

# Pneumatyka

Wrzesień '98

4/12/98

cena 5,50 zł

DWUMIESIĘCZNIK TECHNIKI SPRĘŻANIA GAZÓW

1873 1998  
125

Targi HPS '98

PC w sprężarce

Systemy zasilania

Usterki kompresorów

Efekty  
oszczędnościowe

Koszty wytwarzania  
sprężonego powietrza

Kształty powietrzem  
tworzone

Normy krajowe

Atlas Copco

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323

Wszystko w jednej obudowie - str. 29



Certyfikat ISO 9001



Certyfikat UDT

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



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

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



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



73-110 Stargard Szczec.  
ul. Wieniawskiego 16/18  
tel./fax (092) 573 37 35  
tel. (092) 573 26 76

60-251 Poznań  
ul. Hetmańska 23/9  
tel./fax (061) 866 58 65

66-400 Gorzów  
ul. Osadnicza 30  
tel./fax (095) 720 26 66

85-776 Bydgoszcz  
ul. Łowicka 3  
tel./fax (052) 343 35 68  
tel. (052) 346 30 98

90-253 Łódź  
ul. Kilińskiego 32  
tel./fax (042) 632 04 10  
tel. (042) 630 84 61

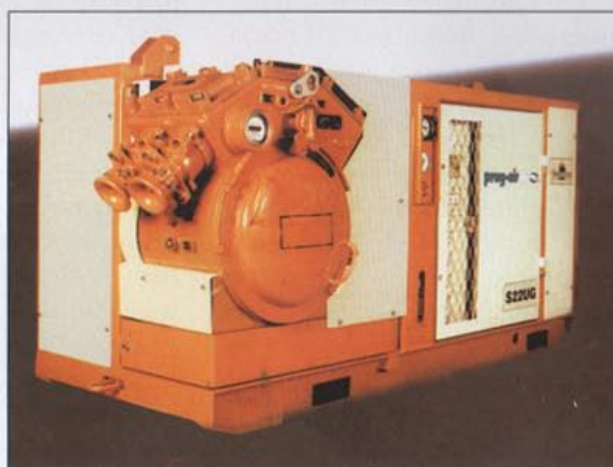
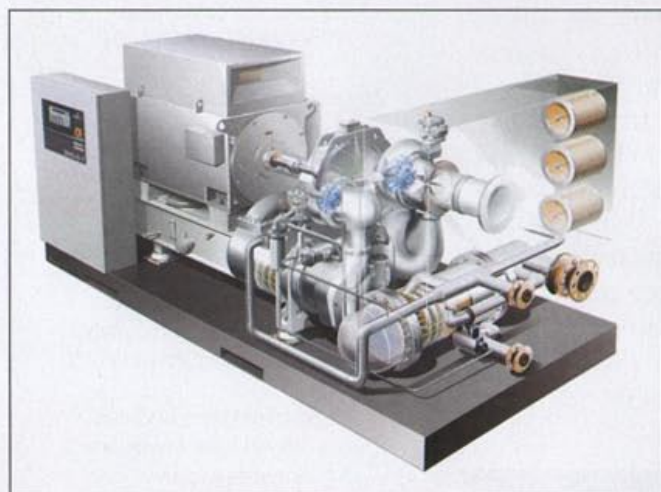
**GENERALNY PRZEDSTAWICIEL „CECCATO”: P.U.H. „UNIGOODS” s.c., Stargard, ul. Wieniawskiego 16/18. SERWIS: 0601/78 54 98**



|                                                                             |    |                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------|----|
| Pneumatyka na II Międzynarodowych Targach HPS '98                           | 14 | Efekty oszczędnościowe                                      | 32 |
| PC w sprężarce                                                              | 16 | Koszty wytwarzania sprężonego powietrza                     | 34 |
| Usuwanie oleju ze sprężonego powietrza przy użyciu filtrów koalescencyjnych | 19 | Polska premiera sprężarki Hydrovane 975 Airlogic Electronic | 37 |
| Gdzie duży nie może...                                                      | 22 | Technika sprężania                                          | 38 |



|                                   |    |                                        |    |
|-----------------------------------|----|----------------------------------------|----|
| Konkurs                           | 24 | Kształty powietrzem tworzone           | 41 |
| Dokąd zmierza polska pneumatyka?  | 25 | Systemy zasilania sprężonym powietrzem | 44 |
| Ludzie to nasz największy kapitał | 26 | Usterki kompresorów cz. II             | 49 |
| Wszystko w jednej obudowie        | 29 | Sprężone powietrze w górnictwie        | 53 |



|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Normy krajowe a normy międzynarodowe | 54 |
| Listy                                | 56 |



# Nowy cykl - spotkania branżowe

W bieżącym numerze dwumiesięcznika PNEUMATYKA rozpoczynamy nowy cykl artykułów sygnowanych jako spotkania branżowe. Zależy nam na tym, aby promować różne ciekawe inicjatywy, z którymi mamy do czynienia na naszym „pneumatycznym podwórku”. Cieszymy się, że oprócz licznych spotkań targowych odbywają się też sympozja czy prezentacje poświęcone, ogólnie mówiąc, pneumatyce. Te inicjatywy przyczyniają się do lepszego poznania wielu zagadnień, szczególnie przez uczestników, którzy na co dzień w swojej pracy zawodowej stykają się ze sprężonym powietrzem.

Polska gospodarka po niedawnych przemianach już okrzepła. Wyraźnie widać funkcjonujące już w praktyce prawa ekonomiczne. Dowodem na to jest fakt, iż wszelkie nowe rozwiązania, dotyczące zarówno maszyn, jak i systemów sterowania, pojawiają się u nas bardzo szybko. Pozbyliśmy się już dotychczasowych barier i ograniczeń, i to właśnie powinno być dla firm z branży sprężonego powietrza wyzwaniem do działania. Zamierzeniem naszym nie jest reklamowanie konkretnych firm czy rozwiązań technicznych, ale przedstawianie różnych ciekawych wydarzeń i inicjatyw. Chcemy zachować całkowitą bezstronność. Może dzięki tym relacjom zachęcimy do działania firmy, które do tej pory nie były przekonane do celowości tego rodzaju przedsięwzięć.

Pierwszym artykułem z tego cyklu jest polska premiera sprężarki Hydrovane 975 Airlogic

Electronic, która odbyła się w ZPJ Miranda S.A. w Turku. W następnych edycjach PNEUMATYKI zamierzamy kontynuować ten cykl, ale tylko wtedy, gdy zyska on aprobatę firm będących organizatorami podobnych spotkań branżowych.

W bieżącym wydaniu dwumiesięcznika kontynuujemy uprzednio rozpoczęty cykl publikacji, prezentujący sylwetki ludzi ważnych dla pneumatyki. Na naszych łamach przedstawiamy mgra inż. Mariana Kostenckiego, dyrektora technicznego firmy VECTOR z Poznania. Biorąc pod uwagę fakt, że osoby te są zazwyczaj bardzo zapracowane i cierpią na chroniczny brak czasu, nie przyjęliśmy w praktyce żadnego klucza, według którego będziemy prezentować poszczególne osoby. Mam nadzieję, że uda mi się porozmawiać ze wszystkimi ważnymi z tej branży i przekazać relacje czytelnikom na łamach PNEUMATYKI.

Chcielibyśmy też więcej uwagi poświęcić tematyce związanej z transportem pneumatycznym, która jest aktualna i cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem wielu firm.

Ostatnio obserwujemy także spore zainteresowanie „rynkiem wschodnim”. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom firm z branży pneumatycznej, zamieszczamy sprawozdanie z konferencji w Kazaniu w Rosji.

Oczekujemy, że nasze inicjatywy zostaną przyjęte przez Państwa z zainteresowaniem.

Mariusz Makulski

## Pneumatyka

### REDAKCJA

Redaktor naczelny:  
Mariusz Makulski  
Redaktorzy techniczni:  
Edyta Wirt  
Marcin Kluziak

Współpracownicy  
Andrzej Araszkiewicz  
Wojciech Halkiewicz  
Dariusz Jaszczak

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

### ADRES REDAKCJI

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
tel./fax: (071) 735 900;

### WYDAWCA

Wydawnictwo Lektorium  
Kierownik wydawnictwa:  
Mariusz Makulski  
Sekretarz wydawnictwa:  
Katarzyna Wilczyńska

### ADRES WYDAWCY

Wydawnictwo LEKTORIUM  
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław  
tel./fax: (071) 735 900;

### DRUKARNIA

ANEX  
ul. Jerzmanowska 99; 54-530 Wrocław  
tel. (071) 349 31 77

### 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 na adres 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.



## Firma Riegler-Druckluftarmaturen

Niemiecka firma Riegler-Druckluftarmaturen specjalizuje się w produkcji i sprzedaży armatury sprężonego powietrza. 50 lat tradycji, 70 tys. stałych odbiorców, wysokiej klasy wyroby własnej produkcji oraz innych renomowanych firm, jak:

- Wika (manometry)
- Asco (elektrozawory)
- Geka (szybkoszłącza) itp.

Szczególnie bogatą ofertę firma Riegler prezentuje w gamie wyrobów ze stali nierdzewnej. Są to kształtki, szybkozłącza i złącza o różnych przekrojach. Generalnym dystrybutorem w Polsce jest wrocławska firma Pneumat System, która prowadzi hurtową sprzedaż ww. wyrobów, na życzenie wysyła katalogi oraz poszukuje dystrybutorów na terenie całego kraju.

## PPHU KOMPRESS

PPHU Kompres to przedsiębiorstwo o ugruntowanej pozycji w branży sprężonego powietrza. 20 lat doświadczeń i dynamizm działania sprawiły, że zaczynając od zakładu naprawczego sprężarek tłokowych, firma przekształciła się w jedno z największych w Polsce przedsiębiorstw handlowo-serwisowych maszyn i urządzeń z dziedziny pneumatyki. Zostało to zauważone przez znane niemieckie firmy ALUP Kompressoren i J. P. Sauer & Sohn, które zaproponowały współpracę na zasadzie wyłącznego ich przedstawicielstwa w Polsce.

Od tego momentu otwiera się nowa karta w historii firmy. PPHU Kompres, oferując sprężarki śrubowe ALUP Kompressoren oraz wysokociśnieniowe sprężarki tłokowe J. P. Sauer & Sohn, stał się jedną z nielicznych w Polsce firm sprzedających sprężarki powietrza o zakresie działania do 350 bar, z gwarancją pełnego serwisu tych urządzeń. Wprowadzając na polski rynek sprężarki budowane w oparciu o światowe technologie, umożliwiono rodzimym użytkownikom dostęp do maszyn najwyższej jakości. ALUP Kompressoren i J. P.

Sauer & Sohn mają ponad 70-letnie doświadczenie w produkcji sprężarek powietrza, posiadają przedstawicielstwa w ponad 30 krajach świata. Sprężarki produkowane zgodnie z wymogami towarzystw certyfikacyjnych Det Norske Veritas, Bureau Veritas, Lloyd's Register Of Shipping, Germanischer Lloyd, spełniając najbardziej rygorystyczne wymagania stawiane maszynom do pracy na morzu oraz pełną kodyfikacją NATO, znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle stoczniowym. Oferowane w Polsce przez PPHU Kompres sprężarki powietrznych firm znalazły użytkowników wśród tak poważnych zakładów, jak kopalnie, huty, stocznie, wojsko i inne.

Oferta PPHU Kompres obejmuje również osuszacze chłodnicze i adsorpcyjne, filtry powietrza, separatory, zbiorniki wyrównawcze itp. najlepszych światowych marek. Mając możliwość wykonania projektów technicznych i instalacji, firma ta jest w stanie kompleksowo obsłużyć klientów.

Dynamizm rozwoju PPHU Kompres opiera się na profesjonalizmie działania kierownictwa firmy i całej załogi. Zaplecze techniczne firmy oparte jest na kilkunastu doświadczonych pracowników serwisu, dysponujących samochodami firmowymi i nowoczesnie wyposażonym warszatem. Podstawowym założeniem jest zapewnienie użytkownikom poczucia bezpieczeństwa, serwis techniczny dociera w ciągu 24 godzin do najdalejszych zakątków kraju.

Stale otwierane są nowe przedstawicielstwa PPHU Kompres na terenie kraju, ostatnio w Legnicy i w Gdańsku.

Osiągane wyniki sprzedaży stawiają PPHU Kompres w gronie najlepszych światowych przedstawicielstw ALUP Kompressoren i J. P. Sauer & Sohn.

## Symposium w AGH

W ostatnim tygodniu sierpnia krakowska AGH we współpracy z firmami BP Techem S.A., PeeM oraz Pneumatyka i Energetyka Andrzejewski,



**CENTRUM PNEUMATYKI**

systemy uzdatniania sprężonego powietrza



- ✓ filtry
- ✓ regulatory
- ✓ naoliwiarki
- ✓ osuszacze

**KATALOGI ORAZ SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA**

**Centrum Pneumatyki**

53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72,  
tel./fax 071 735 895, tel 071 735 900

**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





## DOLNOŚLĄSKIE CENTRUM PNEUMATYKI



Sprężarki tłokowe  
Sprężarki śrubowe  
Osuszacze powietrza  
Urządzenia próżniowe  
Zbiorniki wyrównawcze  
Instalacje pneumatyczne  
Narzędzia pneumatyczne  
Filtr sprężonego powietrza

**Atlas Copco**

Autoryzowany Dealer

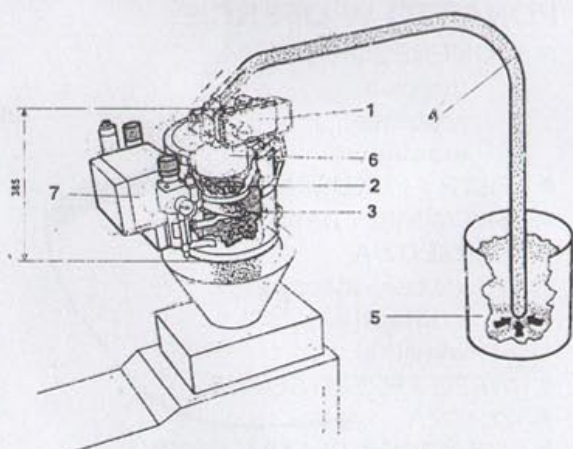


Wylączny Przedstawiciel

51-129 Wrocław ul. Żmigrodzka 247  
tel./fax. ( 071 ) 325-34-10 tel. ( 090 ) 65 25 25

# 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. Wołności 20  
tel./fax: (0-58) 621-98-24, 621-99-64

## AKTUALNOŚCI

zorganizowała sympozjum dotyczące optymalnej gospodarki sprężonym powietrzem w warunkach przemysłu hutniczego. Problemy rozpraszania sprężonego powietrza przybliżył prof. Łukasz N. Węsierski, metody i ekonomię wytwarzania referował inż. Andrzej Araszkiewicz, a inż. Jarosław Andrzejewski zaprezentował sposoby jego uzdatniania. W sympozjum udział wzięli dyrektorzy techniczni i inżynierowie ruchu samodzielnych zakładów Huty Sędzimir.

### ZBMiAp w Krakowie

Zakłady Budowy Maszyn i Aparatury im. Ludwika Zieleskiego istnieją w Krakowie od 1804 roku. Spółka Akcyjna powstała 2 marca 1992 r. z przekształcenia przedsiębiorstwa państwowego, znanego wcześniej jako Zakłady im. Szadkowskiego. ZBMiAp - Kraków SA jest zakładem przemysłu maszynowego, specjalizującym się w produkcji sprężarek powietrza, dmuchaw promieniowych powietrza i gazu, pomp hydraulicznych oraz szerokiego asortymentu części zamiennych do tych wyrobów, jak również do innych urządzeń przemysłowych.

Spółka posiada bogatą ofertę usług serwisowych i przemysłowych. Znaczącą pozycję stanowią remonty maszyn wykonywane w firmie lub u użytkowników. W 1996 roku asortyment produkowanych urządzeń został poszerzony o sprężarki śrubowe i dmuchawy typu Roots wraz z oferowaną pełną automatyką i sterowaniem. W produkcji eksportowej znaczącą pozycję jest produkcja części zamiennych, podze-

spółów i zespołów maszyn kablowych dla odbiorcy francuskiego.

W sierpniu tego roku Zakłady Budowy Maszyn i Aparatury im. Ludwika Zieleskiego w Krakowie Spółka Akcyjna uzyskała Certyfikat Systemu jakości wg PN ISO 9001. Certyfikat został uroczystie wręczony prezesowi ZBMiAp Kraków SA w dniu 11.09.1998 r.

### Targi Taropak '98

Targi odbyły się na terenie MTP w Poznaniu w dniach od 15-18.09.1998. Wzięło w nich udział ponad 700 wystawców z 18 krajów świata. Są to tradycyjne targi techniki pakowania i logistyki. Nasza branża szeroko pojętej pneumatyki najbardziej była widoczna przede wszystkim w postaci wielu elementów automatyki pneumatycznej maszyn pakujących, dozujących itd. Widoczne były podzespoły takich firm, jak Festo, Parker, SMC, Camozzi, Prema Kielce oraz wielu innych poważnych dostawców, których przepraszamy, że nie są wymienieni z nazwy. Zanotowaliśmy obecność stoiska firmy Bosch, prezentującego cały wachlarz urządzeń takich, jak narzędzia pneumatyczne, profile aluminiowe oraz automatyka pneumatyczna. Z firm sprężarkowych na targach obecne były następujące firmy: Airpol Poznań - prezentujący sprężarki śrubowe, tłokowe olejowe i bezolejowe, układy z doprężaczami na 40 bar oraz układy filtracji i osuszania; Kompres Warszawa, prezentujący sprężarki śrubowe, wysokociśnieniowe sprężarki tłokowe układy filtracji i osuszania, a także Vector Poznań, prezentujący sprężarki śrubowe, filtry i osuszacze sprężonego powietrza. Impreza mniejsza niż czerwcowe MTP '98, ale wydało się, że odwiedziło ją znacznie więcej zainteresowanych.

### Vector w nowej siedzibie

Firma Vector z dniem 2 XI 1998 r. przeniosła się do nowej siedziby w Tarnowie Podgórnym, gdzie przy ulicy Rokietnickiej 21, zlokalizowano centralne biuro firmy, maga-





zyn urządzeń, części eksploatacyjnych i serwis.  
Nowy tel./fax 061 81464 41, 8146442

### Atlas Copco Airpower Industrial Air Division

W ciągu kilkunastu pierwszych dni września br. w zakładach Atlas Copco Airpower odbyła się prezentacja najnowszych osiągnięć zakładu Industrial Air Division, koncentrującego się na sprężarkach powietrza i urządzeniach towarzyszących małej i średniej wielkości. W ciągu tych kilkunastu dni zakłady Atlas Copco w Belgii odwiedziły liczne grupy z wielu krajów, także spoza naszego kontynentu. Wśród odwiedzających było wielu użytkowników oraz przedstawicieli dystrybutorów Atlas Copco z różnych zakątków świata. Głównym punktem programu była multimedialna prezentacja przedstawiająca osiągnięcia Atlas Copco z zakresu techniki sprężania powietrza. Zaprezentowano najnowsze produkty, które według opinii wielu gości, ustanawiają nowe standardy przemysłowe. Prezentacje odbywały się oddzielnie dla różnych grup językowych. Nie zabrakło również gości z naszego kraju, którzy mieli okazję zapoznać się z zakładami Atlas Copco, z ich historią oraz planami rozwojowymi. Mogli oni również wymienić doświadczenia z kolegami z różnych części naszego kontynentu. Z dużym zainteresowaniem spotkał się wprowadzany właśnie do sprzedaży typoszereg sprężarek śrubowych z wtryskiem oleju serii GA z zakresu 30 kW do 45 kW. W kolejnym wydaniu *Pneumatyki* zapoznamy czytelników właśnie z tymi urządzeniami firmy Atlas Copco.

### Seminarium Polskiej Grupy HYDROVANE

W dniach 25 do 28 listopada 1998 roku w miejscowości Wilkasy koło Giżycka odbędzie się spotkanie szkoleniowe Polskiej Grupy Hydrovane. Zaplanowano zajęcia z marketingu, szkolenia techniczne oraz prezentację nowych produktów Comp-

Air Hydrovane i Reavell. Przedstawione zostaną wielosprężarkowe systemy zasilania oparte o sterownik nadrzędny Hydovane SmartBox (na przykładzie sprężarki w zakładach Prefabet Niegocin) oraz sprężarki przenośne firmy Factair.

Organizatorem spotkania jest firma BPTECHEM.S.A., zaś współgospodarzem zarząd Prefabetu Niegocin w Wilkasach.

### Seminarium Atlas Copco

Na początku października br. w Konstancinie Jeziornej k. Warszawy odbyła się prezentacja Atlas Copco w zakresie stacjonarnych sprężarek powietrza i urządzeń towarzyszących. Wzięli w niej udział przedstawiciele kilkudziesięciu zakładów przemysłowych z Warszawy i okolic. Przedmiotem prezentacji były najnowsze generacje sprężarek śrubowych z wtryskiem oleju serii GA. Zaprezentowano zagadnienie metod regulacji wydajności z omówieniem najnowszych rozwiązań Atlas Copco w tej dziedzinie. Duże zainteresowanie wzbudził film prezentujący wyniki testów sprężarek GA VSD z wbudowanym konwerterem częstotliwości, które przeprowadził Instytut Laborec z Belgii. Omawiano również najnowsze rozwiązania w technice bezolejowych sprężarek śrubowych oraz najnowszą serię ZH sprężarek odśrodkowych Atlas Copco. Już wkrótce przedstawiciele Atlas Copco odwiedzą kolejne regiony naszego kraju, organizując podobne seminaria.

### Targi Polagra '98

XIV Międzynarodowe Targi Rolno-Przemysłowe Polagra odbyły się na terenie MTP w Poznaniu w dniach 1-6.10.1998. W gronie wielu specjalistycznych wystawców zaznaczyły swą obecność również firmy z szeroko pojętej branży pneumatycznej. Wśród nich zaprezentowały się: Bibus, CompRot, Fripol, Polmo Gorlice, Semac, Spomasz Pleszew, WAN. Stoiska tych firm cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród potencjalnych klientów.

# HIROSS

## Chłodnice i filtry sprężonego powietrza

**Chłodnice wtórne  
AFTERCOOLER**  
chłodzone powietrzem  
od 0,6 do 75 m<sup>3</sup>/min



**Chłodnice wtórne  
AFTERCOOLER**  
chłodzone wodą  
od 4,3 do 360 m<sup>3</sup>/min



**Separatory cyklonowe  
SEPARATOR**  
od 2,0 do 400 m<sup>3</sup>/min



**Filtry  
HYPERFILTER**  
klasy 1,2,3 i węglowe  
od 0,4 do 180 m<sup>3</sup>/min



**Zawory odwadniające  
mechaniczne, czasowe,  
elektromagnetyczne  
Separatory oleju  
z wody**



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



## AMERYKAŃSKO-POLSKIE AGREGATY SPRĘŻARKOWE

WYDAJNOŚĆ 250, 450, 600, 1000, 1200 l/min...  
CIŚNIENIE ROBOCZE 0,8÷1,0 MPa  
ZBIORNIK 0,09; 0,25; 0,40 m³...  
DWU- I JEDNOSTOPNIOWE SPRĘŻANIE...  
AMERYKAŃSKA POMPA...  
NIEZAWODNE, TRWAŁE...

*Kompresory nie podlegają rejestracji w UDT  
Prowadzimy serwis gwarancyjny i pogwarancyjny*



Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe

**POMEX**

ul. Mikołaja z Ryńska 36

87-200 Wąbrzeźno

tel. 056 688 20 23 do 26; fax 039 12 46 56

fax marketingu 056 688 20 27

**POMEX**

SOLIDNY PARTNER '97



## SPRĘŻARKI DMUCHAWY FILTRY

**Airpol®**

*Sprawdzone u kilkudziesięciu tysięcy użytkowników, wysokiej jakości, silnej konstrukcji, przeznaczone do ciężkiej pracy.*

- SPRĘŻARKI ŚRUBOWE (50 – 600 m³/h, ciśn. do 15 bar)
- SPRĘŻARKI TŁOKOWO-OLEJOWE (10-170 m³/h, ciśn. do 15 bar)
- SPRĘŻARKI TŁOKOWE BEZOLEJOWE (5-80 m³/h, ciśn. do 20 bar)
- AGREGATY DOPRĘŻAJĄCE do 40 bar (PET)
- DMUCHAWY
- REMONTY SPRĘŻAREK (produkcji własnej i POMET)
- MODERNIZACJE SPRĘŻARKOWNI
- ODWADNIACZE, FILTRY, SPUSTY KONDENSATU
- OSUSZACZE CHŁODNICZE I ADSORPCYJNE



Fachowe doradztwo, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.

Wyroby dostępne również u naszych agentów na terenie całego kraju.

**PRZEDSIĘBIORSTWO PRODUKCJI SPRĘŻAREK**

61-022 POZNAN, UL. KRANOWA 15, TEL. (061) 876 29 80, 876 29 80, FAX. (061) 877 00 02

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Zestaw Hydri

Wiodący producent sprężarek łopatkowych, brytyjska firma CompAir Hydrovane wprowadza na rynek zestawy Hydri. Są to dobrze już znane na polskim rynku sprężarki serii 5 (501 Purs, 502 Purs i 504 Purs) zaopatrzone w filtry



i osuszacze membranowe. Te niewielkie urządzenia o mocy od 1 do 4 kW pozwalają na uzyskanie powietrza klasy 1.1.2. Ciśnieniowy punkt rosy przy zestawach Hydri wynosi od -20° do -40°C w zależności od temperatury otoczenia. Zestawy te charakteryzują się zwartą konstrukcją, bardzo cichą pracą i najniższymi w swojej klasie kosztami eksploatacji. Dostarczane są ze zbiornikami 50-, 90- i 200-litrowymi. Ten produkt adresowany jest do użytkowników wymagających powietrza o najwyższej jakości, a ponadto urządzeń małego, cichego, niezawodnego, bardzo trwałego i taniego w eksploatacji.

### Nowy typoszereg sprężarek firmy SAUER & SOHN

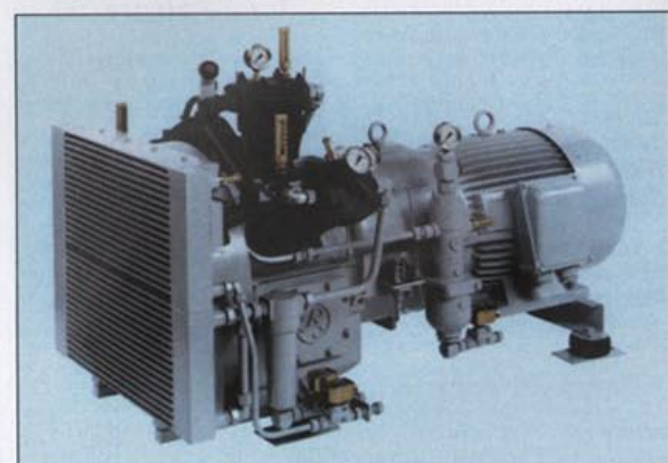
W celu rozszerzenia nowego typoszeregu, którego „pilotem” był model WP151L, Sauer & Sohn zakończył modernizację swojej serii 3-stopniowych sprężarek

wysokociśnieniowych chłodzonych powietrzem.

Modernizacja ta była konieczna, aby sprostać rosnącym wymaganiom międzynarodowych armatorów i przemysłu ładowego: łatwiejszych przeglądów, większej powtarzalności i obniżenia kosztów użytkowania. Nowe modele: WP81L, WP101L, WP121L, oraz WP151L, WP270L i WP310L będą miały te same wymiary gabarytowe i ciśnienie końcowe jak ich poprzednicy. Główną różnicę to: pominięcie płyty bazowej i zastosowanie kołnierowego połączenia silnika elektrycznego. Zachowując niezmienny układ korbowo-tłokowy zagwarantowano zamienność głównych części.

W celu zmniejszenia wibracji i polepszenia przepływu powietrza zmieniono ustawienie cylindrów. Przez wprowadzenie specjalnych zaworów lamelowych i nowo zaprojektowanych zaworów koncentrycznych o wysokiej efektywności, a także uproszczenie procedury przeglądów bieżących osiągnięto korzyści serwisowe. Dokonano również korekt w celu zwiększenia powtarzalności i niezawodności tej serii sprężarek.

3-stopniowe sprężarki chłodzone powietrzem z niską temperaturą sprężania w związku z podziałem współczynnika kompresji na trzy stopnie dają użytkownikom wyraźne korzyści serwisowe w porównaniu z tradycyjnymi sprężarkami dwustopniowymi. Najistotniejszą różnicą jest zalecanie korzystania z olei mineralnych, co daje wymierne oszczędności. Sauer & Sohn oferuje teraz typoszereg sprężarek, który obejmuje





ciśnienia tłoczenia do 350 bar i wydajności do 10,5 m<sup>3</sup>/min.

Wyłącznym przedstawicielem na terenie Polski jest firma PPHU Kompres w Warszawie.

## Kaeser Kompressoren - pomiary zużycia sprężonego powietrza

Poza wyposażeniem sprężarkowni Kaeser Kompressoren oferuje także usługi w zakresie pomiaru i analizy zapotrzebowania na sprężone powietrze. Dostępne są dwie metody pomiarowe. Pierwsza oparta na bezpośrednim pomiarze przepływu w kolektorze zbiorczym. Metoda ta, niezwykle precyzyjna, wymaga jednak przeróbek w sieci - montażu na rurociągu sond pomiarowych przepływu ciśnienia i temperatury. Wynikiem pomiaru jest diagram obciążenia sieci. Standardowy pomiar trwa 7 dni. Alternatywnym rozwiązaniem jest ADA (Air Demand Analyser) - system oparty na pomiarze ilości i długości załączeń kompresorów w trybach: tłoczenia, luzu oraz pomiaru czasu spoczynku. Pomiar trwa co najmniej 3 dni. Do pomiaru wystarczy dostęp do odpowiednich zestyków pomocniczych styczników sterujących kompresora. Przetworzenie wyników poprzez program KESS (Kaeser Energy Saving System) pozwala na natychmiastowe zaproponowanie odpowiednich zmian w wyposażeniu stacji sprężarek.

