BPZ-119 (posiadające sprężarkę śrubową o dużej wydajności).

Atlas Copco zaprezentował nowoczesną sprężarkę śrubową GA132FF (Full Feature), wyposażoną w zintegrowany osuszacz ziębnicy, co oznacza, że w jednej standardowej obudowie mieści się nie tylko sprężarka, ale wręcz cała sprężarkownia (sprężarka, filtry, osuszacz ziębnicy, system uzdatniania kondensatu). Sprężone powietrze opuszczające sprężarkę posiada klasę czystości wg ISO 8573-1, odpowiadające klasie 1.4.2.

PREMA Kielce SA pokazała siłowniki pneumatyczne serii ISO 6431 (φ 32-250 mm) oraz zawory rozdzielające 5/2 i 3/2, sterowane mechanicznie dźwignią i pneumatycznie, na które uzyskała pozytywne opinie techniczne, dopuszczające te elementy w zakładach przemysłu wydobywczego, wydane przez firmę KOMAG z Gliwic. Uruchomiono też pro-

dukację zaworów rozdzielających 5/2 z przyłączem NAMUR do sterowania obrotowymi napędami pneumatycznymi.

Na stanowisku Kooperacji „POLKO” z Mikołowa prezentowane były dwa urządzenia transportu pneumatycznego wg autorskich rozwiązań technicznych. Pierwsze to podajnik komorowy typu PK-900/0, 25/80 z pełną automatyką, wykorzystywany w liniach transportu pneumatycznego materiałów sypkich. Drugie to dozownik pneumatyczny materiałów sypkich z automatycznym układem ważenia i sterowania dla potrzeb przemysłu spożywczego lub chemicznego. Uzupełnieniem ekspozycji była symulacja kom-



Podajnik komorowy firmy POLKO

puterowa niektórych zrealizowanych do tej pory aplikacji przemysłowych transportu pneumatycznego.

INWET SA pod hasłem „Technologie Materiałów Sypkich” zaprezentował metody rozwiązywania problemów związanych z magazynowaniem, transportem i obróbką materiałów sypkich – głównie udrażnianie zbiorników i przesypów, gdzie czynnikiem roboczym jest powietrze. W przypadku pulsatorów własnej konstrukcji i przepuszczalnych spieków porowatych firmy Tridelta Siperm GmbH sprężone powietrze staje się „narzędziem” mającym bezpośredni kontakt z materiałem sypkim, natomiast w przypadku wibratorów pneumatycznych firmy Netter GmbH pełni rolę czynnika napędowego.

Była to bardzo interesująca impreza branżowa, która potwierdziła, że medium, jakim jest sprężone powietrze, praktycznie występuje we wszystkich gałęziach przemysłu.

Mariusz Makulski

## LEKSYKON

### Ciśnienie pracy

Jest to ciśnienie, przy którym pracuje element, zespół lub układ w konkretnym zastosowaniu. Często równoważne z ciśnieniem nominalnym.

*working pressure*

### Ciśnienie próbne

Jest to ciśnienie wyższe od ciśnienia nominalnego, przy którym odbywa się badanie elementu, zespołu lub układu, nie powodujące uszkodzeń lub zakłóceń w działaniu.

*proof pressure, test pressure*

### Droga przepływu (otwór przyłączeniowy)

Jest to otwór w elemencie, przez który przepływa czynnik roboczy:

- droga wejściowa (otwór wejściowy) do elementu (zasilanie),
- droga wyjściowa (otwór wyjściowy) z elementu (odprowadzanie),
- droga wylotowa (otwór wylotowy), wypływ powietrza do atmosfery.

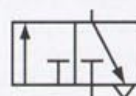
*port (inlet port, outlet port, air exhaust port)*

W elemencie sterującym kierunkiem przepływu – zaworze rozdzielającym – drogi przepływu są łączone lub odcinane w wyniku przesunięcia organu sterującego. Ze względu na liczbę dróg przepływu określa się własności funkcjonalne zaworów. Np. zawory rozdzielające dwupołożeniowe:

- dwudrogowy 2/2



- trzydrogowy 3/2



- czterodrogowy 4/2



- pięciodrogowy 5/2





# Myśl globalnie, a działaj lokalnie

Rozmowa z mgr. mktg. Bjoergulfem Meyerem, dyrektorem ultrafilter Sp. z o.o. w Warszawie

Proszę powiedzieć parę słów o sobie.

Po ośmiu latach pracy w europejskiej centrali ultrafilter w Niemczech, w oddziale eksportu, na stanowiskach regionalnego menedżera dla krajów Beneluksu, Afryki, Bliskiego Wschodu i Rosji, mam od kilku miesięcy zaszczyt wprowadzać naszą polską, siostrzaną firmę w następne tysiąclecie.

Jakie są Pana główne zadania na nowym stanowisku?

Obok codziennych obowiązków dyrektora, moja uwaga skupia się na rozwoju działów sprzedaży i serwisu, które są (i będą) coraz bardziej powiązane ze sobą.

Sieć własnych konsultantów i serwisantów stanowi naszą silną bazę. Dzięki niej cały czas możemy penetrować rynek, co pozwala nam w pełni obsłużyć każdego klienta – od najmniejszego użytkownika sprzętowego powietrza do największych zakładów.

Dodatkowo, moim zadaniem jest rozwój współpracy z tak zwanymi kluczowymi klientami, zarówno krajowymi, jak i międzynarodowymi.

Czym wyróżnia się firma ultrafilter International AG na rynku światowym?

Firma ultrafilter International została założona w roku 1972 w Niemczech. Biorąc pod uwagę, że przemysł uzdatniania sprężonego powietrza tak naprawdę ma zaledwie 40 lat, to 27 lat doświadczenia i udziału w kształtowaniu rozwoju tego przemysłu jest najlepszym dowodem, że jesteśmy na dobrej drodze i że ultrafilter jest partnerem solidnym i godnym zaufania. Nie wiele firm w tej branży wyróżnia się taką stabilnością i tradycją.

W tym czasie firma rozwinęła sieć 32 własnych firm na pięciu kontynentach.

Wkrótce firma ultrafilter będzie notowana na giełdzie, czyli wyróżniamy się m.in. tym, że jesteśmy globalną firmą o światowym znaczeniu. To jest obecnie bardzo ważne, przy rynku światowym, coraz bardziej skupiającym się w jednych rękach.



Fot. 1 Dyrektor firmy ultrafilter Sp. z o.o., mgr mktg. Bjoergulf Meyer

Firma ultrafilter jest pierwszą firmą na świecie, która jednocześnie produkuje, sprzedaje i serwisuje wszystkie urządzenia do uzdatniania sprężonego powietrza.

Dzięki przejściu nadzoru w latach 90. nad firmami Anderberg, DK/Ultratroc SABROE, RFN i Chaumea Iberica, Hiszpania, powstała grupa firm ultrafilter, która zaspokaja wszystkie potrzeby klienta, związane z uzdatnianiem powietrza. Ułatwia w ten sposób proces zaopatrzenia i serwisu.

My to nazywamy single sourcing and full service, worldwide and at your feet.

...a na rynku polskim?

W Polsce jesteśmy aktywni i do pełnej dyspozycji klienta od 10 lat. Od 4 lat jesteśmy spółką z ograniczoną odpowiedzialnością z główną siedzibą w Warszawie i biurami lokalnymi w pięciu głównych okręgach przemysłowych w Polsce.

Codziennie 15 wysoko kwalifikowanych doradców technicznych i serwisantów wspólnie z klientami opracowuje jak najkorzystniejsze

dla użytkownika rozwiązania w zakresie uzdatniania tak cennego źródła energii, jakim jest sprężone powietrze.

W sumie gromadzimy pod szyldem „ultrafilter Polska” prawie 50 lat doświadczenia zawodowego.

Żadna inna firma w tej dziedzinie nie może się poszczycić taką długoletnią tradycją profesjonalnego serwisu i tak bliskimi kontaktami z klientami!

Pragnę pogratulować i podziękować przy tej okazji całej naszej kadrze i naszym agentom za dotychczasową sumienną i entuzjastyczną pracę w służbie naszych klientów, która pozwala osiągać takie cele, jak:

- maksymalizacja wydajności przy minimalizacji kosztów eksploatacji;
- „every market is our home market!” – każdy rynek jest naszym rynkiem domowym.

Naszym zadaniem jest pogodzić i dopasować wizję i zasady działania ultrafilter z potrzebami rynku polskiego.

„Myśl globalnie, a działaj lokalnie” to nasze hasło.



**Co odróżnia produkty ultrafilter od wyrobów innych firm?**

Urządzenia ultrafilter są projektowane i wykonane na bazie technicznych specyfikacji (DIN ISO 9001, UV, UDT itd.), nie na bazie ceny.

Wiadomo, że cena jest ważnym czynnikiem, ale zasada podejścia do zagadnienia jest dla ultrafilter jedyna: zapokojenie potrzeb klienta dzisiaj i na długie lata.

Przy koncepcji nowych produktów zawsze silnie koncentrowaliśmy się na kosztach eksploatacji, na „kosztach posiadania naszego produktu”.

Innymi słowy: ultrafilter porusza się po rynku jakości, nie po rynku spirali cenowej.

Nie każdy to docenia i nie każdy tego wymaga. Współpracujemy z tymi, którzy myślą podobnie jak my.

**Coraz częściej mówi się, że ultrafilter jest firmą uwzględniającą technologię ekologiczną. Co się za tym kryje?**

Naszym zadaniem jest nie tylko uzdatnianie źródła energii, jakim jest sprężone powietrze, ale i opieka nad powstającym szkodliwym dla środowiska kondensatem, który

w pełni służy funkcji chłodzenia i uszczelniania – woda spełnia także rolę medium smarującego hydrodynamiczne łożyska wałów wykonane z tych samych materiałów co śruby. A wykonane są z kompozytu polimerowo-cera-

**Czy tak duża konkurencja na rynku przyczynia się do podwyższania niezawodności produkowanych urządzeń i jest stymulatorem postępu technicznego?**

Na pewno. Nie wystarczy opierać się na osiągnięciach wczorajszych. Rynek, to znaczy klienci jak również firmy konkurencyjne, wymaga od producentów bezustannych starań w osiągnięciu coraz lepszych wyników jakościowych i rozwoju nowych sfer myślenia i działania zarówno w technice, jak i w podejściu do klienta.

Firma ultrafilter reinwestuje rocznie 4% swoich obrotów w rozwój nowych, jeszcze lepszych i jeszcze bardziej ekonomicznych produktów, w udoskonalenie procesów logistyki (np. system SAP w tym roku) jak i w niezawodność swojego najcenniejszego kapitału: w swoich ludzi.

Służy to w pierwszym rzędzie satysfakcji klientów.

**Kiedy zetknął się Pan po raz pierwszy z naszym krajem i jak ocenia Pan przemiany, które się u nas dokonują?**

Polskę i Polaków znam od czasu, kiedy pojechałem tu;

- chłodzenie wodą lub powietrzem;
- minimalne zużycie wody;
- brak chłodnicy końcowej;
- wilgotność powietrza porównywalna ze standardową sprężarką śrubową z wtryskiem oleju;

nie mają prawa bytu na rynku urządzeń inwestycyjnych. Może i na tym rynku są firmy praktykujące tę prymitywną politykę sprzedaży, ale kto by się oficjalnie do tego przyznał.

Taki sposób sprzedaży jest przydatny na targu rybnym w sobotnie południe, kiedy ryba musi być sprzedana za wszelką cenę, zanim się zepsuje.

Ogólnie agresywność jest z reguły błędnie postrzegana jako negatywna cecha.

Dla mnie agresywny marketing w naszym przemyśle jest kombinacją wszystkich legalnych i sumiennych narzędzi przekazywania wiedzy i doświadczenia klientom w sposób odmienny od innych firm.

Agresywny marketing to ponadprzeciętne zwracanie uwagi rynku na produkty i usługi przy równoczesnym pozostawianiu przyjemnego wrażenia.

Na pewno jest to cel niełatwy do osiągnięcia. Również i my, pracownicy z ultrafilter, codziennie doskonalimy te metody.

**Kiedy zetknął się Pan na swej drodze zawodowej pierwszy raz**



Fot. 1 Sprężarka CWI 18,5-8PA



# pascal

kompresory i narzędzia



43-100 TYCHY  
ul. Wejchertów 19,  
tel./fax (032) 219 29 34

81-537 GDYNIA,  
ul. Łużycka 9,  
tel./fax (058) 622 49 25



# Sprężarka o zmiennej wydajności współpracująca w zespole sprężarek

Na szczęście nie trzeba już nikogo przekonywać o zaletach sprężarek śrubowych o zmiennej wydajności. Atlas Copco konsekwentnie ulepsza systemy sterowania sprężarek, aby jednostkowe zużycie energii elektrycznej było optymalne i uwzględniało charakter zmienności zapotrzebowania na sprężone powietrze.

**S**prężarki o zmiennej wydajności serii GA90VSD (wydajność w granicach 2.4 - 15 m<sup>3</sup>/min przy ciśnieniu 7.5 bar (e)) oraz GA50VSD (wydajność w granicach 1.5 - 8.9 m<sup>3</sup>/min przy ciśnieniu 7.5 bar (e)) pozwalają już na optymalny dobór zespołu sprężarek. Dzięki wprowadzeniu do zespołu sprężarek sprężarki o zmiennej wydajności, uzyskujemy optymalny układ zasilania zakładu w sprężone powietrze, który gwarantuje w pełni automatyczne dostosowanie się wydajności oraz zużycia

energii do potrzeb zakładu. W okresie kierowane jest na

## regulacji w GA50-90VSD

VSD podają do sieci zgodnie z aktualnym i zakresem. Ciśnienie w sieci trza stanowi podzarki informację, sprężarka ma w da-

na konkretnym przykładzie, zasadę współpracy sprężarki z wbudowanym elektronicznym konwerterem częstotliwości ze sprężarką o systemie regulacji obciążenie/dociążenie.

## Przykład z życia

W zakładach AdTranz określono maksymalne zapotrzebowanie na sprężone powietrze na poziomie 33 m<sup>3</sup>/min. Doświadczenie wskazywało na dużą zmienność zapotrzebowania na sprężone powietrze. Należało zaproponować system gwarantujący optymalne zużycie energii elektrycznej. Do realizacji wybrany został układ dwóch sprężarek Atlas Copco; jedna to sprężarka śrubowa o zmiennej wydajności typu GA90VSD (wydajność w zakresie 2.4 - 15 m<sup>3</sup>/min), druga to sprężarka śrubowa typ GA110 (wydajność 18.8 m<sup>3</sup>/min) o standardowym systemie regulacji obciążenie/dociążenie.

Dodatkowym utrudnieniem realizacji inwestycji „pod klucz” była wskazana przez inwestora lokalizacja (fot.



Fot. 2 Dodatkowy dostęp do sprężarki – zdjęcie od strony hali produkcyjnej



Fot. 1 Wąskie pomieszczenie nowej sprężarkowni. W głębi widoczne są sprężarki wraz z kanałem wentylacyjnym

dużej hali produkcyjnej. W okresie kierowane jest na

## Zasada pracy sprężarek

Śrubowe sprężarki sprężone powietrze zgodnie z aktualnym zapotrzebowaniem na swoje wydajności sprężonego powietrza stanowią dla sprężarki z jaką wydajnością







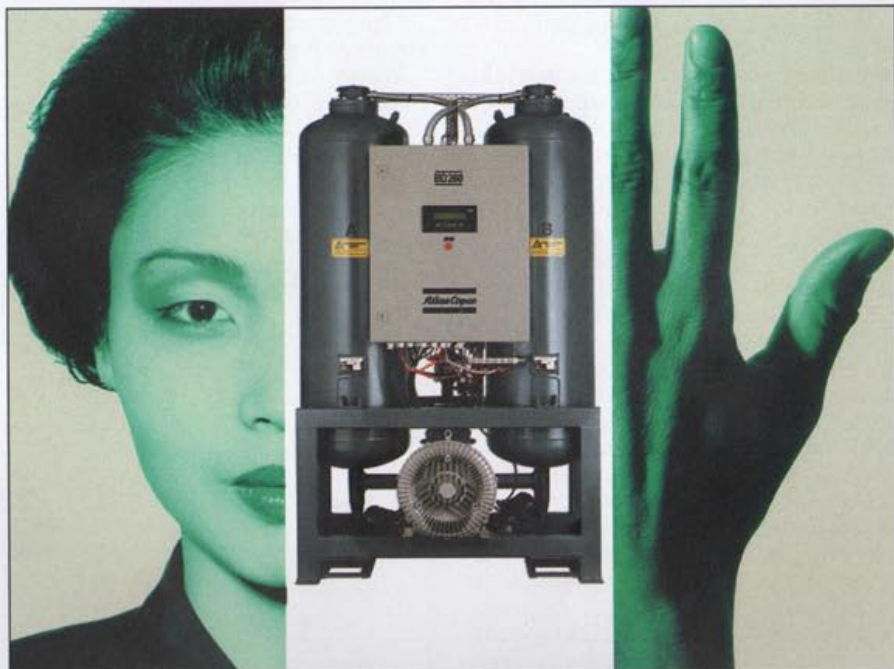
# Osuszacze adsorpcyjne serii BD Atlas Copco

Mniej znaną, aczkolwiek stanowiącą znaczącą część sprzedaży, grupą produktów Atlas Copco są osuszacze sprężonego powietrza. W artykule zapoznamy Czytelników z osuszaczami adsorpcyjnymi serii BD.

**S**prężanie powietrza to proces wzniosły. Jednak nieodłącznym składnikiem tego procesu jest przebiegające równocześnie wykraplanie wilgoci zawartej w sprężanym powietrzu. Woda pojawiająca się w rurociągu powietrza wpływa niekorzystnie na pracę układów automatyki, prowadzi do szybszego zużycia narzędzi pneumatycznych, a w skrajnych przypadkach niweczy wysiłek włożony w wytworzenie określonej partii produktu.

Jest wiele sposobów zapobiegania wilgoci w sprężonym powietrzu dostarczonym do sieci odbiorczej. Każdy z nich ma swój określony, technologicznie i ekonomicznie, obszar zastosowania.

Firma Atlas Copco posiada w swoim programie produkcyjnym wiele rodzajów osuszaczy powietrza, wśród

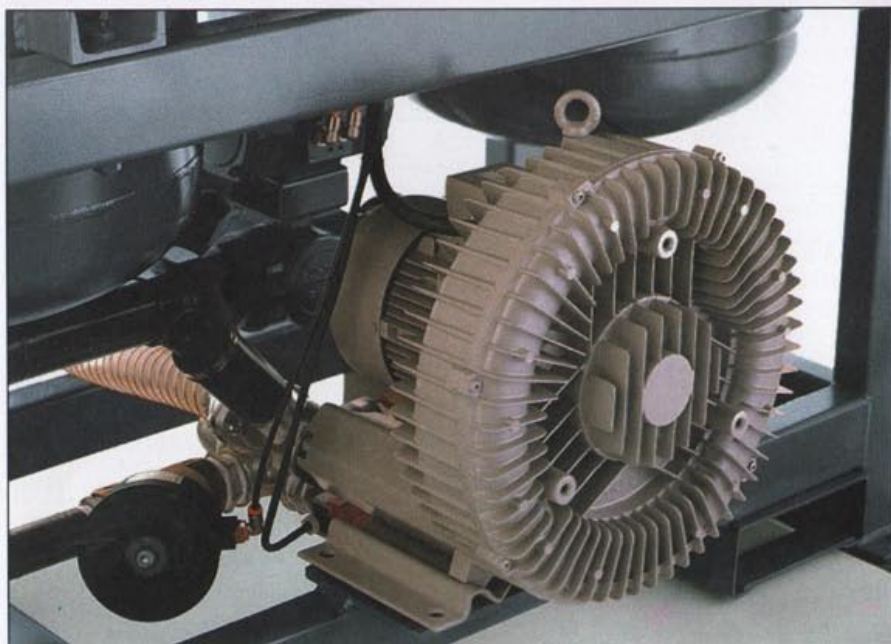


nich najbardziej rozpowszechnione osuszacze ziębnicze (chłodnicze) oraz adsorpcyjne. W grupie tych ostatnich oferowane są osuszacze wykorzystujące różne rodzaje adsorbenta (medium odbierającego wilgoć ze sprę-

żonego powietrza) oraz różne metody jego regeneracji – czyli pozabawienia wilgoci wcześniej odebranej z głównego strumienia sprężonego powietrza.