## Beztłoczyskowy siłownik podwójny

Beztłoczyskowy siłownik pneumatyczny typu Lintra-Twin firmy Norgren charakteryzuje się wyjątkowo zwartą budową. Są to faktycznie dwa siłowniki pneumatyczne beztłoczyskowe połączone w jeden zespół konstrukcyjny. Jeden siłownik to klasyczny beztłoczyskowy typu Lintra, ale z ruchomym korpusem, a unieruchomionym suwakiem. Na tym siłowniku zabudowany jest drugi ruchomy suwak, ale napędzany zębatym paskiem klinowym. Dzięki temu skokowi, przy tych samych wymiarach osiągnięty jest dwu-



krotnie większy skok. Na przykład przy wymiarze gabarytowym siłownika równym 1224 mm osiąga się skok 2000 mm. Siłownik ma wbudowaną obustronną amortyzację w skrajnych położeniach i bezdotykową sygnalizację położenia. Maksymalna prędkość do 1,5 m/s (ze względu na duże przemieszczające się masy), maksymalny skok 3000 mm.

## Nowy typoszereg zbiorników

FMS Spomasz Pleszew SA wzbogaca swój asortyment wyrobów o nowy typoszereg zbiorników sprężonego po-



wietrza. Poza oferowanymi do tej pory wielkościami od V=0,4 m<sup>3</sup> do V=10 m<sup>3</sup> i ciśnieniu od p=1,0 MPa do p=3,5 MPa wprowadzono do produkcji dwa nowe zbiorniki V=0,035 m<sup>3</sup> i p=1,5 MPa oraz V=20 m<sup>3</sup> i p=1,0 MPa. Wszystkie zbiorniki produkowane



# VECTOR

Technika Sprężonego Powietrza

- SPREŻARKI ŚRUBOWE Z WTRYSIEM OLEJU ORAZ BEZOLEJOWE

- DMUCHAWY

- OSUSZACZE

- FILTRY

- DORADZTWO

- PROJEKTY

- POMIARY



**Uwaga!**  
**Zmiana adresu i telefonu**

62-080 Tarnowo Podgórne, ul. Rokietnicka 21  
tel./fax (061) 814 64 41, 814 64 42

**Przemysłowe urządzenia schładzające wodę w obiegu zamkniętym. Procesy odzysku ciepła.**

**GREEN BOX**  
PROCESS COOLERS



**Wydajność cieplna: 14 ÷ 1350 kW**



**Przedstawiciel w Polsce: PUH „UNIGOODS”**

73-110 Stargard Szczeciński  
ul. Wieniawskiego 16/18  
tel./fax (092) 573 37 35, 573 26 76

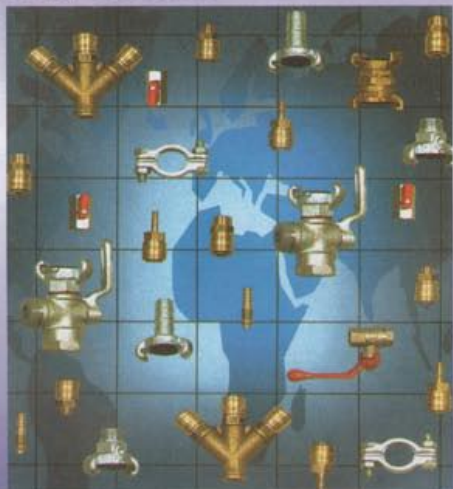




## CENTRUM PNEUMATYKI

armatura złączna do sprężonego powietrza

- ✓ szybkozłącza klowe
- ✓ szybkozłącza wtykowe
- ✓ zawory kulowe
- ✓ obejmy zaciskowe



### KATALOGI ORAZ SPRZEDAŻ WYSŁĘKOWA

Centrum Pneumatyki

53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72,  
tel./fax 071 735 895, tel 071 735 900

## NOWOŚCI TECHNICZNE

przez FMS Spomasz Pleszew SA mogą być wykonane ze stali zwykłej węglowej lub ze stali kwasoodpornej. Standardowe wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego zbiorników obejmuje malowanie ich powierzchni zewnętrznych. Zbiorniki o średnicy nie przekraczającej 1300 mm wykonywane są na życzenie klienta w wersji ocynkowanej, a także wyposażane w armaturę. Fabryka utrzymuje stały zapas magazynowy podstawowych wielkości zbiorników, co zapewnia natychmiastową realizację zamówień.

### Armatura ze stali nierdzewnej

Wrocławska firma Pneumat System przedstawia niezwykle ciekawą ofertę ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej, zawarą w najnowszym katalogu firmy Riegler 10/98. Są to:



- zespoły przygotowania sprężonego powietrza dwu- i trzelementowe (tj. reduktory, filtry, smarownice) o maksymalnym ciśnieniu pracy do 30 bar i temperaturze pracy od -20 do +8°C;



- zawory kulowe przystosowane do pracy w temperaturze do 230°C i ciśnieniu maksymalnym 70 bar (G1/4" - G3");
- szybkozłącza i elementy złączne.

Elementy te mają przede wszystkim zastosowanie w miejscach narażonych na działanie agresywnych, żrących mediów, często występujących w działach przemysłu spożywczego i chemicznego. Ponadto firma Riegler oferuje szeroką gamę armatury pneumatycznej z mosiądzu, mosiądzu niklowanego i plastikowe elementy złączne (PA; PP; POM).

### Nowości z Archimedes

Narzędzia z napędem pneumatycznym stanowią obecnie najbardziej niezawodne, zwarte i elastyczne w zastosowaniu środki mechanizacji ręcznych prac w zakresie oczyszczania szlifowaniem i frezowaniem, cięcia, wiercenia itp. Ciągły i intensywny rozwój narzędzi z tym napędem determinują uznane jego zalety, a także - zwłaszcza w ostatnich latach - działalność konkurencyjną w warunkach gospodarki rynkowej. W obszernym i różnicowa-



nym asortymencie produkcyjnym Archimedes SA wśród nowości, które ukażą się na rynku w najbliższym czasie, wymienić można między innymi: szlifierkę kątową pneumatyczną SK180A9, szlifierki proste SZ100A1 i SZ150B1, młotek ścinak MS-13B, młot wyburzeniowy MP-28, "+". Szlifierka kąтова SK180A9 służy do wyrównywania powierzchni spawanych, odlewów i odkuwek oraz do oczyszczania dowolnych powierzchni z farby, rdzy, brudu itp. przy zastosowaniu szczotki zamiast ściernicy. Chwyt boczny oraz możliwość montażu dźwigni włączającej z góry lub z dołu korpusu zaworu powiększają walory ergonomiczne narzędzia, zaś łatwość regulacji położenia osłony oraz wymiany ściernicy



ZAKŁADY BUDOWY MASZYN I APARATURY

im. L. ZIELENIEWSKIEGO

W KRAKOWIE

Spółka Akcyjna

ROK ZAŁ. 1804

### 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 49 47, 421 55 57

Dział Marketingu 012 421 35 04, 412 33 33

Fax: 012 421 84 28, 421 39 46

Internet: [www.zieleniewski.com.pl](http://www.zieleniewski.com.pl)



lub szczotek, bez jej demontażu, stanowią dodatkowe zalety funkcjonalne narzędzia. Pneumatyczne szlifierki proste SZ100A1 oraz SZ150B1 są profesjonalnymi narzędziami przeznaczonymi do intensywnej pracy w ciężkich warunkach. Znajdują zastosowanie przy wyrównywaniu spoin spawalniczych, powierzchni odlewów odkuwek itp. Charakteryzują się stosunkowo niewielkimi gabarytami i dużą mocą. Te wysoko wydajne narzędzia są niezbędne w odlewniach, kuźniach, a także w warsztatach rzemieślniczych.

W młotkach MS-13B i młocie wyburzeniowym MP-28 „+” odpowiednia energia uderzenia, częstotliwość uderzeń, niska vibracja oraz zastosowanie tłumików hałasu stanowią o nowoczesności tego narzędzia i czynią je wygodnym w eksploatacji i obsłudze.

### Zielona seria

Wśród szerokiej gamy sprężarek znajdujących się w ofercie firmy FRIPOL Ltd - „Zielona seria” adresowana jest, do branży motoryzacyjnej, do właścicieli warsztatów samochodowych i małych lakierni oraz na potrzeby niedużych firm usługowych. Ta grupa sprężarek tłokowych montowana jest na zbiornikach poziomych o pojemnościach od 24 do 1000 l. Zdolność ssania zawiera się w granicach od 215 do 1000 l/min, a ciśnienie maksymalne to 1,0 MPa. Ponadto wszystkie modele od HK600-200 włącznie wyposażone są w koła i uchwyty transportowe, co pozwala na łatwe przemieszczanie urządzenia.

Sprężarki te są bardzo proste w obsłudze, oszczędne i całkowicie przygotowane do natychmiastowej pracy. Należy również dodać, że koszty zakupu nie są tak wysokie jak w przypadku zakupu sprężarek przeznaczonych dla przemysłu. „Zielona seria” spełnia polskie normy, posiada dopuszczenie UDT na zbiorniki ciśnieniowe. Firma FRIPOL Ltd prowadzi serwis gwarancyjny i pogwarancyjny na terenie całej Polski, co jest bardzo ważne dla klienta. Więcej szczegółów technicznych znajduje się na 4. stronie wkładki w niniejszym numerze „Pneumatyka”.

### Bezpieczne szybkoszłące

Zasilanie pneumatyczne jest powszechnie uznawane za bezpieczniejsze w porównaniu z zasilaniem elektrycznym. Niemniej jednak sprężone powietrze potrafi być groźne, szczególnie wtedy, kiedy następuje łączenie i rozłączanie instalacji pod ciśnieniem. Typowym przykładem jest zjawisko odrzutu związane z gwałtownym rozprężeniem się powietrza w węży tuż po rozłączeniu. W przypadku rozłączenia przewodu o długości 10 m i średnicy 8 x 12 mm siła odrzutu jest tak duża, iż sama wtyczka (po rozłączeniu z szybkoszłaczem) mogłaby przelecieć 50 m z początkową prędkością 60 km/h.

Przewód sprężonego powietrza „fruwający” z powodu nieuwważnego rozłączenia jest częstą przyczyną znisz-



## FLAIR

**Suma doświadczeń  
sił wytwórczych  
i produktów grupy firm:**

- ▲ DELAIR
- ▲ DELTECH
- ▲ DOLLINGER
- ▲ PNEUMATIC PRODUCTS
- ▲ TECHNOLAB

## FLAIR

**Wielka rodzina systemów  
uzdatniania powietrza:**

- wkłady filtracyjne
- systemy filtracji
- osuszacze ziębnicze
- osuszacze adsorpcyjne z regeneracją na zimno i na gorąco
- przyrządy pomiarowe punktu rosy
- urządzenia specjalne

## FLAIR

**Argumenty, które zapewniają  
Twój sukces**

- analiza, doradztwo, planowanie
- nowoczesna konstrukcja i produkcja
- pełny serwis lokalny



**Dla każdego przypadku  
oferujemy produkt odpowiedni  
dla specyficznych wymagań**

# FLAIR

**FLAIR**

**Technika filtracji i osuszania**

Wyłączny reprezentant w Polsce:  
CompRot Sp. z o.o.  
ul. Robotnicza 72  
53-608 Wrocław  
tel. fax 071 735 900



KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ



**INGERSOLL-RAND**

**NIKWESTIONOWANEGO 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**

✓ **SEPARATOR**



Serwis gwarancyjny, pogwarancyjny, skład części

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



**ZSM POLMO GORLICE**  
spółka z o.o.

Zakład Sprzętu Motoryzacyjnego POLMO spółka z o.o.  
38-300 Gorlice, ul. J. Korczaka 11  
tel. 018 353 78 60 fax 018 353 67 73

**WYTWÓRCA POSIADAJĄCY  
UPRAWNIENIA TÜV oraz UDT**

produkuje i sprzedaje

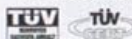
- **Zbiorniki ciśnieniowe powietrza**
- **Agregaty sprężarkowe nowej generacji na ciśnienie 6,8,10,12 bar**



Agregat AB 500.180.12  
nagrodzony złotym medalem  
InterRes na targach  
AUTOMOTO '97 w Rzeszowie

➤ **Zawory bezpieczeństwa**

**WYROBY CERTYFIKOWANE PRZEZ**



TÜV HANNOVER/SACHSEN/ANHALT



PIMOT - PCBC (ZNAK BEZPIECZEŃSTWA)



UDT - CLDT w Poznaniu

**I OZNACZANE ZNAKIEM CE ZGODNOŚCI  
Z WYTYCZNYMI WSPÓLNOTY EUROPEJSKIEJ**

**NOWOŚCI TECHNICZNE**

czeń i zranień. Powyższe zagrożenia można całkowicie wyeliminować poprzez zastoso-



owanie szybkozłączki samorozprężających. Takie szybkozłączki produkuje firma RECTUS. Patent polega na umieszczeniu w szybkozłączce podwójnego zamka. Rozłączenie jest dwuetapowe. Po odciągnięciu kołnierza szybkozłączki następuje otwarcie pierwszego zamka, zawór zamyka się, a wtyczka zostaje wypchnięta przez sprężone powietrze i przytrzymana przez drugi zamek. Wtedy następuje rozprężenie powietrza. Odciągnięcie kołnierza po raz drugi powoduje otwarcie drugiego zamka i wtyczkę można bezpiecznie wyciągnąć.

**Pistolet z tworzywa sztucznego**

Tworzywa sztuczne wkraczają w każdą dziedzinę życia. Wypierają niejednokrotnie metale, stal nierdzewną, a nawet kwasoodporną. Produkty wykonane z tworzywa, oprócz doskonałych właściwości chemicznych, coraz częściej posiadają porównywalne do metali właściwości mechaniczne. Takim produktem jest pistolet do przedmu-



chiwania produkowany przez firmę RECTUS. Pistolet jest dostępny w wersji aluminiowej i z tworzywa sztucznego. Posiada proporcjonalny spust

oraz możliwość przykręcenia 6 różnych dysz. Istotną zaletą pistoletu z tworzywa jest to, iż nie ziębi rąk. W zestawie dostępny jest też z przewodem spiralnym oraz szybkozłączkami RECTUS.

**Urządzenia firmy SAPI**

W związku ze wzrastającym zainteresowaniem rynku polskiego na wysokiej jakości urządzenia do obróbki strumieniowo - ścierniej (piaskowanie, śrutowanie), jedna z najlepszych firm niemieckich, produkująca takie urządzenia Firma SAPI z Moettingen, otworzyła biuro przedstawicielskie w Polsce. Urządzenia firmy SAPI przeznaczone są do oczyszczania powierzchni konstrukcji stalowych przed zabezpieczeniem antykorozyjnym, usuwania rdzy, zgorzeliny, gradowania, usuwania starych powłok malarskich. Oferta zawiera m.in. urządzenie typu MAMUT, przeznaczone do piaskowania różnych powierzchni, kabiny piaskujące,



odkurzacze przemysłowe, urządzenia filtrujące, urządzenia iniektorowe. Posiadają one wymagane dopuszczenia UDT. Charakteryzują się dużą niezawodnością pracy i łatwością obsługi. Wyłącznym przedstawicielem w Polsce jest firma Trans Aspa Sp. z o.o. z Wrocławia.

**Nowe sprężarki śrubowe PPS Airpol**

Wychodząc naprzeciw życzeniom i rosnącym wymaganiom klientów w zakresie ochrony przed hałasem, zaprojektowano i wdrożono do produkcji w PPS Airpol nowe



agregaty ze sprężarkami śrubowymi S50 - 380C w specjalnej osłonie dźwiękochłonnej. Średni poziom dźwięku w najbardziej niekorzystnym miejscu wynosi 71,5 dB (A). Obniżenie poziomu hałasu uzyskano dzięki specjalnym ukształtowaniu kanału wlotowego i wylotowego oraz zamontowaniu przesłon odbijających i pochłaniających fale dźwiękowe. Wprowadzenie nowych rozwiązań nie spowodowało zmiany ceny. Niski poziom hałasu, estetyczna obudowa i małe zapotrzebowanie miejsca pozwala na ustawienie i pracę agregatu bezpośrednio w hali fabrycznej lub innych pomieszczeniach produkcyjnych czy usługowych. Łatwo



łatwe i precyzyjne zestawianie filtrów, regulatorów, smarownic i zaworów w zwarte bloki dostosowane do potrzeb użytkownika.

W sierpniu 1998 r. Wilkerson wprowadził na rynek modułowe osuszacze membranowe MSD kompatybilne z serią 18/20. Oznacza to olbrzymie rozszerzenie możliwości systemu modułowego. Osuszacze membranowe w wielu wypadkach mogą zastąpić osuszacze ziębnicze i absorpcyjne, przy czym mają zwartą konstrukcję, niewielkie rozmiary, nie wymagają zasilania elektrycznego, nie zawierają palących wsadów, są bezobsługowe i trwałe (standardowy okres eksploatacji układu



membranowego 5-6 lat). Zakres zastosowań to medycyna - stomatologia, instrumenty optyczne, łożyskownia powietrzna, urządzenia pakujące, lakiernictwo, maszyny i urządzenia pneumatyczne. Dystrybutorem urządzeń firmy Wilkerson w Polsce jest Centrum Pneumatyki z Wrocławia.



demontowalne elementy obudowy zapewniają szybki dostęp do wszystkich zespołów wymagających okresowej obsługi. Uznaniem dla zastosowanych rozwiązań jest przyznanie wyróżnienia dla agregatu S85 - 380C na ostatnich Międzynarodowych Targach HPS w Katowicach.

## **Modułowe osuszacze membranowe**

Działająca od 1948 r. amerykańska firma Wilkerson znana jest na całym świecie jako producent pełnej gamy urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza: osuszacze separatory, filtry, regulatory ciśnienia, smarownice, elektroniczne systemy sterujące i zabezpieczające, zawory bezpieczeństwa, automatyczne spusty kondensatu itp. W Polsce dużym uznaniem cieszy się seria produktów FRL 18/20 o konstrukcji modułowej, umożliwiająca

# **HIROSS**

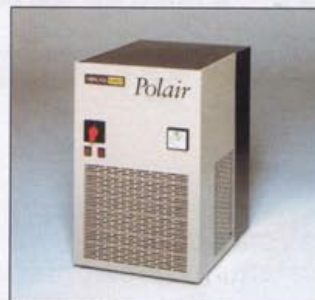
**Osuszacze sprężonego powietrza**

## **Osuszacze chłodnicze**

### **POLAIR**

R22 lub R134a

również wersje na 45 bar  
od 0,4 do 28 m<sup>3</sup>/min



## **Osuszacze chłodnicze** **DRYSTAR**

R22 lub R407c

od 20 do 90 m<sup>3</sup>/min



## **Osuszacze chłodnicze** **BIG DRYER LCD**

R22 lub R134a

od 60 do 450 m<sup>3</sup>/min



## **Osuszacze chłodnicze** **BIG DRYER LED**

R22 lub R407C

od 130 do 225 m<sup>3</sup>/min



## **Osuszacze adsorpcyjne** **HYPERDRYER**

p. rosy -10 do -40°C

od 0,08 do 25,0 m<sup>3</sup>/min



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



# Pneumatyka na II Międzynarodowych Targach HPS '98

Życzenie dotyczące ilości wystawców, wyrażone w ostatnim sprawozdaniu z Targów w Poznaniu, spełniło się częściowo, gdyż na wrześniowym forum w Katowicach mogliśmy zobaczyć prawie komplet firm reprezentujących branżę pneumatyki, szczególnie w zakresie napędów i sterowań. Tym razem już na powierzchni 6 tysięcy metrów kwadratowych spotkali się przedstawiciele 220 wiodących firm w branży pneumatyki i hydrauliki, zarówno z kraju, jak i z zagranicy. Targom towarzyszyło sympozjum, na którym zajmowano się rozwojem i zastosowaniami napędów oraz sterowań hydraulicznych i pneumatycznych.

**Z** naszej dziedziny główny referat pt. „Tendencje rozwojowe w dziedzinie elementów, systemów i sterowania napędów pneumatycznych” wygłosił dyrektor Instytutu Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej dr Mariusz Olszewski. Wykazał w nim, że dzięki wykorzystaniu najnowszych rozwiązań procesoryki mikroelektronicznej, koncepcji sieciowej i transmisji informacji oraz osiągnięć w zakresie materiałów i technologii wytwarzania wprowadzona została pneumatyka na poziom całkowicie nowej jakości i pozostała bezkonkurencyjnym środkiem racjonalizacji procesów produkcyjnych.

Ponieważ bezcelowe jest zamieszczanie tu spisu wystawców, podamy tylko ciekawostki, którymi chwaliły się firmy na targach. Firma koncernu IMI Norgren zgłosiła do nagrody targowej beztlóczyśkowy siłownik o ciekawej konstrukcji, charakteryzujący się dużym skokiem. Piszemy o nim w specjalnej notatce w dziale nowości techniczne. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach, specjalizujący się

w wyrobach specjalnych, prezentował zdwojony zawór rozdzielający do pras z napędem mechanicznym. Firma SeMaC, dystrybutor SMC na Polskę, chwalił się nowymi miniaturowymi wyspami zaworowymi o podwyższonej trwałości, podobnie jak CPP Prema swoją ofertą wysp. Z kolei firma ASCO-Joucomatic zaproponowała nową serię kompaktowych zaworów, w których zawór pilotujący ma dwie zintegrowane cewki umieszczone z jednej strony zaworu, przystosowanych do najnowszych systemów transmisji danych i zasilania. Firma Pneumax pokazała typoszereg nowych siłowników faldowych, których konstrukcja przeciwdziała zużywaniu się pracujących części elastycznych. Jedną z nowości firmy Festo był siłownik o ruchu obrotowym wahadłowym, z odpowiednim mechanizmem utrzymującym wałek w położeniu środkowym przy braku zasilania.



Fot. 2 Oryginalny kolor sprężarek ZBM iAp im. L. Zieleniewskiego



Fot. 1 Szeroka oferta wystawiennicza firmy Pascal



Z dziedziny uzdatniania sprężonego powietrza firma ultrafilter zaprezentowała filtry super plus z ekonomicznym, o czym był artykuł w „Pneumatyce” nr 2/10/98, oraz kompaktową wersję osuszacza adsorpcyjnego ultra-pac 2000.

Jeśli chodzi o firmy sprężarkowe, to wybór był duży i każdy wystawca bez wyjątku zapewniał klientów o nowoczesnym, profesjonalnym rozwiązaniu zapewniającym długą żywotność oraz o spełnieniu wszelkich norm ekologicznych. Przy tak dużej konkurencji, ustabilizowanych wyrobach, ciekawą wydaje się propozycja, przedstawiona przez firmę Tamrotor, nowej koncepcji pomiaru hałasu emitowanego przez sprężarkę w 9 punktach, po jej zainstalowaniu. Pokazała to w swoim biuletynie Pressure News. Z polskich wytwórców wymienić należy Fabrykę Maszyn w Strzyżowie z ofertą przewoźnych i stacjonarnych agregatów śrubowych oraz Zakłady Budowy Maszyn i Aparatury im. L. Zieleniewskiego w Krakowie z dmuchawami typu Rootsa oferowanymi szczególnie ze względów ekologicznych.

Na targach został rozstrzygnięty konkurs, w którym jury przyznało w kategorii „elementy pneumatyczne” trzy wyróżnienia dla:



Fot. 3 Stoisko firmy Kompresz z Warszawy

- Przedsiębiorstwa Produkcji Sprężarek AIRPOL Sp. z o.o. z Poznania za „agregat śrubowy sprężarkowy S85/1-380C”;
- ARA Pneumatik z Wrocławia za „TRANSAIR - system przesyłania sprężonego powietrza”;
- IMI NORGREN HERION GmbH z Warszawy za „Siłownik beztłoczkowy TWIN-LINTRA”;

Duże zainteresowanie targami HPS w Katowicach zdaje się potwierdzać potrzebę organizowania targów branżowych.

prof. nadzwyczajny dr hab. inż.  
Łukasz N. Węsierski

# LEGS

95-070 Aleksandrów Łódzki ul. Zgierska 48/52  
tel. (048 42) 712 44 64, tel./fax (048 42) 712 39 06

generalny dystrybutor profesjonalnych systemów sprężonego powietrza



**mattel®**  
BEST SOLUTIONS IN COMPRESSED AIR



**-zaufaj  
-zamontuj  
-zapomnij**

niskie obroty - 1460/min

certyfikat - ISO 9001

doświadczenie - 75 lat

gwarancja - 24 miesiące



SPRĘŻARKI, OSUSZACZE, FILTRY, ZBIORNIKI, ARMATKI ŚNIEŻNE, STEROWNIKI SYSTEMÓW



# PC w sprężarce

W każdym nowoczesnym zakładzie przemysłowym sprężone powietrze odgrywa obok energii elektrycznej rolę najpoważniejszego nośnika energii. Oznacza to w dzisiejszych warunkach konieczność dostarczania niezawodnych i ekonomicznie działających urządzeń dla stacji kompresorowych. Dlatego też trwa ciągła praca producentów sprężarek nad ich udoskonalaniem. Firma Kaeser Kompressoren dokonała ostatnio w tej dziedzinie przełomu: dzięki nowemu systemowi sterowania i komunikacji Sigma Control działanie sprężarek jest jeszcze bardziej niezawodne, ekonomiczne i komfortowe dla obsługi niż dotychczas.

Należy stwierdzić jasno - bez sprężonego powietrza nie ma dzisiaj prawie żadnej produkcji. Zakres jego stosowania jest niezwykle szeroki, od pistoletu wydmuchowego do procesowych układów technologicznych. Nawet w niewielkich zakładach obok gniazda elektrycznego coraz częściej pojawia się szybkozłączka pneumatyczna. Fakty te określają wiodącą rolę kompresora i układów uzdatniania powietrza. Nowoczesna technika nie może obejść się oczywiście bez nowoczesnej techniki komputerowej. Dzięki jej pomocy jest możliwe zmniejszenie kosztów wytwarzania sprężonego powietrza nawet o 30%. Na komputeryzacji stacji sprężarek zyskuje obsługa serwisowa - możliwe jest precyzyjne określenie, kiedy i jakie elementy eksploatacyjne trzeba będzie zamówić - bez robienia zbędnych zapasów. Planuje się też okresy przeglądów technicznych itp.

Przy wszystkich zaletach dotychczas stosowanych elektronicznych systemów sterowania istniało jednak pewne ograniczenie: problem z komputerowym odczytem wszystkich parametrów stacji sprężonego powietrza. Stacja taka

jest dzisiaj systemem, którego elementy współpracują ze sobą prawidłowo tylko wtedy, jeśli istnieje pomiędzy nimi wymiana informacji, istnieje ciągły odczyt poboru i tryb pracy całego układu natychmiast dostosowywany jest do zmienionych warunków.

Dotychczas w tej dziedzinie istniały dwie filozofie. Jedna opierała się na technice stycznikowo-przekaznikowej. Zaletą była tu łatwa dostępność typowych elementów automatyki i wysoka niezawodność. Niestety dane docierały do sterowni (komputera) w ograniczonej postaci typu załączony-wyłączony. Drugi trend opierał się na elektronicznym przekazywaniu danych. Często były to jednak drogie, nietypowe układy sterujące niekompatybilne ze standardami przemysłowymi. Unie-możliwiało to często współpracę róż-

Elementy te dzięki programowaniu można dopasować do istniejących systemów sterujących klienta. Ostatnio jednak pojawiło się nowe rozwiązanie...

## Sigma Control komputer w sprężarce

Koncepcja konstrukcji opracowanego przez Kaeser Kompressoren wraz z Siemensem nowego sterownika Sigma Control opiera się na dotychczasowym doświadczeniu obu firm, jak też na aktualnym stanie techniki. Rezultatem współpracy obu firm jest wszechstronny, zintegrowany ze sprężarką komputer przemysłowy typu Sicomp, wyposażony w mikroprocesor Intel. Uciążliwe w tym wypadku standardowa klawiatura i monitor zostały zas-



Fot. 1 Widok sprężarki śrubowej CS 91 z panelem Sigma Control

nych sprężarek i ich dopasowanie do zakładowych systemów sterujących. Układy takie posiadały także często niewielkie zasoby pamięci, nie pozwalające zebrać większej ilości danych.

Firma Kaeser Kompressoren oferowała dotychczas standardowo rozwiązania z pierwszej grupy, jednak jako opcja istniała możliwość dostarczenia sprężarek z elementami systemu Simatic S5.

tapione zajmując niewiele miejsca klawiaturą foliową i wyświetlaczem alfanumerycznym. Wszystkie komendy wprowadzane są przy użyciu systemów menu. Przekaznikowe i tranzystorowe wyjścia gwarantują szerokie możliwości zastosowań. Do konstrukcji komputera użyto wyłącznie wielokrotnie sprawdzonych elementów elektronicznych.





Fot. 2 Widok panelu obsługowego Sigma Control

A oto niektóre zalety posiadania w sprężarce pełnowartościowego komputera:

- Duża pojemność pamięci. Oznacza to pracę systemu operacyjnego i przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym, zapamiętywanie zaistniałych zdarzeń (zmiana trybu pracy, ostrzeżenia itd.), gwarantuje prostą i bezpieczną obsługę między innymi dzięki możliwości wywołania pożądanej informacji na wyświetlaczu. Interfejs użytkownika jest wielojęzyczny, w tym oczywiście polski. Dostęp do obsługiwanych opcji sprężarki może być zabezpieczony przed nieuprawnionym użytkownikiem poprzez hasło.
- Podwyższona niezawodność. Komputer jest przeznaczony do pracy w ekstremalnie nieprzychylnych warunkach: skokiemperatury otoczenia, wysoka wilgotność, wysokie zapylenie (np. cementownie).
- Lepsza wymiana danych. Kompresor wyposażony w Sigma Control pozwala się nie tylko łatwo zintegrować z posiadaną siecią komputerową, lecz także umożliwia zdalne serwisowanie maszyny za pomocą łącz telefonicznych lub Internetu. Tak więc pracownik serwisu np. w Warszawie może odczytać stan kompresora znajdującego się w Szczecinie i zalecić telefonicznie wykonanie konkretnych czynności obsługowych.
- Wysoka elastyczność. Pięć rozmaitych wariantów sterowania sprężarki przez Sigma Control, jak też rozmaite warianty połączeń pozwalają szybko dopasować sprężarkę do zmian zapotrzebowania w sieci sprężonego powietrza. Oznacza to dalszą oszczędność energii. Sigma Control oznacza zamknięcie istniejącej luki pomiędzy nowoczesnymi systemami planowania i serwisu a stacją sprężarek.