Typowe osuszacze adsorpcyjne posiadają dwie kolumny wypełnione odpowiednim rodzajem adsorbenta. Przez jedną z kolumn przepływa wilgotne sprężone powietrze, druga jest w tym czasie poddawana regeneracji tak, by po upływie określonego czasu była gotowa do przejścia funkcji osuszania od pierwszej kolumny.

Regeneracja złoża może odbywać się w różny sposób. Każdy z nich jest jednak związany z koniecznością dostarczenia pewnej ilości energii. Dość powszechnie spotyka się osuszacze regenerowane „na zimno”, czyli upustem pewnej ilości już osuszonego powietrza. Powoduje to konieczność zastosowania większej sprężarki, by pokryć straty regeneracji, a te w większości przypadków stanowią ok. 15-18% przepustowości osuszacza. Jest to jednak często stosowany typ osuszacza, szczególnie w małych instalacjach, gdyż jego atutem jest niska cena. Innym sposobem regeneracji jest metoda określana mianem „skorżarzonej”, w której pobierane jest około 5% powietrza sprężonego, podgrze-



Fot. 1 Wentylator w osuszaczu DB





Fot. 2 Króciec przyłączeniowy

wanego następnie systemem elektrycznych grzałek. Straty sprężonego powietrza są niższe a sprawność procesu wyższa niż w osuszaczu o porównywalnej wielkości, regenerowanym „na zimno”. Ostatnim sposobem jest metoda „na gorąco”, w której proces regeneracji dokonuje się praktycznie bez strat sprężonego powietrza. Do tej grupy należą osuszacze serii BD Atlas Copco.

Osuszacz serii BD jest osuszaczem kolumnowym, w którym do regeneracji złoża stosuje się powietrze atmosferyczne nadmuchiwane przez zabudowany na osuszaczu wentylator. Powietrze to jest wprowadzane do wnętrza kolumny, która ma być poddana regeneracji. System grzałek wewnętrznych podgrzewa powietrze do temperatury wymaganej dla poprawnego przebiegu procesu. Taki sposób prowadzenia regeneracji daje Użytkownikowi największe możliwości kontrolowania zużycia energii, co przy dużych przepływach sprężonego



Fot. 3 Króćce przyłączeniowe

powietrza jest bez znaczenia. Bezpośrednio po regeneracji konieczne jest ostudzenie złoża przed kolejną fazą osuszania, co dokonywane jest w osuszaczu BD niewielką ilością sprężonego powietrza (ok. 2%) mniej więcej

przez L (ok. 2 godzin) trwania pełnego cyklu osuszacza. Studzenie suchym sprężonym powietrzem zapewnia utrzymanie niskiego punktu rosy ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) i obniża zużycie energii. Spotykane w niektórych obecnych na rynku konstrukcjach studzenie powietrzem atmosferycznym mija się z celem, gdyż jest niczym innym jak wprowadzaniem wilgoci do zregenerowanego złoża (w powietrzu atmosferycznym jest przecież wilgoć!).

Osuszacze BD dostępne są w zakresie przepływu 200 – 3000 l/s.

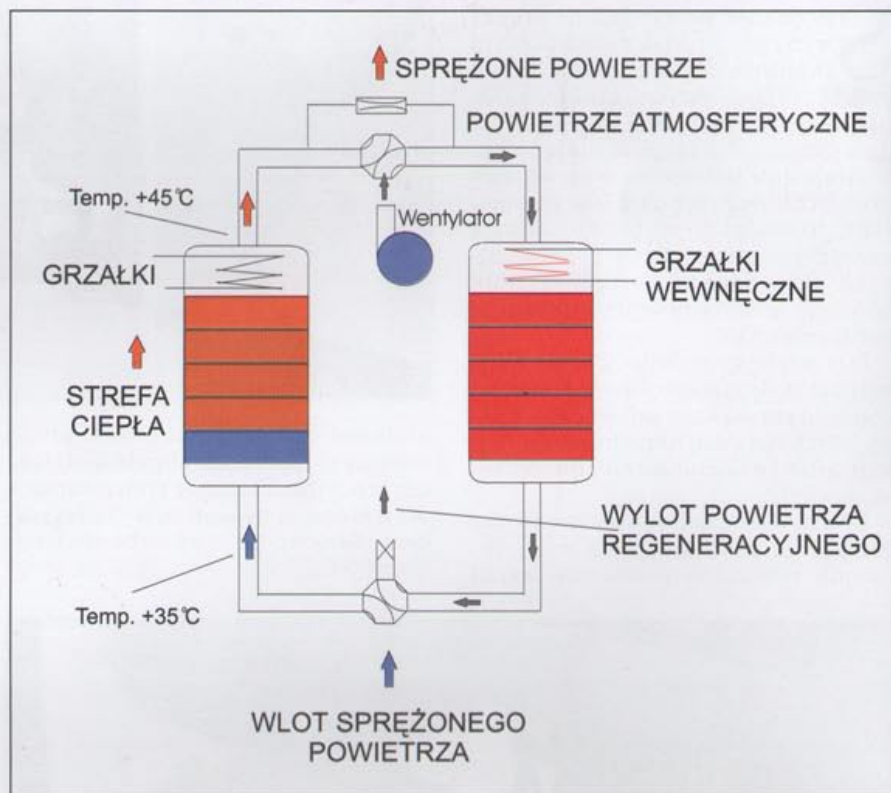
Warto bliżej przyjrzeć się jakości rozwiązań technicznych zastosowanych przez konstruktorów Atlas Copco w serii osuszaczy BD.

• Kierunek przepływu powietrza w czasie osuszania – z dołu kolumny ku górze. Dzięki temu woda wykro-

nych w osi kolumny, co zmniejsza straty energii, wydłuża żywotność grzałek i nie powoduje podgrzewania zaworów sterujących.

• Standardowo oferowany jest wyłącznik odcinający dopływ energii elektrycznej do grzałek, gdy tylko temperatura regeneracji osiągnie właściwą wartość – i tu oszczędzamy cenne kilowaty.

Jako wyposażenie opcjonalne oferowany jest miernik punktu rosy, który, włączony w układ sterowania osuszacza, pozwala na istotne oszczędności energii poprzez optymalizację czasu trwania poszczególnych etapów cyklu pracy w funkcji zmiany obciążenia, ciśnienia oraz temperatury wlotowej. Umożliwia to wyjątkowo precyzyjną kontrolę ciśnieniowego punktu rosy.



Rys. 1 Schemat działania osuszacza adsorpcyjnego Atlas Copco typ BD

plona w procesie sprężania i późniejszego schładzania ma utrudniony dostęp do złoża adsorbenta. Ma to kapitalne znaczenie, gdyż woda powoduje degradację granulatu adsorbenta.

• Kierunek przepływu powietrza w trakcie regeneracji – z góry ku dołowi, przeciwnie do procesu osuszania. Logikę tego rozwiązania łatwo jest zrozumieć, ujmując w dłonie ciężki od wody ręcznik i próbując pozbyć go wilgoci poprzez przesuwanie rąk z dołu ku górze. Także i tu konstruktor pomyślał o maksymalnym wykorzystaniu prostych zasad, by proces przebiegał efektywnie.

• Stosowanie grzałek wewnętrz-

Osuszacz posiada własny wyświetlacz tekstowy informujący o podstawowych parametrach pracy takich, jak ciśnienie robocze, temperatura regeneracji, nastawy czasowe, łączny czas pracy oraz o ewentualnych zakłóceniach.

Osuszanie powietrza to także proces wzniosły.

W przyszłości zapoznamy Czytelników z innymi typami osuszaczy produkowanych przez Atlas Copco.

Artykuł sponsorowany  
Atlas Copco Sp. z o.o.  
mgr inż. Maciej Fedyna

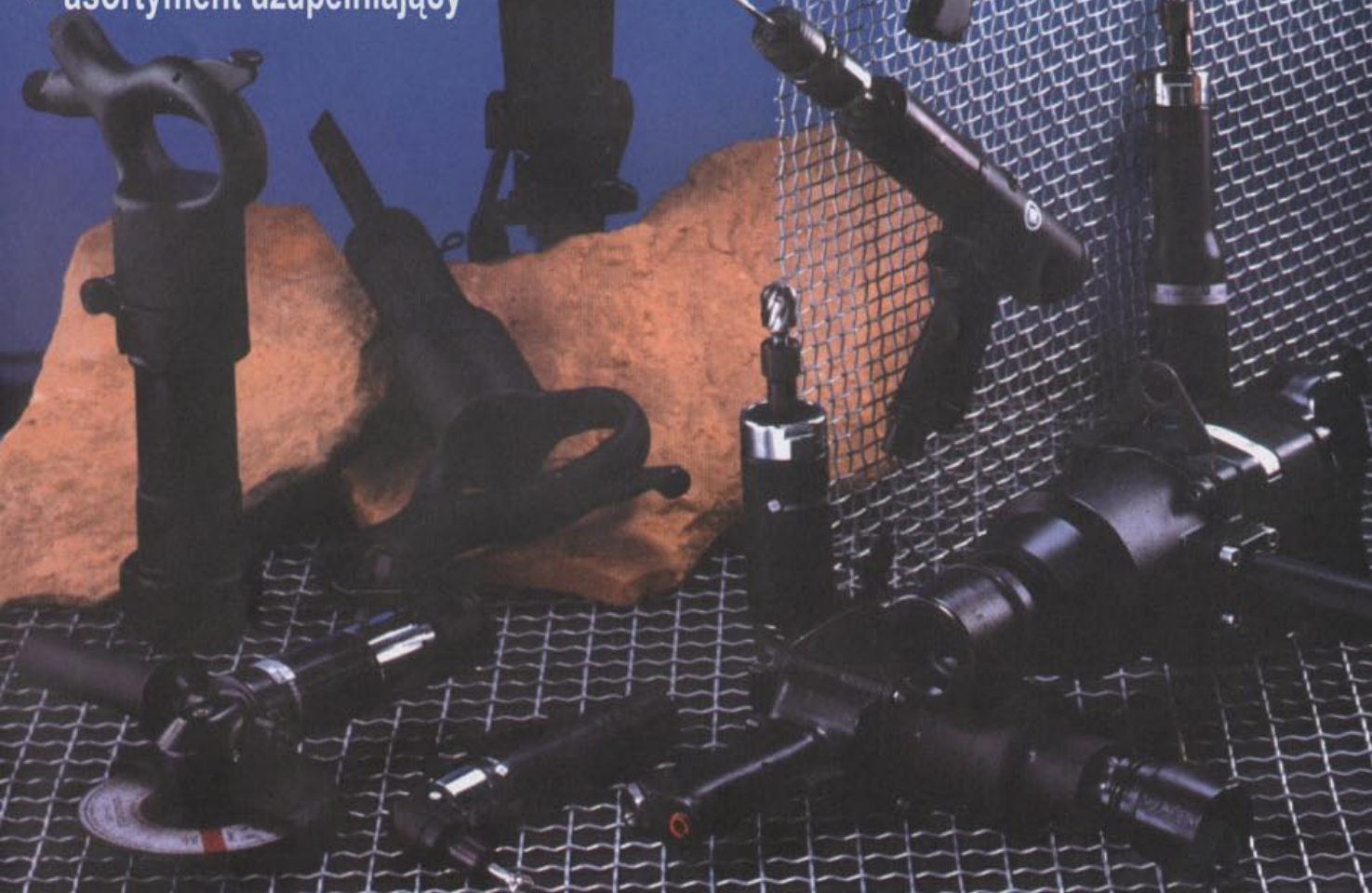




# ARCHIMEDES

## Oferujemy:

- szlifierki
- szlifierko-frezarki
- frezarki
- młoty, młotki, ubijaki
- wkrętaki
- wiertarki
- klucze
- gwintownice
- motoreduktory
- asortyment uzupełniający



**ARCHIMEDES S.A., ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław**  
tel. (071) 78 27 100, marketing (071) 78 27 123, fax (071) 35 50 962  
<http://www.archimedes.com.pl>, e-mail: [marketing@archimedes.com.pl](mailto:marketing@archimedes.com.pl)



# Czy sprawdziliście już, co to znaczy wygoda?

## Najnowsza propozycja do 1000 litrów na minutę

Obecnie na rynku krajowym każdy użytkownik sprężonego powietrza zasypywany jest wielorakimi propozycjami różnych firm handlowych i produkcyjnych. Każda oferta jest najlepsza i jest jedyną w swoim rodzaju.

**Z**awsze po podjęciu decyzji użytkownik zadaje sobie pytanie, czy wybrał ten naprawdę optymalny sprzęt, niezawodny i efektywny, i czy naprawdę, tak jak zapewniał sprzedawca, koszt zakupu zwróci się w trakcie użytkowania. Wahania i niepewność klienta dobrze są znane wszystkim handlowcom reprezentującym różnych producentów i dlatego też dziś nie wystarczą jedynie słowa i zapewnienia; klient żąda dowodów. Dowodem natomiast może być jedynie bezstronna kalkulacja kosztów oraz lista referencyjna każdego producenta.

Biorąc pod uwagę doświadczenie dotychczasowych użytkowników oraz wychodząc naprzeciw wymaganiom końca obecnego stulecia, firma Hydrovane, producent sprężarek łopatkowych, wprowadziła w tym roku do swej produkcji nowe modele sprężarek o mocy 5,5 i 7,5 kW.

Podczas prac projektowych doprowadzono do nieznacznych, ale istotnych zmian w ich konstrukcji. Podstawowym elementem, który rzuca się w oczy w porównaniu z dotychczasową konstrukcją jest wentylator odśrodkowy, zwiększający wydajność chłodzenia maszyny. Jest on połączony z panelem elektrycznym sterującym sprężarką; poziom hałasu obniża od 3 do 6 dB(A) w zależności od wersji maszyny.

Kolejnym elementem, który wyróżnia dotychczasową konstrukcję od najnowszej, jest jego podstawa. Dzięki zastosowaniu specjalnej ramy istnieje możliwość obudowania sprężarki specjalną dźwiękoszczelną konstrukcją lub dołączenie do sprężarki osuszacza ziębniczego.

Sprężarki Hydrovane 05 oraz 07 napędzane są bezpośrednio z silników o mocy znamionowej 5,5 i 7,5 kW. Dzięki



Fot. 1 Sprężarka Classic 07 ze sterownikiem elektronicznym

ki niskim obrotom silnika, nie przekraczającym 1470 obrotów na minutę, uzyskano długą żywotność elementu sprężającego, którego czas pracy obliczony został na 100 000 godzin pracy bez konieczności wymiany elementów łopatkowych i obniżenia parametrów eksploatacyjnych sprężarki.

Każda sprężarka przygotowana jest do pracy ciągłej lub do pracy w systemie automatycznym Start/Stop, co pozwala na zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu, np. w motoryzacji, w przemyśle lekkim, do produkcji okien itd.

Jednakże najważniejszym elementem wyróżniającym nowe sprężarki jest ich cena, która jest niższa od dotychczasowej. Można było to osiągnąć dzięki zmianom organizacyjnym i własnościowym w koncernie CompAir, do którego należy firma Hydrovane oraz dzięki wprowadzeniu nowego systemu zarządzania i organizacji produkcji.

W związku z powyższym firma BP Techem SA, wyłączny dystrybutor

Hydrovane w Polsce, w porozumieniu z producentem przeznaczyła do sprzedaży w Polsce w specjalnej promocyjnej cenie zestawy sprężonego powietrza o wydajności do 1000 l/min, składającego się z najnowszej sprężarki Hydrovane 05 lub 07, osuszacza i filtra wstępnego oraz 400 litrowego zbiornika. O szczegółach i cenie zestawu promocyjnego można dowiedzieć się w biurze obsługi klienta w Warszawie oraz u przedstawicieli i dystrybutorów lokalnych.

Korzystając z okazji, przypominamy wszystkim zainteresowanym Czytelnikom, że sprężarki Hydrovane objęte są specjalnym 5-letnim programem gwarancyjnym, obejmującym sprężarkę tzn. stopień sprężający i urządzenia towarzyszące w ramach sprężarki (silnik, wentylator itp.).

Artykuł sponsorowany  
BP Techem S.A.  
mgr inż. Krzysztof Kępczyński



Pomiędzy Tobą,  
a doskonałą sprężarką

# Hydrovane



powinien być tylko przycisk startu

**BP  echem S.A.**

ul. Ludwinowska 17, 02-856 Warszawa, tel. 022 648 83 38 fax 022 648 83 78

<http://www.techem.com.pl>

e-mail: [hydrovane@techem.com.pl](mailto:hydrovane@techem.com.pl)

Oddziały BP Techem S.A.: Poznań 0-602 572 748, Tychy 0-602 573 878



# Sprężarki śrubowe w Polsce w służbie kolei od 1984 roku

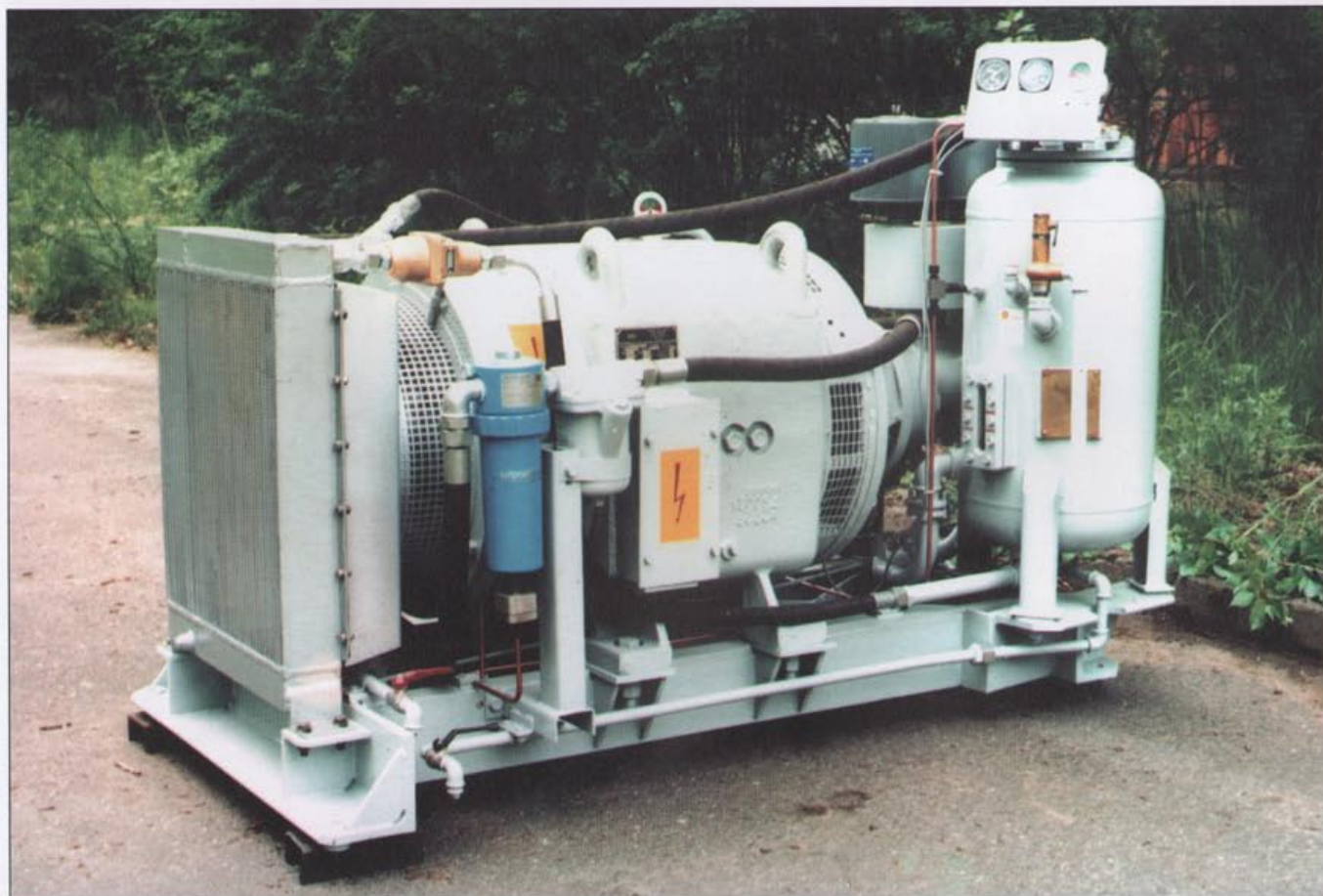
Polska nie jest największym krajem na świecie, nie jesteśmy też najbogatsi, nie mamy także największych na świecie zakładów produkcyjnych sprężarek, jednak jest w Polsce wielu inżynierów należących do światowej czołówki. Tym właśnie ludziom chciałbym poświęcić kilka słów.

**C**zasopismo „Pneumatyka” istnieje tak długo, a jeszcze ich tu nie spotkałem. Należy podkreślić ich ogromny wkład w polską myśl techniczną dotyczącą sprężarek. Za takie autorytety uważam Pana mgr inż. J. Tyrchę, Pana dra inż. W. Stróżyka, Pana mgr inż. B. Nowickiego,

wszystkich z Poznania. Szanownych Panów, których w większości poniższa historia dotyczy, serdecznie zapraszam do współpracy z czasopismem i czytelnikami, którym mają z pewnością dużo do powiedzenia.

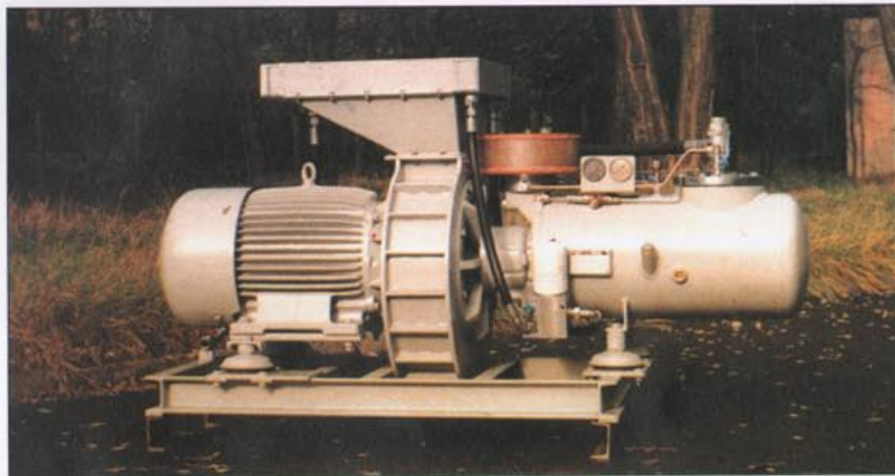
Wraz z postępem technicznym w konstrukcji pojazdów trakcyjnych oraz wysokimi wymaganiami stawianymi ich wyposażeniu, od początku lat osiemdziesiątych kolej wyrażała zainteresowanie sprężarkami, które powinny być energooszczędne, kompaktowe, emitujące niski poziom hałasu. Sprężarkami, które mogłyby zastąpić do tej pory stosowane tam sprężarki tłokowe. Sprężarki „kolejowe”, to nie tylko wymagania dotyczące niezawodności pracy i utrzymywania ciśnienia ~10 bar w instalacji, to także konkretne wyzwanie związane ze źród-

dłem zasilania silnika, ściślej zaś z wielkością napięcia i rodzajem prądu. Problemem jest tu przede wszystkim różnorodność – występują bowiem napięcia 380 i 440 V prądu zmiennego, ale także rzędu 110 czy 3000V prądu stałego. Taką pracę w owym czasie mogły podjąć tylko ZM Pomet, a udział w niej mieli wyżej wymienieni Panowie. Pomet był wówczas jedynym producentem sprężarek do pojazdów trakcyjnych. W związku z postępem w technice sprężarkowej trudno było nie zauważyć coraz bardziej dominującej już wtedy na świecie roli sprężarek śrubowych. Na życzenie więc kolei został więc zaprojektowany pierwszy w Polsce agregat sprężarkowy ze sprężarką śrubową, a jego prototyp powstał już w 1984 roku. W tym samym roku przeszedł on próby i ba-



Fot. 1 Produkowany do roku 1997 (po modernizacji) agregat sprężarkowy o wydajności 230 m<sup>3</sup>/h i ciśnieniu maks. 12 bar, 30 kW, na napięcie 3000 V prądu stałego





Fot. 2 Agregat sprężarkowy o wydajności 180 m³/h i ciśnieniu maks. 10 bar, 25 kW 110 V, prądu stałego ze stopniem śrubowym typu kompaktowego

dania stanowiskowe. Była to sprężarka zasilana prądem stałym o napięciu 110 V, o wydajności 180 m³/h i ciśnieniu 10 bar. Sprężarka śrubowa na kolei to wyzwanie dla konstruktora nie tylko ze względu na wymaganą niezawodność, trwałość czy też niski poziom hałasu, ale również odporność na drgania i niską temperaturę. To także wymagania użytkownika dotyczące umieszczenia agregatu w bardzo dziwnych miejscach. Trudniej niż w maszynowni lokomotywy spalinowej „zmieścić” sprężarkę na przykład w maszynowni elektrowozu, ale z pewnością jeszcze trudniej jest zrobić to pod podwoziem wagonu czy zespołu trakcyjnego. Sprostano temu powołano do tego grupa kompetentnych inżynierów.

Należy jednocześnie zaakcentować, że czasy tamte były bardzo trudne. Często w kraju nie było odpowiednich podzespołów czy komponentów, nie było także dewiz na ich import.

Potrzeby i wymagania kolei, a wkrótce również górnictwa węglowego, które także chciało specjalnych sprężarek śrubowych, spowodowały, że w ramach POMET-u powstało wydzielone Przedsiębiorstwo Innowacyjno-Wdrożeniowe Sprężarek ASPOL, które rozpoczęło ich seryjną produkcję. Dzięki wiedzy posiadanej przez głównych jego twórców, konstruktorów sprężarek, ludzi zajmujących się próbami i badaniami, utrzymywaniu kontaktów z Politechniką Poznańską oraz niemiecką firmą GHH-MAN, powstała w pierwszej w Polsce fabryka produkcji agregatów ze sprężarkami śrubowymi. Oprócz własnego biura konstrukcyjnego, powstało wtedy całkiem dobre laboratorium ze stanowiskami do pomiaru wydajności, ciśnienia, mocy, temperatury, obrotów i hałasu. Przeprowadzono tam także wiele badań nad olejami sprężarkowymi. Próby sprężarek bywały często – ze względu na ich pionier-

ski charakter – dość spektakularne. Szczególnie jeśli dochodziło do jakiś niespodziewanych nieszczelności lub prób z różnymi typami zaworów ssących. Bowiem cały agregat, z wyjątkiem stopnia śrubowego, był rodzimej konstrukcji i produkcji. Bardzo ciekawe były próby sprężarek „kolejowych” z wykorzystaniem generatora prądu stałego 3000V, a także sprężarek górniczych na 500 V, które miały bezpośredni rozruch (132 kW!). Należy również dodać, że badania i próby w ramach testów produktu były 2-stopniowe. Pierwsza część to były testy wewnętrzne, druga część odbywała się przy obecności inspektorów branżowych (np. kolejowych), których opinia była ostateczna. Oprócz produkowanych tam typowych dla zastosowań specjalnych sprężarek „kolejowych” o wydajności 230 m³/h – 10 bar, 30 kW/3000V, DC oraz „górniczych” o wydajności 1200 m³/h – 8 bar, 132 kW/500V, AC, w ciągu zaledwie 2 lat istnienia przedsiębiorstwa powstały ich wersje standardowe na 380 V, AC oraz prowadzone były daleko zaawansowane prace nad rozszerzeniem programu dostaw sprężarek i dmuchaw Roots’a.

Firma ASPOL stała się dość prężnym przedsiębiorstwem. Tak duży, ważny i wówczas bogaci klienci jak górnictwo i kolej umożliwili jego szybki rozwój. Dzięki prowadzonej tam pionierskiej w Polsce produkcji udało się wielu pracującym tam technikom nabyć wiedzę i umiejętności nie do zdobycia w trakcie szkoleń czy też z literatury. Problemów typu zatarcia, wybuchy, wymiany łożysk, kłopoty z krajową automatyką było bardzo wiele. Pomimo wielu jednak kłopotów – te techniczne udało się przezwyciężyć. Firma wyprodukowała kilkadziesiąt agregatów sprężarkowych specjalnych (132 kW) na napięcie 500V, z „górniczym” dopuszczeniem Kopalni „Barbara” do pracy w atmosferze metanu, dużo więcej ma-

łych sprężarek kolejowych (30 kW). Sprężarki pracują dobrze do dziś, często w trudnych warunkach pod ziemią czy na lokomotywach. Czasu reform nie przetrwała jednak dobra kondycja finansowa podstawowych odbiorców. Niestety firma została zlikwidowana. Dokumentacja i technologia została przenieśiona do OBR Pojazdów Szynowych w Poznaniu, gdzie typoszerog rozszerzono i rzeczywiście unowocześniono.

Nad całością do dziś czuwa ich główny konstruktor – Pan mgr inż. Bogdan Nowicki. W Polsce produkuje się do dziś sprężarki do zastosowań trakcyjnych o wydajnościach od 25 do 240 m³/h, napędzane w większości bezpośrednio za pomocą sprzęgła elastycznego silnikami elektrycznymi prądu stałego 110, 750, 3000 V oraz zmiennego 380 i 440 V. Ze względu na krajowy zasięg produkcji trudno mówić o referencjach innych niż krajowe. Głównym użytkownikiem jest oczywiście PKP. Tam sprężarki śrubowe polskiej produkcji można głównie spotkać na najszybszych liniach Intercity, Eurocity, ale także na tych mniej ważnych. Należy również dodać, że kiedy PKP sprowadziła z zagranicy sprężarki śrubowe wg takiej samej specyfikacji jak te już produkowane, to cała ich partia po bardzo krótkiej pracy musiała zostać zmodernizowana tak, aby sprostać twardym warunkom pracy na polskich kolejach. Najmłodszym dzieckiem Pana inż. B. Nowickiego są pierwsze 4 sprężarki śrubowe pracujące w warszawskim metrze (na napięciu 750 V prądu stałego). Zastępują one zastosowane tam „tłokówki” produkcji radzieckiej, które poza wcześniej wymienionymi wadami stanowią źródło niepożądanego hałasu na stacjach metra. Aby skończyć tę historię, nie wystarczy powiedzieć, że możemy być dumni z polskiej myśli technicznej głównych twórców tych sprężarek. Podziw należy się także tym, którzy współuczestniczyli w tym, a byli to wspaniali konstruktorzy – tacy jak A. Below czy mgr inż. J. Nowicki, ludzie nadzorujący produkcję – mgr inż. M. Turowski, mgr inż. P. Lechowski oraz rozsypany po świecie sprężarkowym i nie tylko zespół badawczo-serwisowy, gdzie kiedyś pracowali m.in. mgr inż. M. Kostencki, mgr inż. P. Nowak, mgr inż. R. Zaremba, G. Szyrner, G. Ciesielski. Należy także wspomnieć o życzliwie nastawionym, niezależnym specjalście mgr inż. M. Relewiczu. Możliwość współpracy z tymi ludźmi to ogromne doświadczenie i przyjemność. Chociaż były to trudne czasy, do dziś chylę czoła.

mgr inż. Wojciech Halkiewicz



# Nowe bezolejowe sprężarki śrubowe CompAir

Coraz więcej użytkowników sprężarek w przemyśle spożywczym, chemicznym, petrochemicznym, farmaceutycznym, samochodowym i lotniczym potrzebuje bezolejowego sprężonego powietrza, gdyż w powyższych branżach ma ono kontakt z bardzo wrażliwymi produktami.

**C**ompAir, jeden z największych na świecie producentów sprężarek, od wielu lat dostarcza kompresory do bezolejowego sprężania powietrza, oferując nowy typoszereg DRYCLON z bezolejowymi sprężarkami chłodzonymi powietrzem lub wodą. Stanowi on odpowiedź na wysokie wymagania użytkowników dotyczące jakości sprężonego powietrza. Wersja chłodzona powietrzem jest dostępna w zakresie ciśnień od 5 do 10 bar i z wydajnością od 11,1 do 22,4 m<sup>3</sup>/min oraz podzielona na 5 zakresów mocy od 75 do 160 kW. Wersja chłodzona wodą jest dostępna w dwóch wielkościach i ośmiu wersjach mocy od 75 do 260 kW. Wersja ta dostępna jest z ciśnieniami roboczymi od 5 do 10,5 bar i wydajnością od 11,2 do 42,6 m<sup>3</sup>/min. Wieloletnie doświadczenie, ciągły rozwój techniczny, najnowsze technologie produkcji, konsekwentne stosowanie norm jakości DIN 9001 i stałe kontrole procesu produkcji są najlepszą gwarancją doskonałej jakości naszych sprężarek przy jednoczesnym wyważonym stosunku ceny do wydajności.

Nowoczesne asymetryczne profile wirników ze zoptymalizowanymi siłami osiowymi i promieniowymi redukują znacznie zużycie energii dzięki wysokiemu stopniowi sprawności stopnia śrubowego. Wirniki i obudowa dzięki specjalnej warstwie ochronnej są zabezpieczone przed korozją. Bezstykowe i odporne na zużycie pierścienie labiryntowe zapobiegają przedostawaniu się środków smarnych do części sprężających urządzenia i gwarantują całkowicie bezolejowe sprężone po-



Fot. 1 Nowa bezolejowa sprężarka DRYCLON

wietrze. Wysokoobciążalne łożyska kulkowe i rolkowe o zredukowanym do minimum tarcia zamontowane na obu końcach wału, tłoczki wyrównawcze do obniżania siły osiowej i wielkowymiarowe napędy z przekładnią o uzębieniu skośnym przedłużają żywotność podzespołów i umożliwiają wydłużenie okresów międzyobsługowych (aż do 8000 roboczogodzin). Dzięki temu koszty obsługi i okresy przestoju sprężarki są zredukowane do minimum.

Żywotność każdego mechanicznego urządzenia zależy od dobrego smarowania. Dla łożysk i przekładni ważne jest prawidłowe smarowanie i chłodzenie we wszystkich fazach pracy urządzenia. Dlatego też sprężarki DRYCLON wyposażone są w napędzaną elektrycznie pompę olejową, która gwarantuje dobre smarowanie łożysk w każdych warunkach pracy, co przyczynia się do przedłużonej żywotności sprężarek tego typoszeregu. Pompa gwarantuje stałe ciśnienie środka smarnego również przed rozruchem i podczas przestoju. Wymiana oleju, wspomaganą przez pompę jest szybką i czystą czynnością. Silnik napędowy sprężarki o klasie bezpieczeństwa

IP 55 gwarantuje bardzo dobry współczynnik sprawności. Zainstalowany system zabezpieczający zapewnia bezpieczną pracę urządzenia. Niski poziom hałasu pozwala na posadowienie sprężarek DRYCLON bezpośrednio w hali produkcyjnej.

Budowa bezolejowych sprężarek śrubowych typoszeregu DRYCLON firmy CompAir, dzięki swojej ergonomiczności, ułatwia prace serwisowe. Ze względu na ułatwiony dostęp do chłodnicy, szeroko otwierane drzwi i na to, że wszystkie podzespoły wymagające serwisowania zebrane są razem w celu ułatwienia obsługi. Dwustopniowa filtracja powietrza zasysanego chroni stopień śrubowy przed przedostawaniem się do niego zanieczyszczeń. Już przy wlocie powietrza do sprężarki maty filtracyjne o szczególnie małych porach zatrzymują cząstki zawarte w powietrzu zasysanym i powietrzu chłodzącym, nie pozwalając na przedostawanie się ich do wnętrza obudowy. Odciaża to filtry, przedłużając ich żywotność, zapobiega osadzaniu się zanieczyszczeń w obudowie oraz zapewnia optymalne chłodzenie. Dzięki dodatkowej filtracji powietrza zasysanego w filtrze ssącym,



o wysokim współczynniku sprawności, z efektem cyklonowym, stopień

funkcje kontrolne, odpowiadające indywidualnym potrzebom

energii elektrycznej do aktualnego zapotrzebowania. W artykule omówiono,

\*\*\*

zaio zabudować w  
ugim pomieszcze-  
w wykonaniu dodat-  
u umożliwiającą  
żarek do pomiesz-  
ających dostęp przy  
a było zabudować  
uszczelnieniem i separa-  
e dodatkowe wej-  
ni są oddzielone od  
przez rolety (fot. 2).  
o na nowoczesną  
stosowano tu rów-  
sku ciepła polega-  
kanałami wenty-  
powietrza, pocho-  
nia sprężarek, bez-  
dującej się obok  
cyjnej. W okresie  
kierowane jest na

nej chwili pracować. Na elektronicznym sterowniku można ustawić następujące nastawy:

- SETPOINT – punkt pracy i ciśnienie w sieci, którego „ma pilnować” sprężarka. Oznacza to, że sprężarka, dokonując stałe pomiaru ciśnienia w sieci, ma za zadanie tak regulować prędkością obrotową silnika, aby dana wydajność zabezpieczała aktualne zapotrzebowanie na sprężone powietrze. Spadek ciśnienia oznacza, że jest za mało powietrza, czyli wzrost wydajności sprężarki. Wzrost ciśnienia powyżej nastawionego oznacza natomiast, że zapotrzebowanie na sprężone powietrze maleje, mniejsze obroty, wydajność sprężarki spada;
- INDIREKT STOP LEVEL – to nastawa takiego ciśnienia, przy którym, pomimo pracy na minimalnych swoich obrotach (minimalna wydajność), ciśnienie w sieci dalej wzrasta, co oznacza, że zapotrzebowanie na sprężone powietrze spada – sprężarka wyłączy się po zadanym czasie;
- DİREKT STOP LEVEL – to taka wartość ciśnienia, po osiągnięciu której sprężarka wyłączy się natychmiast bez względu na to, z jaką wydajnością w danym momencie pracowała.

## regulacji w GA50-90VSD

VSD podają do sie-  
rze zgodnie z aktu-  
waniem i zakresem  
. Ciśnienie w sieci  
trza stanowi pod-  
żarki informację,  
sprężarka ma w da-



Fot. 1 Wąskie pomieszczenie nowej sprężarkowni. W głębi widoczne są sprężarki wraz z kanałem wentylacyjnym

1). Sprężarki mają  
bardzo wąskim i d-  
niu. Dopiero dzięki  
kowych otworów  
wprowadzenie spr-  
czenia oraz ułatwi-  
naprawach, możn-  
sprężarki wraz z  
torem wodą/olej-  
ścią do sprężarkow-  
hali produkcyjnej

Jak już przysta-  
sprężarkownię, z  
niez system odzys-  
jący na kierowanie  
lacyjnymi ciepłeg-  
dzącego z chłodzi-  
pośrednio do zn-  
dużej hali produ-  
letnim powietrze  
zewnątrz hali.

## Zasada r sprężarkach

Śrubowe sprężark-  
ci sprężone powie-  
alnym zapotrzebo-  
swoich wydajność  
sprężonego powi-  
stawową dla spr-  
z jaką wydajnością



# Sprężarki z Czech

**„ATMOS Chrast 1899 – 1999, 100 lat tradycji i doświadczeń”  
Przez innowację techniczną do sukcesu w dziedzinie  
sprężania powietrza**

Początki produkcji sprężarek na terenie dzisiejszego zakładu produkcyjnego firmy ATMOS Chrast sięgają jeszcze schyłku ubiegłego stulecia. W ciągu minionych 100 lat wyprodukowano ponad 40 typów sprężarek tłokowych i prawie tyle samo typów sprężarek śrubowych.

Ogółem w tym okresie zostało wyprodukowanych prawie 80000 sprężarek. W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych w Chraście produkowano sprężarki marki ATMOS i SKODA. Wiele z nich pracuje w ponad 80 krajach świata, gdzie sprawdziły się nawet w bardzo trudnych warunkach.

Firma ATMOS Chrast wykorzystwała tę długoletnią tradycję i doświadczenie. Od roku 1993, już jako prywatna czeska firma, nadal rozwija w Chraście produkcję sprężarek oryginalnej marki ATMOS.

Zgodnie z ogólnosiwiatowym trendem w latach osiemdziesiątych została uruchomiona produkcja sprężarek śrubowych. Firma ATMOS Chrast posiada jedyną w Republice Czeskiej technologię produkcji bloków śrubowych o mocy do 132 kW. Ta bardzo trudna technologia wspierana jest technicznie przez niemiecką firmę

ROTORCOMP. Obustronna współpraca produkcyjna, techniczna i handlowa umożliwia utrzymywanie wysokiego poziomu technicznego. Wymienione bloki śrubowe stanowią podstawę produkcji wielu typów sprężarek ATMOS.