Dzięki swojej prostocie i standaryzacji Sigma Control może wykorzystać zalety współczesnej techniki sterowania komputerowego i oferuje możliwości wymiany danych już na poziomie sprężarki. Sprężarkami z Sigma Control powinni być zainteresowani także mniejsi użytkownicy, nie używający na swoim terenie sieci informatycznych: mogą oni np. w każdym momencie stwierdzić stopień wykorzystania sieci sprężonego powietrza. Do przeszłości należą także problemy z ręcznym uruchamianiem kompresora po wyłączeniach sieci. Czynności te jak też szereg innych można łatwo zautomatyzować. Należy więc stwierdzić, że i dla tej grupy użytkowników sprężarka ze sterownikiem Sigma Control stanowi skok technologiczny.

#### Dane techniczne

Podstawowe dane techniczne sterownika Sigma Control to:

- kompaktowy, elektroniczny sterownik na bazie komputera przemysłowego z procesorem INTEL, systemem czasu rzeczywistego, pamięcią FEPROM/DRAM;
- interfejs użytkownika: podświetlany ciekłokrystaliczny wyświetlacz alfanumeryczny 4x 16 znaków, LED, klawiatura foliowa;
- zasilacz wewnętrzny stabilizowany 24 V;
- wyjścia/wejścia analogowe 4-20 mA;
- wyjścia przekaźnikowe 220/115 V;
- wejścia /wyjścia 24 V z zabezpieczeniem przeciążeniowym i zwarciowym;
- 3 interfejsy: RS 232, RS 485, Profibus;
- wewnętrzny nadzór zasilania;
- zegar czasu rzeczywistego;

#### Sigma Control funkcje (wybór)

- 5 rodzajów sterowania sprężarki w tym standardowo: dual, quadro, vario;
  - wyświetlanie i zapamiętywanie takich informacji, jak: zakłócenia, informacje statystyczne, obciążenie sprężarki w %, ciśnienie sieci itd.;
  - pomiary analogowe ciśnienia, temperatury i innych parametrów sprężarki (zależnie od zainstalowanych czujników);
  - licznik czasu pracy we wszystkich trybach;
  - wyświetlanie informacji o zalecanych pracach serwisowych;
  - pamięć ostatnich 100 zdarzeń;
  - obsługa modemu przez RS 232;
  - autotest;
  - 4-kanalowy timer;
  - hasło dostępu;
  - funkcje serwisowe (konfiguracyjne).
- Sprężarka ze sterownikiem Sigma Control na pewno spełni Państwa oczekiwania.

Artykuł sponsorowany  
Kaeser Kompressoren  
Paweł Rejmer

#### JAPŃSKIE NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

**Fuji YUTANI**  
Fuji Air Tools



- ✓ Szlifierki kątowe
- ✓ Szlifierki proste
- ✓ Klucze impulsowe
- ✓ Wiertarki
- ✓ Zakrętkarki
- ✓ Wyciągarki pneumatyczne
- ✓ Osprzęt do narzędzi pneumatycznych
- ✓ Doradztwo techniczne
- ✓ Serwis narzędzi pneumatycznych

#### BEZPOŚREDNI IMPORTER

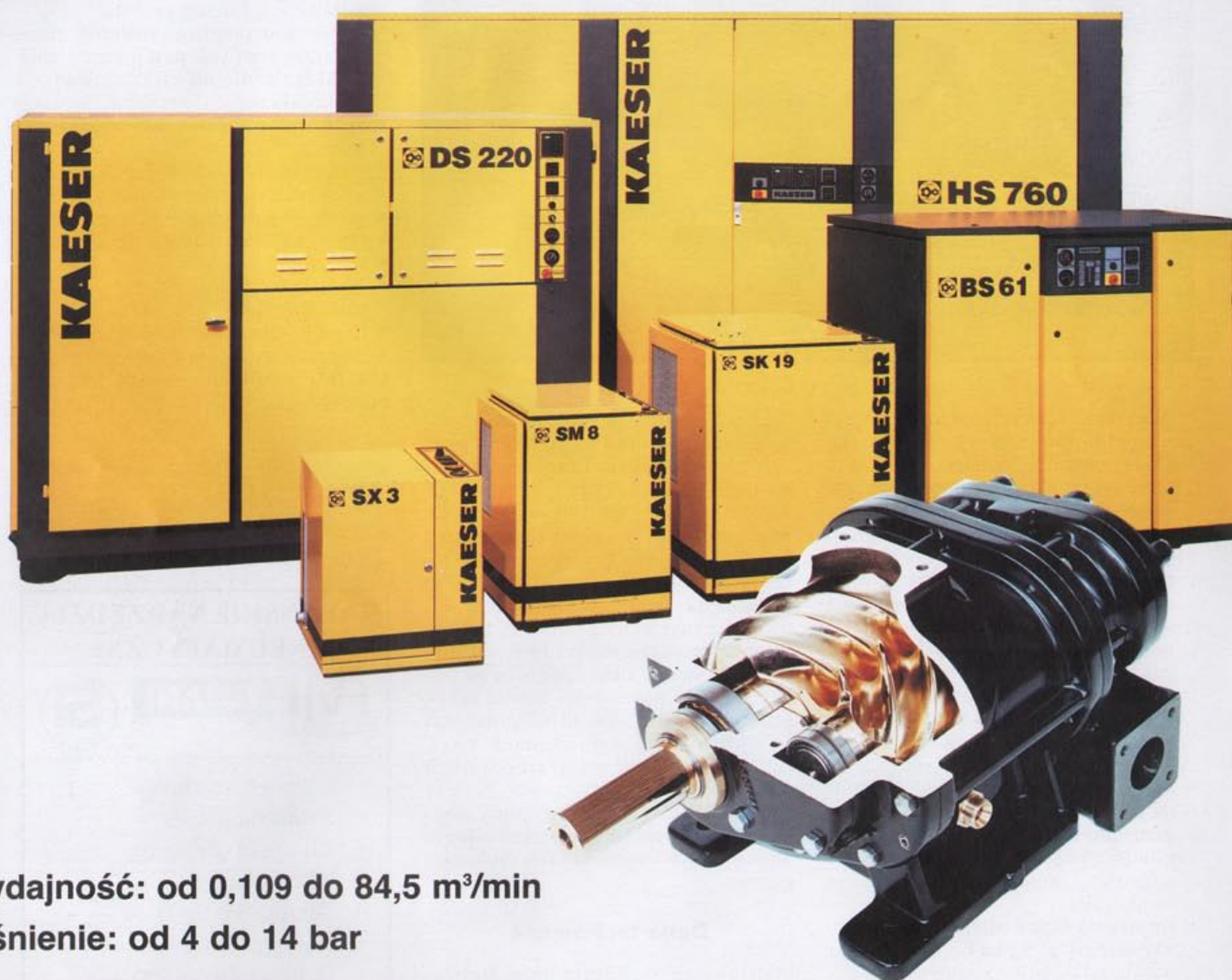


✉ 04-823 Warszawa  
ul. Grochowska 324 paw. 4  
☎ 022 619 80 65  
☎ 022 619 86 58  
☎ 022 619 04 35



**WIĘCEJ SPRĘŻONEGO POWIETRZA**

**PRZY NIŻSZYM ZUŻYCIU ENERGII**



**Wydajność: od 0,109 do 84,5 m<sup>3</sup>/min**

**Ciśnienie: od 4 do 14 bar**

**KAESER**  
**KOMPRESSOREN**

**24h serwis: 090 224-359**

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 64 48

61-695 Poznań  
ul. M. Rataja 6  
tel./fax (061) 821 65 12

51-506 Wrocław  
ul. Mysłowicka 19  
tel./fax (071) 346 60 5  
tel. (071) 346 62 62

**Sprężarki śrubowe z profilem SIGMA**





# Usuwanie oleju ze sprężonego powietrza przy użyciu filtrów koalescencyjnych

Wzrastająca lawinowo ilość zastosowań sprężonego powietrza wymusza również jego wysoką jakość. Jakość sprężonego powietrza wyznaczana jest przez zawarte w nim takie czynniki, jak woda, olej i cząstki stałe. Spośród nich najtrudniejszy do usunięcia jest olej. Poniższy artykuł przedstawia problemy związane z usuwaniem oleju ze sprężonego powietrza i prezentuje filtry skonstruowane tak, aby z powodzeniem podolać temu zadaniu.

## Dlaczego powinno się stosować filtry koalescencyjne?

W takich zastosowaniach, jak na przykład pneumatyczne układy sterowania, gdzie kluczowe znaczenie ma zachowanie ścisłych tolerancji wymiarowych, olej jest niezwykle szkodliwy. Jedna kropla oleju może zmienić własności dyszy i wywołać nieprzewidywalne zakłócenia w zautomatyzowanym procesie produkcyjnym. W niektórych przypadkach olej może powodować pęczniecie uszczelki zaworów i cylindrów pneumatycznych, co zakłóca prawidłowy przebieg pracy lub nawet prowadzi do całkowitego unieruchomienia. Olej może również wpływać na jakość wyrobu, powodując defekty elementów formowanych pneumatycznie lub wpływać na jakość powierzchni pokrywanych powłokami za pomocą sprężonego powietrza. Tego rodzaju wady wyrobów są zresztą najczęstszą przyczyną podejmowania starań, mających na celu usunięcie niepożądanego oleju z układów sprężonego powietrza.

Największym źródłem zanieczyszczenia olejem jest sprężarka. W sprężarkach formuje się aerozol olejowy, czyli drobne kropelki cieczy, określane również jako mgła, para lub dym. Aerozole powstają na dwa sposoby:

- ruch tłoków, śrub lub

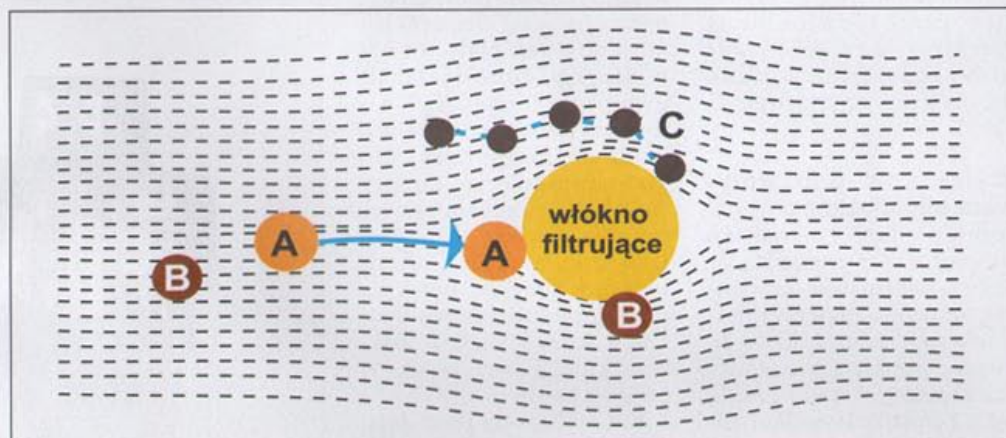
łopatek sprężarki wytwarza aerozole dyspersyjne, o średnicach cząstek wahających się między 1 i 50  $\mu\text{m}$ ;

- ciepło sprężania powoduje odparowanie oleju, na skutek czego powstają przy późniejszym schłodzeniu aerozole kondensacyjne, mające na ogół średnice cząstek mniejsze od 1  $\mu\text{m}$ .

Na przykład strumień 170  $\text{m}^3/\text{h}$  sprężonego powietrza, zawierający 50 ppm w/w (cząstek na milion, wagowo) oleju niesie ze sobą 7,5 litra oleju miesięcznie. Nawet znacznie mniejsza ilość, jak 1 ppm w/w, oznacza 150 ml oleju miesięcznie.

Zastosowanie sprężarki bezolejowej daje możliwość zredukowania ilości oleju wprowadzanego do układu, lecz nie oznacza wykluczenia zanieczyszczenia powietrza olejem. Na terenach przemysłowych normalna zawartość par węglowodorów w atmosferze wynosi około 0,5 ppm w/w. Po sprężeniu część tych par kondensuje i - posługując się identycznym przykładem strumienia 170  $\text{m}^3/\text{h}$  sprężo-

Mamy dziś do dyspozycji kilka typów filtrów usuwających olej. Filtry, w których zastosowano materiały adsorbujące, pracujące na zasadzie powierzchniowych sił przyciągających (najczęściej wykorzystujące węgiel aktywny), mają ograniczoną trwałość i tracą stopniowo własności adsorbcyjne przy zanieczyszczeniu olejem. Adsorbujące materiały filtracyjne, jak wełna, filc czy bawełna, wchłaniając ciecz, tracą swą strukturę i po nasyceniu stają się szybko nieprzydatne. Filtry wytrącające mechanicznie cząstki cieczy i filtry z sitami (normalnie stosowane są 5, 10, 20 lub 40  $\mu\text{m}$ ) są nieskuteczne w przypadku mniejszych cząstek, które stanowią głów-



Rys 1. Włókno filtrujące i drogi przepływu

Aerozole kondensacyjne stanowią zwykle wagowo 50%, a liczbowo 99% całego oleju. Pozostała, nieskondensowana para oleju nie stanowi problemu, a w większości przypadków można ją w razie konieczności łatwo usunąć za pomocą filtra z węglą aktywnym.

Nawet niewielka zawartość oleju, określana najczęściej w postaci ilości cząstek oleju na milion cząstek powietrza, nabiera znaczenia w dłuższym okresie czasu.

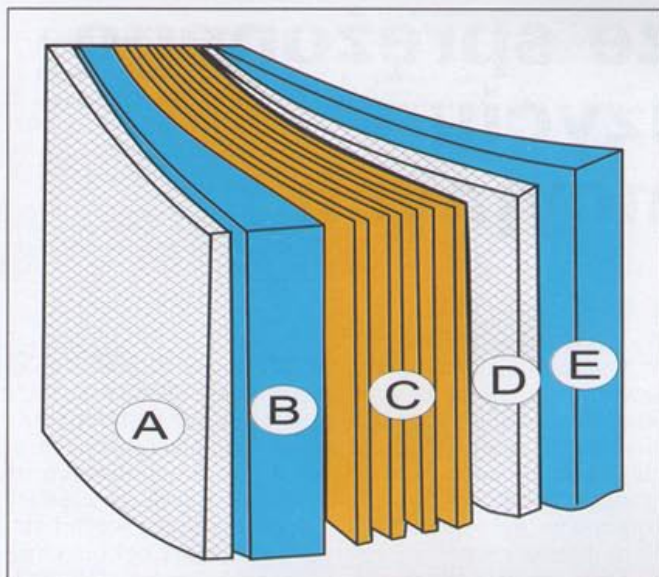
nego powietrza - w ciągu miesiąca wprowadza do układu pneumatycznego 15 ml oleju.

Aby usunąć olej z układu, konieczny jest filtr, który obniża zawartość oleju z poziomu 50 ppm w/w (lub więcej) do zawartości poniżej 0,01 ppm w/w, a do tego pracuje dłuższy czas z minimalnym spadkiem ciśnienia. Filtry nie zaprojektowane specjalnie do zatrzymywania oleju rzadko osiągają na wylocie koncentrację poniżej 5 ppm.

ną część aerozoli oleju. Obecnie powszechnie uważa się, że w wysokowydajnym usuwaniu aerozoli olejowych najsukuteczniejsze są filtry z wieloma warstwami włókien szklanych.

Warstwy włókien szklanych mogą skutecznie usuwać aerozole olei w zakresie wielkości od 50 do poniżej 0,01  $\mu\text{m}$ . Nie adsorbują ani nie absorbują one cieczy, zachowują więc cały czas swoje pierwotne właściwości. Jeżeli rzeczywiście mają do





Rys 2 Poszczególne warstwy elementu filtrującego pełnią zróżnicowane funkcje

czynienia tylko z cieczami, warstwy filtrujące włókien szklanych zachowują nieograniczoną trwałość.

### Jak działają filtry z włóknem szklanym?

Warstwy filtrujące z włókien szklanych składają się z pewnej ilości usytuowanych dowolnie jedna nad drugą warstw włókien. Przepływające przez nie aerozole są zatrzymywane przez mikrowłókna. Istnieją różne mechanizmy wyjaśniające to zjawisko.

### Wytrącanie pod wpływem siły ciężkości

Jeżeli prędkości przepływu wewnątrz elementu filtrującego są bardzo małe, to większe aerozole, zazwyczaj posiadające średnicę od 20 do 50  $\mu\text{m}$ , wypadają ze strumienia powietrza zanim znajdą się w przestrzeni medium filtrującego. Jeżeli osiągną obszar medium, to podczas dalszego przepływu spadają w dół. Pionowy ruch zwiększa prawdopodobieństwo trafienia na włókno, które je zatrzyma.

### Wpływ bezwładności

Znajdujące się w powietrzu aerozole większe od 1  $\mu\text{m}$  posiadają zazwyczaj wystarczający pęd, aby nie omijać wraz ze strumieniem powietrza włókien, trafiają więc i zatrzymują się na włóknach medium filtrującego (rys.1, cząsteczka A).

### Bezpośrednie natrafienie

Cząsteczki o średnicy pomiędzy 0,3 i 1  $\mu\text{m}$  zmieniają kierunek ruchu ze strumieniem powietrza. Istnieje zatem duże prawdopodobieństwo trafienia na włókno, które je zatrzyma (rys.1 cząsteczka B).

### Dyfuzja

Cząsteczki o wielkości poniżej 0,3  $\mu\text{m}$  nie posiadają żadnych własności przypisywanych zazwyczaj cieczom. Ich masa jest tak mała, że nie podlegają konwencjonalnym prawom ruchu ciał, natomiast poruszają się w dowolnych kierunkach, nie podporządkowując się kierunkowi strumienia powietrza. To zjawisko znane jest jako ruchy Browna. Swobodne poruszanie się zwiększa prawdopodobieństwo wejścia w ścisły kontakt z włóknem, które je zatrzyma (rys.1, cząsteczka C).

Ruchy Browna powodują, że ilość zatrzymywanych cząsteczek wzrasta z ich malejącą wielkością. Im mniejsza cząsteczka, tym bardziej ruchliwa, a tym samym większa szansa na jej zatrzymanie. Natomiast szansa na zatrzymanie dzięki bezwładności i bezpośredniemu trafieniu maleje, gdy maleje wielkość cząsteczki. Na cząsteczki o średnicy zbliżonej do 0,3  $\mu\text{m}$  żaden mechanizm nie działa szczególnie efektywnie i zatrzymanie ich jest najtrudniejsze. Efektywność filtra jest w bardzo dużym stopniu określana na podsta-

wie tego, jak wielka jest jego zdolność zatrzymywania takich właśnie cząsteczek.

Opisane mechanizmy wyłapywania cząstek oleju są skutecznie przy określonych wielkościach cząsteczek. Zwiększenie lub zmniejszenie prędkości przepływu powietrza prowadzi do zmiany zakresu efektywności. I tak na przykład przy zwiększeniu prędkości traci na znaczeniu wytrącanie dzięki sile ciężkości (większe cząsteczki są porywane przez strumień powietrza), a rośnie wpływ mechanizmu oparte- go o bezwładność.

Gdy cząstki oleju zostaną już zatrzymane na włóknach medium filtrującego, to konieczne jest ich usunięcie z układu sprężonego powietrza. Aby to zrobić, należy je „skłonić” do zlania się lub połączenia. Dzieje się to, gdy mniejsze cząstki łączą się w większe kropelki oleju. Większe kropelki mają wystarczającą masę by spływać w dół elementu filtrującego i następnie skapywać na dno obudowy filtra. Ręczny lub automatyczny spust usuwa olej z układu.

### Wszystko zależy od medium filtrującego

Koalescencja, jak każdy proces fizyczny, zachodzi przy spełnieniu korzystnych ku temu warunków. Ciśnienie, temperatura, prędkość przepływu, wilgotność i fizyczne cechy aerozoli (gęstość, lepkość, napięcie powierzchniowe) wpływają razem na uzyskiwany stopień koalescencji. Konstruktor filtra może w zasadzie narzucić jedynie prędkość przepływu i fizyczne cechy otoczenia (medium filtra). Dlatego decydujące znaczenie ma konfiguracja, ułożenie, wielkość i typ materiału wybranego na medium filtrujące.

Jak już wspomniano, najlepszym dostępnym medium do koalescencji płynnych aerozoli jest szklane mikrowłókno. Szklane mikrowłókno jest higrofobowe (odpycha wodę). Prowadzi to do tego, że zatrzymane aerozole wodne tworzą raczej kropelki niż film, co jest korzystnym warunkiem utrzymania efektywności filtra. Szklane mikrowłókno nie jest jednak oleofobowe (nie odpycha



Rys. 3 Seria filtrów HF spełnia wszystkie wymagania nowoczesnego przemysłu



oleju). Olej tworzy cienką powłokę (film) na powierzchni włókien. Film olejowy porusza się na włóknach w wyniku siły powstającej przy zwilżaniu powierzchni medium. Koalescencja następuje tam, gdzie włókna leżą tak blisko siebie, że filmy olejowe zlewają się.

Film olejowy ma również tendencję do zwiększania czynnej średnicy włókien. Ażeby więc zachować efektywność filtra przy wzroście średnicy włókien, konstruktor powinien zastosować medium z cieńszymi włóknami niż te, jakie byłyby wymagane przy istnieniu materiału oleofobowego.

Gdy wybrano już odpowiedni materiał medium, to na pierwszy plan wysuwa się prędkość przepływu powietrza poprzez przestrzeń zajmowaną przez medium. Od wielkości czynnej powierzchni medium zależy, czy prędkość powietrza będzie wystarczająco mała dla podstawowych mechanizmów zatrzymywania aerozoli (bezładność, bezpośrednie trafienie i dyfuzja), by umożliwić efektywne działanie. Odpowiednia grubość warstw daje dość czasu na gromadzenie się cząsteczek. Medium powinno też zapewniać wystarczający stosunek pustej przestrzeni do przestrzeni zajętej przez włókna (pusta przestrzeń 90% lub więcej). Trzeba również zwrócić uwagę na to, by włókna nie były za gęsto upakowane. Gęsto upakowane włókna zmniejszają skuteczność filtra, gdyż utrudniają odpływ oleju i zwiększają spadek ciśnienia.

Medium filtrujące jest sercem koalescencyjnego układu filtra, jednakże konieczność usuwania aerozoli olejów w sposób ciągły wymaga, aby wkład filtra wykonywał również inne ważne funkcje. Rys. 2 ilustruje budowę wkładu filtra. Powietrze zawierające aerozole oleju wchodzi poprzez wewnętrzny rdzeń (A) i przepływa promieniście na zewnątrz przez elastyczny, przepuszczalny płaszcz piankowy (B), służący jako rozdzielacz, wstępny filtr i stabilizator wymiarowy dla medium filtrującego (C).

Płaszcz piankowy dopasowuje się również do zmian przepływu (rozszerza i kurczy się) i wywiera lekki nacisk na medium filtrujące, aby utrzymać jego stabilność podczas pracy. Podstawowa filtracja zachodzi przy przejściu powietrza przez warstwę medium filtrującego (C), w którym są zatrzymywane i łączone cząstki oleju. Płynny już olej przepływa przez sztywny zewnętrzny rdzeń siatki metalowej (D) i dostaje się do zewnętrznej, przepuszczalnej tulei piankowej (E). Zewnętrzna powłoka piankowa ma relatywnie dużą, nieabsorbującą powierzchnię, która umożliwia szybkie tworzenie się na niej filmu olejowego, spływającego pod wpływem siły ciężkości w dół wkładu. Zapobiega to ponownemu porwaniu oleju przez strumień powietrza. Olej, spływając do dolnej części powłoki piankowej (martwa przestrzeń bez przepływu powietrza), wypełnia pory pianki, a następnie spływa na dno obudowy filtra.

Jeżeli skutecznie odprowadzamy kondensat, to opisany element filtrujący posiada teoretycznie nieograniczoną trwałość - skuteczność filtra pozostaje rzeczywiście bez zmian, a płynny olej stale spływa w dół. Gromadzenie się jednak stałych cząstek wewnątrz medium powoduje rosnący spadek ciśnienia, doprowadzając po pewnym czasie do zakończenia efektywnej żywotności elementu filtrującego.

Filtry koalescencyjne (rys. 3) mogą osiągać na wyjściu koncentrację aerozoli oleju rzędu 0,001 ppm w/w i tym samym spełniać najostrejsze wymagania stawiane układom sprężonego powietrza. Jest to rząd czystości powietrza, w którym występują tylko pary oleju. Dobrze skonstruowany filtr koalescencyjny stanowi rozwiązanie problemu wzrastającego zapotrzebowania na wolne od oleju, sprężone powietrze.

Thomas P. Colcombe  
Artykuł sponsorowany  
Biuro Handlowe Ruda  
przedstawiciel firmy  
Hankison International



z energią do przodu

**wimtec**



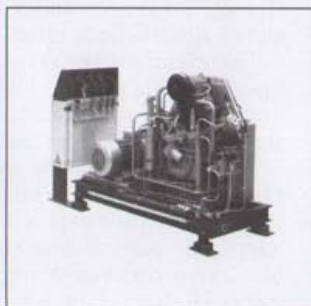
**SULLAIR**

- sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju i bezolejowe 1- i 2- stopniowe, 0,6 - 87 m<sup>3</sup>/min (4-450 kW), 10 lat gwarancji na element śrubowy (w systemie 24KT)
- śrubowe pompy próżniowe
- osuszacze i filtry



**COOPER TURBOCOMPRESSOR**

- sprężarki odśrodkowe bezolejowe V = 600 do 100000 m<sup>3</sup>/h, ciśnienie do 60 bar



**BAUER KOMPRESSOREN**

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

#### TURBINY

- parowe przemysłowe, do 50 MW
  - do stacji redukcyjnych pary, do 8 MW
  - gazowe, moce do 25 MW
  - ekspansyjne
- (Jugoturbina Karlovac, PBS Czechy, Stal Szwecja)

#### MŁYNY PRZEMYSŁOWE:

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

oraz

systemy transportu, segregacji, składowania popiołu i innych materiałów ściernych (United Conveyor Corporation, USA)

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

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



# Gdzie duży nie może...

Nie jest logicznie, ani ekonomicznie uzasadnione strzelanie z armaty do wróble. A w technicznej rzeczywistości wróble są zjawiskiem bardzo częstym. Przyzwyczailiśmy się do widoku dużych sprężarek przewożonych przy robotach drogowych bądź wyburzeniowych. Jednak widok wielkiego agregatu, uruchomionego tylko dla napędu klucza pneumatycznego, niewielkiego podnośnika i urządzenia do zmiany opon w ruchomym warsztacie obsługującym rajdy samochodowe, na pewno by nas szokował.

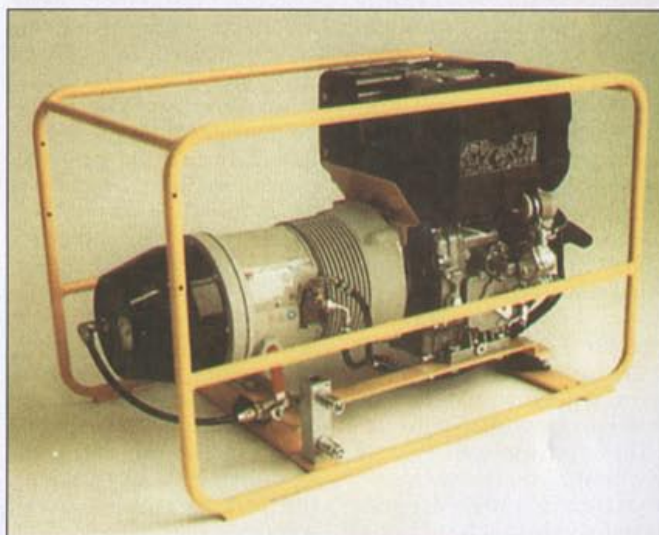
**P**rzyszło 25 lat temu do takich właśnie wniosków doszli inżynierowie brytyjskiej firmy Factair. Wychodząc na przeciw potrzebom rynku, opracowali koncepcję sprężarek przenośnych. Recepta była prosta: połączyć sprawdzone i niezawodne stopnie sprężające Hydrovane z dobrymi silnikami spalinowymi.

Pomysł „chwycił”. Powstała cała gama typowych i bardziej specjalnych konstrukcji.

Do typowych należy zaliczyć agregaty 502 i 504 o wydatkach od 10,4 l/s przy 7 barach (8,1 przy 10 barach) do 24,5 l/s (19,9 przy 10 barach). Napędzane mogą być silnikami czterosuwowymi Hon-

slami Lombardini (DDUF) (fot 2). Produkowane są w wersji z rozruchem ręcznym i elektrycznym (wersja E). Specjalnie dla potrzeb kolejnictwa dostarczany jest zestaw RailAir 504 P (fot. 5a).

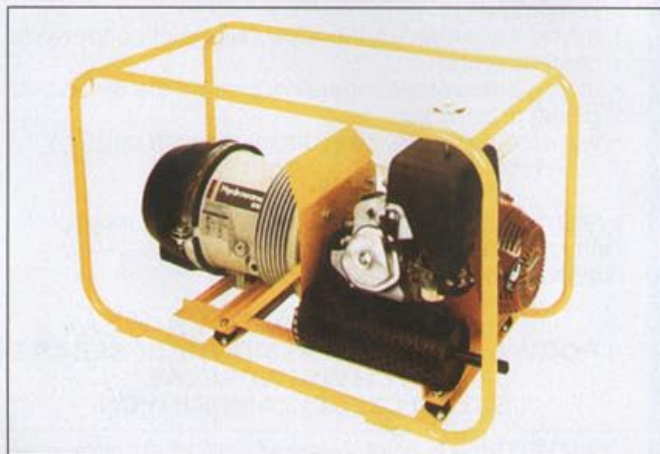
Do grupy wyrobów specjalnych należą przenośne systemy dostarczające powietrze do oddychania. Mają one zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, jak petrochemia, zakłady farmaceutyczne, chemiczne, elektrownie jądrowe, oczyszczalnie ścieków, utylizacja odpadów azbestu itp. Te małe, lekkie i zgrabne sprężarki wyposażone są w zbiorniki ciśnieniowe, które zwiększają zapas powietrza do oddychania. Występują w dwu odmianach - BA 8 (9,5 l/s przy



Fot. 2 Factair 502 DDUF

7 barach) i BA 20 (22 l/s). Napędzane mogą być silnikami czterosuwowymi (P) bądź dieslami (D). Specjalnie do cywilnych, stoczniowych czy wojskowych prac podwodnych produkowana

ogniowa, kopalnie, przemysł gazowy i naftowy itp.) (fot. 3), oraz jednostki zasilane silnikami hydraulicznymi (fot. 5b). Spełniają one najsurowsze wymagania użytkowników, w wykonaniu przenośnym, na



Fot. 1 Factair 504 PDUF



Fot. 3 Factair 501 dla straży pożarnej

jest wersja DiveAir (fot 6). Jest to agregat do napełniania butli dla nurków. Dostarcza on 7,5 l/s powietrza przy ciśnieniu 10 bar. Do tej grupy zaliczają się wytwarzane na specjalne zamówienie sprężarki o napędzie elektrycznym przeciwybuchowym (straż

płozach, na kołach, jak i w zestawach do zabudowania w pojazdach specjalistycznych.