Głównym programem produkcyjnym firmy są trzy typy sprężarek śrubowych przeznaczonych dla budownictwa, przemysłu i do napędu systemów hamulcowych lokomotyw. Szereg przewoźnych i przenośnych sprężarek dla budownictwa tworzy dzisiaj 12 typów podstawowych. Sprężarki te przeznaczone są do pracy w budownictwie, kopalniach i kamieniołomach, wytwarzając sprężone powietrze do napędu narzędzi pneumatycznych, systemów wiertniczych, robót antykorozyjnych, wykonywania przebiegów pod drogami i wielu innych odbiorników.

Stacjonarne sprężarki przemysłowe z napędem elektrycznym o mocy od 5,5 do 135 kW przeznaczone są do wytwarzania sprężonego powietrza w małych warsztatach i serwisach oraz w dużych fabrykach i przedsiębiorstwach, gdzie tworzą stacje sprężarkowe, składające się z kilku największych sprężarek. Wszystkie wyposażone są w doskonałą regulację, co zapewnia optymalną i ekonomiczną pracę.

W dziedzinie sprężarek do lokomotyw ATMOS Chrast współpracuje ze wszystkimi renomowanymi czeskimi

producentami pojazdów kolejowych. We współpracy z firmami SKODA i ČKD powstała nowa sprężarka dla pojazdów praskiego metra. W obecnej chwili w ponad 80% czeskiego taboru kolejowego pracują sprężarki śrubowe ATMOS w układach hamulcowych.

Główną strategią firmy ATMOS jest wykorzystanie stosunkowo taniej i wysoko wykwalifikowanej kadry inżynierskiej, czego wynikiem jest krótki okres innowacji wszystkich typów sprężarek. Aktualnie firma corocznie modernizuje w zasadzie wszystkie typy swoich wyrobów. Nowością jest sprężarka ATMOS PD-85 o wydajności 10,5 m<sup>3</sup>/min z zastosowanym 4-cylindrowym silnikiem DEUTZ nowej generacji. Dzięki temu uzyskano oszczędność paliwa sięgającą ok. 2 l/mth, co przy całorocznej eksploatacji daje wymierne efekty ekonomiczne.

Aktualnie firma ATMOS eksportuje sprężarki głównie na rynki europejskie i stopniowo odzyskuje swoje tradycyjne rynki zbytu w Azji, gdzie znana jest z pracujących do dnia dzisiejszego sprężarek tłokowych.

Sprężarki śrubowe ATMOS, narzędzia pneumatyczne BOHLER, w tym wiertnice oferuje firma Kompres.

Artykuł sponsorowany:  
KOMPRES

**Sprężarki śrubowe  
na podwoziu kołowym  
o wydajności od 1 do 17 m<sup>3</sup>/min**



**Narzędzia pneumatyczne  
BOHLER  
PERMON  
Sprężarki rotacyjne  
SAUER-CKD PRAGA  
Zawory robocze  
HOERBIGER**



**KOMPRES**

Brzezna 327 k. Nowego Sącza  
33-386 Podegrodzie  
tel./fax (0048-18) 445 90 13  
445 95 23  
445 96 11





# **TAMROTOR**

SPRĘŻARKI ŚRUBOWE, FILTRY I OSUSZACZE SPRĘŻONEGO POWIETRZA



Biuro Handlowe RUDA  
ul. E. Żegadłowicza 10  
40-555 KATOWICE

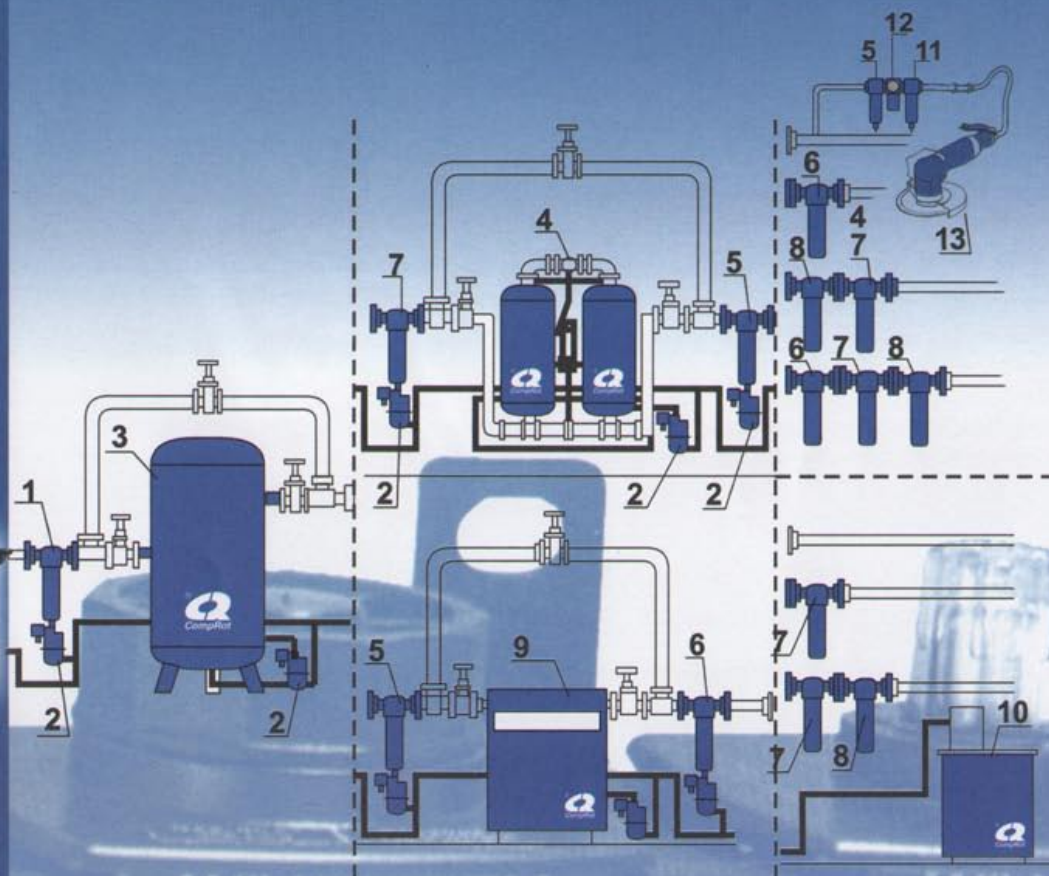
tel/fax 032-2512553  
tel/fax 032-7574465  
tel/fax 032-7572603



**WILKERSON**

**FLAIR**

**YOKOTA**



## Kompleksowy system uzdatniania sprężonego powietrza

- **separatory:** cyklonowe (1), oleju (10)
- **zawory odwadniające** (2)
- **zbiorniki** (3)
- **osuszacze:** adsorpcyjne (4), ziębnicze (9), membranowe
- **filtry:** zgrubne (5), dokładne (6), węglowe (7), sterylne (8)
- **smarownice** (11)
- **reduktory** (12)
- **narzędzia pneumatyczne** (13)

**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)

**Przedstawicielstwa:**

Kraków (0601) 99-69-23

Łódź (0601) 44-71-05

Ostrowiec Św. (0601) 99-69-22

Ostrów Wlkp. (0601) 73-82-59

**Oferujemy wieloletnie doświadczenie  
i wszystkie elementy do Twojej instalacji**



# Sposoby zmniejszenia uciążliwości pracy sprężarek

## część II — Sprężarki przepływowe (wirnikowe) oraz rotacyjne (śrubowe i łopatkowe)

W poprzednich numerach „Pneumatyki” omówiono szkodliwość drgań mechanicznych w sprężarkach tłokowych. Niniejszy artykuł omawia ten problem w sprężarkach przepływowych (wirnikowych) oraz rotacyjnych (śrubowych i łopatkowych).

### Charakterystyka sprężarek przepływowych i rotacyjnych

Sprężarki wirnikowe i rotacyjne w porównaniu do sprężarek tłokowych są urządzeniami o znacznie mniejszych obciążeniach dynamicznych przy porównywalnych parametrach przepływowych. Zasada działania sprężarek wirnikowych i rotacyjnych jest odmienna od przedstawionych w I części sprężarek tłokowych; zostanie więc teraz omówiona.

### Sprężarki przepływowe (wirnikowe)

W sprężarkach przepływowych (wirnikowych), zarówno osiowych, jak i promieniowych, sprężanie czynnika następuje w sposób ciągły, głównie w przepływie przez wirnik. Podstawową przyczyną obciążeń dynamicznych maszyn przepływowych jest niewyważenie wirnika, natomiast przepływ czynnika sprężanego przez sprężarkę przy pracy w obszarze statecznym charakterystyki nie jest źródłem drgań maszyny. Do ważniejszych przyczyn niewyważenia zespołu wirnik - wał zaliczyć można błąd konstrukcyjne, warunki technologiczne wykonania i eksploatacyjne. Sprężarki wirnikowe należą do grupy maszyn wysokoobrotowych, których prędkość obrotowa jest na ogół większa od 3000 [obr/min] i sięga 20000 [obr/min], a niekiedy i więcej. Negatywną cechą tych maszyn jest przedział niestateczny charakterystyki zwany pompazem. Praca w obszarze pompazu jest niedozwolona - może doprowadzić do zniszczenia maszyny. Występują wtedy intensywne drgania maszyny w wyniku przekroczenia krytycznych kątów napływu czynnika na łopatkę i powstania obszarów oderwania warstwy przy-

ściennej. W końcowym etapie przygotowania do montażu zespołu wirnik - wał wyważanie jest określane przez amplitudę drgań lub prędkość niewyważenia, które zmniejsza się do wartości stanu określanego jako „dobry”. W czasie eksploatacji sprężarki procesy zużycia elementów, głównie łożysk, są przyczyną stopniowego pogarszania się stanu niewyważenia, aż do stanu, który jest niebezpieczny dla dalszej pracy. Wartości stanu dobrego oraz dopuszczalnego niewyważenia maszyn wirnikowych podano w części I.

Uciążliwość sprężarek przepływowych wynika głównie z wysokiego poziomu hałasu i obniżonej żywotności łożysk, szczególnie tocznych. Wysoki poziom hałasu wynika z prędkości obwodowych mierzonych na zewnętrznej średnicy wirnika, która wynosi na ogół powyżej 150 [m/s], a może sięgać 250 [m/s] i więcej. Przeważają częstotliwości powyżej 2000 [Hz]. Amplituda sił wymuszających jest stosunkowo niska, jednak wysoka częstotliwość ich oddziaływania rzędu 50 do 150 [Hz] i więcej jest przyczyną intensyfikacji procesów zużycia.

### Sprężarki rotacyjne - śrubowe i łopatkowe

Sprężarki rotacyjne należą do grupy sprężarek wodorowych. Wyróżnić tu należy dwie podstawowe konstrukcje, tj. sprężarki śrubowe oraz łopatkowe. Ich dynamiczny rozwój rozpoczął się w latach 70. i był możliwy dzięki postępowi technologii oraz inżynierii materiałowej.

**Sprężarki śrubowe.** Ich głównym organem roboczym są zwoje dwóch wirników śrubowych wzajemnie obracających się - proces sprężania polega na zmniejszaniu objętości komór przez zwoje wirników (wypieraniu). Prędkości obrotowe wirników są, w zależności od wielkości mechanicznej sprężarki, rzędu kilku do kilkunastu tysięcy [obr/min]. Sprężarki śrubowe mają zwartą budowę oraz bardzo korzystne wskaźniki masowe i gabarytowe, wymagają wysokiego poziomu technicznego wykonania głównie wirników śrubowych. Obciążenia dynamiczne promieniowe wynikają z niewyważenia wirników, natomiast wzdłużne wynikają z okresowych

zmian otwarcia i zamykania kanałów między zwojami wirników po stronie ssącej i tłocznej. Uciążliwość prac sprężarek śrubowych jest na ogół mała w porównaniu ze sprężarkami tłokowymi oraz przepływowymi i związana jest z zużyciem łożysk (w zależności od parametrów pracy) oraz poziomem hałasu.

**Sprężarki łopatkowe.** Ich głównym elementem roboczym jest wirnik z podłużnymi szczelinami, w których przemieszczają się łopatki. Wirnik umieszczony jest niewspółosiowo w cylindrycznej obudowie. Podczas pracy, łopatki sprężarki, wskutek siły odśrodkowej ruchu obrotowego wirnika, wysuwają się aż do styku z obudową cylindryczną i zmienia się objętość komory w zależności od kąta położenia otaczających komórę łopatek. Stwarza to możliwość zasysania powietrza, gdy komory znajdują się w obszarze powiększania swej objętości, a następnie wytłaczania w obszarze, gdy objętość komory jest najmniejsza. Prędkość obrotowa wirnika sprężarek łopatkowych dla podobnych parametrów przepływowych jest najczęściej mniejsza od prędkości obrotowych wirników sprężarek śrubowych. Uciążliwość sprężarek łopatkowych jest na tym samym poziomie co sprężarek śrubowych lub mniejsza.

**Obliczenie obciążeń dynamicznych.** Zarówno dla sprężarek przepływowych, jak i rotacyjnych, obciążenia dynamiczne od niewyważenia oblicza się wykorzystując te same zależności. Jeżeli na wyważonym wirniku pozostało tylko niewyważenie resztkowe statyczne równe wartości niewyważenia dopuszczalnego  $N_d$ , to można napisać:

$$N_d = e_d \cdot m_w$$

gdzie:  $e_d$  [ $\mu\text{m}$  lub  $\frac{\text{g} \cdot \text{mm}}{\text{kg}}$ ] -

jest mimośrodowością dopuszczalną środka ciężkości wirnika,  $m_w$  [kg] - masa wirnika.

Ustalono również, że mimośrodowość dopuszczalna  $e_d$  jest odwrotnie proporcjonalna do największej eksploatacyjnej prędkości kątowej wirnika  $\omega$ , zatem można napisać:

$e_d \cdot \omega = V_d = \text{const}$ ; jest dopuszczalną prędkością obwodową środka



ciężkości wirnika. Dopuszczalną prędkość obwodową środka ciężkości względem osi obrotu nazywa się prędkością niewyważenia  $V_d$ .

Wartość amplitudy siły wymuszającej można określić z wzoru:

$$P_a = 10^{-6} \cdot e_d \cdot \omega^2 \cdot m_w \text{ [N]}$$

lub w postaci:

$$P_a = 10^{-4} \cdot n \cdot V_d \cdot m_w \text{ [N]}$$

jeśli:

$n$  [obr/min] – prędkość obrotowa wirnika;

$V_d$  [mm/s] – dopuszczalna prędkość niewyważenia;

$e_d$  [ $\mu\text{m}$ ] – maksymalna dopuszczalna amplituda drgań lub mimośrodowość środka masy względem osi obrotu;

$\omega$  [rd/s] – prędkość kątowa wirnika.

Sposób na zmniejszenie uciążliwości pracy sprężarek przepływowych i rotacyjnych.

Zasady ogólne są takie same, jak w wypadku sprężarek tłokowych, jednak ze względu na wartości i zakresy poziomów amplitud sił wymuszających ich częstotliwości oraz generowanego poziomu i widma hałasu, które są zasadniczo różne, wymaga to indywidualnego omówienia.

Generalną zasadą powinno być posadowienie sprężarek na płytach wibroizolacyjnych. Wymóg ten wynika z potrzeby odizolowania źródła drgań i hałasu od fundamentów, ścian itp.; w przeciwnym razie propagacja fal, szczególnie dźwiękowych, będzie niezakłócona i może podwyższyć poziom dźwięku w pomieszczeniu, w którym znajduje się sprężarka.

W sprężarkach przepływowych (wirnikowych) ze względu na szerokie spektrum generowanych częstotliwości oraz wysoki poziom hałasu osłony akustyczne powinny być wielowarstwowe zapewniające jednocześnie wysoki stopień tłumienia fal dźwiękowych i izolacyjność.

Natomiast w sprężarkach rotacyjnych osłony akustyczne powinny być projektowane pod kątem izolacji i tłumienia niskich i średnich częstotliwości.

Uwagi i spostrzeżenia dotyczące produkowanych obecnie sprężarek.

W większości oferowanych sprężarek śrubowych i łopatkowych niewłaściwie rozumie się wibroizolację. Powszechną praktyką jest ustawianie sprężarki i silnika na ramie z profili giętych, którą następnie przykręca się do ramy głównej poprzez wibroizolatory gumowe. Rama główna sta-

nowi szkielet do przykręcania pomocniczych elementów sprężarki, niekiedy również elementów osłon akustycznych.

Należy jednak pamiętać, że masa płyty wibroizolacyjnej, jej wymiary, miejsca rozmieszczenia wibroizolatorów, ich ilość, powinna wynikać z obliczeń dynamicznych. Punktem wyjścia dla obliczeń dynamicznych jest dopuszczalna amplituda drgań (lub dopuszczalna prędkość niewyważenia) zespołu, która zapewnia minimalny stopień zużycia elementów sprężarki. Zdarzają się wypadki, że przypadkowo zastosowane wibroizolatory zwiększały amplitudę drgań w porównaniu do posadowienia „sztywnego”. Zdaniem autora, stosowanie wibroizolatorów gumowych do maszyn o ruchu ciągłym jest niewłaściwe, korzystniej jest stosować wibroizolatory sprężynowe stalowe (sprężyny śrubowe stalowe). Zaletą wibroizolatorów sprężynowych stalowych w porównaniu do wibroizolatorów gumowych jest prawie niezmienna w czasie stała sprężystości, właściwie nieograniczony czas użytkowania, a także bardzo mały współczynnik tłumienia.

dr inż. Tadeusz Knap  
Politechnika Rzeszowska

# 5 LAT Gwarancji na Sprężarki śrubowe

**Firma Vector** – sprawdzony dostawca sprężarek, od 1.10.1999 na wszystkie z dostarczanych sprężarek serii ES/ESS/ESM/ESD/ESG o wydajności do 71 m<sup>3</sup>/min i ciśnieniu do 13 bar oferuje:

**5-letnią gwarancję na stopnie śrubowe**

w ramach ogólnoeuropejskiego, fabrycznego programu „5 YEARS WARRANTY”.

**Jak zostać użytkownikiem sprężarki śrubowej najwyższej jakości, z najlepszym programem gwarancji w Europie – dowiecie się Państwo w naszych biurach. Czekają tam kompetentni specjaliści, którzy pomogą Państwu dobrać odpowiednie sprężarki, filtry i osuszacze sprężonego powietrza:**

Centrala: Tarnowo Podgórne k. Poznania, ul. Rokietnicka 21,  
tel./fax 061/8146441-2, 8147447,  
e-mail: office@vector.poznan.pl,  
Oddziały: Bydgoszcz tel./fax 052/3841963,  
Sosnowiec tel./fax 032/2835358,  
Wrocław tel./fax 071/3501507



# Zbiorniki wyrównawcze

W instalacjach sprężonego powietrza występują, prawie zawsze zbiorniki powietrza zwane zbiornikami wyrównawczymi. Zgodnie z nazwą celem stosowania zbiornika jest „wyrównanie ciśnienia” – zmniejszenie pulsacji ciśnienia w sieci.

W publikacjach podaje się wiele różnych wzorów służących do wyznaczenia niezbędnej pojemności zbiornika lub zbiorniki o pojemnościach dobranych według tych wzorów działają bez zastrzeżeń. Jednak zbiornik może i spełnia w instalacji również inne funkcje. W niniejszym opracowaniu zostaną omówione funkcje spełniane przez zbiornik oraz warunki jakie muszą być spełnione by funkcje te, w oczekiwanym stopniu, mogły być spełnione. Podstawowymi funkcjami zbiornika są: zmniejszenie pulsacji ciśnienia w instalacji sprężonego powietrza, akumulacja wymaganej ilości sprężonego powietrza, ochłodzenie powietrza i oddzielenie kondensatu. Dodatkowo zbiornik, ze względu na stabilność ciśnienia i małe prędkości przepływu powietrza, jest najwygodniejszym miejscem do zabudowania urządzeń do pomiaru i rejestracji parametrów powietrza, urządzeń sterujących układami regulacji oraz wzorów bezpieczeństwa. Określając pojemność zbiornika, należy pamiętać, że pojemność połączonych ze zbiornikiem przewodów i innych naczyń ciśnieniowych może być w wielu wypadkach sumowana z pojemnością zbiornika. W pewnych wypadkach, rozbudowana instalacja sprężonego powietrza, może spełniać prawie wszystkie funkcje zbiornika wyrównawczego. Należy wówczas zastosować przed odbiornikami skuteczne oddzielacze kondensatu. Również czasami chłodnica końcowa o dostatecznie dużej pojemności może zastąpić zbiornik wyrównawczy.