Od wielu lat wyroby firmy Factair wyznaczają światowy standard w produkcji małych, niezawodnych i trwałych przenośnych agregatów sprężarkowych.





Fot. 4 Factair MoDArmy

Typowymi już aplikacjami są:

- seria RailAir wykorzystywana w kolejnictwie do prac torowych i w stacjach prób hamulców powietrznych;
- w kopalniach i przemyśle naftowym, z napędem hydraulicznym do wierceń, do ratowania życia, a z napędem elektrycznym do pracy w strefach zagrożonych wybuchem;
- seria MoD RAF (lotnic-

narzędzi pneumatycznych przy naprawach poligonowych sprzętu (fot. 4). Niewielka sprężarka 504 DDUFE w wykonaniu NATO wzbudzała ogromne, bardzo uzasadnione zainteresowanie na Targach w Bielsku Białej, Targach Poznańskich i późniejszych specjalistycznych Targach Katowickich;

- seria MoD Navy, montowane na płozach pracują dla



Fot. 5 (A) Factair DiveAir 504 P dla kolejnictwa, (B) Factair 504 HDUF z napędem hydraulicznym

two wojskowe) do napędu symulatorów lotu i do dostarczania powietrza dla załóg samolotów;

- seria MoD Army (wojska lądowe NATO) do napędu

obsługi pontonów ratowniczych;

- w ratownictwie drogowym, gazowym, chemicznym i straży pożarnej;
- dla potrzeb telekomunikacji



Fot. 6 Factair DiveAir do prac podwodnych

cji (BT) - przebijają kanały i pomagają zakładać podziemne linie łączności światłowodowej;

- inne typowe i nietypowe zastosowania wciąż dopisują nowi użytkownicy tych maszyn w Polsce.

Od maja 1998 roku wyroby

firmy Factair wprowadziła na polski rynek firma BP TE-  
CHEM S.A. z Warszawy.

Artykuł sponsorowany  
BP Techem S.A.  
mgr inż. Andrzej  
Araszkiewicz

## CENTRALA TECHNICZNA ELTECH



Przedstawiciel handlowy firmy **BOSCH**

### Oferuje:

- wkrętarki proste
- wkrętarki pistoletowe
- wkrętarki kątowe
- wkrętarki z uchwytem środkowym
- zakrętkarki impulsowe
- zakrętkarki udarowe
- wiertarki
- młoty udarowo-obrotowe
- szlifierki proste
- szlifierki pionowe
- silniki pneumatyczne



### Dyrekcja:

58-100 Świdnica, ul. Okulickiego 6

### Oddziały:

53-611 WROCLAW  
tel. (071) 73-56-62

58-300 WAŁBRZYCH  
tel. (074) 43-38-07

59-220 LEGNICA  
tel. (076) 852-46-94

# BOSCH

NARZĘDZIA PRZEMYSŁOWE





## LEKSYKON

## Sterowanie funkcji ciśnienia

Sterowanie przebiegiem procesu, w którym realizacja kolejnych taktów zależy od sygnałów z wyłączników ciśnieniowych, czyli zależy od osiągnięcia określonego ciśnienia.

## Sterowanie funkcji czasu

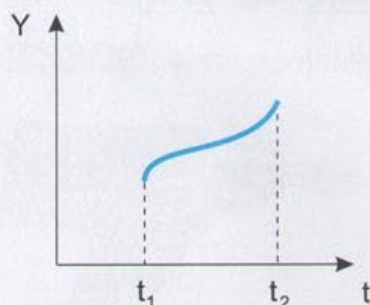
Sterowanie przebiegiem procesu, w którym realizacja kolejnych taktów zależy od sygnałów z elementów czasowych, czyli zależy od czasu trwania taktów.

## Sterowanie funkcji drogi

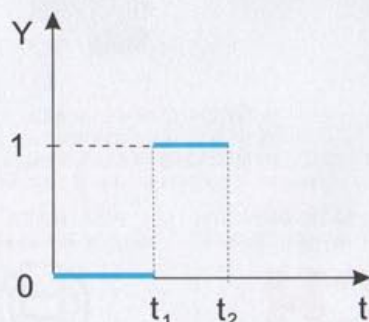
Sterowanie przebiegiem procesu, w którym realizacja kolejnych taktów zależy od sygnałów z łączników drogowych elementów napędowych, czyli zależy od wykonania przemieszczenia (drogi).

## Sygnał

Wielkość fizyczna, której wybrane parametry są nośnikami informacji. Przy sygnale pneumatycznym parametrem tym jest ciśnienie powietrza. Rozróżniamy sygnały ciągłe (analogowe) i sygnały cyfrowe (dyskretne).



Przebieg sygnału analogowego



Przebieg sygnału cyfrowego

## WZYWAMY NAJLEPSZYCH

Zmiany polityczno-gospodarcze po roku 1989 spowodowały nie tylko przewartościowanie orientacji politycznej; przyniosły również gruntowne przeobrażenia mechanizmu gospodarczego z nakazowo-dystrybucyjnego na wolnorynkowy. Przystosowanie się do wymogów gospodarki wolnorynkowej najmniej boleśnie zniósł handel i małe przedsiębiorstwa. Gorzej wiedzie się kolosom, ówczesnym pomnikom socjalizmu.

Najbardziej dokuczliwym brakiem socjalistycznej gospodarki były zaniedbania w sferze nakładów na szeroko pojęty postęp naukowo-techniczny, które uczyniły Polskę krajem zacofanym gospodarczo, nie przygotowanym na konfrontację techniczną i gospodarczą z Zachodem. Rzeczą naturalną stało się otwarcie na Zachód, pociągające za sobą napływ kapitału, nowoczesnej technologii i najwyższej klasy towarów. W naszym konkretnym przypadku - urządzeń i instalacji pneumatycznych. Owe pozytywne następstwa unowocześniania

polskiej gospodarki zagraniczną pneumatyką najboleśniej dotknęły polską myśl techniczną, czyli ośrodki naukowo-badawcze i polskich producentów urządzeń pneumatycznych. Zapaść tę potęguje brak zadawalających nakładów finansowych na prowadzenie prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych. Ponadto większość placówek nie posiada odpowiedniego wyposażenia.

Mimo to polscy naukowcy kształcą przyszłych inżynierów, którzy za kilka, może kilkanaście lat nie będą mieć kompleksu technicznego Zachodu. Aby osiągnąć ten cel, trzeba umożliwić dzisiejszym studentom i młodym inżynierom wykazanie się swoimi pomysłami i śmiałymi rozwiązaniami technicznymi.

Chcemy, aby dwumiesięcznik „Pneumatyka” stał się forum pomysłów i praktycznych rozwiązań związanych z techniką sprężania gazów. W tym celu rozpisujemy ogólnopolski konkurs na najciekawsze pomysły z tej dziedziny gospodarki.

## KONKURS

Wydawca dwumiesięcznika „Pneumatyka” - Wydawnictwo Lektorium z Wrocławia, ogłasza 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 1998 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

nadzwyczajny dr hab. inż. Łukasz N. Węsierski.

➤ W roku bieżącym ustala się wartość pierwszej nagrody w granicach 10 000 zł; przewidywane są dalsze nagrody i wyróżnienia.

➤ Jury zastrzega sobie prawo publicznego dysponowania nagrodzonymi pracami.

➤ Termin nadsyłania prac - do końca 1998 roku pod adresem Wydawnictwa Lektorium.

➤ 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”



# Dokąd zmierza polska pneumatyka?

Tym razem 2 lata czekaliśmy na kolejną XI Ogólnopolską Konferencję PNEUMA '98. Jednak do Międzyzdrojów przyjechało niewiele ponad 20 uczestników, którzy zaprezentowali tylko 19 referatów, a w rzeczywistości znacznie mniej. Bowiem pięć prac w jednym bloku tematycznym, referowanych przez członka zespołu prof. W. Tarnowskiego - dr. T. Kiczowiaka z Politechniki Koszalińskiej, było cząstkowymi sprawozdaniami z grantu KBN i dotyczyło systemu komputerowego wspomagania projektowania układów pneumatycznych, a trzy prace z hydrauliki, autorstwa prof. T. Stępańskiego i dr. K. Sikory z Politechniki Świętokrzyskiej, odnosiły się do jednego układu elektrohydraulicznego - jego badań, identyfikacji i sterowania.

Optymizmem napawa jednak fakt, że reprezentowanych było aż 12 ośrodków naukowych i badawczych, a OBR Elementów i Układów Pneumatyki z Kielc przedstawił trzy prace. Zapowiadane natomiast hasło konferencji, „Pneumatyka i sterowanie w przemyśle” w kontekście wygłoszonych referatów zostało słusznie przemilczane. Starannie wydane materiały konferencyjne nie stały się *Zeszytami Naukowymi Politechniki Koszalińskiej*. Szkoda, gdyż zmniejsza to znaczenie publikowanych prac, a wiele referatów było interesujących.

Prof. K. Janiszowski z Politechniki Warszawskiej omawiał zagadnienia występujące podczas aplikacji metod identyfikacji parametrycznej do wyznaczania modeli dynamicznych pneumatycznych układów napędowych. Prof. B. Kuźniowski z WSM w Szczecinie podał metodykę tworzenia modeli matematycznych tłokowego siłownika pneumatycznego ze szczególnym uwzględnieniem miejsca występowania sztywności powietrza. Zagadnienia sterowania w układach pneumatycznych były tematem referatu wygłoszonego przez prof. T. Mikulczyńskiego z Politechniki Wrocławskiej, w którym przedstawił Wroclaw Głafol do modelowania procedur występujących w algorytmach dyskretnych procesów produkcyjnych. Trzy referaty dotyczyły badania elementów. Prof. V. Tésar z Politechniki Praskiej wraz z dr. K. Peszyńskim z ATR w Bydgoszczy zajmowali się bistabilnym strumieniowym zaworem rozdzielającym, zespół dr. J. Iwaszko, J. Matyas i R. Stawczyk skutecznością działania armatki powietrznej, w którym wykazano jej zwiększenie wraz ze wzrostem długości rury ukierunkowującej wpływ. Natomiast zespół prof. F. Siemieniako z Politechniki Białostockiej zajął się badaniem analitycznym wybranego obwodu wyposażonego w dwie stałe objętości, stanowiące podstawowy fragment pneumatycznego układu napędowego. Tradycyjnie zagadnieniami pomiarów za pomocą pneumatycznych czujników ciśnienia-

wych zajęli się dr. C. Jermak i M. Rucki z Politechniki Poznańskiej. Referat przedstawiony przez prof. R. Dindorfa z Politechniki Świętokrzyskiej dotyczył uproszczonego modelowania dynamiki plynowych układów biologicznych przy wykorzystaniu praw i zasad dynamiki plynów, stosowanych do układów technicznych. W oparciu o nie podano model dynamiczny odcinka lewa komora serca - łuk aorty w postaci graficznej i grafu wiązania. Referat o systemach zasilania sprężonym powietrzem wygłosił mgr R. Jakubowski z Politechniki Rzeszowskiej, w którym zaprezentował systemowe podejście do tematu.

Przy tak stosunkowo małej liczbie referatów, nielicznym gronie uczestników i członków Komitetu Naukowego, a równocześnie dużej swobodzie czasowej - 4 dni przy słonecznej pogodzie - atmosfera była kameralna i uczestnicy miło spędzili czas. Ale odczuwało się pewien niedosyt, czy rzeczywiście konferencja spełniła oczekiwania i czy tylko tyle dzieje się w polskiej pneumatyce. Te ostatnie problemy były tematem dyskusji panelowej prowadzonej przez prof. W. Szenajcha. Nastroje nie były zbyt optymistyczne. Ale po pierwsze - na sali brakowało zupełnie reprezentantów branży sprężarkowej, a po drugie - nie było również przedstawicieli przemysłu i firm zagranicznych. Ograniczało to pole dyskusji, która z konieczności skoncentrowała się na dwóch polskich producentach, których reprezentował dyr. R. Domżał z OBREIUP oraz inż. A. Parysz z CPP PREMA. Oba te zakłady powinny ze sobą współdziałać tak, aby z jednej strony wykorzystać możliwości badawcze Ośrodka, a z drugiej moce produkcyjne Centrum. Jest nadzieja na realizację tych zamierzeń w przyszłości, tym bardziej że oba te zakłady stoją przed przekształceniami własnościowymi. Centrum zdaje sobie sprawę, że musi podjąć modernizację produkcji zaworów, aby utrzymać się na rynku, a w tym zakresie może skorzystać z doświadczeń i możliwości Ośrodka.

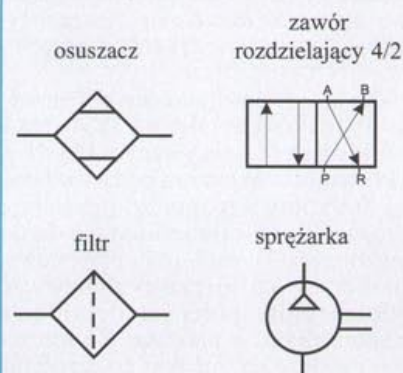
Efektom dyskusji było przyjęcie wniosku prof. Ł. Węsierskiego o rozszerzeniu formuły konferencji o zagadnienia wytwarzania, przygotowania i rozprowadzania sprężonego powietrza. Tematyka ta, dotychczas słabo reprezentowana, stanowi jednak interesującą dziedzinę wiedzy i obszerną płaszczyznę badań. Drugą propozycją przyjętą przez zebranych był projekt zorganizowania przyszłej Konferencji przez redakcję *Pneumatyki*, tradycyjnie wspólnie z OBREIUP w Kielcach. Tę ostatnią informację z zadowoleniem przyjęło kilku przedstawicieli firm sprężarkowych. Uwaga! Pełną listę autorów i tematy referatów podano w *Pneumatyce* nr 3/11/98.

Redakcja

## LEKSYKON

### Symbole graficzne

Abstrakcyjne przedstawienie w formie graficznej działania (a nie konstrukcji) elementów czy urządzeń, zgodnie z normą lub określonymi zasadami. Symbole stosowane w pneumatyce zawiera norma ISO 1219.



### Symulacja

Odtworzenie istniejącego lub planowanego procesu za pomocą jego modelu fizycznego lub matematycznego, w celu określenia jego zachowania przy określonym zakłóceniu i warunków brzegowych. Obecnie symulację najczęściej realizuje się przy użyciu komputerów.

### Takt

Taktem nazywamy przedział czasowy pomiędzy zmianą stanów układu. W układach sekwencyjnych takt wymuszany jest przez specjalny generator impulsów taktujących zwany zegarem, a w asynchronicznych przez zmianę dowolnego sygnału.

### Tarcie

Jest to opór przeciwdziałający względnemu przemieszczaniu się stykających się ze sobą ciał lub elementów tego samego ciała (tarcie wewnętrzne). W zależności od rodzaju ruchu rozróżniamy:

- tarcie ślizgowe (posuwiste) przy ślizganiu się dwóch ciał o różnych prędkościach;
- tarcie toczne przy toczeniu się jednego ciała po drugim;
- tarcie krętne (wiertne) - tarcie ślizgowe z względnym obrotem wokół pionowej osi przechodzącej przez punkt styku.



# Ludzie to nasz największy kapitał

## Rozmowa z mgr. inż. Marianem Kostenckim - dyrektorem technicznym firmy VECTOR w Poznaniu

*Słyszałem, że sprężarkami zajmuje się Pan od wielu lat. Gdzie Pan zdobywał swoje pierwsze szlify w tej branży?*

Jako absolwent Politechniki Poznańskiej znalazłem się w 1964 roku w Zakładach Metalurgicznych POMET w Poznaniu. Zakład ten będący odlewnią dodatkowo rozpoczął produkcję sprężarek. Ja otrzymałem zadanie zorganizowania stacji prób do testowania pierwszych sprężarek tłokowych. Było to moje pierwsze zetknięcie ze sprężarkami w praktyce. Ze sprężonym powietrzem miałem do czynienia potem jako użytkownik. Zetknąłem się z wieloma problemami związanymi z zawadnieniem i zanieczyszczeniem powietrza. Na przełomie lat 70. i 80. zacząłem eksploatować kompresory turbinowe o mocy 1 MW i wydajności 6000 m<sup>3</sup>/h. Bezpośrednio z produkcją sprężarek śrubowych zetknąłem się w 1988 roku pod flagami Pometowskiej spółki ASPOL. Spółka ta jako pierwsza w Polsce rozpoczęła produkcję sprężarek śrubowych. Tam też miałem do czynienia ze sprężarkami w wykonaniu przeciwybuchowym, przeznaczonymi dla górnictwa do kopalń metanowych. Wtedy poznałem szeroką problematykę związaną z produkcją i eksploatacją sprężarek, była to lekcja praktyczna, ale zarazem bolesna. Pierwsze prawdziwe szlify sprężarkowe, które zdobywałem w kopalniach pod ziemią owocują do dzisiaj. Na początku lat 90. rozpoczął się kryzys górnictwa, w konsekwencji zlikwidowano ASPOL, a po przezwyciężeniu szeregu problemów doszło do powstania firmy VECTOR.

*Kiedy powstała firma VECTOR?*

W 1993 roku zostaje utworzony VECTOR, którego trzech założyciele są równocześnie jedynymi udziałowcami. Jesteśmy firmą o 100% polskim kapitale.

*Czym się zajmuje Wasza firma?*

Jesteśmy młodą firmą inżyniersko-handlową, naszą przyszłość wiążąliśmy ze sprężonym powietrzem. Taką decyzję mogliśmy podjąć dlatego, że mieliśmy szczęście nabyć odpo-

wiednią wiedzę i doświadczenie poprzez ostatnie 10 lat zajmowania się sprężarkami śrubowymi.

Zajmujemy się doradztwem w doborze sprężarek i urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza oraz ich dostawami. Zapewniamy również serwis gwarancyjny i pogwarancyjny, wykonujemy projekty instalacji oraz pomiary i badania w zakresie techniki sprężonego powietrza.



Fot.1 Dyrektor techniczny firmy Vector mgr inż. Marian Kostencki

*Zajmujecie się dystrybucją i serwisem. Czy myślicie również o własnej produkcji sprężarek?*

Bardzo chcielibyśmy, ale pomimo posiadanych umiejętności oraz kompetentnych specjalistów nie produkujemy sprężarek śrubowych. Niestety, chłonność polskiego rynku to około 2000 sprężarek śrubowych rocznie. Żeby produkcja tych maszyn była dochodowa trzeba produkować ich około 1000 na rok. Ponieważ nie sprzedajemy takiej ich ilości rocznie to byłoby z naszej strony nieostrożnością rozpoczynanie produkcji wbrew zasadom ekonomii.

*Czy mimo tak licznej konkurencji na rynku można osiągnąć znaczący sukces?*

Sukces rynkowy to nie tylko efekt naszej solidności i skuteczności, ale przede wszystkim boomu inwestycyjnego na polskim rynku. Trzeba podkreślić, że dotyczy to wszystkich firm sprężarkowych, ponieważ wszyscy odnosimy większy lub mniejszy sukces gospodarczy. My szczycimy się tym, że dopiero na tle mnogiej listy konkurentów widać nasze kompetencje i skuteczność. Gdyby nie konkurencja, to byłibyśmy zwyczajną firmą. Ponieważ konkurencja istnieje - cieszymy się bardzo dużym uznaniem.

*Jakie są najważniejsze produkty w ofercie handlowej firmy VECTOR i ich główni odbiorcy?*

W naszej ofercie handlowej znajdują się:

- sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju,
- sprężarki śrubowe bezolejowe z wtryskiem wody,
- filtry i osuszacze sprężonego powietrza,
- sprężarki śrubowe bezolejowe na ciśnienie p=2 bar,
- dmuchawy Rootsa.

Natomiast nasi główni odbiorcy to przede wszystkim przemysł meblarski, spożywczy, przetwórstwa tworzyw sztucznych, wydobywczy i chemiczny, metalowy itp.

*W czym tkwi sukces Pańskiej strategii?*

W naszej firmie teraźniejszość łączy się z przyszłością. Mam na myśli to, że przede wszystkim do swojej oferty włączyliśmy najlepsze z dostępnych na świecie filtry i osuszacze sprężonego powietrza firmy „domnick hunter” oraz bezolejowe sprężarki śrubowe z wtryskiem wody firmy GVM. Najważniejsze jest to, że już teraz myślimy o przyszłości.

*Można powiedzieć, że Wasza firma odniosła sukces rynkowy. Co jest dla Pana szczególnie powodem do dumy?*

Jesteśmy dumni przede wszystkim z tego, że udało nam się stworzyć świetny zespół ludzi pomimo wielu nies-



przyjających okoliczności. Są to dzisiaj czołowi specjaliści od sprzężarek śrubowych w Polsce. Dumni jesteśmy z dużego magazynu części zamiennych i materiałów eksploatacyjnych oraz sprzężarek do natychmiastowej dyspozycji klienta.

*W jaki sposób zdobywa Pan zaufanie klientów?*

Dzięki indywidualnemu traktowaniu naszych klientów zapewniamy im oraz sobie spokojną pracę i użytkowanie dostarczonych przez siebie urządzeń.

W praktyce obrotu gospodarczego oraz w codziennej pracy szczerzymy się kultywowaniem wielkopolskiej kultury technicznej i handlowej. Ci, którzy robią z nami interesy wiedzą, że dotrzymujemy słowa. Swoje dotychczasowe wysiłki i plany na przyszłość wiążemy z hasłem: „To klient jest naszym pracodawcą”.

*Jak widzi Pan przyszłość firmy na naszym rynku?*

Swoją przyszłość na trwałe związaliśmy ze sprężonym powietrzem. Zainwestowaliśmy w zakup nieruchomości i właśnie w tych dniach otwieramy dla naszych klientów i dla nas nową siedzibę zlokalizowaną w Tarnowie Podgórnym koło Poznania. Są tam przestronne biura, magazyn i warsztat. W obiekcie tym będzie również mieścić się salon handlowy z automatyką i drobnym sprzętem pneumatycznym oraz artykułami instalacyjnymi do sprężonego powietrza.

*Czy nasze przyszłe członkostwo w Unii Europejskiej może spowodować zmiany w strategii Pana firmy?*

Wydaje mi się, że nie. Wszystkie firmy produkujące sprzężarki, jak i inne urządzenia, będą potrzebowały na terenie Polski ludzi, którzy się na tym znają, czyli fachowców. Kontakty zostaną jeszcze bardziej zacieśnione, po wejściu do UE będziemy potrzebni jeszcze bardziej niż dzisiaj. Przypuszczam, że wiele formalnych czy tzw. urzędniczych problemów, z którymi mamy w tej chwili do czynienia, zniknie. Uważam, że dla mnie, gdy patrzę z pozycję importera, nasze wejście do Unii nie spowoduje kłopotów.

*Dla firmy VECTOR podstawą jest sprzedaż. Jakie metody Pan preferuje, aby być ciągle skutecznym?*

Nie sprawia nam satysfakcji sam fakt sprzedaży, ale rozwiązywanie problemu klienta. Nasze metody są stałe, opierają się na fachowości i konkretnej rzeczowej rozmowie. Zawsze zapozna-



Fot. 2 Nowa siedziba firmy VECTOR w budowie

jemy się z problemami klienta, dokonujemy oględzin instalacji i przeprowadzamy analizę potrzeb za pomocą pomiarów bądź naszego doświadczenia. Dopiero na tej podstawie staramy się dobrać typ urządzenia i zaoferować je naszemu klientowi.

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

Zawsze jesteśmy w stanie konkurować nawet tam, gdzie była już wcześniej inna firma, jeżeli rozmowy dotyczą problemów technicznych. Spotykamy się natomiast z oczernianiem konkurencji, z tzw. reklamą negatywną.

Uważam to za bardzo niestosowne i nieeleganckie, zdarza się to często nawet w tak dystyngowanym towarzystwie, jak wśród inżynierów sprzężarkowców. Jesteśmy przeciwko takim działaniom nie tylko z powodu, że czasem stajemy się ich przedmiotem. Marketing agresywny, jako taki, to kategoria z dziedziny raczej dóbr konsumpcyjnych niż inwestycyjnych.

*Czy widzi Pan potrzebę współpracy VECTORA z przedstawicielami środowisk naukowo-badawczych?*

Tak, ale z naukowcami, którzy tworzą naukę dla przemysłu. Do takiej współpracy możemy zaliczyć to, że umożliwiliśmy dwóm studentom napisanie prac magisterskich w naszej firmie. Były to prace przez nas sfinansowane, ponieważ opierały się one na badaniu sprzężarek, jak i na analizie ekonomiki produkcji sprężonego powietrza. Współpracujemy w tym zakresie z Katedrą Techniki Ciepłej Politechniki Poznańskiej. Chcemy łączyć działania na poziomie badawczym z praktyką przemysłową, aby być jak najbliżej życia.

*Oprócz nowoczesnej techniki są też ludzie. Jak ocenia Pan ich rolę w rozwoju firmy?*

Przede wszystkim ludzie tworzą firmę. Pracownicy VECTORA to ludzie firmy, którzy identyfikują się z nią na każdym kroku, posiadają dużą wiedzę zarówno teoretyczną, jak i praktyczną. Uważam, że ludzie to największy kapitał VECTORA.

*Ostatnio sporo jest dyskusji na temat targów. Jakie jest Pana stanowisko w tej kwestii?*

Uważam, że Międzynarodowe Targi Poznańskie są instytucją, która ma bardzo wielu klientów i można odnieść wrażenie, że o nich zabiegać nie musi. Na Zachodzie, najbardziej znane targi sprzężarkowe w Hanowerze, które odbywają się co dwa lata zajmują niepełną jedną halę i w 1997 roku połączone były z logistyką, regałami magazynowymi, urządzeniami do transportu. Potwierdza to fakt, że lepiej nie tworzyć nowych targów, lecz powiązać się z już istniejącymi, gdzie jest wielu naszych potencjalnych klientów. Warto by było, aby całe środowisko pneumatyczne, może pod egidą PNEUMATYKI, zwróciło się do MTP, które są odwiedzane i posiadają infrastrukturę, w celu przyłączenia się do TAROPAKU czy POLAGRY co dwa lata. Byłoby błędem nie wykorzystać już istniejącej infrastruktury. Jako duża grupa firm moglibyśmy stworzyć imprezę dyktującą MTP przy najmniej jakieś swoje warunki.

Rozmawiał Mariusz Makulski





# K O M P R E S O R Y



**TŁOKOWE OLEJOWE**



**TŁOKOWE BEZOLEJOWE**



**ŚRUBOWE SERIA TK**



**ŚRUBOWE SERIA V**



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

**PASCAL**  
kompresory i narzędzia

Autoryzowane punkty serwisowe:

**GDYNIA**

**PNEUMATIG**  
81-537 GDYNIA  
ul. Łużycka 9  
tel.: (058) 622 49 25  
622 29 43

**KOSZALIN**

**PNEUMATICA**  
75-016 KOSZALIN  
Jamno 109  
tel.: (094) 41 35 13

**LUBLIN**

**ATM TECHNIKA**  
20-711 LUBLIN  
ul. Łaury 4 A  
tel.: (081) 526 02 03  
090 218 906

**OLSZTYN**

**PHU AB-LAK**  
10-069 OLSZTYN  
ul. I-wszej Dywizji 64  
tel.: (089) 527 27 69

**POZNAŃ**

**ERKOMP**  
60-324 POZNAŃ  
ul. Marcelesińska 96  
tel.: (061) 867 44 31  
w. 324  
0 602 188-045

**TYCHY**

**PASCAL**  
43-100 TYCHY  
ul. Wejchertów 19  
tel.: (032) 219 29 34  
219 18 43

**WARSZAWA**

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

**WROCŁAW**

**PNEUMAT-KOMPRESOR**  
51-121 WROCŁAW  
ul. Baczyńskiego 23  
tel.: (071) 325 52 88  
325 52 86

43-100 TYCHY.  
ul. Wejchertów 19,  
tel./fax (032) 219 29 34, 219 18 43, 227 10 21 w. 162



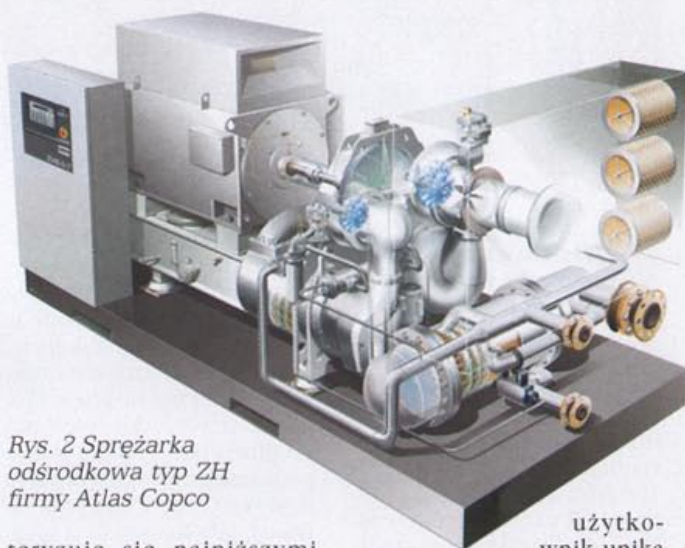
# Wszystko w jednej obudowie

## nowy typoszereg sprężarek odśrodkowych Atlas Copco serii ZH

Nie istnieje sprężarka mająca wszechstronne zastosowania. Każde z zastosowań ma swoje specyficzne wymagania, podobnie jak każdy ze sposobów sprężania ma swą indywidualną charakterystykę: wady, zalety i ograniczenia. Obchodząca w tym roku jubileusz 125-lecia istnienia firma Atlas Copco stawia do dyspozycji różne technologie sprężania, dając tym samym możliwość wyboru najbardziej optymalnej. W artykule prezentujemy sprężarki odśrodkowe średniej wydajności serii ZH. Ich innowacyjna konstrukcja jest owocem połączenia wieloletniego doświadczenia w produkcji odśrodkowych sprężarek powietrza i gazów o dużych i bardzo dużych wydajnościach oraz turboekspanderów z umiejętnością konstruowania kompaktowych, standardowych kompresorów, z której słyną zakłady Atlas Copco Airpower w Belgii. Omawiane poniżej urządzenia tam właśnie są produkowane.

Aktualnie oferowany typoszereg odśrodkowych sprężarek powietrza serii ZH częściowo pokrywa się, z punktu widzenia poziomu ciśnienia roboczego i wydajności, ze znanym powszechnie typoszeregiem bezolejowych sprężarek śrubowych serii ZR. Mamy

do dyspozycji jednostki o wydajnościach od 5500 do 8500 m<sup>3</sup>/godz. w czterech wariantach maksymalnego ciśnienia roboczego: 7,8, 9 i 10,4 bar (rys.1). Zwały, wyposażony standardowo we wszystkie niezbędne do prawidłowej eksploatacji opcje agregat sprężarkowy charak-



Rys. 2 Sprężarka odśrodkowa typ ZH firmy Atlas Copco

teryzuje się najniższymi w swojej klasie kosztami instalacji, niskim jednostkowym zużyciem energii, dużą elastycznością oraz ograniczeniem czasu trwania i zakresu czynności obsługowych do niespotykanego w innych konstrukcjach minimum.

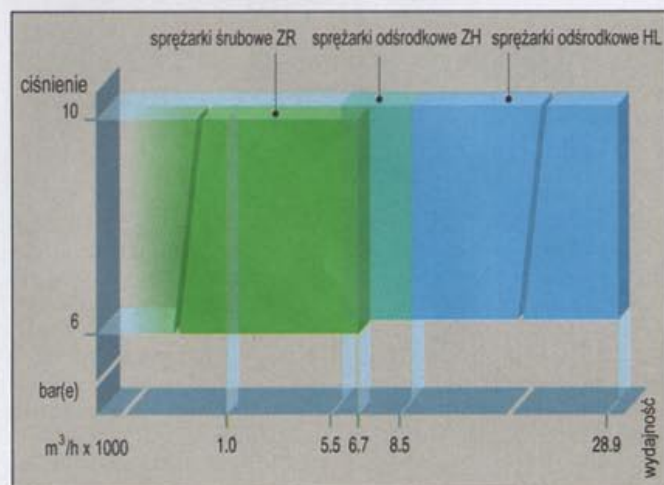
### Łatwa instalacja

Sprężarka odśrodkowa serii ZH trafia do odbiorcy jako fabrycznie zmontowane i przetestowane urządzenie gotowe do natychmiastowego uruchomienia po podaniu napięcia i doprowadzeniu wody chłodzącej (rys. 2). Należy w tym miejscu podkreślić, że w przeciwieństwie do niektórych konstrukcji, do uruchomienia ZH nie wymaga się podania sprężonego powietrza z odrębnego źródła. Dzięki zintegrowanej konstrukcji umieszczonej na samonośnej podstawie, ZH nie wymaga specjalnego poziomowania podłoża, wykonywania fundamentów, dyktacji ani kotwienia. Zajmują minimalną niezbędną przestrzeń.

Suche filtry wlotowe z tłumikiem stanowią integralną część dostawy. Dzięki temu

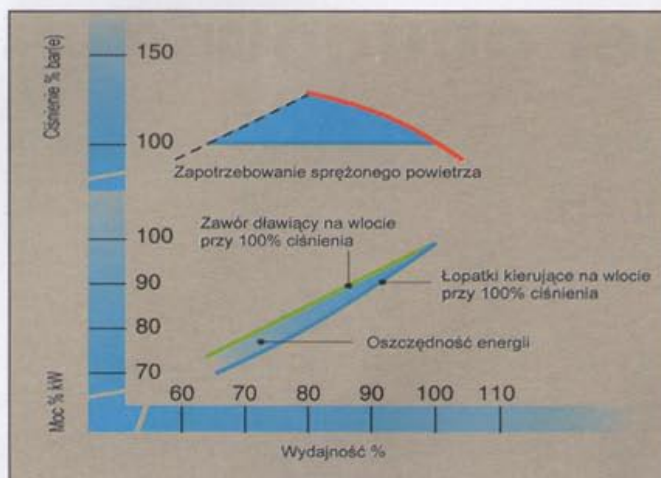
użytkownik unika konieczności zaprojektowania, zakupu i montażu kosztownych - także w eksploatacji - zewnętrznych czepni i układów filtracji zasysanego powietrza. W wypadku sprężarek odśrodkowych ich właściwy dobór i dbałość o ich czystość mają fundamentalne znaczenie z punktu widzenia uzyskiwanych parametrów pracy i trwałości maszyny. Maszyny wyposażone są w tłumiące drgania elastyczne kołnierze przyłączeniowe powietrza i wody chłodzącej. Na uwagę zasługuje montowany seryjnie kolektor wody chłodzącej, upraszczający instalację (pojedyncze przyłącze po stronie dopływu i odpływu).

Do standardowo montowanego wyposażenia należą także grzałki oleju, zawór zwrotny, by-pass, chłodnica końcowa, odwadniacze i spusty kondensatu na wszystkich chłodnicach. Obudowa dźwiękochłonna (jedyna opcja, z której użytkownik może zrezygnować) redukuje poziom hałasu z 85 do 78 dB(A). Jej konstrukcja gwarantuje jednocześnie swobodny dostęp do poszczególnych elementów maszyny.



Rys. 1 Zakres stosowania sprężarek ZH



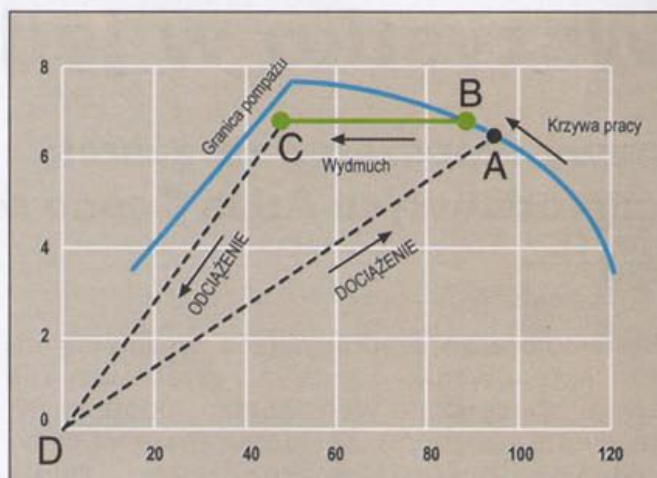


Rys. 3 Oszczędność energii dzięki szorokiemu zakresowi regulacji

### Niskie zużycie energii i szeroki zakres regulacji

Sprężarki ZH są jednostkami trzystopniowymi - tak bowiem konstrukcja gwarantuje optymalną sprawność dla ciśnień roboczych rzędu 7 - 10 barów tak przy pracy z pełnym, jak częściowym obciążeniem. Precyzyjnie współdziałające wirniki o łopatkach odchylonych ku tyłowi zapewniają szeroki zakres płynnej regulacji wydajności

bez konieczności przechodzenia do pracy w trybie wydmuchu/by-passu. Sprężarki są fabrycznie wyposażone w łopatki kierujące na docięcie, dzięki czemu zużycie energii zmienia się tu proporcjonalnie do wydatku sprężonego powietrza (rys 3). Warto podkreślić, że rozwiązanie to daje pożądany efekt jedynie wtedy, gdy konstrukcja sprężarki umożliwia zlokalizowanie łopatek bezpośrednio przed wirnikiem I stopnia sprężania (rys 4). W przeciwnym



Rys. 5. Charakterystyka regulacji

nym razie działają one jedynie jako zwykły element dławiaczy przepływu.

Jeżeli zapotrzebowanie na sprężone powietrze spadnie poniżej dolnej granicy aktualnego zakresu regulacji (zmienia się on w funkcji zmian temperatury wody chłodzącej, powietrza zasysanego oraz jego ciśnienia!) następuje odciążenie maszyny. Pozostaje ona w tym stanie do chwili aż ciśnienie w sieci osiągnie najniższy dopuszczalny

poziom. Sprężarka przechodzi wtedy w dociążenie i proces regulacji zwany Auto Dual Control rozpocznie się od nowa (rys 5). Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że wbrew pojawiającym się niekiedy opiniom sprężarki odśrodkowe pobierają w odciążeniu znacznie więcej energii niż odpowiadające im wielkością sprężarki śrubowe. Dlatego też rozważanie zakupu sprężarek odśrodkowych znajduje uzasadnienie wszędzie tam, gdzie spodziewane jest utrzymywanie się zużycia sprężonego powietrza na poziomie przynaj-



Rys. 4 Łopatki kierujące bezpośrednio przed wirnikiem



Rys. 6 Poziomy podział ułatwiający dostęp i przegląd maszyny

mniej 70% wydajności znamionowej maszyny (przy założeniu wyposażenia jej w omówione powyżej łopatki kierujące na docięcie!). Należy ich unikać również ze względu na bardziej skomplikowaną procedurę rozruchu w tych sytuacjach, w których przewidywane są znaczne wahania rozbioru powietrza.

poziom. Sprężarka przechodzi wtedy w dociążenie i proces regulacji zwany Auto Dual Control rozpocznie się od nowa (rys 5). Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że wbrew pojawiającym się niekiedy opiniom sprężarki odśrodkowe pobierają w odciążeniu znacznie więcej energii niż odpowiadające im wielkością sprężarki śrubowe. Dlatego też rozważanie zakupu sprężarek odśrodkowych znajduje uzasadnienie wszędzie tam, gdzie spodziewane jest utrzymywanie się zużycia sprężonego powietrza na poziomie przynaj-





Rys. 7 Czytelny panel kontrolny

### Czytelny panel kontrolny, prosta obsługa i konserwacja

Bezpieczny i bezawaryjny układ kontroli pracy śledzi najważniejsze parametry pracy - temperaturę, ciśnienie, poziom drgań (ZH są fabrycznie wyposażone w czujniki drgań na każdym stopniu!) i w oparciu o nie steruje sprężarką. Do programowania parametrów pracy i wywoływania niezbędnych informacji służy panel kontrolny z ciekłokrystalicznym wyświetlaczem tekstowym (rys. 7).

Sprężarki ZH zostały zaprojektowane tak, by zagwarantować użytkownikom długi czas bezawaryjnej pracy przy minimalnej obsłudze. Zostało to osiągnięte dzięki innowacyjnej konstrukcji, doborowi najwyższej jakości części i materiałów oraz funkcjonalnemu rozplanowaniu poszczególnych elementów układu.

Poziomy podział skrzyni przekładniowej

sprawa, że czas niezbędny do przeprowadzenia kontroli stanu wirników i kół zębatach oraz oceny stanu, a także ewentualnej wymiany łożysk i uszczelnień jest ograniczony do minimum. Sama czynność nie wymaga pracochłonnego demontażu przewodów (rys 6). Zwarta konstrukcja korpusu (tzw. core unit) nie tylko redukuje ilość tych ostatnich, ale korzystnie wpływa na sprawność całego układu dzięki ograniczeniu wewnętrznych spadków ciśnienia. Wykonane ze stali nierdzewnej, osadzone skurczowo uszczelnienia labiryntowe wału eliminują praktycznie ubytki powietrza i gwarantują długą żywotność układu. Wirniki - wykonane również z odpornej na korozję nierdzewnej stali - osadzone są na osiach za pośrednictwem mikrowypustów. Jest to metoda sprawdzona przez Atlas Copco w turbosprężarkach napędzanych silnikami o mocach do 10 MW, której zastosowanie elimi-

nuje utrudnienia demontażu, występujące przy połączeniach wielokątnych i wpustowych.

Na osobną uwagę zasługują chłodnice wykonane z miedzioniklu CuNi 90/10. Materiał ten jest bardziej odporny na agresywne czynniki w porównaniu z „czystą” miedzią. Dzięki zastosowaniu rozwiązania, w którym powietrze płynie w prostych rurkach, czyszczenie chłodnic jest znacznie łatwiejsze niż w przypadku spotykanych niekiedy, także w innych urządzeniach, układów „woda w rurkach”.

obroty na poziomie 3,7 mld dolarów. Notowana na giełdach w Sztokholmie, Frankfurt i Londynie firma jest jednym z niekwestionowanych światowych potentatów przemysłu maszynowego. Ponad wiekowa tradycja i globalna skala operacji owocują perfekcyjnym opowaniem najnowocześniejszych technologii i możliwością czerpania z doświadczeń eksploatacyjnych zdobywanych w bardzo zróżnicowanych warunkach. Efektem ich jest także wdrożony od wielu lat system zapewnienia jakości,

Rys. 9 Dzielone poziomo łożysko ślizgowe umożliwia łatwą ocenę ich stanu technicznego



w którym zgodność z ISO 9001 uznawana jest za wymaganie minimalne.

Początki działalności Atlas Copco w Polsce sięgają przełomu lat 20. i 30. naszego stulecia. Od kilku lat jest ona prowadzona przez Atlas Copco Kompresor Sp. z o.o. - spółkę polskiego prawa handlowego, w której Atlas Copco ma 100 % udziałów. Dzięki temu najściślej związanemu z firmą macierzystą gwarantujemy naszym Klientom solidność, stabilność i pewność nie tylko na etapie zawierania kontraktu handlowego, ale także w okresie normalnej eksploatacji urządzeń. Aktualnie zatrudniamy 70 osób w oddziałach serwisowych i przedstawicielstwach handlowych na terenie całego kraju. Dzięki temu do grona naszych użytkowników mamy zaszczyt zaliczać kilkadziesiąt przedsiębiorstw reprezentujących pełne spektrum sektorów polskiego przemysłu. Z dumą uczestniczymy w ich rozwoju i sukcesach.

Zwłaszcza tych, w których tor wody stanowią cienkościenne węzownice. Płaszcze chłodnic międzystopniowych są integralną częścią korpusu sprężarki, a - jak wspomniano w części poświęconej instalacji - chłodnica końcowa stanowi standardowy element wyposażenia.

\*\*\*

Firma Atlas AB - taką pierwotnie nazwę nosiła Atlas Copco - powstała w 1873 roku i rozpoczęła swą działalność od produkcji taboru dla rozwijających się dynamicznie kolei szwedzkich. Wkrótce zaangażowała się w wytwarzanie pneumatycznych narzędzi i wiertnic dla przemysłu wydobywczego. Naturalną konsekwencją tego kroku było uruchomienie wkrótce potem produkcji sprężarek powietrza. Zatrudniając dzisiaj ponad 22000 pracowników w blisko 60 spółkach handlowych i 15 zakładach produkcyjnych na całym świecie, osiąga roczne



Rys. 8 Łożyska ślizgowe o płytkach wahlowych, powszechnie uznawane za najbardziej niezawodne

Artykuł sponsorowany  
Atlas Copco  
mgr inż. Marek Brociek



# Efekty oszczędnościowe

## modernizacja stacji sprężarek w Zakładach Elektrotechniki Motoryzacyjnej Zelmo SA w Warszawie

W związku z zaobserwowanym w ciągu ostatnich lat wzrostem popularności sprężarek Atlas Copco o płynnej regulacji wydajności (VSD) przedstawiamy Państwu kolejny przykład udanej, nowoczesnej instalacji.

Tym razem gościemy w Zakładach Elektrotechniki Motoryzacyjnej Zelmo SA w Warszawie. Od pewnego czasu zakład jest w trakcie intensywnej modernizacji. W pierwszej kolejności zdecydowano o poprawie gospodarki mediami, między innymi sprężonym powietrzem. Mądrze i przyszłościowo zaprojektowana i wyposażona w nowoczesny sprzęt sprężarkownia może być obszarem znaczących oszczędności.

Podjęto zatem decyzję o zakupie sprężarek śrubowych w miejsce użytkowanych, wickowych sprężarek tłokowych. W pierwszym etapie oczekiwano oszczędności polegających na zmniejszeniu sumarycznej mocy zainstalowanej (o kilkaset kilowatów). Pewne zmniejszenie kosztów miało przynieść wyeliminowanie wydatków na częste remonty sprężarek tłokowych.

W tych warunkach przystąpiono do penetracji rynku sprężarek śrubowych. Zebrano szereg ofert, zawężając następnie grono oferentów do kilku firm, których oferty wydawały się najkorzystniejsze. Wstępnie określone zapotrzebowanie na sprężone powietrze wynosiło ok. 32-34 m<sup>3</sup>/min w szczytowym momencie.

Warto nadmienić, że charakter pracy zakładu powodował dużą nierównomierność poboru powietrza w czasie dnia roboczego.

Wśród zebranych ofert duże zainteresowanie wzbudziła oferta firmy Atlas Copco, której specjaliści przedstawili dwa różne warianty doboru urządzeń. Obok tra-

dycyjnego układu kilku maszyn regulowanych w trybie pełne dociążenie/pełne odciążenie, pojawił się zespół wykorzystujący sprężarkę o mocy 90 kW i płynnej regulacji wydajności poprzez zmienną prędkość obrotową silnika. W sprężarce tej zastosowano konwerter częstotliwości, co umożliwiło uzyskanie regulacji w zakresie 2,5-15,1 m<sup>3</sup>/min. Układ uzupełniły dwie sprężarki GA55 (po 9,5 m<sup>3</sup>/min), regulowane tradycyjnie oraz osuszacz ziębniczy FD560 dla całego zespołu. Sprężarka GA90VSD przejęła funkcję sprężarki wiodącej i sterującej całością.

Przy dużej nierównomierności poborów uzyskano efekt dopasowania się zespołu sprężarek do aktualnych potrzeb. Zmniejszyło to zużycie energii elektrycznej, również dzięki eliminacji biegu jałowego sprężarek regulowanych tradycyjną metodą.

Przedstawienie takiej koncepcji, jej szczegółowe uzasadnienie i prezentacja spodziewanych efektów oszczędnościowych zadecydowało o wyborze Atlas Copco na dostawcę urządzeń sprężonego powietrza. Dostawę, realizowano etapami w miarę wzrastających potrzeb. Obecnie pracują już sprężarki GA90VSD, GA55 z osuszaczem, a po pełnym rozwinięciu potrzeb przewiduje się uzupełnienie zestawu o kolejną sprężarkę GA55.

Obecnie firma Zelmo dysponuje energooszczędną sprężarkownią na miarę XXI wieku.

Artykuł sponsorowany  
Atlas Copco  
mgr inż. Maciej Fedyna



Fot. 1 Sprężarka GA90VSD przejęła funkcję sprężarki wiodącej i sterującej całością



Fot. 2. Sprężarkownia po modernizacji



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



# Koszty wytwarzania sprężonego powietrza

W wielu ostatnich artykułach w „Pneumatyce” poruszane były problemy kosztów energii przy produkcji sprężonego powietrza. Są to informacje wyczerpujące i na pewno objaśniają co robić, żeby sprężone powietrze kosztowało jak najmniej. Kiedy jednak rozmawia się z potencjalnym nabywcą sprężarki, chce on mieć pewność, że struktura kosztów zgadza się będzie z deklaracjami producentów. Dlatego uważamy za konieczne wyjaśnić w sposób przystępny strukturę kosztów produkcji sprężonego powietrza dla sprężarek śrubowych.

W tym celu zostały zebrane oraz uśrednione dane dostępne na rynku, tj. oferty cenowe na sprężarki, jak i materiały eksploatacyjne.

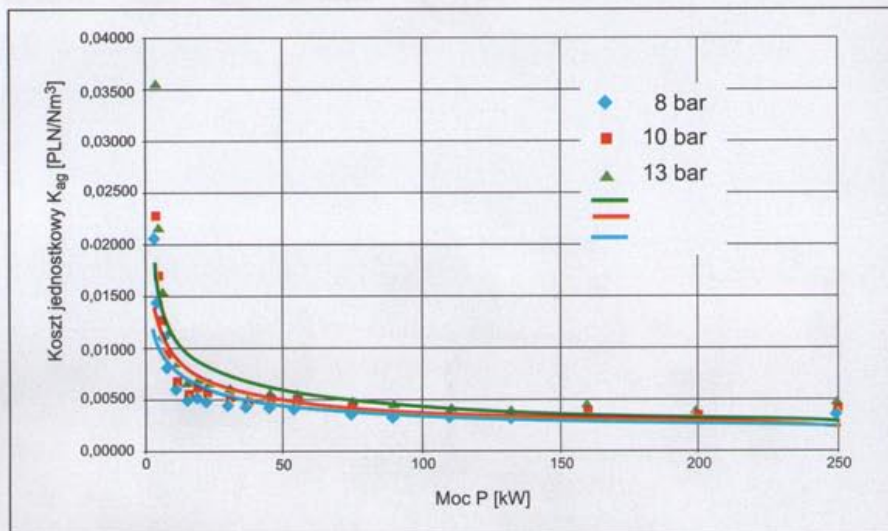
Do obliczeń przyjęto koszt 1 kWh = 0,17 PLN. Ceny części oraz sprężarek, to dane z lipca '98, przeliczone z walut w ówczesnym okresie. Wszystkie koszty jednostkowe podawane w [PLN/Nm<sup>3</sup>] obliczane są w ten sposób, że poszczególne koszty czy to materiałów eksploatacyjnych, zakupu sprężarki, czy energii, są podzielone przez ilość Nm<sup>3</sup> wyprodukowanego sprężonego powietrza przez 30000 godzin pracy non-stop przy nominalnej wydajności „statystycznej” sprężarki śrubowej - w zależności od jej mocy zainstalowanej.

Dlatego nie należy niniejszego opracowania traktować jako przewodnika po cenach dostawców. Nie jest to cennik produkcji sprężonego powietrza, ponieważ ceny różnią się u wielu dostawców istotnie!

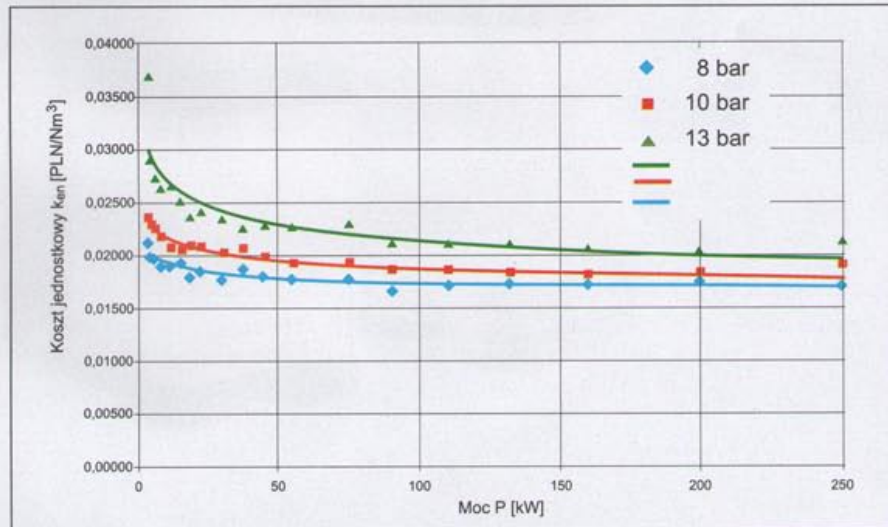
Naszym celem jest uświadomienie, co dla Klienta jest najważniejsze w procesie produkcji sprężonego powietrza.

Prosimy o zwrócenie uwagi na wyraźne tendencje.

Ułatwi to analizę wielu ofert, a przede wszystkim poprzedzi wybór dostawcy uważnym przemyśleniem doboru urzą-



Rys. 1 Przybliżony koszt jednostkowy agregatu  $k_{ag}$  w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego



Rys. 2 Przybliżony koszt jednostkowy  $k_{en}$  energii elektrycznej w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego

dzeń. Artykuł ten to kolejny dowód na to, że każdy zakup należy poprzedzić szczegółowym badaniem wielkości zużycia, aby jak najmniej płacić za produkcję powietrza po modernizacji sprężarki. A oto opis przeprowadzonej analizy: rys.1, rys. 2.

Pierwszy istotny element kosztów produkcji sprężonego powietrza to koszt inicjalny - koszt zakupu. Wynika stąd oczywista zależność, że im sprężarka większa (z większym silnikiem zainstalowanym), tym więcej kosztuje. Rys.1 pokazuje coś ważniejszego, tj.,

że koszty zakupu sprężarki są tym mniejsze, im więcej powietrza ona wytwarza.

Rys. 2 Kolejny istotny koszt produkcji sprężonego powietrza to koszty energii potrzebne do produkcji sprężonego powietrza. Widać z wykresu, że koszty maleją istotnie gdzieś do mocy zainstalowanej 7,5 kW, a następnie zaczynają osiągać wartość zbliżoną do czegoś, co jest prawie wartością „nasylenia”. Krótko mówiąc, niewiele się zmieniają. Jest to kolejny dowód na to, dlaczego sprężarki śrubowe zajmują tak



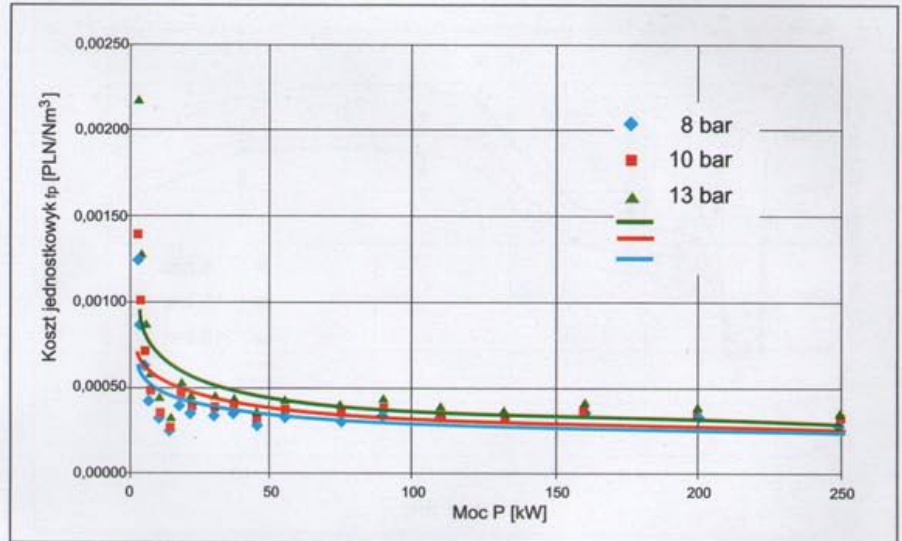
dobrą pozycję na rynku dopiero od wielkości 7,5-11 kW (rys. 3, rys. 4, rys. 5).

Na rys. 3, 4, 5 wyszczególnione zostały kolejne grupy kosztów. Na nich nie powinni oszczędzać użytkownicy. Jak już kiedyś wspominałem, oszczędzanie na obsłudze serwisowych przynosi podobny efekt jak mycie zębów raz zamiast 2 czy 3 razy dziennie. Dla potrzeb statystycznych przyjęto, że podczas symulowanych 30000 godzin pracy filtry powietrza, wymienia się co 1000 godzin (rys. 3), a filtry oleju (rys. 4) i separatory (rys. 5) co 3000 godzin. Największy jest koszt separatorów, dalek filtrów powietrza (trzeba je często wymieniać, bo to one bezpośrednio chronią sprężarkę), a następnie filtrów oleju. Tutaj widać, że koszty materiałów eksploatacyjnych maleją najbardziej w zakresie do 45-55 kW. Następnie osiągają dość stabilny poziom.

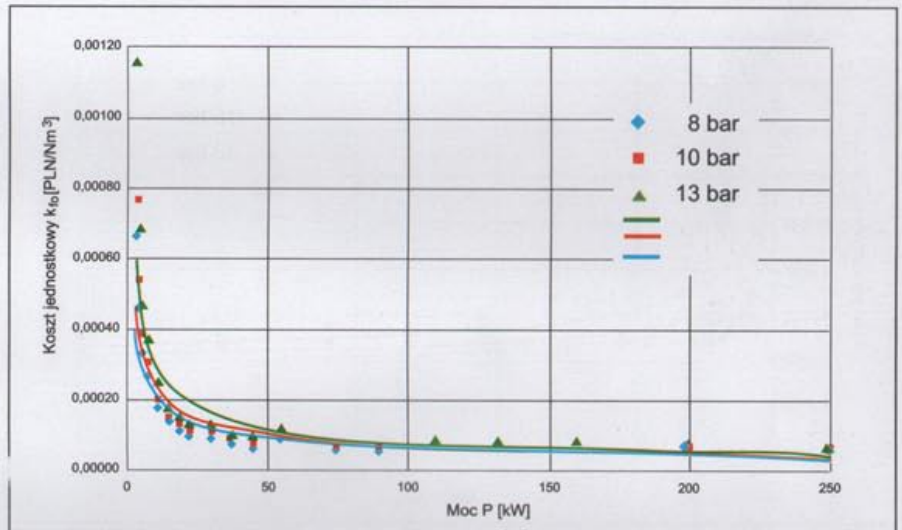
Poważny kłopot stanowi określenie statystycznej tendencji kosztów oleju (rys. 6). Związane jest to z faktem stosowania przez wielu producentów różnej wielkości zbiorników separatora oleju-powietrza, różnej pojemności układu rurociągów, chłodnic o różnej mocy cieplnej aż wreszcie wymagań cieplnych stopnia śrubowego co do dostarczanej do niego ilości oleju. Dane są trochę niespójne, ale wyraźnie widać tak z praktyki, jak i wykresów, że im większa sprężarka, tym większy koszt oleju. Istotny jest tu inny aspekt - mianowicie problem recyklingu, który polecamy serdecznie użytkownikom. Lobby „olejowe” prześciga się w różnych promocjach dla dostawców sprężarek czy też użytkowników. A może by tak pomogli użytkownikom w zrobieniu czegoś z olejem przetworzonym?

Zbliżamy się powoli do sedna zagadnienia - tzn. kosztów całkowitych.