## Zmniejszenie pulsacji ciśnienia

Wszystkie sprężarki wyporowe dostarczają sprężone powietrze porcjami, raz czy wiele razy na jeden obrót wału. Ponieważ w ustalonych warunkach pracy sprężone powietrze jest pobierane w sposób ciągły, a jest dostarczane do zbiornika jedynie przez część cyklu roboczego, powoduje to chwilowe przyrosty ilości powietrza w zbiorniku a więc zmiany ciśnienia – pulsację. Pulsacja ciśnienia będzie tym mniejsza, im większa będzie pojemność zbiornika. Pulsacja będzie również mniejsza przy większej liczbie przestrzeni roboczych sprężarki.

Poniżej podano kilka, spotykanych w literaturze, przykładów sposobu ustalania pojemności zbiornika.

$$V_z = K \sqrt{Q_m}$$

gdzie:  
 $V_z$  [m<sup>3</sup>] – pojemność zbiornika  
 $Q_m$  [m<sup>3</sup>/min] – wydajność sprężarki  
 $K$  – współczynnik o wartości 0,6 - 1,6 dla sprężarek o wydajności do 15 m<sup>3</sup>/min, 1,6 - 2,3 o wydajności 15 - 30 m<sup>3</sup>/min, 2,3 - 4,0 o wydajności 30 - 100 m<sup>3</sup>/min

$$V_z = \sqrt{C \times Q_m / p}$$

gdzie:  
 $V_z$  i  $Q_m$  – jak wyżej,  
 $C$  – współczynnik o wartości 10 - 25,  
 $p$  [bar] – ciśnienie średnie w zbiorniku. Przytoczone wyżej zależności mają charakter orientacyjny i nie określają pojemności zbiornika w zależności od dopuszczonej czy oczekiwanej pulsacji. Poniższy wzór dla sprężarek tłokowych uzależnia pojemność zbiornika od pewnych cech konstrukcyjnych sprężarki, jak i od oczekiwanej pulsacji ciśnienia.

$$V_z = \frac{A \times F \times s}{\delta}$$

gdzie:  
 $A$  – współczynnik (dla sprężarek z tłokiem jednostronnego działania o wartości 0,55, a dla sprężarek z tłokiem dwustronnego działania 0,21)  
 $F$  [m<sup>2</sup>] – powierzchnia tłoka,  
 $s$  [m] – skok tłoka,  
 $\delta$  – dopuszczona pulsacja ciśnienia określana jako  $(p_{\max} - p_{\min}) / p_{\text{sr}}$ , przyj-

mowana dla układów stacjonarnych w granicach:

0,0005 - 0,01, dla przewoźnych do 0,03.

Poniżej przedstawiono uniwersalną zależność, w której obliczona pojemność zbiornika  $V_z$  zależy od wydajności, prędkości obrotowej, liczby przestrzeni roboczych oraz dopuszczonego chwilowego wzrostu ciśnienia.

$$V_z = \frac{60 \times Q_s \times p_0 \times T_1}{n \times \Delta p \times T_0} (1 - k)$$

gdzie:

$Q_s$  [m<sup>3</sup>/s] – wydajność sprężarki  
 $n$  [min<sup>-1</sup>] – prędkość obrotowa sprężarki,  
 $T_1$  [K] – temperatura gazu w zbiorniku,  
 $T_0$  [K] – temperatura otoczenia,  
 $\Delta p$  [Pa] – dopuszczone wahanie ciśnienia – różnica ciśnień,  
 $p_0$  [Pa] – ciśnienie otoczenia (atmosferyczne),  
 $i$  – liczba przestrzeni roboczych sprężarki (na ostatnim stopniu),  
 $k$  – stosunek czasu tłoczenia  $\tau_t$  do całkowitego czasu trwania cyklu roboczego  $\tau$ , ( $\tau = 60/n$  [s]),  
 Równanie powyższe opiera się na zależnościach:

$$p_1 V = GRT$$

$$p_1 + \Delta p = (G + \Delta G t - \Delta G_0) RT$$

przy założeniu, że pobór powietrza ze zbiornika równa się wydajności sprężarki. Przy czym:  $p_1$  i  $p_1 + \Delta p$  ciśnienia na początku i końcu rozpatrywanego okresu (tłoczenia),  $G$  masa gazu na początku cyklu,  $\Delta G t$  i  $\Delta G_0$  masy gazu wtłoczonego i odebranego w czasie tłoczenia  $\tau_t$ . Przyjmując temperaturę  $T_1 = 333$  K i  $T_0 = 273$  K i wyrażając ciśnienie  $p_0$  i wahanie ciśnienia  $\Delta p$  np. w barach oraz wydajność w m<sup>3</sup>/min, wzór przyjmie postać:

$$V_z = 1,22 Q_m (1/i - k) / n \Delta p$$

Równania powyższe nadają się do oszacowania wymaganej pojemności zbiornika dla wszystkich rodzajów sprężarek. Należy jednak pamiętać, że pulsacje ciśnienia, w przewodach instalacji, mogą się pojawić w wyniku drgań słupa powietrza, wzbudzonych nawet bardzo małymi pulsacjami ciśnienia w zbiorniku. Jest to jednak inne zagadnienie.



## Akumulacja dla celów technologicznych

W bardzo wielu przypadkach sprężone powietrze jest potrzebne jedynie okresowo, ale jego chwilowe zapotrzebowanie jest względnie wysokie. Problem może być rozwiązany przez zastosowanie sprężarki o dostatecznie dużej wydajności, załączanej okresowo, na czas wykonania określonego zadania.

Można jednak również zastosować małą sprężarkę, pracującą przez dłuższy czas i napełniającą duży zbiornik aż do osiągnięcia w nim wymaganego ciśnienia roboczego. Pojemność zbiornika musi być tak dobrana, by po wykonaniu założonego zadania, ciśnienie w zbiorniku nie spadło poniżej wymaganego, minimalnego, ciśnienia roboczego. Wydajność sprężarki, przy już określonej pojemności zbiornika, należy dobrać, tak by czas napełnienia zbiornika był krótszy niż przewidywane przerwy w pracy. Jeżeli początkowe ciśnienie robocze nie może być większe niż  $p_p$  (ze względu na dysponowaną sprężarkę czy zbiornik), a końcowe ciśnienie  $p_k$  nie może być niższe, ze względu na charakterystykę zasilanego urządzenia, to zbiornik winien posiadać pojemność nie mniejszą niż wyznaczoną wg poniższych zależności. Biorąc pod uwagę to że w rozpatrywanych przypadkach powietrze jest magazynowane w zbiorniku przez dłuższy czas i temperatura zrówna się z temperaturą otoczenia, a spadek ciśnienia nie będzie zbyt duży można przyjąć że będzie to proces izotermiczny.

Gdy zapotrzebowanie sprężonego powietrza określone jest pojemnością skokową zasilanego urządzenia

$$V_z = \frac{p_k}{p_p - p_k} V_{sk}$$

Jeżeli zapotrzebowanie będzie wyrażone objętością powietrza, w warunkach normalnych wzór przyjmie postać

$$V_z = \frac{p_0}{p_p - p_k} V_N$$

Jeżeli zapotrzebowanie powietrza jest impulsowe, ale może być określone jako wymagany wydatek  $Q_k$  w czasie  $\Delta t$  i jednocześnie pracuje sprężarka o wydajności  $Q_s$ ,

$$V_z = \frac{(Q_k - Q_s) \Delta t p_0}{(p_p - p_k)}$$

Gdy w czasie pobierania powietrza sprężarka nie pracuje, to  $Q_s = 0$ .

W powyższych zależnościach odpowiednio oznaczają:

$p_p, p_k$  i  $p_0$  [Pa] – ciśnienie początkowe, końcowe i atmosferyczne,  
 $Q_s$  [m<sup>3</sup>/s] – wydajność sprężarki,

$Q_k$  [m<sup>3</sup>/s] – krótkotrwale zapotrzebowanie sprężonego powietrza,  
 $\Delta t$  [s] – czas w którym pobierane jest powietrze,  
 $V_z$  [m<sup>3</sup>] – pojemność zbiornika,  
 $V_{sk}$  [m<sup>3</sup>] – objętość skokowa siłownika (lub innego urządzenia ciśnieniowego),  
 $V_N$  [m<sup>3</sup>] – potrzebna ilość sprężonego powietrza wyrażona jako objętość w warunkach normalnych.

## Akumulacja w celu uzyskania właściwych warunków regulacji

Najczęściej sprężone powietrze jest pobierane stale lub prawie stale, ze zmiennym natężeniem.

Wydajność nominalną sprężarki czy sprężarek  $Q$  dobiera się zazwyczaj tak, by pokrywały, z pewnym nadmiarem, maksymalne zapotrzebowanie sprężonego powietrza. Więc gdy zapotrzebowanie jest mniejsze niż aktualna wydajność sprężarki, ciśnienie w zbiorniku rośnie do wielkości  $p_z$ , na którą jest ustawione urządzenie regulujące ciśnienie. Jest obojętne czy będzie to działający na drodze pneumatycznej regulator ciśnienia, czy elektroniczny sterownik ciśnienia. W każdym przypadku sygnał z urządzenia oddziałuje na układ regulacji wydajności sprężarek.

W sytuacji gdy regulacja wydajności następuje na zasadzie tłoczy - nie tłoczy (np. włączenie - wyłączenie silnika, podwieszanie zaworów ssawnych itp.) konieczne jest ustalenie takiej pojemności zbiornika, by zmiany warunków pracy, przełączenia, nie następowały zbyt często. Warunek ten będzie spełniony przez wyznaczenie pojemności zbiornika, zgodnie z poniższą zależnością

$$V_z = \frac{Q_s p_0 \tau}{\Delta p T_0} (\sigma - \sigma^2)$$

dla celów praktycznych można pominąć wpływ temperatur i wzór przyjmie postać

$$V_z = \frac{Q_s p_0 \tau}{\Delta p} (\sigma - \sigma^2)$$

lub

$$V_z = \frac{3600 Q_s p_0}{z \Delta p} (\sigma - \sigma^2)$$

gdzie:

$Q_s$  [m<sup>3</sup>/s] – wydajność sprężarki,  
 $p_0$  [Pa] – ciśnienie otoczenia,  
 $\tau$  [s] – założony czas cyklu regulacyjnego,  
 $z$  [h<sup>-1</sup>] – dopuszczalna lub założona ilość przełączeń w ciągu godziny,  
 $\Delta p$  [Pa] – ustalona różnica ciśnień w cyklu regulacji,

$\sigma$  – stosunek zapotrzebowania powietrza do wydajności sprężarki,  
 $T_z$  [K] – temperatura powietrza w zbiorniku,  
 $T_0$  [K] – temperatura otoczenia (ssania).

Jak widać z powyższego równania, obliczona pojemność zbiornika będzie wynosiła: 0 gdy  $\sigma = 0$  lub  $\sigma = 1$  i osiągnie najwyższą wartość gdy stosunek  $\sigma = 0,5$ . Przy tej szczególnej, niezbyt często występującej wartości  $\sigma$ , równanie przyjmie postać:

$$V_z = \frac{Q_s p_0 \tau}{4 \Delta p}$$

lub

$$V_z = \frac{900 Q_s p_0}{z \Delta p}$$

Przy wielostopniowej regulacji wydajności pojemność zbiornika można wyznaczać z zmodyfikowanej zależności

$$V_z = \frac{Q_s p_0 \tau}{4 m \Delta p_i}$$

lub

$$V_z = \frac{900 Q_s p_0}{m \cdot \Delta p_i \cdot z}$$

gdzie:

$m$  – liczba stopni regulacji  
 $\Delta p_i$  – różnica ciśnień dla jednego stopnia regulacji

W zależności od przyjętego sposobu regulacji, różnica ciśnień na stopniu regulacji może wynosić

$$\Delta p_i = \Delta p / m \text{ lub } \Delta p_i > \Delta p / m$$

W drugim wypadku otrzymuje się mniejszą, wymaganą pojemność zbiornika, ponieważ zakresy regulacji zachodzą na siebie. Ten sposób regulacji jest korzystniejszy.

## Chłodzenie sprężonego powietrza

Do zbiornika dostarczane jest ze sprężarki powietrze o temperaturze  $T_1$ . Powietrze oddaje część ciepła przez ścianki zbiornika i opuszcza zbiornik, mając temperaturę  $T_2$ . Bilans ciepła można przedstawić w postaci:

$$Q_s \rho c_p T_1 = Q_s \rho c_p T_2 + \pi D L k \left( \frac{T_1 + T_2}{2} \right)$$

Po przekształceniu można uzyskać zależność pozwalającą oszacować temperaturę powietrza opuszczającego zbiornik przy określonych wymiarach zbiornika

$$T_2 = \frac{\left( Q_s \rho c_p - \frac{\pi D L k}{2} \right) T_1 + \pi D L k T_0}{\left( Q_s \rho c_p + \frac{\pi D L k}{2} \right)}$$



lub jaka powinna być czynna powierzchnia zbiornika by uzyskać określoną temperaturę  $T_2$

$$\pi D l = \frac{Q_s \rho c_p (T_1 - T_2)}{k \left( \frac{T_1 + T_2}{2} - T_0 \right)}$$

gdzie:

$Q_s$  [s] – wydajność sprężarki,  
 $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] – średnia gęstość powietrza,  
 $c_p$  [J/kg deg] – ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu,  
 $T_1$  i  $T_2$  [K] – temperatura powietrza w zbiorniku, początkowa i końcowa,  
 $T_0$  [K] – temperatura otoczenia,  
 $D$  [m] – średnica zbiornika,  
 $L$  [m] – długość obliczeniowa zbiornika,  
 $k$  [J/m<sup>2</sup>s deg] – współczynnik wymiany ciepła (dla wymiany powietrze-powietrze 3,5 do 11).

Jest oczywiste, że powietrze w zbiorniku, może być w miarę efektywnie chłodzone jedynie przy dużych różnicach, między temperaturą powietrza w zbiorniku a temperaturą otoczenia. Wpływ zbiornika na temperaturę powietrza będzie więc znikomy, gdy między sprężarką a zbiornikiem będzie zainstalowana chłodnica powietrza.

## Oddzielanie kondensatu

Obniżaniu temperatury sprężonego powietrza przed zbiornikiem i w samym zbiorniku poniżej ciśnieniowego punktu rosy towarzyszy wydzielanie kondensatu. Częstki kondensatu w wyniku zderzeń z sąsiednimi zwiększają swoje wymiary, co pozwala na ich oddzielenie grawitacyjne. Częstki w spokojnym powietrzu lub w przepływie uwarstwionym, zakładając ich kulisty kształt, opadają zgodnie z równaniem Stokes'a z prędkością:

$$w_k = \frac{9 \rho_k d^2}{18 \eta}$$

gdzie:

$w_k$  [m/s] – prędkość opadania cząstki kondensatu,  
 $g$  [m/s<sup>2</sup>] – przyspieszenie w polu grawitacyjnym,  
 $\rho_k$  [kg/m<sup>3</sup>] – gęstość kondensatu,  
 $\eta$  [kg/m s] – lepkość (dynamiczna) ośrodka,  
 $d$  [m] – średnica cząstki.

Zależność ta obowiązuje dla cząstek o średnicy nie większej niż 0,1 mm, a więc dla cząstek mgły. Podstawiając wartości: przyspieszenie ziemskie  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  i gęstość kondensatu  $\rho_k = 950 \text{ kg/m}^3$ , otrzymamy zależność:

$$w_k = 517 \frac{d^2}{\eta}$$

Dla temperatury

$T = 333 \text{ K}$ , lepkość  $\eta = 2,05 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms}$ , więc

$$w_k = 25,2 \cdot 10^6 \cdot d^2$$

a wyrażając  $d$  w mm

$$w_k = 25,2 \cdot d^2$$

W zbiorniku pionowym, przy przepływie z dołu do góry, pozostaną więc wszystkie cząstki, których prędkość opadania nie będzie mniejsza niż prędkość przepływu powietrza przez zbiornik.

Prędkość strumienia powietrza określa zależność

$$w_p = \frac{4 \cdot Q_s \cdot T}{\varepsilon \cdot \pi \cdot D^2 \cdot T_0}$$

gdzie:

$w_p$  [m/s] – średnia prędkość powietrza przepływającego przez zbiornik,  
 $Q_s$  [m<sup>3</sup>/s] – wydajność sprężarki,  
 $\varepsilon$  – stopień sprężania,  
 $T_0$  [K] – temperatura powietrza ssanego,  
 $T$  [K] – średnia temperatura powietrza w zbiorniku,  
 $D$  [m] – średnica zbiornika,

Trudniej jest przeprowadzić takie oszacowanie dla zbiornika poziomego ponieważ nowe cząstki o określonych wymiarach, stale powstają tak w wyniku dalszego ochładzania powietrza jak i w wyniku koagulacji cząstek.

W zbiorniku poziomym cząstki zdążają opaść na dno zbiornika, gdy ich czas opadania  $\tau_k = h/w_k$  będzie krótszy niż czas  $\tau_p = L/w_p$  potrzebny na przebycie przez przepływające powietrze drogi  $L$ , wzdłuż zbiornika, od wlotu do wylotu. W granicznym przypadku wysokość  $h = D$ .

Orientacyjnie można przyjąć, że gdy długość czynna zbiornika  $L = 1,5 - 2 D$ , można stosować zależności dla zbiornika pionowego, pamiętając że w zbiorniku poziomym zostanie zatrzymana część cząstek o średnicach mniejszych od obliczonych a nie zostanie zatrzymana część cząstek o średnicach większych niż obliczone.

W każdym razie wskazane jest zmniejszenie prędkości przepływu powietrza przez zwiększenie średnicy  $D$  oraz w zbiorniku poziomym wydłużenie drogi  $L$ , na której następuje opadanie cząstek.

Na podstawie omówionych zależności można oszacować wielkość cząstek, jakie w danych warunkach, w pionowym zbiorniku zostaną zatrzymane.

$$d \geq \sqrt{\frac{4 Q_s T \eta}{517 \varepsilon \pi D^2 T_0}} \approx 0,05 \sqrt{\frac{Q_s T \eta}{\varepsilon D^2 T_0}}$$

lub jaka powinna być najmniejsza średnica zbiornika, by zatrzymać cząstki o średnicy  $d$

$$D \geq \frac{0,05}{d} \sqrt{\frac{Q_s T \eta}{\varepsilon T_0}}$$

gdzie:

$T$  i  $T_0$  [K] – temperatury powietrza w zbiorniku i otoczenia  
 $Q_s$  [m<sup>3</sup>/s] – przepływ powietrza przez zbiornik  
 $\varepsilon$  – spręż – stosunek ciśnień  
 $h$  [kg/m s] – lepkość dynamiczna  
 $d$  [m] – średnica cząstki kondensatu  
 $D$  [m] – średnica zbiornika

## Uwagi końcowe

Wszystkie przytoczone zależności należy traktować jako techniczną pomoc przy ustalaniu wielkości zbiornika czy szacowaniu efektów, a nie teoretyczną analizę zjawisk. Budowa zależności opiera się bowiem na dalekoidących uproszczeniach, czy idealizowaniu zjawisk. Przyjęto np., że przepływ przez zbiornik ma charakter uwarstwiony, temperatura w całym przekroju poprzecznym strumienia w zbiorniku jest jednakowa, szybkie zmiany ciśnienia obejmują całą przestrzeń zbiornika, przemiany mają charakter izotermiczny itp. Uzyskane wyniki pozwalają jednak na bardziej uzasadniony dobór pojemności oraz ocenę zachodzących procesów.

Ze względu na pracę instalacji wodnieniu do wszystkich omawianych funkcji zbiornika, korzystne jest powiększanie zbiornika. Ograniczanie wielkości zbiornika jest jednak podyktowane względami ekonomicznymi.