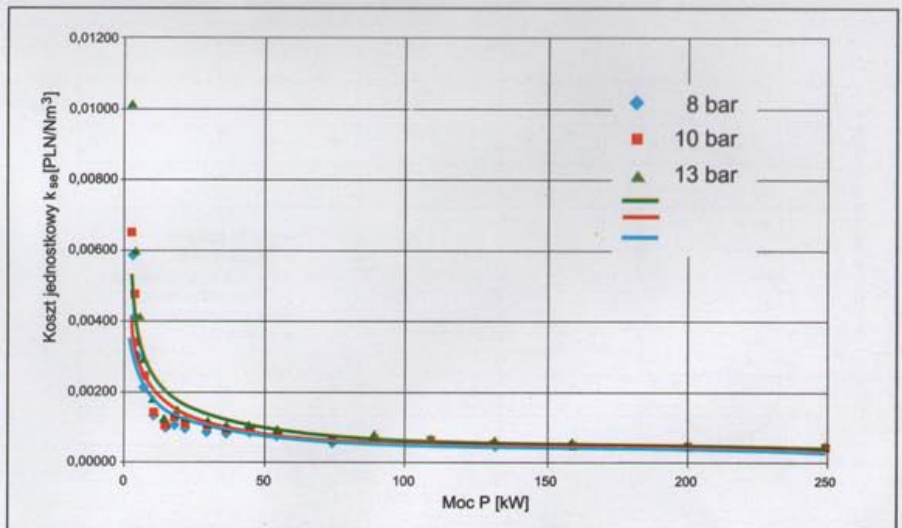
Całkowite koszty rosną wraz z wielkością sprężarki (mocą zainstalowaną, bo większa sprężarka więcej kosztuje, ma większy silnik, większe filtry i separatory oraz więcej oleju. Jeśli natomiast odniesiemy to do ich wydajności - a więc analizując koszty jednostkowe (rys. 7) widać, że gwałtownie maleją one do ok. 30 kW - potem są na bardzo wyrównanym poziomie. Widać także, że większa sprężarka jednostkowo produkuje powietrze taniej niż mniejsza. Nie zawsze jednak duża sprężarka potrafi dostosować się najlepiej do charakterystyki poboru instalacji. Problem w tym, że sprężarka regulowana w najbardziej nawet finiszowy sposób nie ma możliwości przy np. 50-60% wydajności pobierać tylko 50-60% energii. Rys. 8 i rys. 9 informują nas o tym, jaka jest struktura kosztów. Stąd właśnie wynika konieczność uwrażliwienia na największy koszt produkcji powietrza, czyli energię. Pomóc tu może tylko właściwy dobór urządzeń przy znajomości



Rys. 3 Przybliżony koszt jednostkowy  $k_p$  filtrów powietrza w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego



Rys. 4 Przybliżony koszt jednostkowy  $k_o$  filtrów oleju w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego

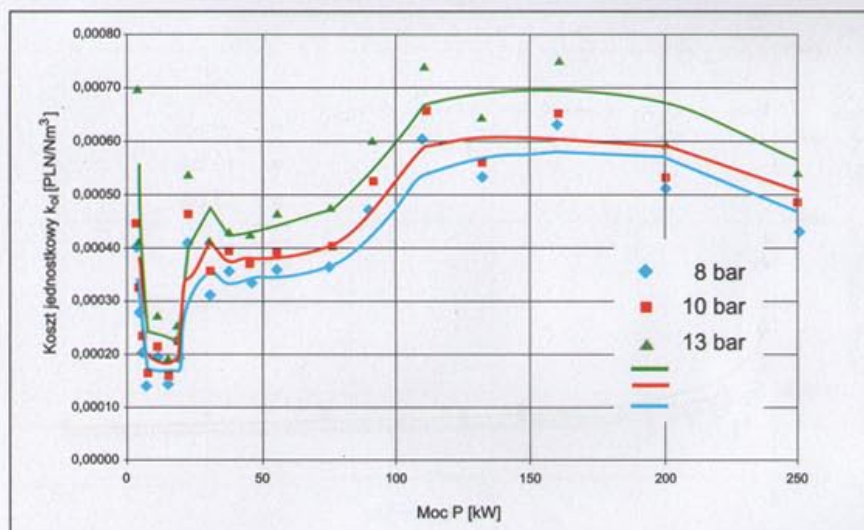


Rys. 5 Przybliżony koszt jednostkowy  $k_{se}$  separatorów w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego

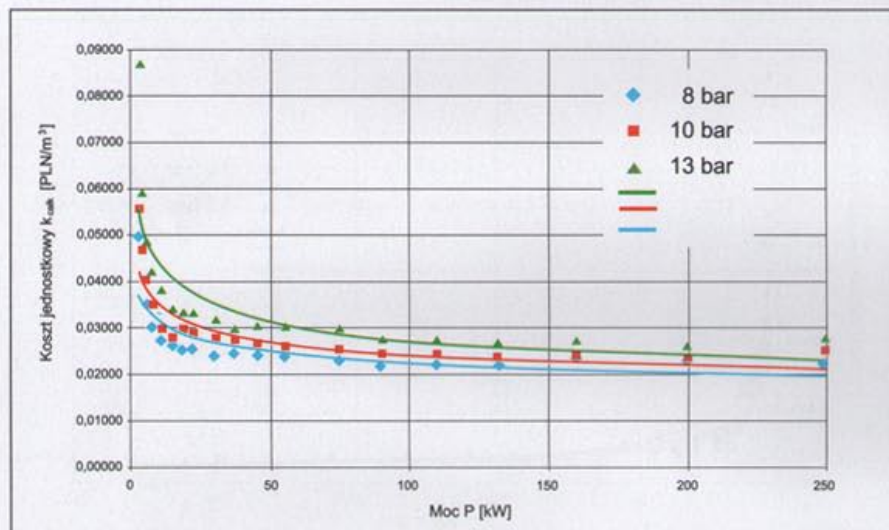
charakterystyki zużycia powietrza. Musicie Państwo mieć na uwadze, że przewidując najbliższe 30000 godzin pracy

sprężarki non-stop, czyli w praktyce z pewnością dłużej niż 4 lata pracy, decydujecie Państwo o tym, ile produkcja

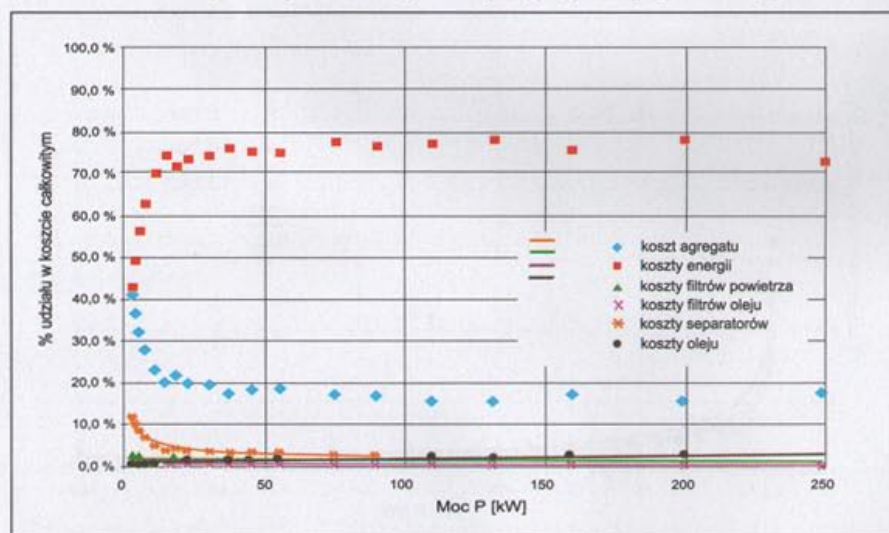




Rys. 6 Przybliżony koszt jednostkowy  $k_{oj}$  oleju w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego



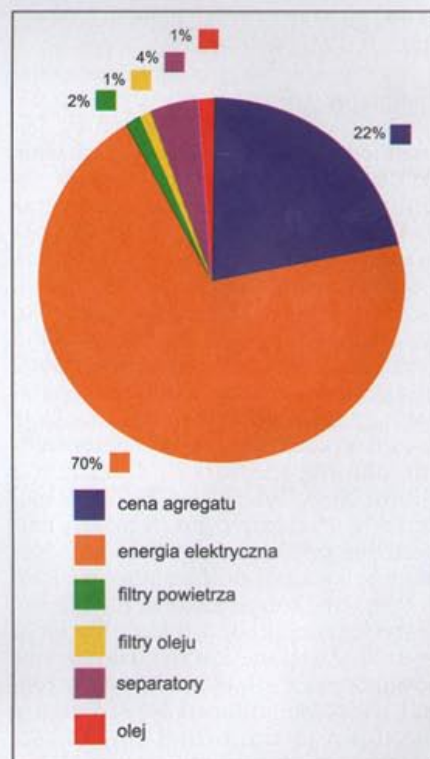
Rys. 7 Przybliżony całkowity koszt jednostkowy  $k_{calk}$  1[Nm³] sprężonego powietrza w funkcji mocy  $P$  silnika głównego agregatu sprężarkowego



Rys. 8 Udział poszczególnych kosztów  $k$  w koszcie całkowitym  $K_{calk}$  wytworzenia sprężonego powietrza w zależności od mocy  $P$  silnika głównego agregatu

powietrza będzie kosztować. Należy zaznaczyć, że, aby nie zaciemniać obrazu, nie braliśmy pod uwagę kosztów

robocizny związanej z obsługą - te wskaźniki są bardzo różne. Z wykresów 8 i 9 wyraźnie widać, że po zakoń-



Rys. 9 Uśredniony udział poszczególnych kosztów  $K$  w koszcie całkowitym  $K_{calk}$  wytworzenia sprężonego powietrza

czeniu rozmów z dostawcami dowiedzieć się Państwo, czy koszty inicjalne oraz eksploatacji to (22% + 8%) czy też inny ich podział w ramach 30% wydatków. Z pozostałymi 70% kosztów zostanie Państwo sami. Te 70% to właśnie energia konieczna przy produkcji sprężonego powietrza, dlatego jest o to tyle hałasu na łamach „Pneumatyki”. Walka o energię opiera się o właściwy dobór sprężarek oraz budowę instalacji. Jeśli dobór sprężarek nie zostanie poprzedzony dogłębną analizą zużycia i potrzeb, to zaoszczędzić na sprężonym powietrzu będzie bardzo trudno. Polecamy ponownie analizę potrzeb i zużycia, a na podstawie tego zastosowanie jednego najlepszego systemu produkcji sprężonego powietrza, tzn. - układu wielosprężarkowego.

Czy stosować sprężarki o jednakowej, czy różnej mocy i wydajności, czy też z wydajnością regulowaną poprzez obroty, modulację, zmianę długości aktywnej śruby, czy robić to, korzystając z układów elektromechanicznych, czy też elektronicznych - są to pytania, na które odpowiadać powinni Państwo dostawcy. Wasza decyzja musi oprzeć się o podstawowe przesłanki dla układów ciągłego zasilania w media energetyczne - tzn. niezawodność, trwałość, energooszczędność, ekologię.

Wojciech Halkiewicz  
Mikołaj Marciniak



# Polska premiera sprężarki Hydrovane 975 Airlogic Electronic

Kilka tygodni po światowej premierze sprężarki Hydrovane 975 Airlogic Electronic, 16 września 1998 roku odbyła się jej prezentacja w Polsce w Zakładach Przemysłu Jedwabniczego Miranda SA w Turku.

Spotkanie rozpoczął gospodarz, dyrektor ds. produkcyjno-technicznych, Jerzy Pomykała, który zapoznał licznie zgromadzonych gości z historią Mirandy i omówił aktualną strategię firmy.

Następnie pan mgr inż. Andrzej Araszkiewicz z firmy BP Techem S.A. przedstawił ogólne informacje o metodzie sprężania HYDROVANE. Zaprezentował też nowy model sprężarek serii 9, HYDROVANE 975 Airlogic Electronic z uwzględnieniem ekonomii energetycznej dla systemu sprężarek ze sterownikiem Smart Box, uruchomionego w ZPJ Miranda SA. Sprężarka ta jest maszyną samodopasowującą się do aktualnego zapotrzebowania na sprężone powietrze w sieci (od 0 do pełnego wydatku). Dzięki zastosowaniu wewnętrznego pneumatycznego układu nadążnego „Elektronika” spełnia tylko rolę diagnostyczno-monitorującą.

Po części teoretycznej uczestnicy prezentacji mogli zwiedzić zakład, gdzie główny mechanik, pan Ryszard Buchali, pokazał i omówił cały system pneumatyczny ze szczególnym względzeniem sprężarek Hydrovane. Uczestników zainteresowały sieci przesyłowe wykonane nowoczesną techniką Trans Air firmy Legris oraz funkcjonalna sprężarkownia, w której głównym emitorem hałasu, jak się okazało, jest wentylator wyciągowy umieszczony pod sufitem hali. W Mirandzie, gdzie występują sprężarki o różnym wydatku, zastosowano typ sterowania w kaskadzie energetycznej, który charakteryzuje się bardzo dobrym dopasowaniem zapotrzebowania na energię elektryczną do wydatku systemu. O systemach pneumatycznych w ZPJ Miranda S.A. publikowaliśmy informacje w *Pneumatyce* nr 2/10/1998. Każdy z uczestników spotkania mógł zaznajomić się z budową sprężarek jak i z ich pracą. Można powiedzieć, że



Fot. 1 Ryszard Buchali główny mechanik (z lewej) i Andrzej Araszkiewicz przy pracującej sprężarce 975 Airlogic

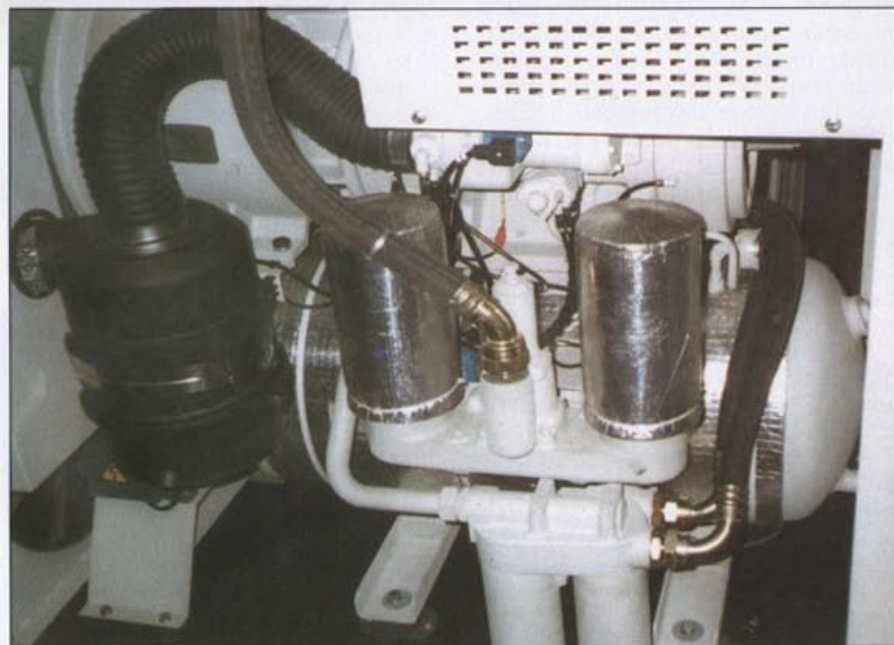
atmosfera sprężarkowni w ZPJ Miranda S.A. jest bardzo „przyjazna” człowiekowi, praktycznie bez uciążliwych drgań i hałasów.

Była to bardzo ciekawa inicjatywa godna naśladowania, gdyż wszyscy uczestnicy, zarówno specjaliści z branży sprężarkowej, jak i potencjalni nabywcy sprężarek, mogli zapoznać się z teorią, jak i z praktyką. Przyczyni się to do lepszego poznania szeregu zagadnień i ułatwi w przyszłości racjo-

nalne podejmowanie decyzji. Cieszy również to, że wszelkie nowe rozwiązania dotyczące zarówno maszyn, jak i systemów sterowania pojawiają się u nas bardzo szybko i są adaptowane na rynek polski.

Redakcja *Pneumatyki* będzie informować Czytelników o różnych ciekawych inicjatywach na swoich łamach.

mgr inż. Mariusz Makulski



Fot. 2 Widok bezpośrednio napędzanego stopnia sprężającego



# Technika sprężania

## XI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna w Kazaniu

Wychodząc naprzeciw dużemu zainteresowaniu wielu firm z branży pneumatycznej tzw. rynkiem wschodnim, zamieszczamy informacje z konferencji, która odbyła się w Kazaniu w Rosji w dniach 27-29 maja 1998 r. W ośmiu sekcjach omówiono około 140 referatów z przedstawionych w materiałach konferencyjnych 207 wykładów oraz komunikatów.

### Sekcja I Sprężarki tłokowe (ST)

Przedstawiono referaty o charakterze przeglądowym (Plastinin P.I., ze współautorami, MGTU im. Baumana, Rosja), dotyczące podstawowych tendencji rozwoju tych maszyn, metod modelowania matematycznego sprężarek oraz procesów wymiany ciepła i masy w sprężarkach gazowych oraz chłodniczych. W. E. Sierba (OmGTU, Omsk, Rosja) przedstawił badania ruchu czynnika dwufazowego w połączeniowych przewodach rurowych ST, na przykładzie modelu matematycznego niestacjonarnego ruchu dwuszybkowego, dwutemperaturowego przepływu dwufazowego o nieodwracalnych (niezrównoważonych, niequasistatycznych) przemianach fazowych. Stwierdzono wpływ rozmiaru wtryskiwanych kropli cieczy na temperaturę gazu oraz ciśnienie w obszarze ssawnym, jak również wzrost spadku ciśnienia oraz obniżenie temperatury gazu na wylocie w przypadku zwiększenia ilości wtryskiwanej cieczy.

Dużą uwagę poświęcono opracowaniom sprężarek oraz instalacji przeznaczonych do napełniania samochodów na sprężony metan. J. W. Tropczenko („Kompessor” S.A., Sankt-Petersburg) przedstawił wyniki badań przeprowadzonych dla stacji paliw, obsługującej 75 samochodów na dobę, napędzanych sprężonym gazem. Stacja wykonana jako modułowo-blokowy kontener napędzana jest przez silnik wysokoprężny i jest całkowicie zautomatyzowana.

W.W. Jaszin („Kompessor” TOO Penza) przedstawił wyniki badań dotyczących budowy przenośnego agregatu butlowego do transportowania i napełniania zbiorników, posiadającego niewielką sprężarkę ( $N = 18$  kW) w celu dopełniania butli od  $p = 2$  MPa do  $p = 25$  MPa.

W. I. Ostaszkow („Penzakompessor-masz” S.A., Penza, Rosja) przedstawił obszerny program rozwoju maszyn tłokowych o specjalnym oraz ogólnym przeznaczeniu. To wiodące w Rosji przedsiębiorstwo zmodernizowało sprężarki powietrzne typu 4BM10, wprowadzając trzy stopnie sprężania zamiast dwóch ( $p_{spr.} = 0,9$  lub  $1,3$  MPa), co obniżyło o 8 % pobór właściwy mocy oraz zwiększyło niezawodność pracy maszyn.

Wyprodukowano eksperymentalne modele specjalnych maszyn, w tym również nie wymagające smarowania cylindrów i dławnic, oraz maszyn przeznaczonych do tankowania samochodów sprężonym gazem.

### Sekcja II Sprężarki wirnikowe

Na konferencji największą uwagę zwrócono na dwa kierunki tej dynamicznie rozwijającej się dziedziny budowy maszyn:

- badanie nowych typów maszyn: spiralne, jednośrubowe sprężarki, o wirniku tocznym, gdzie do uszczelnienia służy zasłona zamiast ścierającej się płyty;
- rozwój znanych konstrukcji oraz ich różnych zastosowań.

Przedstawiono referaty na temat modelowania matematycznego: procesów w obszarze (komorze) sprężania sprężarki o kołach zębatych (podobnie do dmuchawy Rootsa), z wtryskiem wody do komory (Wizgałow i współautorzy, KGTU, Kazan); urządzeń odciażających wirnikowe maszyny wysokociśnieniowe (do 100 MPa). W pierwszym referacie stwierdzono, że wtrysk wody powoduje wzrost sprawności od 3 do 7% oraz obniżenie temperatury gazu wylotowego. W drugim referacie omówiono opracowanie wygodnego dla konstruktora programu komputerowego w środowisku Windows, przedstawiającego wyniki w postaci tabel oraz wykresów. A.W. Siegal

(„Kazańkompessor-masz” S.A.) poinformował o przygotowaniach do uruchomienia produkcji sprężarek śrubowych do powietrza o wydajności: 1,5; 2,5; 3,5; 4 oraz 5 m<sup>3</sup>/min i ciśnieniu  $p = 7 - 9$  bar, jak również maszyn przewoźnych  $V = 2$  m<sup>3</sup>/min. Trzy ostatnie modele już są produkowane. Biznesplan wykazał możliwość produkcji takich urządzeń do 1000 sztuk rocznie.

Tematem referatu Fotina B.S. i Selezniowa K.P. (Sankt-Petersburska Akademia Zimna) był szczegółowy model sprężarki spiralnej (SK), przedstawiający zmiany komór (przestzeni) roboczych, ciśnienia oraz temperatury czynnika roboczego w zależności od kąta orbitalnego. Określa się wielkości przenikania gazu między komorami (przestzeniami) oraz siły oddziałujące na elementy konstrukcyjne.

Przedmiotem prac naukowo-badawczych (A.J. Wierny i współautorzy, „NII-turbokompessor”, Kazan) była maszyna chłodnicza, skonstruowana na bazie sprężarki spiralnej SK-21AP4-2-3, posiadającej skraplacz powietrzny. Na R22 urządzenie zapewnia  $Q = 4$  kW ( $T_{ch} = -18^{\circ}\text{C}$ ,  $T_k = 30^{\circ}\text{C}$ ). Rozpoczęta została produkcja seryjna.

W celu zapewnienia niezawodności pracy zespołów trących podczas przepompowywania gazów węglowodorowych opracowano sprężarkę śrubową 5GW-12, o systemie oddzielnego smarowania łożysk i uszczelnień obszaru (komory) sprężania (E.A. Wołkow, „NII-turbokompessor” S.A.). Poinformowano o trzyletniej, pomyślnej eksploatacji tej sprężarki w środowiskach zawierających do 6% H<sub>2</sub>S.

### Sekcja IV Procesy niestacjonarne w sprężarkach turbinowych

W tych sekcjach omawiano zagadnienia związane z dynamiką gazów w sieciach oraz przewodach kanałowych z uwzględnieniem właściwości czynnika roboczego. Biorąc pod uwagę pewne zalety sprężarek osiowych w porównaniu do sprężarek promieniowych, zaproponowano poszerzenie zakresu ich wykorzystania w urządzeniach w chłodniczych i innych instalacjach (N.N. Bucharin i współautorzy, SP&U, Sankt-Petersburg, Ogniew W.W. i współautorzy, „Kirow-Energomasz” LO).



Omawiano również modele służące do obliczenia stacjonarnych oraz niestacjonarnych przepływów lepkiego gazu, sił gazowych oraz naprężeń w łopatkach i innych częściach konstrukcyjnych, w szczególności diagnostyki pompowania (tłoczenia) dla sprężarek do gazu naturalnego (R. L. Izmajlow, SP&GTU).

## Sekcja V Sprężarki promieniowe

Obok wykładów o charakterze teoretycznym (W.I. Mileszyn i współautorzy, CIAM, Moskwa, J.B. Galerkin i współautorzy, SP&GTU, T.Walman, Niemcy), omawiano również wyniki prac dotyczących stworzenia serii turbinowych sprężarek wielowalowych (W.W. Kurczerenko, „Dalenergomash” OAO, Chabarowsk) oraz zautomatyzowanych sprężarek AEROKOM w wykonaniu tropikalnym dla kompleksu startowego „Sea launch”. Opracowano konstrukcję modułową sprężarek ( $1,5-1000 \text{ m}^3/\text{min}$ ,  $\pi = 1,1-2,0$ ), która zapewni wymagane przez użytkownika parametry drogą odpowiedniego zestawienia modułów (A.L. Popow, „LenNIIchimmasz, Sankt Petersburg).

## Sekcja VI Agregaty gazowe redukujące drgania

Na posiedzeniach sekcji omawiano aktualne zagadnienia na temat opracowań nowych maszyn, eksploatacji oraz modernizacji już działających sprężarek w kierunku podwyższenia ciśnienia w gazowych rurociągach głównych. W dziedzinę tę inwestuje się obecnie znaczne środki finansowe.

W. S. Bratiszko, I.G. Chisamew i współautorzy w swoim referacie poinformowali o skonstruowaniu przez kilka przedsiębiorstw nowego agregatu GPA-16 „Wołga” o dużej mocy (16 MW). Maszyna napędzana jest przez silnik lotniczy NK-38ST, wtrysk sprężarki wykonano na zawieszaniach magnetycznych, z uszczelnieniem gazodynamicznym, co pozwala wyeliminować masywny system olejowy, obniżyć kilkakrotnie koszty eksploatacyjne, zredukować wycieki gazu oraz poprawić parametry ekologiczne. Zastosowano łożyska magnetyczne o konstrukcji modułowej, co upraszcza ich montaż oraz naprawę.

N. S. Sierbakow i współautorzy („SMN-PO”, Sumy, Ukraina) przedstawili wyniki badań agregatu o mocy 16 MW, napędzanego przez silnik okrętowy.

S.W. Michalczenko i współautorzy („Surgutgazprom” O.O.O.) zreferowali program rekonstrukcji i modernizacji obiektów systemu transportowego gazu do 2015 roku. Opracowano wymienną część przepływową dla jednego z prze-

starzałych typów sprężarki. Przedstawiono podstawowe założenia do skonstruowania uniwersalnej sprężarki promieniowej.

W. P. Parafiejnik, J. S. Buchaldin przeprowadzili analizę termodynamiczną skomplikowanych instalacji sprężarkowych dla przemysłu petrochemicznego w warunkach zmian dobowych oraz sezonowych. Jako kryterium przyjęto sprawność energetyczną.

W.S. Korolow i współautorzy wprowadzili ulepszenia w kierunku ekologicznym w instalacji na GPS. Podstawowe źródło uciążliwości dla otoczenia - hałasliwość pracy silnika turbinowego oraz sprężarki, przenoszona przez przewody rurowe, urządzenia ssawne i wylotowe, zostało w wyniku tych prac zredukowane - pas sanitarno-ochronny hałasliwości dla jednego agregatu został zmniejszony od 3 do 0,8 km.

Zaproponowano opracowanie (W.W. Ogniew i współautorzy, „Kirowski zawod” S.A. „NPOCKTI”, Sankt-Petersburg) sprężarek gazowych typu osiowego, co w perspektywie pozwoli znacznie zmniejszyć wymiary urządzenia oraz podwyższyć sprawność o 8-10% w porównaniu do sprężarek promieniowych.

A.N. Kałasznikow i A.R. Jakuba („SMNPO” S.A., Sumy, Ukraina) przedstawili aktualny problem oddzielenia (separacji) faz z dużych objętości przepływów dwufazowych oraz zaproponowali zasadę przelotowo-wirowego przepływu z elementami osiowymi, wywołującymi ruch wirowy, co, zdaniem autorów, obniża zużycie materiału do 0,7 kg na  $1000 \text{ m}^3$  przetwarzanego w ciągu doby gazu w porównaniu do bezwładnościowego ( $3 \text{ kg}$  na  $100 \text{ m}^3$ ), w warunkach oporu hydraulicznego 10 kPa oraz zawartości cieczy nie więcej niż  $60 \text{ mg/m}^3$ .

## Sekcja VII Diagnostyka, trwałość oraz szczelność sprężarek

W.I. Sawnienko („NPO im. Frunze” S.A., Sumy, Ukraina) w swoim referacie poinformował o algorytmie oraz programie identyfikacji niewyważenia wirnika giętkiego. Zastosowanie tego programu pozwoliło na podwyższenie niezawodności wibracyjnej wirnika sprężarki o mocy 16 MW. Autor przedstawił również program obliczeniowy widma drgań własnych oraz odmiann drgań elementów systemu przewodów rurowych w celu zapobieżenia rezonansowych warunków pracy.

G.I. Zajdensztejn i współautorzy (KGTU, Kazań) określili warunki pracy łożysk, kulkowych oraz wałeczkowych, dla szybkości obrotowej od 4000 do  $15000 \text{ min}^{-1}$  oraz obciążenia osiowego od 5 do 20 kN. Omówiono charakterystyki tłumików drga-

nia o różnych konstrukcjach.

W.M. Borysow i współautorzy (KGTU, Kazań) przedstawili metodykę gromadzenia oraz przetwarzania informacji na temat niezawodności techniki sprężarkowej. Tego samego tematu, ale w odniesieniu do instalacji amoniakalno-chłodniczych, dotyczył wykład A.A. Osmaczko i współautorów, (Sankt-Petersburg, Gosgortiechnadzor RF).

G.S. Batkis i współautorzy („NIIturbokompressor”, Kazań) opracowali oraz przeprowadzili badania łożysk ślizgowych o obracającej się (wirującej) tulci, w zakresie szybkości obrotowej do  $250 \text{ min}^{-1}$  oraz przy obciążeniu cyklicznym do 4 MPa.

W.L. Kułagin (KGTU, Krasnojarsk) zaproponował nowy rodzaj smaru, przygotowany na podstawie materiałów ultradyspergowanych o wielkości cząstek od 1 do 100 nm, z proszku diamentowo-grafitowego. Zastosowanie powyższego smaru obniża moment tarcia na wale o 10 - 15 %.

Referaty J.J. Bołdyrewa i współautorów (SP&GTU, Sankt-Petersburg) oraz G.A. Bondarenko („NIKMAS”, Sumy, Ukraina) poświęcone były „suchym” uszczelnieniom gazowym. Nowe konstrukcje nie wymagają filtracji gazu celem oddzielenia cząstek twardych, eliminują cyrkulację gazu pomiędzy tłoczeniem a ssaniem, jak również podwyższają sprawność sprężarki oraz jej niezawodność.

## Sekcja VIII Ogólne zagadnienia, gospodarka oraz technologia budowy sprężarek

A.K. Safin („LenNIIchimmasz”, Sankt-Petersburg) przedstawił wyniki prac Komitetu Technologicznego „Kompresory, maszyny pneumatyczne oraz narzędzia” TKN&ISO. W gestii TK118 znajdują się zagadnienia normalizacji sprężarek powietrznych, technologicznych maszyn rozprężających, narzędzi wspomagających (filtrów i innych) oraz narzędzi pneumatycznych. Opracowuje się 14 norm sprężarek.

I.P. Serdiuk i współautorzy („Dnieprotehnologia”, Dniepropietrowsk, Ukraina) opracowali technologię nowego materiału porowatego o strukturze plasterkowej do filtrów. Posiada on monolitową matrycę o równomiernie rozmieszczonych, lustrzanie gładkich oraz jednokowo ułożonych kanałach cylindrycznych. Średnice tych kanałów wahają się od 0,02 do 2 mm. Materiałami podłoża są miedź, brąz, żelazo, nikiel i inne. Stosowane są w przemyśle petrochemicznym już od pięciu lat.

Borys Krakowski  
NPO Geliymash, Moskwa



# **Sprężarki** **CompRot**

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



**CompRot**

CompRot Sp. z o.o.  
53-608 WROCLAW  
ul. Robotnicza 72  
tel./fax (0 71) 73 59 00

**Technika**  
**Sprężania Gazów**



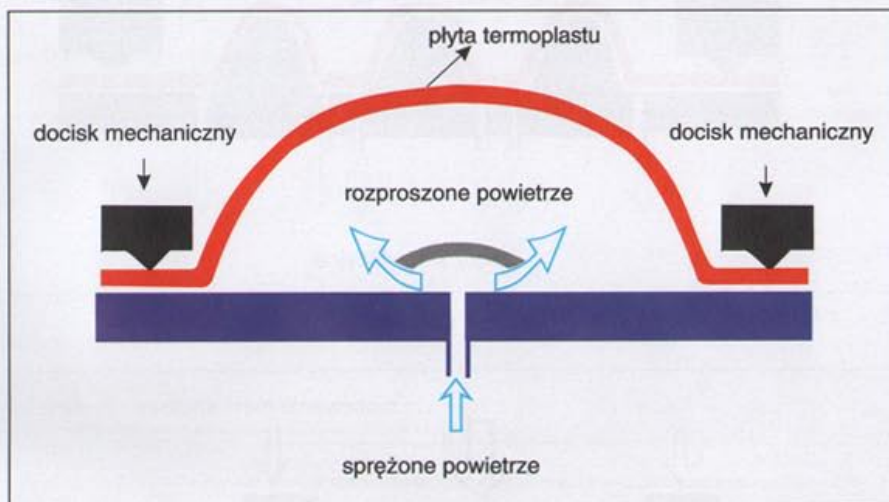


# Kształty powietrzem tworzone

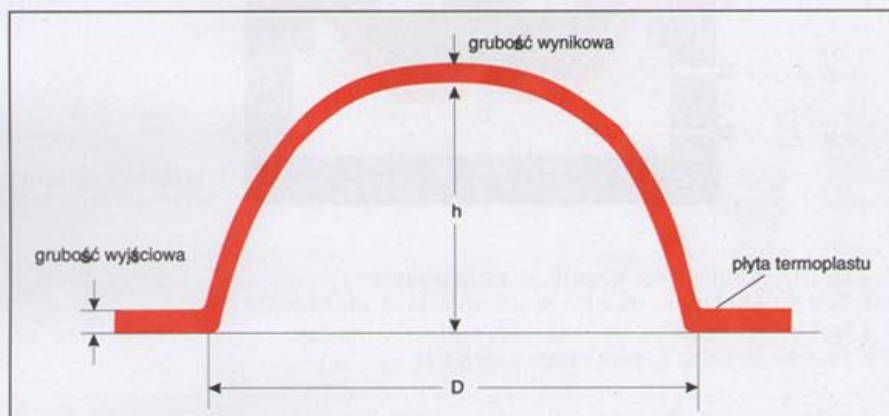
W ogromnej rodzinie tworzyw sztucznych drobny wycinek stanowią te, które pozwalają się kształtować w procesie termoformowania. Należą do nich: polistyren, polietylen, A.B.S., poliwęglan, spectar, polimetakrylan metylu itp. Jako materiał wyjściowy występują głównie w postaci płyt różnych grubości, przezroczystości, zabarwienia i często o specyficznych właściwościach, które są wymagane od gotowego wyrobu.

Technologię produkcji elementów z tych tworzyw podzielić możemy z grubsza na dwie metody. Pierwszą jest kształtowanie swobodne, bez formy; druga, znacznie dokładniejsza, wykorzystuje specjalne formy, które są w tworzywie odwzorowywane. Często stosuje się w tym systemie dodatkowe dociskanie ruchomym stemplem.

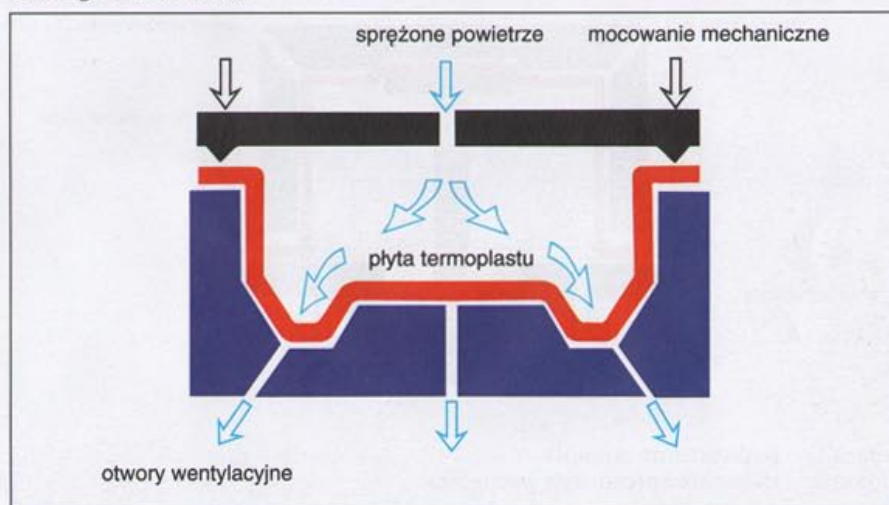
Kształtowanie swobodne ma zastosowanie przy produkcji wyrobów, od których nie wymaga się „ostrych” tolerancji kształtu. Typowymi produktami są owiewki motocyklowe, czasem kasków czy osłony kabin szybowców. Pozwala na uzyskiwanie przezroczystości wyrobu oraz brak wad optycznych, nieosiągalnych w innym procesie produkcji. Polega ono na docięnięciu formowanej płyty do stołu prasy specjalnym dociskiem (rys.1), który zapewnia odpowiednią siłę i szczelność. Istotnym czynnikiem jest temperatura płyty, która na przykład dla polistyrenu powinna wynosić 80 °C. Następnie doprowadzona jest odpowiednia ilość sprężonego powietrza i powstaje kopuła. Ciśnienie wewnątrz musi pozostać do czasu ochłodzenia wyrobu warunkującego pamięć kształtu. Chłodzenie może być realizowane przez synchronizowany w procesie produkcji nawiew powietrza. Czas wytwarzania uzależniony jest głównie od wielkości przedmiotu i grubości jego ścianek. Na przykład dla produktu z 3 mm arkusza polimetakrylanu metylu



Rys. 1 Formowanie swobodne przy pomocy nadciśnienia

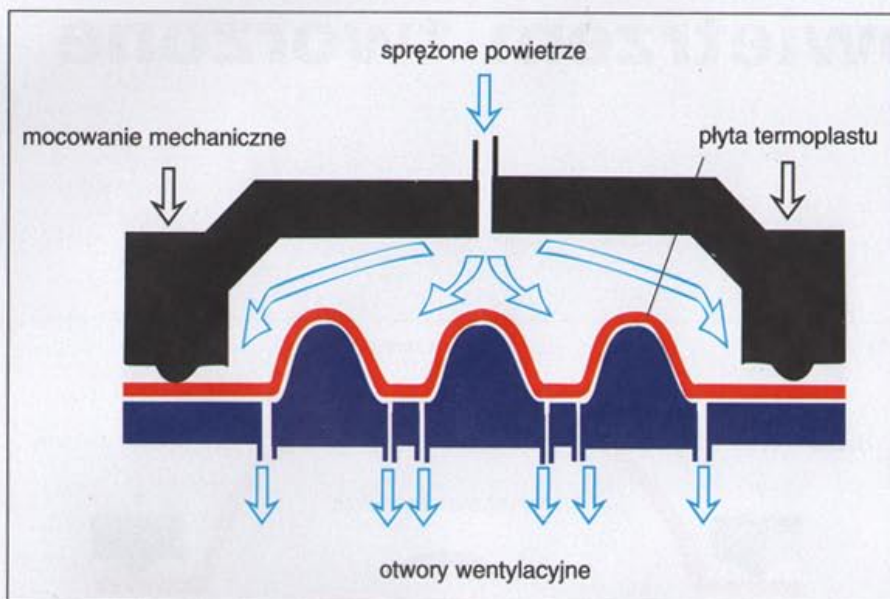


Rys. 2 Zmniejszenie grubości na wierzchołku kopuły, wytworzonej metodą swobodnego nadciśnienia

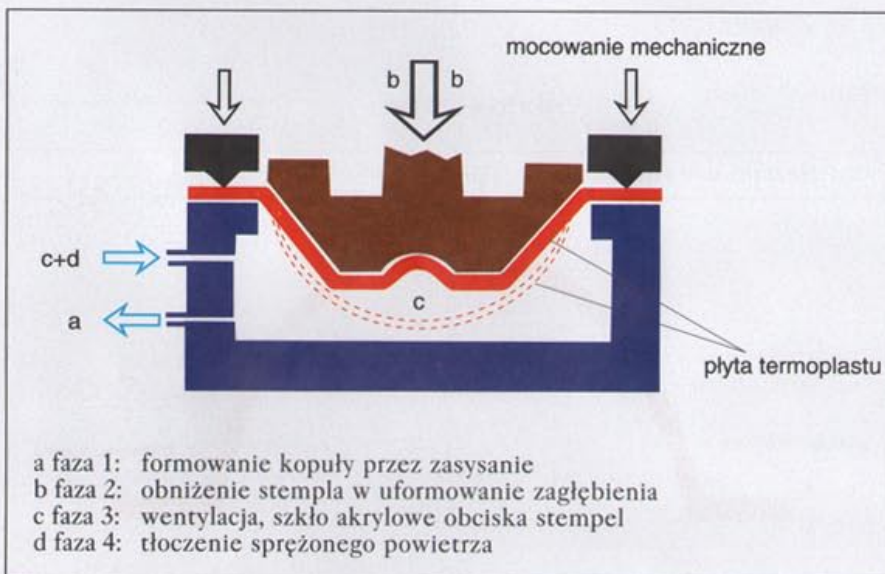


Rys. 3 Formowanie sprężonym powietrzem w formie wklęsłej

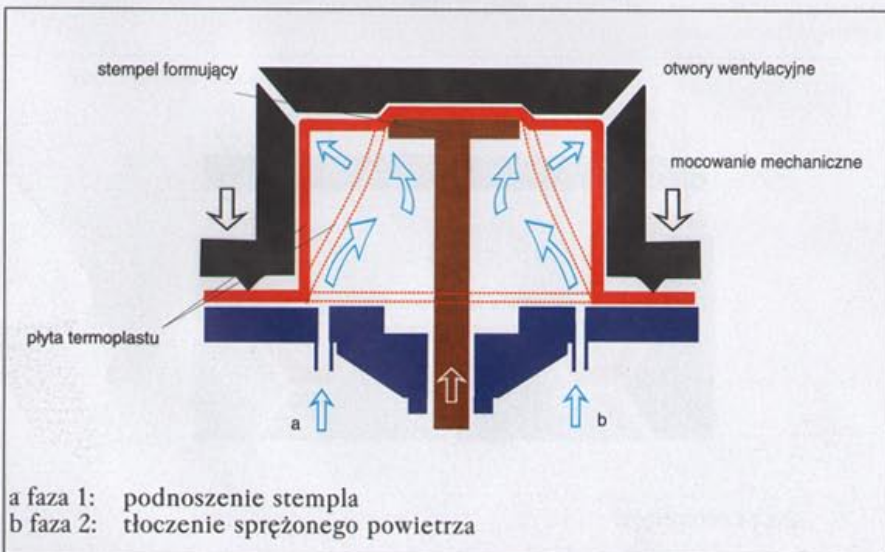




Rys. 4 Formowanie sprężonym powietrzem na formie wypukłej



Rys. 5 Kombinacja tłoczenia i formowania ciśnieniowego



Rys. 6 Kombinacja tłoczenia z formowaniem ciśnieniowym

wynosi on około 20 sekund. Rodzaj i jednorodność materiału wyjściowego, temperatura płyty, czas i ciśnienie powietrza, jego jakość i sposób chłodzenia warunkują zachowanie powtarzalności wyrobów. Tolerancja kształtu wynosi tutaj około  $\pm 2$  do 3 % w całej serii. Wybierając ten stosunkowo tani sposób produkcji, musimy pamiętać także o odpowiednim doprowadzeniu sprężonego powietrza, które wykluczy powstanie zniekształceń „dynamicznych” czaszy. Pod uwagę należy także wziąć pewne zmniejszenie grubości ścianek, które będzie największe w środku kopuły (rys. 2). Ciśnienie powietrza stosowanego w tej metodzie wynosi zazwyczaj 2 do 6 barów.

Jeśli od przedmiotu wymagana jest tolerancja kształtu w granicach  $\pm 0,5\%$ , konieczne jest zastosowanie specjalnej matrycy. Podwyższa ona nieco koszty wyrobu, ale w sposób istotny zmniejsza ilość braków. Tak wytwarza się między innymi wanny, reklamy, naczynia jednorazowe, obudowy czy pulpity. Jest to obecnie najbardziej rozpowszechniona i efektowna metoda w przemyśle opakowań. Tak powstają opakowania typu Blister i Skin. Proces kształtowania przebiega głównie w dwóch taktach - wstępnego rozdmuchania tworzywa i końcowego docięcia do formy. Przy prostych i łagodnych kształtach wyrobu (rys. 3) stosuje się niewielkie zróżnicowanie ciśnień. Rozdmuchanie wymaga 2 do 5 barów, docisk zaś 5 do 8. Istotnym ograniczeniem długości cyklu jest tu czas stygnięcia płyty. Dla wyrobów o kształtach bardziej złożonych (rys. 4) ciśnienie docisku może przekraczać 30 barów.

Czasami dla zwiększenia wydajności procesu przy szczególnej komplikacji kształtów wyrobu, otwory wentylacyjne podłącza się do pomp próżniowych (rys. 5). Za dostarczenie odpowiednich ciśnień w zadanej kolejności i czasie odpowiadają stosunkowo proste sterowniki elektroniczne lub mechaniczno-pneumatyczne.

Gdy ze względu na warunki wytrzymałościowe konieczne jest zapewnienie jednakowej, stałej grubości ścianek, stosuje się dodatkowo dociskanie stemplem (rys. 6). Często w tym przypadku sprężone powietrze spełnia rolę czynnika chłodzącego. Musi ono wtedy realizować przepływ przez formę bez wyraźnej straty ciśnienia.

Ten proces technologiczny pozwala na wykonywanie stosunkowo dużych przedmiotów, jak wanny, reklamy (na przykład o wymiarach 3 na 2 metry), czy nadbudówki samochodów bagażowych. Jest on tani, szybki do wdrożenia i podatny na automatyzację.

Podstawowymi parametrami, które muszą być zachowane, są:

- jakość tworzywa i jego jednorod-



ność. Zazwyczaj używa się ekstruderów (\*);

- proces nagrzewania tworzywa, a w zasadzie stabilność temperaturowa odniesiona do objętości. Wymagana jest rzędu  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  na każdy  $\text{cm}^3$ . Mniejsze różnice temperatur skutkują mniejszymi naprężeniami wewnętrznymi wyrobu i jego większą trwałością;
- jakość powierzchni formy. Na przedmiot przenoszą się każde niedokładności w jej obróbce. Widoczne nawet mogą być ślady po kolejnych przejściach tarczy polerskiej. Przy doświadczeniach doskonale odciskały się znaki wodne banknotów, które mają różnicę grubości rzędu pojedynczych mikrometrów. Także każde dotknięcie ręką do formy pozostawia ślad postaci zmniejszenia przezroczystości tworzywa;
- zanieczyszczenia mechaniczne przylegające do formy;
- wzajemna relacja pomiędzy temperaturą formy i tworzywa. Zbyt duża różnica w temperaturach powoduje powstanie pajęczyny mikropęknięć, które w krótkim czasie zamieniają się w widoczne rysy.

- bardzo istotna jest także jakość powietrza i stabilność ciśnienia. Ze względu na charakter dwumiesiecznika, problemowi temu poświęcimy nieco więcej uwagi.

Wymagania stawiane powietrzu procesowemu są tutaj stosunkowo wysokie. W zasadzie klasa I, I, IV, jest obowiązującą przy profesjonalnych wykonaniach. Olej zawarty w powietrzu, nawet w szczątkowych ilościach, powoduje zmatowienia punktowe. Może także powodować punktowe intensywniejsze chłodzenie. Resztkowa wilgoć powoduje miejscowe zmatowienia i wady optyczne. Zanieczyszczenia stałe wbijają się w powierzchnię tworzywa pogarszając estetykę.

Temperatura powietrza także odgrywa ważną rolę. Gdy jest za wysoka, to wydłuża czas studzenia - zmniejsza wydajność. Za niska może spowodować niecałkowite odwzorowanie formy w tworzywie. Największy wpływ ma jednak stabilność ciśnienia. Jej brak powoduje zafalowanie powierzchni, zróżnicowanie naprężeń wewnętrznych i szybsze starzenie wyrobu.

Uzyskanie czystości powietrza w klasie I, I, IV nie stanowi większego

problemu. Kłopoty zaczynają się przy zachowaniu stałego ciśnienia w całym procesie technologicznym. Rozwiązuje się je przez zas-tosowanie przewymiarowanych zbiorników (tańsze przy zakupie, droższe w eksploatacji) bądź sprężarek z płynną wydajnością realizowaną w czasie rzeczywistym w układach ze stosunkowo małymi zbiornikami, umieszczanymi przy prasach i pełniącymi funkcję buforów.

Często jednak zdarza się, że mimo dokładnego dobrania wszystkich parametrów zaczyna się produkcja braków. Właśnie wtedy niezbędna jest ingerencja doświadczonego specjalisty, który w sposób graniczący z metafizyką opamiętuje niesforą materię.

(\*) Tworzywa ekstrudowane - ekstrudery - to materiały powstające po walcowaniu ujednoludniającym na gorąco granulatu pochodzącego częściowo z odzysku. Są one bardzo powszechnie stosowane (czytaj tanie).

mgr inż. Andrzej Araszkiewicz



**OD 1952 SYMBOL JAKOŚCI KOMPRESORÓW**



**COMPRESSORS**

**KONTROLER-FINITRONIC**



- mikroprocesor
- wyświetlacz ciekłokrystaliczny
- pełna kontrola parametrów pracy
- prosta obsługa

Ciśnienia od 8 do 13 bar  
Wydajności od 0,6 do 12 m<sup>3</sup>/min  
Gwarancja -2 lata



**S & W**  
**Technik**

**S&W TECHNIK** tel./fax 036 434 62 17  
44-240 ŻORY 434 61 47  
ul. BORYŃSKA 8a-10a 435 12 44

- ✓ kompresory śrubowe i tłokowe
- ✓ osuszacze, filtry
- ✓ modernizacja kompresorowni
- ✓ instalacje sprężonego powietrza
- ✓ armatura pneumatyczna firmy RECTUS
- ✓ narzędzia pneumatyczne







Trakt powietrzny rozpoczyna się od czepni, których zadanie polega na zassaniu z otoczenia powietrza w odpowiedniej ilości i wstępnym oczyszczeniu go w filtrze wlotowym A z zanieczyszczeń mogących spowodować uszkodzenie sprężarki B. Stosuje się czepnie indywidualne dla każdej sprężarki lub też wspólne, gdy kompresory cechują się małymi wydatkami. Podczas ich lokalizacji należy pamiętać o tym, że powinny one być usytuowane niedaleko od sprężarek w miejscu zacienionym i niezapylnym, a także możliwie z dala od osiedli ludzkich, ze względu na ich uciążliwą pracę (dotyczy szczególnie sprężarek tłokowych). Przekrój ich można obliczyć ze wzoru [3]:

$$F = \frac{Q \cdot z}{v \cdot 60}$$

gdzie:

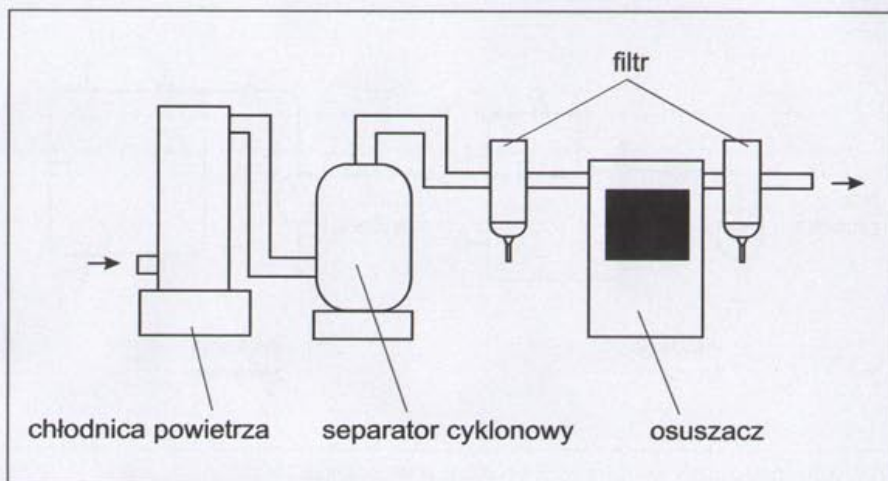
- F przekrój wlotowy powietrza [m<sup>2</sup>],  
Q wydajność sprężarek przynależących do czepni [m<sup>3</sup>/min],  
v średnia prędkość przepływu powietrza [m/s] (przyjmuje się wartości od 0,5 do 1,5 m/s),  
z stosunek maksymalnej do średniej prędkości przepływu powietrza, który wynosi np:  
z = 1 dla sprężarek rotacyjnych (śrubowych i łopatkowych),  
z = 3,14 dla sprężarek tłokowych jednocylinowych jednostronnego działania.

Wloty czepni osłonięte są siatką zabezpieczającą przed dostaniem się większych przedmiotów, natomiast dalej zlokalizowane są filtry.

Sprężarki i zespół uzdatniania sprężonego powietrza należą do elementów dobieranych przez projektanta. Właściwie dobrane zespoły powinny zapewnić osiągnięcie stawianych wymogów co do ilości oraz jakości otrzymywanego czynnika, a gdy chodzi o sprężarkę to ich ilość i wielkość wydatku powinny być takie, aby współczynnik wykorzystania był odpowiednio wysoki (powyżej 70%) [4, 5]. Poprzez takie dopasowanie zespołów do stawianych im wymogów obniża się znacznie koszty inwestycyjne, co ma wpływ na cenę sprężonego powietrza. Biorąc pod uwagę fakt, że ceny tych zespołów są wysokie, uzyskuje się w ten sposób znaczne oszczędności.

Do obliczenia łącznego wydatku sprężarek można wykorzystać np. poniższy wzór [3], który uwzględnia stopień zużycia urządzeń pneumatycznych oraz niejednoczesność pracy i straty powstałe na przewodach przesyłowych:

$$Q = \psi \cdot \sum m_i \cdot q_i \cdot \beta_i + \frac{a}{60} \cdot \sum l_i / [\text{m}^3/\text{min}]$$



Rys. 2 Schemat zespołu uzdatniania sprężonego powietrza

gdzie:

- Q zapotrzebowanie na sprężone powietrze wytwarzane przez sprężarkę [m<sup>3</sup>/min],  
 $\psi$  współczynnik strat na skutek zużycia narzędzi ( $\psi=1,1$  dla narzędzi,  $\psi=1,15$  dla pneumatycznych urządzeń stacjonarnych),  
 $m_i$  ilość narzędzi pneumatycznych tego samego typu,  
 $q_i$  jednostkowe zużycie powietrza przez poszczególne typy odbiorników [m<sup>3</sup>/min],  
 $\beta_i$  współczynnik jednoczesności dla grupy narzędzi tego samego typu wg tabeli lub szacowany przez technologa,  
a współczynnik strat przy nieszczelnościach ( $a=80-120 \text{ m}^3/\text{h km}$ ),  
 $\sum l_i$  całkowita długość przewodów [km].  
Do określonego w ten sposób zapotrzebowania należy doliczyć 10% na wypadek zwiększenia w przyszłości ilości zespołów wykorzystujących sprężone powietrze. W ten sposób unika się dosyć kosztownej modernizacji sprężarki podczas wprowadzania zmian w zakresie wyposażenia zakładu.

Na podstawie obliczonego zapotrzebowania projektant dobiera liczbę i rodzaj sprężarek kierując się przy tym różnymi kryteriami. Proces ten jest skomplikowany, obejmuje stronę techniczną i ekonomiczną, zależy od wielu czynników i dlatego trudno znaleźć jednoznaczne rozwiązanie. To zagadnienie wymaga specjalnego omówienia i nie będzie tu prezentowane.

Zespół uzdatniania składa się z separatora cyklonowego oleju, osuszacza i filtrów powietrza (rys.2). Chłodnica

występująca jako pierwszy element w ciągu; często stanowi integralną część sprężarki i dlatego jest raczej zaliczana do tego zespołu. W zależności od żądanej klasy jakości powietrza pod względem zawartości wilgoci, wielkości i ilości zanieczyszczeń oraz zawartości oleju, dobiera się poszczególne elementy. Na wybór osuszacza ma także wpływ sposób prowadzenia sieci sprężonego powietrza i warunki klimatyczne. W polskim klimacie, przy prowadzeniu instalacji na zewnątrz należy liczyć się ze spadkiem temperatury w zimie poniżej 0°C, a więc z koniecznością stosowania osuszaczy adsorpcyjnych, w celu uniknięcia wykrapiania się wody i zamarzania kondensatu w przewodach. Z jakością powietrza związane są koszty, dlatego należy stosować odpowiednie elementy o takich parametrach, jakie są wymagane. Różnorodność stosowania elementów od wymaganej klasy jakości sprężonego powietrza pod względem ilości zanieczyszczeń (X), ciśnieniowego punktu rosy (Y) i pod względem zawartości oleju ilustruje rysunek 1.

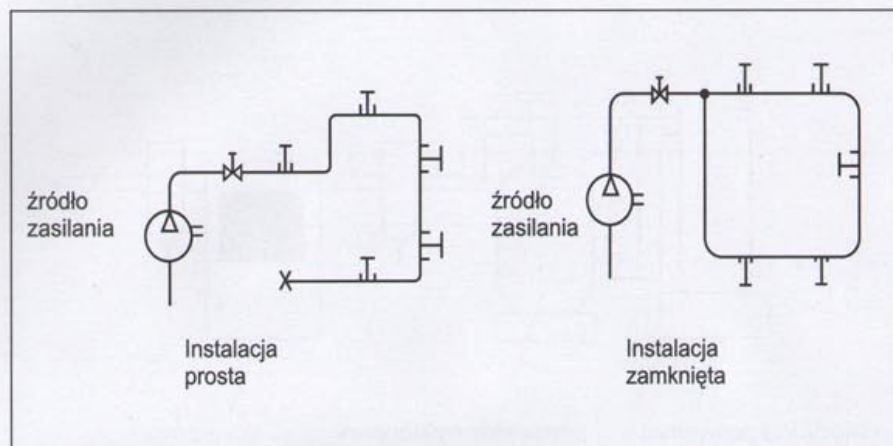
Zbiorniki wyrównawcze spełniają w układzie kilka funkcji. Poprzez właściwe ich zaprojektowanie mogą one pełnić dodatkowo rolę separatora zanieczyszczeń. Dlatego czasami instaluje się je w zespole uzdatniającym np. przed filtrem dokładnym. W ten sposób unika się dokładnego filtrowania całego wyprodukowanego powietrza, a jedynie oczyszcza się czynnik przeznaczony bezpośrednio do zużycia, a więc podany do sieci.

Jednakże najważniejszą funkcją zbiornika jest zapobieganie spadkowi ciśnienia w sieci podczas nagłego

| Ilość zainstalowanych niezależnie pracujących narzędzi pneumatycznych | 2-3 | 4-6 | 7   | 8    | 10  | 12   | 15  | 20   | 30  |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| $\beta$                                                               | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,75 | 0,7 | 0,67 | 0,6 | 0,58 | 0,5 |

Tab. 1 Współczynnik jednoczesności pracy narzędzi





Rys. 3 Rodzaje sieci zasilania sprężonym powietrzem

wzrostu zapotrzebowania na sprężone powietrze. Poprzez wielkość zbiorników wpływa się także na sterowanie kompresorami.

Aby zbiornik właściwie spełniał swoją funkcję, należy odpowiednio dobrać jego objętość. Ze względu na nieprzekraczanie dopuszczalnej częstości włączeń kompresora, pojemność zbiornika należy dobrać pod kątem możliwości zasilania zbiornika przez sprężarkę. Wtedy objętość zbiornika oblicza się z zależności [8]:

$$V_z = \frac{Q_1 \cdot \Phi \cdot (1 - \Phi) \cdot p_0}{Z \cdot \Delta p}$$

gdzie:

- $V_z$  objętość zbiornika [ $m^3$ ],
- $Q_1$  wydajność sprężarki [ $m^3/h$ ],
- $Q_2$  zużycie powietrza w stanie pracy [ $m^3/h$ ],
- $\Delta p$  różnica ciśnień sterowania sprężarką [bar],
- $Z$  dopuszczalny cykl włączeniowy sprężarki w pracy przerywanej [włączenia/godz.],
- $\Phi$  stopień wykorzystania,  $\Phi = Q_2/Q_1$ ,
- $p_0$  ciśnienie otoczenia [bar]

Obliczenia przeprowadzane są dla największego zapotrzebowania. Maksymalne dopuszczalne częstości włączenia sprężarek podawane są przez wytwórców.

Zbiorniki wyrównawcze najczęściej instalowane są na otwartej przestrzeni w bezpośrednim sąsiedztwie sprężarki. Muszą być zabezpieczone przed działaniem promieni słonecznych, co może znacznie podnieść temperaturę sprężonego powietrza w zbiorniku, a tym samym jego ciśnienie powyżej dopuszczalnych wartości. Dlatego należy je sytuować w miejscach zacienionych (np. na północnych stronach budynków [3]).