To nie tylko ze względu na oczywistą wyższą cenę większego zbiornika. Przy pracy jedno czy dwuzmianowej, a jedynie w niewielu zakładach występuje ruch ciągły, każdemu rozpoczęciu pracy towarzyszy konieczność napełnienia zbiornika. Napełnianie zbiornika to też dodatkowe, zbędne koszty. Dobieranie więc właściwej, niezbędnie potrzebnej w danych warunkach pojemności zbiornika jest w pełni uzasadnione.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na zabudowę zbiornika w instalacji. Aby w zbiorniku następowało tłumienie pulsacji, chłodzenie powietrza oraz oddzielanie kondensatu, całe powietrze tłoczone przez sprężarki winno przepływać przez zbiornik. Spotykane czasami inne usytuowanie zbiornika zapewnia jedynie akumulację powietrza, a powoduje często niekorzystne zmiany kierunku przepływu.

## Literatura:

- [1] Stacje sprężarek powietrznych, Centr. Ośr. Badawczo Projektowy Budownictwa Przemysłowego „BISTYP” 1978
- [2] Nasosy, Kompresory, Wentylatory. Gos. Izdatelstwo Moskwa 1961
- [3] Porszniewyje kompresory M.I., Frenkiel Izdatelstwo „Maszynostrojenije” Leningrad 1969
- [4] Sprężarki Tłokowe, Vladimir Chlumsky PWT 1961
- [5] Fuhrer durch die Stromungslehre Ludwig Prandtl 1949
- [6] Die Wirtschaftliche Druck Luftstation. Jorg Wiczorek Resch Verlag KG 1991
- [7] Druckluft Praxis. Werner Mohrig Resch Verlag KG 1998
- [8] Pneumatic Handbook, Ultrafilter International 1989

mgr inż. Jerzy Tyrcha



foldery

*katalogi*  
ULOTKI

PROJEKTUJEMY I DRUKUJEMY

WYDAWNICTWO LEKTORIUM  
53-608 WROCŁAW  
UL. ROBOTNICZA 72  
TEL./FAX (071) 373 52 32  
(071) 373 59 00



# „Z” – czyli jak się z jedną tylko śrubą sprężać powietrze próbuje

Pomysł powstał w latach 70. we francuskiej fabryce sprężarek Peugeot. Miał wyeliminować znaczne zmienne siły wzdłużne obciążające łożyska sprężarek śrubowych.

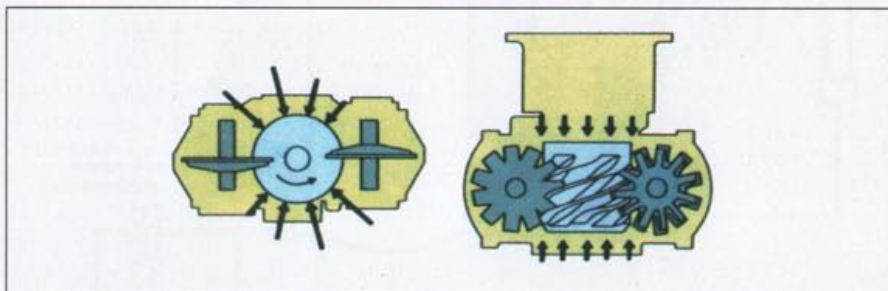
Jak wiemy, w tych konstrukcjach sprężanie następuje wzdłuż osi obrotu wirników. Praca przy zmieniającym się wydatku powoduje powstawanie znacznych, zmiennych,



Rys. 2 Widok stopnia sprężającego z obrotowymi przesłonami w wykonaniu Mitsui Seiki

niekiedy o przeciwnym nawet zwrocie sił, które ograniczają bezpieczny czas pracy śrubowego stopnia sprężającego. Możliwym do wdrożenia rozwiązaniem było symetryczne, dwustronne obciążenie o przeciwnych, znoszących się siłach. Jak jednak taki system uszczelnić? Opracowano obrotową, dopasowaną do zarysu zębów przesłonę. Stalowa, sztywna, pionowo łożyskowana tarcza z wycięciami podtrzymywała elastyczną uszczelkę właściwą, która - współpracując z zarysem zęba śruby - gwarantowała odpowiednią szczelność.

Dwie takie przesłony umieszczone naprzeciw siebie, współpracujące z krótkim, specjalnie wyprofilowanym wirnikiem śrubowym, wydawały się rozwiązaniem dobrym. Dzieliły przestrzeń sprężania na dwie niezależne komory. Łożyska wirnika obciążone były tylko niewielkimi siłami wzdłużnymi wywołanymi reakcją napędu przesłony. Zadawałajaco

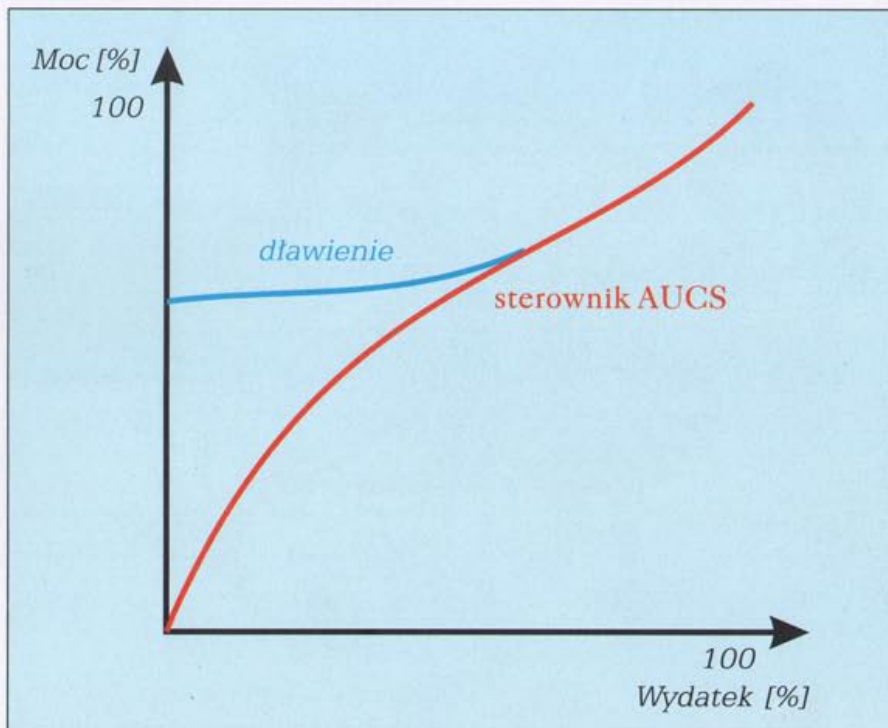


Rys. 1 Idea pomysłu sprężarki jednośrubowej. Podział na dwie symetryczne komory sprężania spowodował zminimalizowanie obciążeń węzłów łożyskowych wirnika głównego

rozwiązano problem szczelności pojedynczego wirnika z dwoma obrotowymi dyskami i rozpoczęto produkcję śrubowych sprężarek jednowirnikowych. Powietrze, zasysane z obu stron elementu sprężającego, zamknięte jest pomiędzy zwojem śrubowym, korpusem i dyskową przesłoną. Przy ruchu obrotowym wirnika zostaje sprężone w zanikającej objętości zwoju i przesłony. Proces

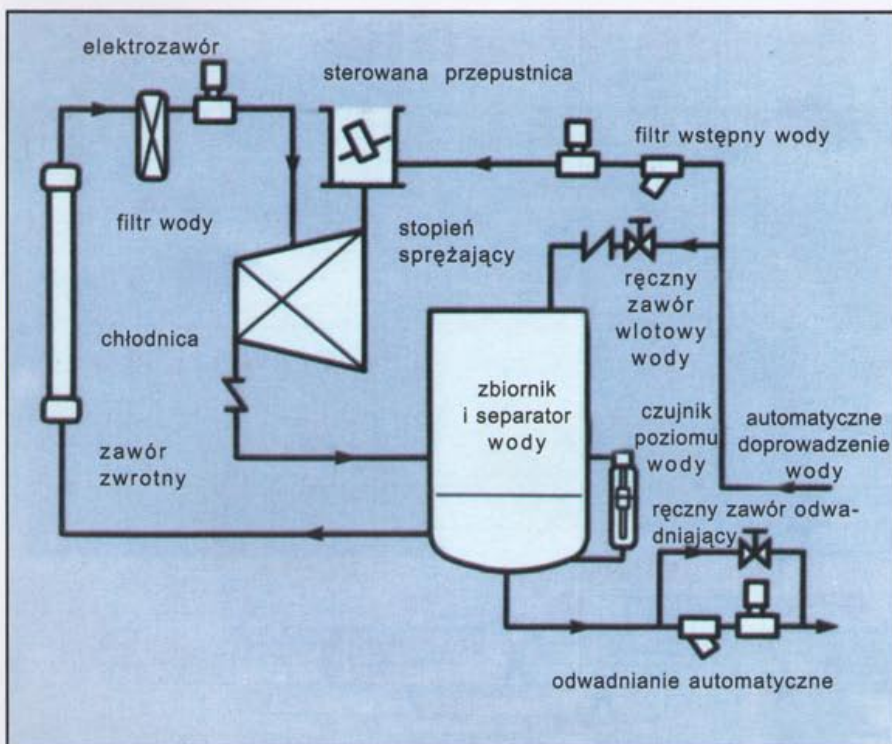
sprężania jednocześnie odbywa się w dwu połowach przedzielonych wirującymi uszczelnieniami, wykorzystując tylko obrót o 180 stopni dla jednego cyklu. W efekcie, nawet przy stosunkowo wolnych obrotach wirnika, otrzymujemy stabilny strumień sprężonego powietrza, który można bezpośrednio skierować do sieci.

Nie posiadam informacji o innych wyrobach francuskiej fabryki spręż-



Rys. 3. Charakterystyka sterowania olejowej sprężarki systemu „Z” ze sterownikiem AUCS według Mitsui Seiki. Z wykresu wynika pełny i bardzo korzystny energetycznie zakres regulacji wydatkiem. Sterowana przepustnica na wlocie dostarcza tylko tyle powietrza, ile potrzebują w danej chwili odbiorniki





Rys. 4 Schemat obiegu wody w „bezolejowej” sprężarce

wywnych sprężarek „suchych”, gdzie  
żliwość regulacji wydatku jest bar-  
ograniczona, to rozwiązanie po-  
ła na elastyczne, zmienne dostar-  
nie sprężonego powietrza.  
olejną firmą produkującą sprężar-  
ypu „Z” jest tajwańska Fu-Sheng.  
suje ona od 1982 roku japoński  
pień sprężający Mitsui Seiki.  
eruje tylko wersję smarowaną  
dą w zakresach mocy 15 do 75 kW.  
wotność łożysk określana jest na  
000 godzin pracy do wymiany.  
adto sprężarki posiadają pełny,  
procentowy zakres sterowania  
łatkami, zaś ich głośność nie prze-  
cza 68 dB.

inż. Andrzej M. Araszkiewicz

- ✓ Osprzęt do narzędzi pneumatycznych
- ✓ Doradztwo techniczne
- ✓ Serwis narzędzi pneumatycznych

**BEZPOŚREDNI IMPORTER**



✉ 04-823 Warszawa  
ul. Grochowska 324 paw. 4  
☎ 022 619 80 65  
☎ 022 619 86 58  
☎ 022 619 04 35

w Pruszkowie. Produkcję takich właśnie sprężarek rozpoczęła w 1976 roku. Japoński wytwórca w materiałach techniczno-reklamowych z dumą zamieszcza informację, że produkowane wtedy maszyny przetrwały już ponad 20 lat w doskonałej kondycji technicznej. Zasadę pracy sprężarek tego systemu bardzo dobrze pokazuje strona internetowa <http://www.mitsui-seiki.co.jp/english/covoice/zscr.htm> z dowcipnie przedstawioną animacją.

Obecnie Mitsui Seiki produkuje sprężarki serii „Z” (bo tak właśnie nazywano tę konstrukcję) w odmianach ze smarowaniem olejem jak i „bezolejowe” z wtryskiem wody do komory sprężania. Te pierwsze występują w typoszeręgach:

- 15-37 kW pod handlową nazwą „Czerwone Gwiazdy”,
- do 150 kW w grupie „Large”.

Posiadają one bardzo ciekawe cechy eksploatacyjne. Na przykład przy zastosowaniu specjalnego oleju (Mitsui Ultra Super Z Compressor Oil), jego wymiana przewidywana jest co 12

dnie w porównaniu z najlepszymi sprężarkami łopatkowymi czy śrubowymi z olejem – dysponującymi ponad 13 m<sup>3</sup>/min z 75 kW – uzyskanie 11,5 m<sup>3</sup>/min przy ciśnieniu 7 bar jest wynikiem raczej słabym, to jednak i tak wyprzedza klasyczne agregaty „suche”.

Zdecydowanie korzystniej przedstawiają się także nakłady na eksploatację techniczną. Odchodzi koszt oleju, odpowiednią zaś ilość wody sprężarka sama uzupełnia z wodociągów i zasysanego powietrza. Podobno stosowana jest zwykła woda pitna, którą dodatkowo uzdatniono przez zespół wymiennych filtrów. Sprężarkę po prostu podłącza się do instalacji wody komunalnej, a już sama automatycznie reguluje jej poziom i czas wymiany. Koszty eksploatacji tech-





Rys.6 Sprężarka „wodna” systemu „Z” w wykonaniu tajwańskiej firmy Fu-Sheng. Z silnika o mocy 22 kW uzyskuje 3,1 m<sup>3</sup>/min sprężonego do ciśnienia 7 barów powietrza. Wyposażona jest w komputerowy kontroler parametrów pracy. Objętość wody „smarującej” wynosi 2,3 litry. Charakterystyka

systemu jakości ISO 9001

z wymaganiami norm UE



**Producent:**

- ♦ stacjonarnych kompresorów śrubowych o mocy 3 ÷ 355 kW
- ♦ kompresorów śrubowych jako urządzeń kompaktowych, składających się z kompresora, zbiornika i osuszacza
- ♦ kompresorów śrubowych jako agregatów w obudowie o mocy 3 ÷ 110 kW

**Dostawca:**

- ♦ kompletnych instalacji sprężonego powietrza
- ♦ osuszaczy ziębniczych
- ♦ osuszaczy adsorpcyjnych
- ♦ urządzeń filtrujących

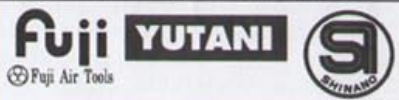


**Niezawodny dostawca**

Nasze produkty są:  
**ekonomiczne · kompaktowe**  
**trwałe · wysokowydajne**

**RENNER GmbH**  
Przedstawicielstwo w Polsce:  
ul. Długosza 4  
50-961 Wrocław  
tel./fax (071) 327-32-65

**JAPOŃSKIE NARZĘDZIA  
PNEUMATYCZNE**



Y PRZYGOTOWANIA POWIETRZA, ZAWORY, WYSPIY ZAWOROWE, SIŁOWNIKI LINIOWE, SIŁOWNIKI  
ŁOWE, PRECYZYJNE MODUŁY PRZESUWU LINIOWEGO, CHWYTAKI MECHANICZNE, ELEMENTY  
NIOWE, ZAWORY PROPORCJONALNE, USTAWNIKI POZYCYJNE, ELEMENTY ZŁĄCZNE, PRZEWODY

ELEMENT  
WAHA  
PODCIŚNI

**Technika koncernu SMC**  
**niezawodnie rozwiąże Twoje problemy**

**WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL KONCERNU SMC NA TERENIE POLSKI:**

**SeMaC Sp. z o.o. ul. Wspólna 1a, 05-075 WESOŁA k/Warszawy**

**Tel: (0-22) 613 18 47, 613 30 44**

**Fax: (0-22) 613 30 28**

**BIURA TECHNICZNE:**

**BYDGOSZCZ** tel.: 0 602 380 057, tel./fax (052) 582 08 95  
**POZNAŃ** tel.: 0 601 917 505, tel./fax (061) 876 88 59  
**TYCHY** tel.: 0 603 342 770, fax (032) 218 11 53



# Normalizacja w zakresie pneumatyki

## Czy w normalizację warto się angażować?

Dostosowanie polskiej gospodarki do systemów europejskich i światowych doprowadzi wkrótce do pozornie paradoksalnej sytuacji, w której wystąpi ekonomiczny przymus stosowania dobrowolnych norm. Wynikać to będzie z takich elementów systemu, jak przywoływanie norm w przepisach i dokumentach rządowych (szczególnie w przypadku zamówień rządowych), przywoływanie norm w umowach wiążących strony, rozstrzyganie sporów przed sądami arbitrażowymi z reguły na korzyść strony stosującej normę, jako tzw. uznania reguły technicznej.

Tylko bezpośrednie zaangażowanie przedsiębiorstwa w prace normalizacyjne może dać szansę na przeforsowanie lub obronę własnego rozwiązania. Tylko takie zaangażowanie pozwoli na unikanie kosztów związanych z późniejszym dostosowywaniem wyrobów do postanowień norm, a więc zmianę dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej, oprzyrządowania, katalogów,

prospektów, opakowań itp. Tylko udział w pracach normalizacyjnych da też możliwość pozyskania odpowiednio wcześniej informacji o przewidywanych zmianach, czyli czas na przygotowanie się do zmian nieuchronnych. Taką sytuację miała na myśli Komisja Wspólnot Europejskich, apelując do przemysłu o angażowanie się (również finansowe) w prace europejskich organizacji normalizacyjnych.

Świadomość zasad postępowania, metod działania i przepisów stosowanych w normalizacji daje umiejętność poruszania się w dzisiejszym, skomplikowanym świecie gospodarki. Daje lepsze możliwości oddziaływania, obrony własnych interesów, forsowania własnych rozwiązań. Jest to po prostu biznes.

Normalizacja to dla przedsiębiorstwa sposób na życie. Tylko własny udział w pracach normalizacyjnych może przynieść sukcesy.

### Pneumatyczne ręczne narzędzia vibracyjne

Drgania mechaniczne są jednym z podstawowych zagrożeń występujących w środowisku pracy, które mogą być przyczyną dyskomfortu jak również utraty zdrowia. Długotrwałe narażenie na drgania może wywołać w organizmie zmiany o niespecyficz-

nym charakterze, doprowadzając do rozwoju choroby vibracyjnej.

Istnieją procesy produkcyjne, w których celowo stosowane są drgania mechaniczne w niektórych operacjach technologicznych, jak: nitowanie konstrukcji stalowych, rozbijanie betonu, wiercenie otworów strzałowych itp. Źródłem tych drgań są pneumatyczne ręczne narzędzia vibracyjne, takie jak: młoty nitowniki, młoty do rozbijania betonu, wiertarki do kamienia itp. Większość wykonywanych operacji tymi narzędziami naraża operatora narzędzia na ponadnormatywne vibracje miejscowe przekazywane do organizmu przez ręce.

Zmniejszenie narażenia na ponadnormatywne vibracje operatorów narzędzi ręcznych należy między innymi do producentów narzędzi, którzy powinni wykorzystać dostępną wiedzę w tym zakresie, czyli: normy, wyniki badań, literaturę naukową itp.

PN zharmonizowane z EN (EN zharmonizowane z ISO)

PN-EN 28662-1:1998 Narzędzia z napędem – Pomiar drgań na uchwycie – Wymagania ogólne

W normie określono metody laboratoryjnych pomiarów drgań na uchwytach narzędzi. Określono wymagania ogólne, dotyczące pomiaru drgań; nie zawarto oceny oddziaływania drgań na człowieka;

## OFERUJE:

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

## FABRYKA MASZYN W STRYŻOWIE

FABRYKA MASZYN  
W STRYŻOWIE  
38-100 STRYŻÓW  
ul. 1 Maja

tel.: (017) 276-10-86, 276-13-28  
fax: (017) 276-15-33  
<http://www.fms.intertele.pl>  
e-mail: [fms@itl.pl](mailto:fms@itl.pl)





**PN-EN 28662-2:1998** Narzędzia z napędem – Pomiar drgań na uchwycie – Młoty przecinaki i młoty nitowniki

W normie określono laboratoryjne metody pomiaru wielkości drgań na uchwytach młotów przecinaków i młotów nitowników przy określonym obciążeniu. Normą objęto narzędzia z napędem elektrycznym, pneumatycznym lub hydraulicznym. Podano wzór protokołu badań;

**PN-EN 28662-3:1998** Narzędzia z napędem – Pomiar drgań na uchwycie – Wiertarki do kamienia i młoty obrotowe

W normie określono metody pomiaru wielkości drgań na uchwycie wiertarek do kamienia i młotów obrotowych. Normą objęto narzędzia z napędem elektrycznym, pneumatycznym lub napędzane silnikiem spalinowym;

**PN-EN 28662-5:1998** Narzędzia z napędem – Pomiar drgań na uchwycie – Młoty do rozbijania betonu i młoty udarowe

W normie określono metody pomiaru wielkości drgań na uchwytach młotów do rozbijania betonu lub młotów pracujących w szczególnych warunkach. Normą objęto narzędzia z napędem elektrycznym, pneumatycznym, hydraulicznym lub napędzane silnikiem spalinowym. Podano wzór protokołu badań.

### **Normy międzynarodowe ISO**

**ISO 1180:1983** Shanks for pneumatic tools and fitting dimensions of chuck bushings

**ISO 2787:1984** Rotary and percussive pneumatic tools — Performance tests

(PN-ISO 2787:1997)

**ISO 3857-1:1977** Compressors, pneumatic tools and machines — Vocabulary — Part 1: General

**ISO 3857-3:1989** Compressors, pneumatic tools and machines — Vocabulary — Part 3: Pneumatic tools and machines (PN-ISO 3857-3:1996)

**ISO 5391:1988** Pneumatic tools and machines — Vocabulary (PN-ISO 5391:1997)

**ISO 5393:1994** Rotary tools for threaded fasteners — Performance test method

(PN-ISO 5393:1997)

**ISO 5941:1979** Compressors, pneumatic tools and machines — Preferred pressures

**ISO 6544:1981** Hand-held pneumatic assembly tools for installing threaded fasteners — Reaction torque and torque impulse measurements (PN-ISO 6544:1997)

**ISO 8662-2:1992** Hand-held portable power tools — Measurement of vibrations at the handle — Part 2: Chip-

ping hammers and riveting hammers (PN-EN 28662-2:1999)

**ISO 8662-3:1992** Hand-held portable power tools — Measurement of vibrations at the handle — Part 3: Rock drills and rotary hammers (PN-EN 28662-3:1999)

**ISO 8662-5:1992** Hand-held portable power tools — Measurement of vibrations at the handle — Part 5: Pavement breakers and hammers for construction work (PN-EN 28662-5:1999)

**ISO 8662-13:1997** Hand-held portable power tools — Measurement of vibrations at the handle — Part 13: Die grinders

**ISO 11123:1994** Pneumatic tools and machines — Electronic interfaces (Last updated on 1999-08-28 (ostatnie uaktualnienie))

### **Inne normy z zakresu pneumatyki**

#### **Zbiorniki ciśnieniowe**

**PN-M-71079:1998** Zbiorniki ciśnieniowe — Złącza spawane — Wytyczne projektowania

W normie podano wytyczne rozmieszczenia złączy oraz kształtu i wymiarów rowków do spawania. Określono rodzaje złączy dla połączeń elementów wykonanych ze stali o zbliżonych oraz różnych własnościach fizycznych;

**PN-K-88207:1998** Tabor kolejowy — Zbiorniki sprężonego powietrza — Wymagania i metody badań

W normie określono wymagania dotyczące podstawowych wymiarów i jakości wykonania zbiorników sprężonego powietrza stosowanych w pneumatycznych układach hamulcowych pojazdów szynowych. Podano metody badań, warunki przechowywania i transportu oraz sposób cechowania.

#### **Sprężarki i urządzenia pneumatyczne**

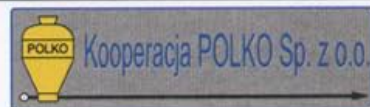
**PN ISO 7183:1998** Osuszacze sprężonego powietrza — Eksploatacyjne dane znamionowe

W normie podano ogólne informacje, które mają ułatwić użytkownikom i inżynierom dobór typu osuszacza sprężonego powietrza, najlepiej spełniającego ich wymagania. Norma nie obejmuje wymagań bezpieczeństwa.

\* \* \*

W przyszłości temat będzie kontynuowany w miarę ukazywania się nowych opracowań normalizacyjnych z tego okresu.

*mgr inż. Stanisław Andrzejewski*



**PROJEKTOWANIE I WYKONYWANIE  
INSTALACJI TRANSPORTU  
PNEUMATYCZNEGO MATERIAŁÓW  
SYPKICH I GRANULOWANYCH**

- ✓ Wapno
- ✓ Piasek
- ✓ Dolomit
- ✓ Blenda cynkowa
- ✓ Gips
- ✓ Kreda
- ✓ Cement
- ✓ Popiół lotny
- ✓ Pigmenty farb
- ✓ Kawa
- ✓ Cukier
- ✓ Mąka
- ✓ Mleko w proszku

**PNEUMATYCZNE SYSTEMY  
DOZOWANIA, MIESZANIA  
WRAZ Z UKŁADAMI WAGOWYMI**

**KOOPERACJA POLKO Sp. z o.o.**

**43-195 Mikołów  
ul. Rybnicka 75**

☎ (032) 226-09-75, 226-32-85

☎ (032) 226-28-27

**e-mail: polko@polko.silesia.pl**

**http://www.polko.silesia.pl**

**Wydawnictwo  
LEKTORIUM  
wydawca  
kwartalnika**



**zaprasza na  
Targi POLEKO  
MTP, Poznań  
23-26 listopada 1999**

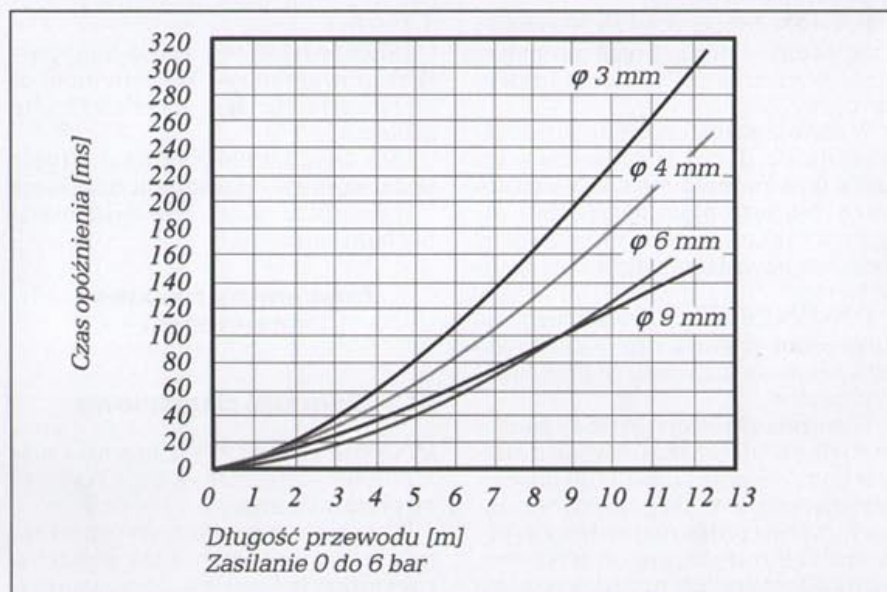


# Przemysłowa sieć komunikacyjna PROFIBUS DP

Rosnące wymagania kompleksowych systemów automatyki są przyczyną stosowania nowych architektur systemów, sieci komunikacyjnych oraz nowoczesniejszych urządzeń obiektowych. Szczególnie dynamicznie rozwijają się sieci Fieldbus, pozwalające na implementację rozproszonych systemów sterowania oraz stosowanie coraz „inteligentniejszych” urządzeń obiektowych. Również w zakresie pneumatyki coraz więcej producentów wyposaża swoje urządzenia w interfejsy sieciowe. Na rynku europejskim, w zakresie sieci Fieldbus, wiodącą rolę pełni sieć PROFIBUS DP.

Jednym z głównych problemów stawianych do rozwiązania inżynierom projektującym systemy automatyki jest obniżenie kosztów instalacji. W liniach technologicznych, oplecionych kilometrami kabli sygnałowych, każda modernizacja prowadzi do dodatkowego okablowania. Powoduje to zwykle znaczny wzrost kosztów modyfikacji.

Napędowo-sterujące układy pneumatyczne charakteryzują się dużym rozproszeniem elementów wykonawczych i czujników na obiekcie. Wynika to głównie z wymogów minimalizacji czasu cyklu pracy. Czasy opóźnień w przewodach pneumatycznych są stosunkowo duże (rys. 1) i o rząd wielkości wyższe niż w elektrycznych. Stąd to przesunięcie zespołów pneumatyki „zawór-siłownik” w stronę obiektu. Nastąpiło w ten sposób wydłużenie wiązki przewodów elektrycznych do zespołu sterowania; a zatem zagadnienie zmniejszania okablowania odgrywa istotną rolę. Dodatkowo wprowadzenie wysp zaworowych, przyporządkowanych zespołom funkcjonalnym obiektu, przyczyniło się do decentralizacji systemów i konieczności powiązania ich z jednym nadrzędnym układem sterowania. Do takich właśnie układów na-

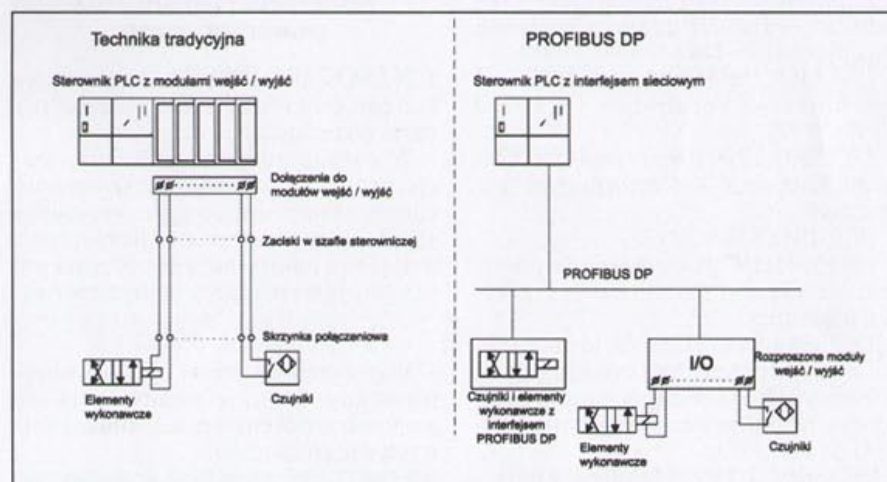


Rys. 1 Czasy opóźnień w przewodach pneumatycznych o różnych średnicach

dają się systemy transmisji Feldbus np. PROFIBUS, Interbus, CAN, DeviceNet, SDS, FIP i inne z różnymi topologiami dostępu do sieci. Prezentowana tu sieć PROFIBUS DP (Distributed Periphery) praktycznie zastępuje magistralę systemową sterownika swobodnie programowalnego PLC. Pozwala to na umieszczenie modułów peryferyjnych bezpośrednio na obiekcie, przy czujnikach i elementach wykonawczych. Zastosowanie komunikacji szeregowej eli-

minuje wiązki równoległych przewodów między sterownikiem a urządzeniami na obiekcie (rys. 2).

W chwili obecnej najchętniej stosuje się otwartą sieć PROFIBUS. Jej zastosowanie na poziomie czujników i elementów wykonawczych pozwala na zredukowanie kosztów instalacji nawet do 40%. Oszczędności dotyczą: kosztów sprzętu (okablowanie, terminale, łączówki, izolacja galwaniczna koryta, prowadnice kablowe, przestrzeń), kosztów inżynierii (ła-

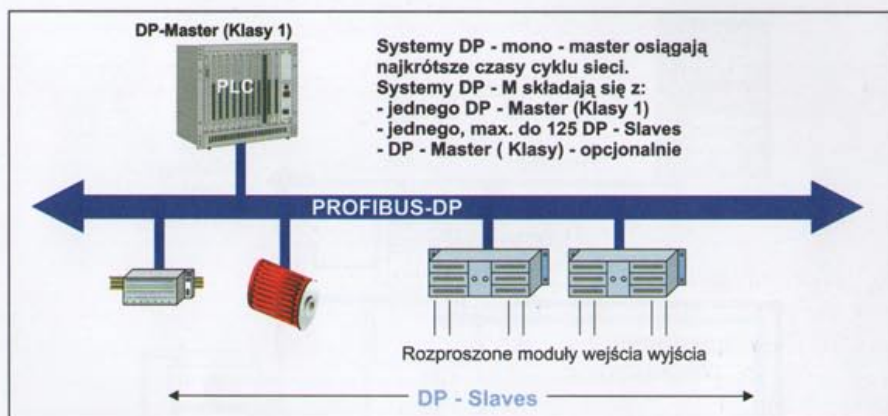


Rys. 2 Porównanie technologii PROFIBUS DP z tradycyjną



twiejsza dokumentacja, dostępność urządzeń diagnostycznych, łatwiejsze uruchomienie i konserwacja) oraz kosztów montażu (dołączenie czujników i elementów wykonawczych bezpośrednio do modułów wejść/wyjść, prowadzenie okablowania).

Jako medium transmisyjne dla sieci PROFIBUS najczęściej stosuje się dwużyłowy kabel miedziany w ekranie lub światłowód. Przy zastosowaniu nośnika elektrycznego transmisja danych odbywa się zgodnie ze standardem RS 485. Sieć zbudowana jest z jednego lub kilku segmentów połączonych przez urządzenia wzmacniające sygnał. Do jednego segmentu można przyłączyć maksymalnie 32 urządzenia; łącznie w sieci może być 127 stacji. Maksymalna długość segmentu zależy od ustalonej szybkości transmisji, która mieści się w zakresie od 9,6 kbit/s do 12 Mbit/s. Przy szybkościach mniejszych od 187,5 Kbit/s długość segmentu może wynosić do 1,2 km i skraca się do 100 m przy szybkości 12 Mbit/s.



Rys. 3 Architektura systemu w konfiguracji mono-Master

worów i paneli operatorskich.

Sieć PROFIBUS jest systemem multi-Master, co oznacza, że w jednej sieci może pracować więcej niż jedno urządzenie nadrzędne. Dostęp do medium odbywa się metodą hybrydową. Stacje master przekazują pomiędzy sobą znacznik (Token Passing) uprawniający do odpytywania swoich stacji slave (Master-Slave). Czas przetrzymywania

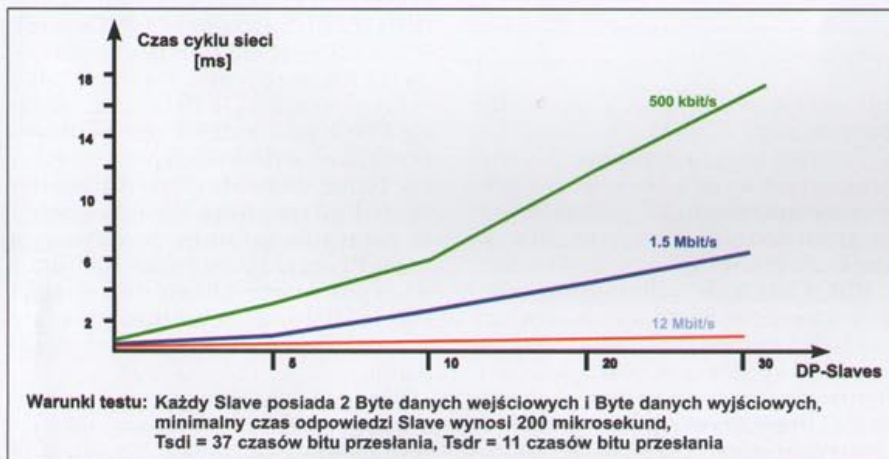
bezpośrednio między stacjami master. Nie ma również możliwości cyklicznej wymiany danych przez kilka stacji nadrzędnych z jedną stacją slave – stacja slave przynależy wyłącznie do jednego master DPM1.

W systemie PROFIBUS dane przesyłane są za pomocą zaadresowanych telegramów. Dane wejściowe i wyjściowe ze stacji są transmitowane w pojedynczym cyklu odpytywania. Master wysyła telegram żądania (request), który zawiera dane wyjściowe dla DP-Slave. Slave odpowiada natychmiast po otrzymaniu zapytania. W telegramie odpowiedzi (response) DP-Slave umieszcza stany swoich wejść.

Jeśli telegram żądania lub odpowiedzi jest uszkodzony, np. przez zakłócenia elektromagnetyczne, to Master natychmiast powtarza cykl wysyłania telegramu.

W jednym cyklu wymiany z stacją slave, może zostać przesłanych do 244 bajtów danych wejściowych i wyjściowych. Tak duże pole wymiany pozwala na zwiększenie funkcjonalności urządzeń, w stosunku do rozwiązań tradycyjnych, np. dla rozdzielaczy elektromagnetycznych oprócz sygnałów sterujących cewką, można przesyłać informację zwrotną mówiącą o położeniu tłoczka.

Cykl magistrali, rozumiany jako czas potrzebny na wymianę informa-



Rys. 4 Czas cyklu magistrali w konfiguracji mono-Master

W sieci PROFIBUS DP wyróżniamy trzy rodzaje urządzeń: DPM1 (DP – Master klasy 1), DPM2 (DP – Master klasy 2), DP – Slave.

DPM1 – to węzeł nadrzędny, pełniący rolę sterownika centralnego, który w ściśle określonym cyklu komunikacyjnym wymienia informację ze swoimi zdecentralizowanymi modułami peryferyjnymi DP – Slave. Typowymi przedstawicielami DPM1 są sterowniki PLC, komputery PC lub VME.

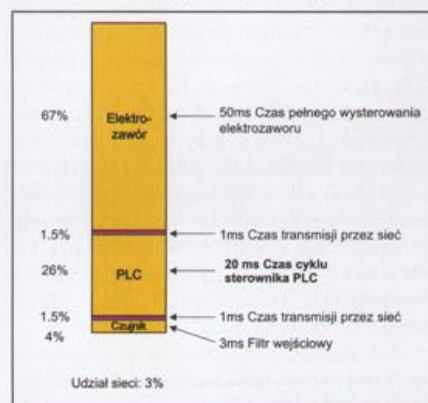
DPM2 – to programatory, konfiguratorzy, przyrządy diagnostyczne i urządzenia operatorskie. Posiadają one pełną funkcjonalność DPM1 oraz funkcje dodatkowe, które są wykorzystywane podczas uruchamiania instalacji i kontroli pracy całego systemu.

DP – Slave – to pasywne węzły będące modułami peryferyjnych wejść i wyjść cyfrowych, wejść i wyjść analogowych, napędów, za-

nia znacznika jest ściśle określony, przez co system zachowuje determinizm czasowy.

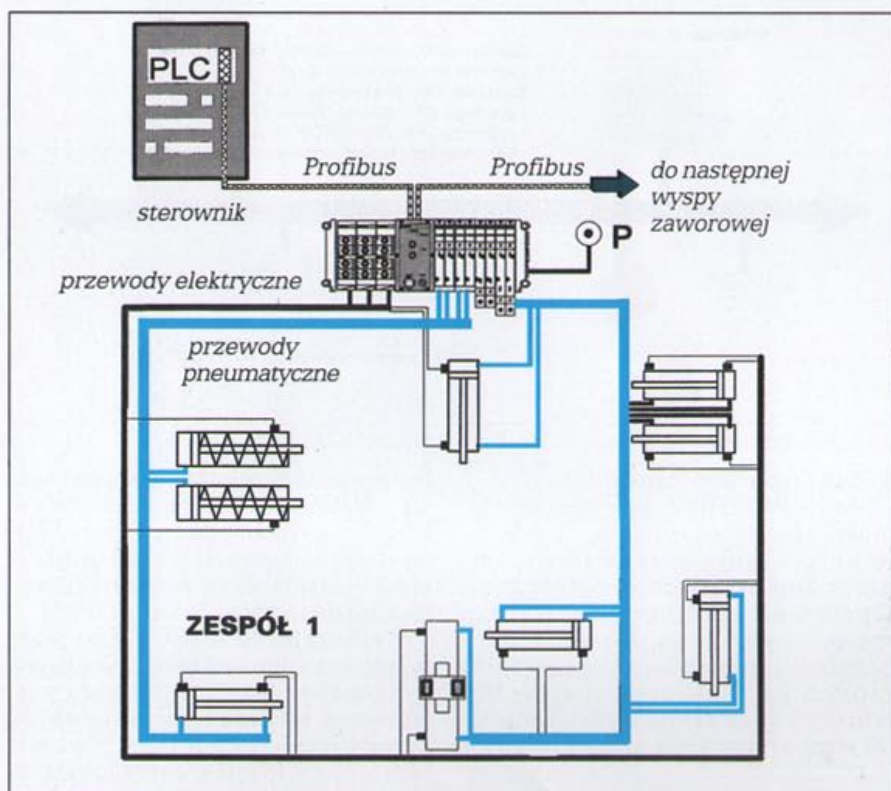
Podstawową architekturą pracy dla sieci PROFIBUS DP jest konfiguracja mono-Master (rys. 3). Oznacza to, że jedna stacja nadrzędna (np. sterownik PLC albo komputer PC lub VME) jest połączona ze zdecentralizowanymi modułami wejść i wyjść, wyspami zaworowymi itp. System mono-Master zapewnia najkrótsze cykle systemu komunikacyjnego, gdyż nie zachodzi w nim konieczność przekazywania uprawnień kontroli dla innych urządzeń Master. Systemy takie są w stanie przesłać do 1 kByte danych wejściowych i wyjściowych w czasie krótszym niż 2 ms.

Mimo iż PROFIBUS DP pozwala na pracę systemu jako multi-Master, należy pamiętać, że nie ma możliwości przesyłania danych użytkowych



Rys. 5 Całkowity czas odpowiedzi od czujnika do elektrozaworu





Rys. 6 Automatykacja z Profibusem i wyspami zaworowymi

cji ze wszystkimi stacjami slave należącymi do mastera, zależy od liczby węzłów slave, wielkości wymienianych danych oraz szybkości transmisji. Z wykresu przedstawionego na rys. 4, widać że obsługa 30 stacji slave, z których każda wymienia po 2 bajty informacji wejściowych i 2 bajty informacji wyjściowych, przy szybkości transmisji 12 Mbit/s, następuje w czasie krótszym niż 1 ms. Z analizy przebiegu przepływu informacji (rys. 5) wynika, że w łańcuchu czasowym: od pojawienia się sygnału na czujniku, do reakcji zaworu elektromagnetycznego, udział sieci w całkowitym czasie przetwarzania to tylko 3%.

Ważnym zagadnieniem dla sieci PROFIBUS DP jest bezpieczeństwo instalacji w przypadku awarii systemu komunikacyjnego.

Mechanizm ochrony w stacji master polega na monitorowaniu transmisji z węzłem slave za pomocą zegara (Data Control Timer). Dla każdego slave'a używany jest oddzielny timer, którego czas upływa, gdy w czasie interwału nie dojdzie do poprawnej transmisji danych. Użytkownik jest informowany o wystąpieniu błędu. Gdy włączona jest automatyczna reakcja na błędy, to master przełącza wyjścia wszystkich dołączonych stacji slave w stan bezpieczny (fail-safe).

Mechanizm ochrony w stacji slave oparty jest na technologii watchdog. Jeśli w czasie zdefiniowanego interwału czasowego nie zostaną odebrane dane od mastera, to slave

automatycznie przełącza się w stan bezpieczny.

Typowo stan bezpieczny dla rozproszonych wyjść jest określany jako wystawienie stanu „0”, jednakże wielu producentów oferuje możliwość swobodnej konfiguracji tego stanu.

PROFIBUS DP definiuje, nie tylko konfiguruje; specyfikuje on również otwartą i niezależną od producenta konfigurację węzłów sieci. Narzędzia konfiguracyjne (oprogramowanie) używają elektronicznych opisów urządzeń. Opisy te utworzone są w postaci tekstowych plików ASCII tzw. GSD. Każdy z producentów modułów PROFIBUS DP opisuje parametry swojego urządzenia w formacie pliku GSD. Dzięki szczegółowemu zdefiniowaniu formatu pliku GSD, zapewniono możliwość łączenia produktów od różnych producentów. Oprogramowanie PC konfiguratora sieci odczytuje dane zawarte w plikach i przetwarza je na odpowiednią konfigurację stacji nadrzędnej.

Praktycznie, większość nowych węzłów PROFIBUS DP automatycznie rozpoznaje szybkość transmisji, a konfiguracja mastera za pomocą oprogramowania, często zintegrowanego z środowiskiem do programowania sterowników, nie przysparza żadnych problemów. Konfigurację sieci sprowadza się do nadania unikatowego adresu stacji, wybrania modułów składowych urządzenia oraz wskazania miejsca w pamięci stacji nadrzędnej, gdzie mają być mapowane zmienne sieciowe.

Większość producentów sterowników PLC dodaje do swoich rozwiązań moduły zewnętrznych procesorów komunikacyjnych; ale coraz częściej spotyka się rozwiązania integrujące CPU-PLC i procesor komunikacyjny.

Aplikacja PLC „nie widzi”, czy dane, na których prowadzone są operacje, pochodzą z kart lokalnych, czy też ściągane są poprzez sieć. Pełne wykorzystanie dodatkowych możliwości diagnostycznych i zwiększających bezpieczeństwo systemu wymaga naturalnie rozszerzenia kodu PLC.

Od 1996 roku standard sieci PROFIBUS definiuje europejska norma sieci przemysłowych typu Fieldbus - EN 50170. Stosowanie rozwiązań standaryzowanych gwarantuje ochronę inwestycji użytkowników i zapewnia lepszą pozycję rynkową producentom urządzeń zgodnych z tą normą.

Pielęgnacją standardu PROFIBUS zajmuje się międzynarodowa organizacja PI (PROFIBUS International), która zrzesza producentów, użytkowników i instytucje badawcze z całego świata. Powołała ona laboratoria testujące oraz centra kompetencji (PROFIBUS Competence Centre), które zajmują się pomocą techniczną jak również prowadzą szkolenia z zakresu sieci PROFIBUS. Akredytację PNO, jako jeden z trzech pierwszych, uzyskał ośrodek przy Instytucie Technologii Maszyn i Automatyki Politechniki Wrocławskiej. W ostatnim katalogu wydawanym przez PI znajduje się ponad 1600 urządzeń posiadających interfejs do sieci PROFIBUS, co wyraźnie obrazuje rozmiar rozpowszechnienia tego standardu.

W napędowo-sterujących układach pneumatycznych z wyspami zaworowymi i wyspami zaworowo-sensoryjnymi bardzo chętnie i z powodzeniem stosowane są przemysłowe sieci komunikacyjne PROFIBUS DP. Przykładem może tu być układ, którego schemat przedstawia rysunek 6. Tak krótka prezentacja sieci PROFIBUS-DP nie pozwala na, choćby pobieżne, wspomnienia o usługach mastera klasy 2, rozszerzeniu DPV1 - komunikacji acyklicznej, komunikacji poprzez sieć Internet, profilach urządzeń (PROFIDRIVE, HMI itp.). Szczególnego znaczenia dla automatyzacji procesów ciągłych nabiera PROFIBUS-PA będący rozszerzeniem PROFIBUS-DP, które pozwala na zasilanie urządzeń obiektowych przez magistralę danych a nawet zastosowanie tej techniki w obszarach zagrożonych wybuchem.

mgr inż. Mariusz Mrzygłód  
mgr inż. Jacek Reiner



## Pneumatyka

Dwumiesięcznik techniki sprężania gazów ukazuje się od 1996 roku. Jest 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.

## Cennik reklam

| Format reklamy         | Cena netto<br>w PLN |
|------------------------|---------------------|
| 1/6 str. - pełny kolor | 700                 |
| 1/6 str. - 2 kolory    | 590                 |
| 1/4 str. - pełny kolor | 1000                |
| 1/4 str. - 2 kolory    | 900                 |
| 1/3 str. - pełny kolor | 1430                |
| 1/3 str. - 2 kolory    | 1150                |
| 1/2 str. - pełny kolor | 2250                |
| 1/2 str. - 2 kolory    | 1900                |
| 1 str. - pełny kolor   | 3750                |
| 1 str. - 2 kolory      | 3350                |

### Strony okładkowe

|                    |      |
|--------------------|------|
| /pełny kolor/      |      |
| 1 str. okładki     | 4500 |
| 2 i 3 str. okładki | 3850 |
| 4 str. okładki     | 4350 |

### Artykuł sponsorowany:

|                      |     |
|----------------------|-----|
| pierwsza strona      | 750 |
| każda kolejna strona | 500 |

## Zamawiam prenumeratę pisma Pneumatyka

- ☐ roczną (6 numerów) - 41,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- ☐ półroczną (3 numery) - 21,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- W cenie prenumeraty zawarte są koszty wysyłki

Ponadto zamawiam numery archiwalne:

5,00 zł x ..... egz.

ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY ..... zł.

Proszę o wystawienie:

- ☐ Faktury VAT  
☐ Rachunku uproszczonego

NIP .....

Jestem płatnikiem podatku VAT i upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

.....  
podpis osoby  
upoważnionej  
.....  
pieczęć  
firmy

## Zamawiam prenumeratę pisma Pneumatyka

- ☐ roczną (6 numerów) - 41,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- ☐ półroczną (3 numery) - 21,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- W cenie prenumeraty zawarte są koszty wysyłki

Ponadto zamawiam numery archiwalne:

5,00 zł x ..... egz.

ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY ..... zł.

Proszę o wystawienie:

- ☐ Faktury VAT  
☐ Rachunku uproszczonego

NIP .....

Jestem płatnikiem podatku VAT i upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

.....  
podpis osoby  
upoważnionej  
.....  
pieczęć  
firmy

## Zamawiam prenumeratę pisma Pneumatyka

- ☐ roczną (6 numerów) - 41,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- ☐ półroczną (3 numery) - 21,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- W cenie prenumeraty zawarte są koszty wysyłki

Ponadto zamawiam numery archiwalne:

5,00 zł x ..... egz.

ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY ..... zł.

Proszę o wystawienie:

- ☐ Faktury VAT  
☐ Rachunku uproszczonego

NIP .....

Jestem płatnikiem podatku VAT i upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

.....  
podpis osoby  
upoważnionej  
.....  
pieczęć  
firmy

## Zamawiam prenumeratę pisma Pneumatyka

- ☐ roczną (6 numerów) - 41,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- ☐ półroczną (3 numery) - 21,00 zł x ... egz.  
począwszy od numeru .....
- W cenie prenumeraty zawarte są koszty wysyłki

Ponadto zamawiam numery archiwalne:

5,00 zł x ..... egz.

ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY ..... zł.

Proszę o wystawienie:

- ☐ Faktury VAT  
☐ Rachunku uproszczonego

NIP .....

Jestem płatnikiem podatku VAT i upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

.....  
podpis osoby  
upoważnionej  
.....  
pieczęć  
firmy



| Odcinek dla posiadacza rachunku                                                                                                                             | Odcinek dla banku                                                                                                                                           | Odcinek dla banku/poczty                                                                                                                                    | Odcinek dla wpłacającego                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | <b>Pneumatyka</b><br>Lektorium Wydawnictwo<br>ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław<br>Bank Austria Creditanstalt<br>Poland SA O/Wrocław<br>17800008-112120001 |
| zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | <b>Pneumatyka</b><br>Lektorium Wydawnictwo<br>ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław<br>Bank Austria Creditanstalt<br>Poland SA O/Wrocław<br>17800008-112120001  | <b>Pneumatyka</b><br>Lektorium Wydawnictwo<br>ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław<br>Bank Austria Creditanstalt<br>Poland SA O/Wrocław<br>17800008-112120001 |
| zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy) .....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | <b>Pneumatyka</b><br>Lektorium Wydawnictwo<br>ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław<br>Bank Austria Creditanstalt<br>Poland SA O/Wrocław<br>17800008-112120001  | <b>Pneumatyka</b><br>Lektorium Wydawnictwo<br>ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław<br>Bank Austria Creditanstalt<br>Poland SA O/Wrocław<br>17800008-112120001 |

## SPIS REKLAM

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Amet .....                  | 6     |
| Archimedes .....            | 33    |
| Atmopol .....               | 23    |
| Biuro Handlowe Ruda .....   | 41    |
| Bovin .....                 | 6     |
| CompAir .....               | 39    |
| CompRot .....               | 21,42 |
| FMSStrzyżów .....           | 52    |
| Hiross .....                | 13    |
| Inwet .....                 | 10    |
| Irkom Poland .....          | 5     |
| Kaesser Kompressoren .....  | 18    |
| Kompres .....               | 40    |
| Kompress .....              | 9     |
| Pascal .....                | 28    |
| Pneumat System .....        | 5     |
| Pneumatik .....             | 7     |
| Pneumatyka .....            | 10    |
| PolkoMikołów .....          | 53    |
| Prema Kielce .....          | 8     |
| SeMaC .....                 | 59    |
| Spomasz Ostrów Wlkp. ....   | 10    |
| Rafineria Gdańska .....     | 60    |
| Renner .....                | 51    |
| Techem .....                | 35    |
| Techman .....               | 51    |
| Te-Ha-Bud .....             | 7     |
| Trans-Aspa .....            | 11    |
| Unigoods .....              | 2     |
| ultrafilter .....           | 1     |
| Vector .....                | 44    |
| Wimtec .....                | 11    |
| Wydawnictwo Lektorium ..... | 48    |
| ZBMiAp-Kraków SA .....      | 8     |

## WARUNKI PRENUMERATY

1. Prenumerata dwumiesięcznika PNEUMATYKA może być rozpoczęta w dowolnym momencie.

2. Aby zaprenumerować dwumiesięcznik PNEUMATYKA, wystarczy:

- czytelnie wypełnić zamieszczony obok kupon prenumeraty i wraz z nim wpłacić należną sumę pieniędzy przekazem pocztowym/bankowym lub;
- przesłać zamówienie pocztą/faksem i po otrzymaniu faktury/rachunku wpłacić należną kwotę na numer konta podany poniżej.

Numer konta:

**Bank Austria Creditanstalt Poland SA**  
**Warszawa O/Wrocław,**  
**Nr r-ku 17800008-112120001**

3. Od 1999 roku w cenie prenumeraty zawarte są koszty wysyłki.





### SMC posiada certyfikat

### Wyroby SMC są zgodne

prężarki mogą być  
 oszczędzającym ener-  
 AUCS, (rys. 3) po-  
 iwość pracy także  
 ciwnych (rewers).  
 maszyn – uzyskanie  
 $3/3$  min przy 7 barach  
 – jest wysoka.

szą konstrukcją są  
 y „Z” ze smarowa-  
 niem i chłodzeniem  
 ącego za pomocą  
 ystemie jest ostat-  
 ku sprężarkowców  
 Zyskuje on coraz  
 nie w wypadkach  
 osowania powietrza  
 jowego: w farmacji,  
 rnym, chemicznym  
 dotychczas sprę-  
 mo silnej i przeko-  
 reklamowej, są tak  
 bezolejowe jest za-  
 e powietrze. A za-  
 ykład w Warszawie,  
 i więcej związków  
 h, w tym i aerozoli  
 to – przypominając  
 dynamiki – sprężarki  
 dług adiabatycznej  
 dynamicznej (bez  
 żanego medium).  
 ydatkach, by jednak  
 doskonalszej ener-

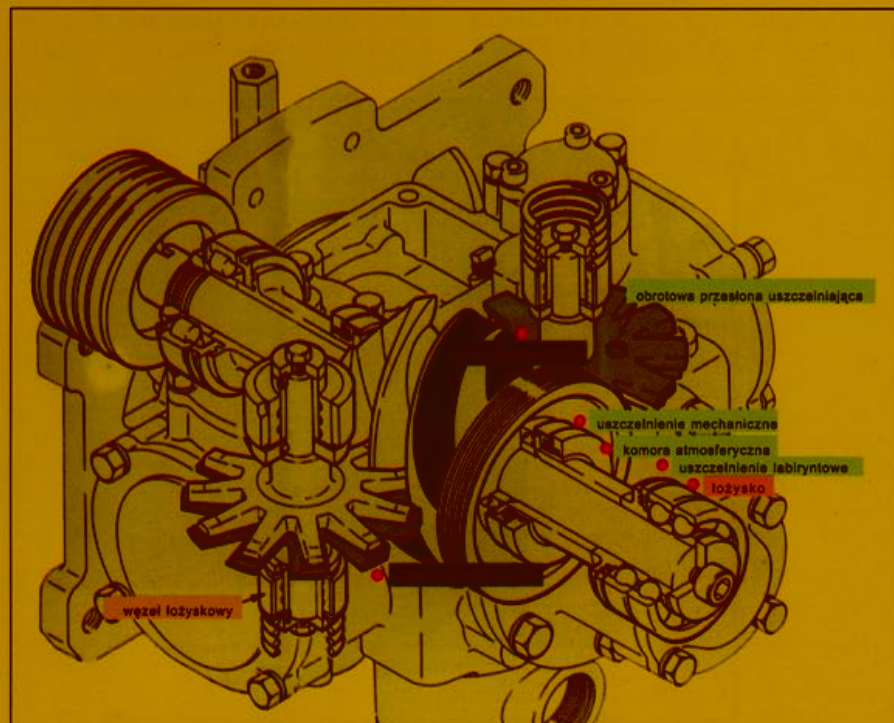
żarek Peugeot ani o jej dalszych lo-  
 sach. Prawdopodobnie nie istnieje  
 już od wielu lat.

Pomysł ten spodobał się bardzo  
 Japończykom. Patent nabyła firma

Mitsui Seiki, znana w Polsce między  
 innymi z doskonałych sterowanych  
 numerycznie centrów obróbkowych,  
 HP 4 i HP 5, wytwarzanych także  
 w Fabryce Obrabiarek „Mechanicy”

tysięcy godzin!  
 dostarczane z os-  
 głą sterownikiem  
 siadają też moż-  
 na obrotach prz-  
 Wydajność tych  
 na przykład 6,4 m  
 z agregatu 37 kW

Jeszcze ciekaw-  
 sprężarki rodzin-  
 niem, uszczelnia-  
 stopnia spręża-  
 wody. O takim  
 nio w środowis-  
 bardzo głośno.  
 większe znacze-  
 konieczności zas-  
 całkowicie bezol-  
 przemyśle nukle-  
 itp. Stosowane  
 żarki „suche”, m-  
 nującej kampani-  
 bezolejowe, jak  
 sysane przez ni-  
 wiera ono, na prz-  
 średnio 0,1 ppm  
 węglowodorowy  
 olejowych. Pona-  
 podstawy termoc-  
 suche pracują we-  
 przemiany term-  
 chłodzenia spr-  
 Przy większych w-  
 zbliżyć się do na-  
 getycznie prze-





# Odpowiadam za **BEZAWARYJNĄ** pracę maszyn i urządzeń.

Dlatego stosuję oleje przemysłowe  
Rafinerii Gdańskiej.  
To sprawdzone oleje!



Park maszynowy, za który odpowiadam jest bardzo zróżnicowany zarówno pod względem technologicznym jak i „wiekowym”. Stąd poszukiwałem środków smarowych spełniających bardzo różne, często specyficzne wymagania.

Od wybieranych przeze mnie olejów zawsze żądałem bardzo wiele. Chciałem, aby zapewniały zmniejszenie kosztów eksploatacji dzięki mniejszej liczbie przymusowych postojów i remontów oraz wydłużały żywotność maszyn i urządzeń. No i oczywiście, aby miały korzystną cenę i były łatwo dostępne.

Bardzo trudno było dokonać wyboru **ODPOWIEDNIEGO** oleju.

Teraz już wybrałem ...

Wybrałem producenta, którego doświadczenie w produkcji olejów przemysłowych i wielokrotnie potwierdzana jakość (certyfikat ISO 9002) sprawia, że potrafi zapewnić **BEZPIECZENSTWO EKSPLOATACYJNE** moim maszynom i urządzeniom.

## PEŁNA OCHRONA

### OLEJE PRZEMYSŁOWE RAFINERII GDAŃSKIEJ

|                                 |                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|
| HYDRAULICZNE                    | L-HL, L-HM, L-HV                                        |
| SPRĘŻARKOWE                     | CORVUS L-DAG, SIGMUS L-DAB<br>L-DAA, CYLITEN 460N L-DGC |
| MASZYNOWE                       | L-AN, L-AN (Z)                                          |
| PRZEKŁADNIOWE                   | TRANSOL L-CKB<br>TRANSOL SP L-CKC                       |
| TURBINOWE                       | REMIZ L-TSA, L-TSG                                      |
| HYDRAULICZNO<br>- PRZEKŁADNIOWE | AGROL U, ARAMUS                                         |



Rafineria Gdańska