Bardzo istotnym elementem systemu zasilania jest centralna sieć sprężonego powietrza. W zależności od rozmieszczenia odbiorców sprężonego powietrza w zakładzie można zastosować albo

instalację prostą, albo zamkniętą (rys. 3) [9]. Instalacja zamknięta jest o tyle lepsza od prostej, że pozwala na dwustronne zasilanie, dlatego w punktach najdalej położonych od źródła zasilania występują nieznaczne spadki ciśnienia oraz istnieje możliwość wyłączenia pewnego odcinka linii, np. w celach remontowych, bez wpływu na zasilanie pozostałych fragmentów. Instalacja prosta natomiast jest znacznie tańsza ze względu na mniejszą ilość zużytych przewodów.

Średnice przewodów dobiera się korzystając z nomogramów, np. nomogram wg poradnika FMA Pokorny, Frankfurt [6, 9], lub analogicznych. Początkowo określa się długość przewodu doprowadzającego i z nomogramu dobiera się przekrój. Następnie dla danego przekroju z wykresu do zamieniania strat lokalnych elementów występujących w sieci na straty liniowe, zastępuje się rozgałęzienia, kolanka, zawory itd. długością zastępczą, o wartość której powiększa się rzeczywistą długość przewodów [3, 6, 9]. Dla tak otrzymanej długości z nomogramu dobiera się ostatecznie średnicę przewodów doprowadzających.

Na wejściu do sieci lokalnych występują zespoły przygotowujące. Mogą one także być usytuowane bezpośrednio przed odbiornikami. Zadanie ich polega na dopasowaniu parametrów ilościowych i jakościowych czynnika do wymagań zasilanych odbiorników. Zespół ten tworzy zawór redukujący ciśnienie i filtr oraz w zależności od potrzeb mikrofiltr i smarownica oleju.

### Instalacje współpracujące z zespołami wytwarzania i przygotowania sprężonego powietrza

Pełny projekt systemu sprężonego powietrza oprócz traktu powietrznego potrzebuje także dodatkowych instalacji.

Prawidłowa praca sprężarek wymagających smarowania uzależniona jest od odpowiedniego dostarczania do nich oleju. Można do każdego kompresora podawać olej indywidualnie albo poprzez instalację olejową dla całej sprężarki. Gdy mamy do czynienia z kilkoma kompresorami, korzystniej jest zastosować drugie rozwiązanie. Łatwiej wtedy kontrolować przebieg procesu smarowania. Poza tym obsługa centralnego systemu olejenia jest mniej pracochłonna.

Projektując instalację olejową, należy założyć na jakiej zasadzie będzie się odbywał transport oleju: z wykorzystaniem pompy czy siły ciężkości, dobrać średnice przewodów olejowych i obliczyć wielkość zbiornika na olej.

Kolejną instalacją nieodzowną w sprężarkowni jest sieć doprowadzająca wodę chłodzącą. Niektóre sprężarki (w szczególności tłokowe) wymagają chłodzenia wodą. Poza tym czynnik chłodzący dostarczany jest do chłodnicy oleju oraz chłodnicy sprężonego powietrza. Należy w tym wypadku określić wielkość chłodnic oraz ilość wody chłodzącej, w celu zapewnienia właściwego przebiegu procesu odbierania ciepła. Warto zaznaczyć, że ciepło to można racjonalnie wykorzystać np. do podgrzewania wody użytkowej czy grzewczej, czy bezpośrednio do ogrzewania hal. Na wypadek awarii trzeba przewidzieć zastępcze źródło chłodzenia, ponieważ bez poprawnej pracy tego układu produkcja sprężonego powietrza jest niemożliwa.

Spuszczany kondensat z sieci sprężonego powietrza należy bezpiecznie odtransportować i oczyścić. Służy do tego instalacja wyposażona w separatory wodno-olejowe. Pozwalają one na obniżenie zawartości oleju w wodzie do 20 mg/l, a niektóre nawet do 10 mg/l, co jest zgodne z najbardziej ostrymi wymogami Unii Europejskiej. Oczyszczona w ten sposób woda może być odprowadzana, nie powodując żadnych szkód dla naturalnego środowiska, natomiast zużyty olej zbiera się do osobnych pojemników.

### Ogólny schemat projektowania i doboru elementów systemu zasilania sprężonym powietrzem

Ilość problemów, jakie musi rozwiązać projektant powoduje, że optymalne zaprojektowanie systemu zasilania sprężonym powietrzem wraz ze wszystkimi towarzyszącymi mu instalacjami, nie wyłączając elektrycznej, wymaga systemowego podejścia do zagadnienia. Ażeby uwzględnić wszystkie czynniki oraz wzajemny wpływ poszczególnych zespołów, należy w odpowiedniej kolejności projektować lub dobierać poszczególne elementy



składowe systemu zasilania sprężonym powietrzem. Jedną z możliwych procedur postępowania została przedstawiona poniżej.

Projektowanie rozpoczyna się od zapoznania z występowaniem odbiorników sprężonego powietrza oraz ich zapotrzebowaniem na czynnik, wymaganym ciśnieniem i jakością dostarczanego medium. Na podstawie tych wiadomości podejmuje się decyzję o tym, czy wszystkie odbiorniki będą zasilane z jednego źródła zasilania, czy poza sprężarkownią występować będą dodatkowe kompresory. Znajac rozmieszczenie odbiorników sprężonego powietrza, podejmuje się decyzję o lokalizacji stacji sprężonego powietrza, kierując się zasadą, żeby odległość pomiędzy odbiornikami a źródłem zasilania była jak najmniejsza. Często jednak o usytuowaniu kompresorowni mogą decydować inne czynniki, jak: sposób wykorzystania ciepła, lokalne zanieczyszczenie powietrza lub uciążliwość pracy, które także należy uwzględnić.

Następnie rozplanowuje się sieci lokalne sprężonego powietrza, wybiera się rodzaj instalacji oraz dobiera się jej średnice. Uwzględnia się przy tym zespoły przygotowujące sprężone powietrze (które należałoby wstępnie przewidzieć). W tym momencie także planuje się miejsca przyłączy instalacji lokalnej do sieci głównej.

Kolejnym etapem jest wybranie rodzaju instalacji głównej, a następnie wyznaczenie jej przebiegu. Dobiera się średnice przewodów doprowadzających. Należy już przewidzieć występowanie elementów powodujących straty lokalne ciśnienia: zaworów, rozgałęzień, załamań, elementów pomiarowych itp.

Następnie oblicza się ilość powietrza, jaką powinny wytwarzać sprężarki. Dalej wybiera się rodzaj i liczbę sprężarek, uwzględniając kryteria jakości powietrza, kryteria ekonomiczne, sposób sterowania ilością wytwarzanego powietrza oraz możliwości poszczególnych rodzajów sprężarek. Biorąc pod uwagę wszystkie te czynniki, wybiera się optymalne rozwiązanie ze względu na przyjęte kryteria.

Dysponując danymi o jakości czynnika oraz znając przebieg instalacji (wewnątrz, czy na zewnątrz, co decyduje o doborze osuszacza), dobiera się zespół uzdatniania powietrza.

Następnie oblicza się wymiary czerpni oraz określa jej lokalizację.

W dalszej części dokonuje się obliczeń objętości zbiorników wyrównawczych i określa miejsce ich usytuowania.

Na koniec wykonuje się projekty instalacji towarzyszących: spustu kondensatu, wody chłodzącej, doprowadzenia oleju.

## Wnioski

Rozwój zastosowań pneumatyki w zakładach przemysłowych powoduje, że system zasilania sprężonym powietrzem jest nieodzowny w nowoczesnym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Im będzie on lepszy (nowoczesny), tym wydatki na sprężone powietrze będą mniejsze, a zatem i koszty wytwarzania obniżą się, co w obecnym czasie silnej konkurencji i walki o klienta stanowi jeden z zasadniczych celów firm.

Aby zaprojektować optymalny system zasilania sprężonym powietrzem dla określonej firmy, należy przeanalizować zagadnienie systemowo łącznie z zapoznaniem się z mikroklimatem (lokalnymi zanieczyszczeniami i rozkładem temperatur powietrza), możliwością wykorzystania ciepła pochodzącego z procesu sprężania itd. Dopiero wtedy można dokonać doboru sprężarek. Takie podejście do projektowania gwarantuje wykonanie systemu spełniającego wszystkie stawiane mu wymagania.

## Literatura:

- [1] Cees van der Molen (1996): Koszty pod kontrolą - dzięki uzdatnianiu sprężonego powietrza; *Pneumatyka* nr 3/96, str. 32-35
- [2] Kościelniak, T. (1996): Nowoczesne elementy uzdatniania sprężonego powietrza - osuszacze adsorpcyjne regulowane próżniowo i separatory oleju i wody firmy ZENDER Aufbereitungstechnik; *Pneumatyka* nr 4/96, str. 24-26
- [3] Kowalski, J. (1978): Stacje sprężarek powietrznych; Poradnik Projektanta Przemysłowego, Warszawa
- [4] Mrokwia, A. (1997): Jak modernizować na miarę XXI wieku; *Pneumatyka* nr 1/97, str. 47-49
- [5] Olszewski, K. (1996): Modernizacja sprężarkowni 8 bar w Przedsiębiorstwie Farmaceutycznym JELFA SA Jelenia Góra; *Pneumatyka* nr 4/96, str. 50-52
- [6] Principles of Compressed Air Preparation; materiały firmy FESTO (niepublikowane)
- [7] Radish, I. K. (1996): Ekonomiczniejszy w kombinacji. Innowacje w osuszaczach sprężonego powietrza dają mniejsze koszty eksploatacyjne; *Pneumatyka* nr 3/96, str. 22-27
- [8] Ruppelt, E. (1989): Fragen vor dem Kompressorenkauf; Drucklufttechnik, Teil I-XI
- [9] Węsierski, Ł. N. (1990): Podstawy pneumatyki; Wydawnictwo AGH, Kraków

prof. nadzwyczajny dr hab. inż.  
Łukasz N. Węsierski  
mgr inż. Robert Jakubowski



## REMONTY GŁÓWNE SPRĘŻAREK I AGREGATÓW SPRĘŻARKOWYCH

## SZLIF

wałów, cylindrów,  
zaworów i korbowodów

## PRZEGLĄDY, SERWIS

Airpol, WAN, FM Strzyżów,  
Polmo Łódź, FIAC, ABAC

tel. (042) 137-138

Wola Zaradzyńska

Trasa

Pabianice-Rzgów

Wytwórnia Aparatów Natryskowych  
WAN Spółdzielnia Pracy



- Agregaty sprężarkowe tłokowe i śrubowe
- Aparaty do malowania natryskowego piaskowania konserwacji
- Zbiorniki na farbę i płyny do konserwacji
- Filtry i osuszacze sprężonego powietrza
- Remonty ww agregatów
- Systemy sprężonego powietrza z polipropylenu
- Doradztwo i projektowanie

ul. Łużycka 10, 81-963 Gdynia  
tel. 058 622 60 26, 622 60 33  
fax 058 622 08 97

Marketing 058 622 26 61

Dział Zbytu tel./fax 058 622 19 42

Sklep 058 622 00 29

Sprzedaż wyrobów

również poprzez sieć dealerów



## Automatyzacja sprężonym powietrzem



Siłowniki pneumatyczne  
Serii AZ (Topslide) od  $\varnothing 32$  do  $\varnothing 100$  mm  
(produkcja we Wrocławiu)



Zawory rozdzielające S9  
Wyspy zaworowe



Stacje przygotowania powietrza  
G1/8" do G1"



System napędów liniowych OSP  
(ORIGA SYSTEM PLUS)  
OSP-P Napędy liniowe pneumatyczne  
OSP-E Napędy liniowe elektryczne



Amortyzatory hydrauliczne ORIGA



Prowadnice aluminiowe GDL  
(lekkie i precyzyjne)



Złącza pneumatyczne  
i przewody elastyczne LEGRIS  
LEGRIS – wynalazca złączy wtykowych  
i od 25 lat wiodący producent na świecie



Zawory kulowe i przepustnice  
z napędem pneumatycznym  
Napędy pneumatyczne AT  
Pozycjonery PMV  
Czujniki położenia, osprzęt



Uzdatnianie sprężonego powietrza:  
filtry, osuszacze chłodnicze i adsorpcyjne,  
separatory wody i oleju, drenaż kondensatu





# Usterki kompresorów

## część II

W poprzednim numerze „Pneumatyki” opisano zasady bezpieczeństwa i postępowanie prowadzące do uruchomienia niesprawnej sprężarki śrubowej z wtryskiem oleju. Poniżej opisano niesprawności maszyn, które pracują i tłoczą powietrze, ze szczególnym uwzględnieniem usterek, które nie są sygnalizowane przez aparaturę kontrolno-pomiarową sprężarek.

### Zbyt mała wydajność sprężarki

jest usterką zgłaszaną najczęściej przez użytkowników nie posiadających rezerwy sprężonego powietrza w postaci dodatkowego agregatu lub rezerwy

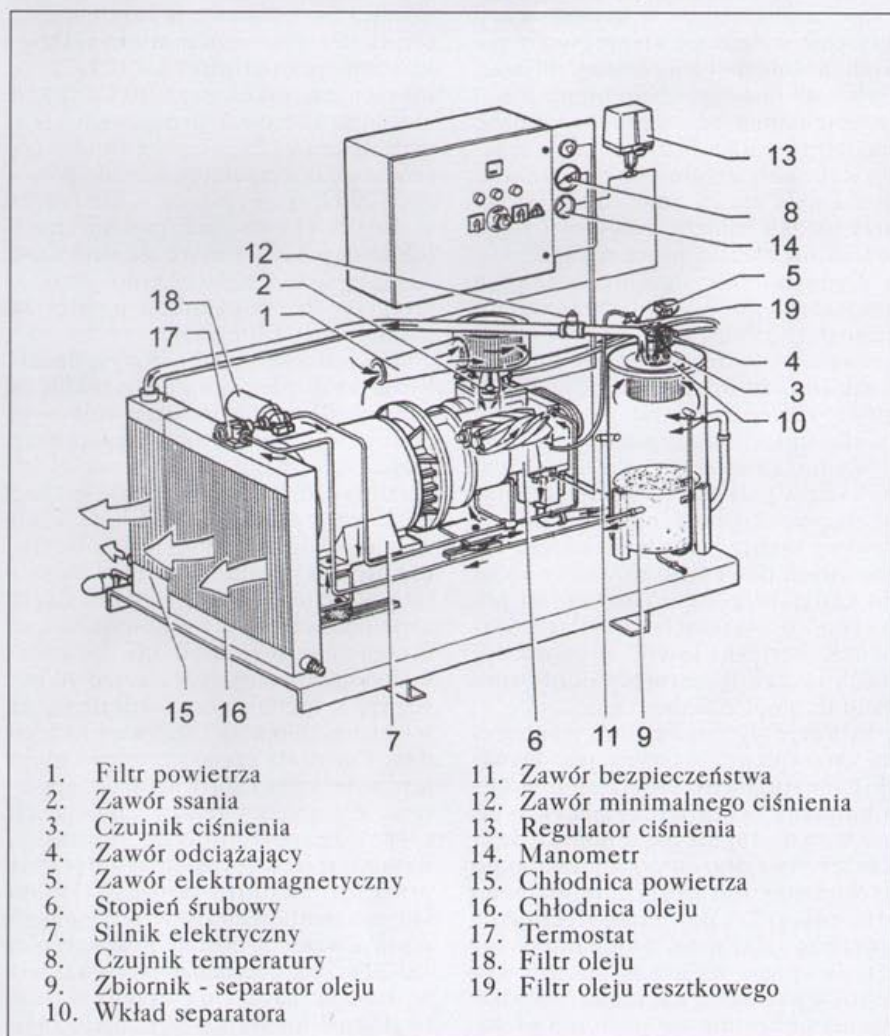
wydajności sprężarki. Efektem zbyt niskiej wydajności w stosunku do zapotrzebowania jest niższe od wymaganego ciśnienia w sieci sprężonego powietrza w sytuacji, gdy sprężarka (sprężarki) pracuje bez przerwy pod obciążeniem. Jeżeli zapotrzebowanie na powietrze nie odbiega nadmiernie od wydajności sprężarkowni, można zaobserwować zjawisko stabilizacji ciśnienia w sieci na pewnym, niższym od dopuszczalnego ciśnienia roboczego maszyn, poziomie. Dzieje się tak dlatego, że ilość powietrza tłoczonego do sieci zależy od jego aktualnego ciśnienia - przy mniejszym ciśnieniu powietrza jest więcej i wystarcza go na pokrycie zapotrzebowania.

W takiej sytuacji próba podniesienia ciśnienia w sieci drogą przeregulowania wyłącznika ciśnieniowego sprężarki jest bez sensu, bo maszyna bez przerwy tłoczy powietrze, więc regulator zareagował prawidłowo. Trzeba tu podkreślić, że wydajność sprężarek i zapotrzebowanie na powietrze zasilanych urządzeń, deklarowane przez producentów, podawane są w jednostkach odniesionych do pewnych stałych, niezależnych od parametrów tłoczenia warunków (np. 1 bar ciśnienia absolutnego, 20°C, czyli tzw. warunki zassania), w związku z czym dla określonych (sprawnych) urządzeń nie zależą praktycznie od ciśnienia w sieci i są również stałe.

W praktyce „przyczyną” zbyt małej wydajności kompresorów (o ile zostały prawidłowo dobrane) jest najczęściej nadmierny, nieplanowany wcześniej odbiór powietrza, lub nieszczelności instalacji. Poszukiwanie usterek należy rozpocząć więc od bilansu zużycia powietrza i sprawdzenia szczelności sieci (np. przez pomiar czasu spadku ciśnienia w instalacji przy odłączonym zasilaniu i odbiornikach). Trzeba się również upewnić, czy pracujące w sprężarkowni kompresory rzeczywiście pracują pod obciążeniem (tłoczą). Wiele sprężarek nie posiada kontrolki trybu pracy, w tym celu można więc sprawdzić, czy poszczególne maszyny zasysają powietrze (np. zbliżając ostrożnie dłoń w okolice wlotu filtra powietrza). Kompresor, który nie zasysa powietrza, nie będzie go również tłoczył.

W celu oszacowania wydajności sprężarki, można wykonać pomiar czasu napełniania odcinków od reszty instalacji zbiorników powietrza, pamiętając o przeliczeniu otrzymanych wyników na jednostki, w których producent podał wydajność maszyny. Podczas pomiaru sprężarka (sprężarki) musi pracować pod obciążeniem aż do osiągnięcia maksymalnego ciśnienia roboczego. Jeśli nastąpi jakaś przerwa w tłoczeniu powietrza, można podejrzewać, że przekrój rurociągu między sprężarkami a zbiornikiem jest zbyt mały, albo jedno z urządzeń ma zbyt niski ustawiony regulator ciśnienia.

Uzasadnione podejrzenie o zbyt niskiej wydajności sprężarki wymaga sprawdzenia stopnia zanieczyszczenia



Rys. 1 Schemat ideowy sprężarki śrubowej



wkładu separatora (patrz dalej) oraz filtru ssania i sprawności zaworu ssania. Podciśnienie ssania pod obciążeniem, mierzone za zaworem, z zamontowanym filtrem nie powinno przekraczać 50 mbar. Jeżeli zawór ssania nie będzie całkowicie otwarty, wydajność sprężarki wyraźnie się zmniejszy. Przyczyną takiej usterki może być ograniczony skok siłownika pneumatycznego, uruchamiającego zawór ssania (2), nieuszczelny tłoczek siłownika (lub zacięcie mechaniczne), usterka zasilającego siłownik elektrozaworu (5) lub połączenia pneumatycznego między tymi zaworami.

Przyczyną zmniejszenia wydajności może być również uszkodzony zawór odciążający (4), jeśli podczas tłoczenia wypuszcza część powietrza ze zbiornika - separatora oleju. Zawór odciążający odpowietrzany jest zwykle do zaworu ssania, rzadziej do atmosfery za pośrednictwem tłumików hałasu. Jeżeli stanowi oddzielny zespół, jego usterkę można wykryć, stwierdzając przyływ powietrza na jego wylocie podczas pracy maszyny pod obciążeniem. Gdy zawór odciążający jest częścią innego zespołu (np. zaworu ssania), sprawa jest trudniejsza i lepiej wezwać serwis. W każdym razie warto jednak mieć w zapasie uszczelki, tłoczki i membrany do zaworu ssania, odciążającego i elektrozaworu - są to najczęściej pracujące elementy sterowania kompresora śrubowego i co kilka tysięcy godzin pracy mogą wymagać wymiany.

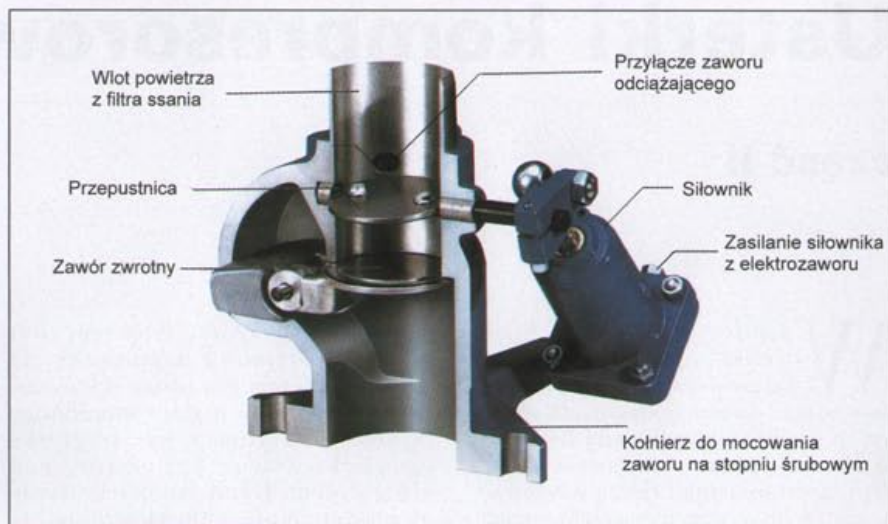
Zmora użytkowników niektórych sprężarek, zwłaszcza w pierwszym okresie eksploatacji, są

### nieszczelności

w układzie chłodzenia cieczą (jeśli występuje), powietrznym i olejowym. Najczęściej występują one na połączeniach rur i należy je usuwać, dokręcając złącza lub wymieniając elementy uszczelniające. Należy pamiętać o wyłączeniu maszyny, odciążeniu rurociągu i ewentualnie opróżnieniu z zawartego w nim medium. Po naprawie układ olejowy lub chłodzenia wodnego może wymagać odpowietrzenia. Nieszczelność odcinków rur gumowych lub z tworzywa sztucznego spowodowana starzeniem lub uszkodzeniem mechanicznym powoduje konieczność ich wymiany na nowe.

Oddzielny problem stanowią nieszczelności aparatury, których pojawienie się nie zawsze świadczy o usterce „podejrzanego” podzespołu.

Zadziałanie zaworu bezpieczeństwa (11) zamontowanego na zbiorniku - separatorze oleju świadczy zwykle o zbyt wysokim ciśnieniu roboczym lub o zużyciu wkładu separatora oleju. Zawór otwiera się, bo spadek ciśnienia



Fot. 1 Zawór ssania (Hoerbiger)

na separatorze jest większy niż różnica nastawy zaworu bezpieczeństwa i ciśnienia roboczego w chwili otwarcia. Gaz wydobywający się z zaworu bezpieczeństwa zawiera dużą ilość oleju. Dlatego „przegapienie” tej usterki grozi silnym zanieczyszczeniem maszyny, utratą oleju pełniącego rolę chłodziwa i środka smarnego, a w konsekwencji awaryjne wyłączenie kompresora z powodu nadmiernej temperatury roboczej (lub zbyt niskiego stanu oleju, jeżeli istnieje odpowiedni czujnik) i groźbę zatarcia sprężarki. Separator oleju należy wymienić zgodnie z zaleceniami producenta, zwykle co 6000 godzin lub przy spadku ciśnienia powyżej 0,7 bar, jednak nie rzadziej niż co roku.

Wydostawanie się oleju z zaworu odciążającego, odpowietrzanego do atmosfery i/lub zaworu elektromagnetycznego, świadczy o wadliwym działaniu układu odsysania oleju reszkowego z separatora lub uszkodzeniu (perforacji) wkładu separatora.

Wydostawanie się oleju z filtru powietrza przy wyłączaniu sprężarki jest spowodowane nieszczelnością zaworu ssania lub pojawieniem się znacznych ilości oleju wewnątrz wkładu separatora oleju (przyczyna jak wyżej). W starszych modelach śrubówek przyczyną usterki może też być wadliwy zawór sterujący dopływem oleju do stopnia śrubowego.

Syczenie słyszalne z filtru powietrza po zatrzymaniu maszyny jest zjawiskiem naturalnym (odciążanie zbiornika przez zawór odciążający), o ile nie trwa dłużej niż ok. 2 minuty. Jeśli dźwięk trwa dłużej, prawdopodobnie uszkodzony jest zawór minimalnego ciśnienia (12) i powietrze sieci przez sprężarkę i filtr wraca do atmosfery.

Gdy sprężarka nie wykazuje wyraźnych wycieków, a pomimo to stwierdzamy obniżanie się poziomu oleju, zanieczyszczenie instalacji i armatury sprężonego powietrza, przyczyną jest

### nadmierne zużycie oleju

W kompresorach śrubowych z wtryskiem oleju efektem pracy stopnia śrubowego jest mieszanina (mgła) składająca się z powietrza i oleju. Zadaniem oleju jest nie tylko smarowanie ruchomych części stopnia śrubowego, ale również uszczelnianie oraz odbieranie ciepła od sprężonego powietrza. Dzięki temu temperatura robocza tych maszyn nie przekracza 90°C (przed chłodnicą końcową), podczas gdy agregaty tłokowe i bezolejowe produkują powietrze o temperaturze grubo powyżej 100°C, wymagające schłodzenia w dużych chłodnicach powietrznych lub wodnych. Olej wiąże też większość zanieczyszczeń stałych, które przedostały się do sprężonego powietrza pomimo jego filtrowania.

Olejek jest jednak szkodliwym dodatkiem do sprężonego powietrza. Jego oddzielanie w kompresorze śrubowym odbywa się w zbiorniku - separatorze oleju (9), wyposażonym we wkład separatora (10) pełniącym funkcję filtra koalescencyjnego. Układ ten, jeżeli działa prawidłowo, oddziela praktycznie cały olej znajdujący się w powietrzu w fazie ciekłej. Znaczna część oleju oddziela się już w zbiorniku - na skutek silnego zawirowania lub zmiany kierunku przepływu cięższe od powietrza kropelki cieczy osadzają się na ściankach zbiornika i spływają na jego dno. Pozostała część płynnego oleju jest wyłapywana we wkładzie separatora. Z jego zewnętrznych ścianek spływa bezpośrednio do zbiornika, natomiast z wnętrza jest odsysana przez filtr oleju reszkowego (19) do stopnia śrubowego i w ten sposób również wraca do obiegu. Pozostały olej -10-20 mg/m<sup>3</sup> tłoczonego powietrza jest w sposób naturalny tracony. Jest to głównie niewielka część oleju znajdująca się w zbiorniku - separatorze w fazie gazowej, łatwo przechodząca



przez warstwy układu i zamieczyści-  
jąca sprężone powietrze. Większość tej  
fazy ulega skropleniu już w chłodnicy  
końcowej (15) sprężarki i odprowadza-  
na jest wraz z kondensatem. Dzięki  
temu emisja oleju ze sprężarki nie  
przekracza  $2-5 \text{ mg/m}^3$  powietrza pod  
warunkiem, że separacja oleju działa  
prawidłowo. Najczęściej spotykana, nie  
sygnalizowana przez automatykę uster-  
ką, jest awaria układu odsysania oleju  
reszkowego z wkładu separatora. Zwy-  
kle zanieczyszczona jest dysza i/lub  
chroniący ją filtr (19). Diagnostyka  
tej usterki jest stosunkowo prosta -  
wystarczy obserwować przepływ w ukła-  
dzie, korzystając z zamontowanego  
w tym celu okienka kontrolnego lub  
odcinka przezroczystej rurki. Jeśli  
odsysanie jest prawidłowe, w rurce  
(okienku) widać przepływ niewielkich  
ilości oleju, który po ściankach przewo-  
du przemieszczany jest strumieniem  
powietrza w kierunku z separatora do  
stopnia śrubowego. Jeżeli w ogóle nie  
widać przepływu (układ jest całkowicie  
wypełniony olejem lub brak oleju),  
albo olej z niewielką ilością bąbelków  
powietrza porusza się bardzo leniwie,  
układ odsysania jest niesprawny i nale-  
ży go niezwłocznie oczyścić. W tym celu  
należy go zdemontować, oczyścić filtr  
i dyszę, a przewody przedmuchać.

**Uwaga!** Niektóre modele sprężarek  
są wyposażone w zawór pływakowy  
w układzie odsysania oleju, wówczas  
przepływ oleju reszkowego można  
obserwować tylko okresowo, a przepły-  
wający olej prawie nie zawiera powie-  
trza. W razie wątpliwości należy się  
w tej sprawie skontaktować z serwisem.

Kontrola układu powinna być wyko-  
nywana codziennie, jego usterka może  
spowodować zużycie znajdującego  
się w sprężarce oleju w ciągu kilku - kil-  
kunastu godzin, zanieczyszczenie  
sieci i awaryjne wyłączenie sprężarki.

Zwiększona emisja oleju do sieci  
może być też spowodowana nieszer-  
czością wkładu separatora, umożli-  
wiającego przepływ nieoczyszczonego  
powietrza do sieci. Usterka taka wyni-  
ka zwykle z nieprawidłowego montażu  
wkładu (uszkodzone, zużyte lub źle  
zamontowane uszczelki) lub jego  
nadmiernego zużycia. Zużyty wkład  
separatora wykazuje znaczny (powyżej  
0,7 bar) spadek ciśnienia. Większa  
różnica ciśnień może spowodować  
jego zgniecenie lub perforację. Jeżeli  
sprężarka nie posiada wskaźnika zu-  
życia separatora, a dodatkowo eksplo-  
atowana jest znacznie poniżej swojego  
dopuszczalnego ciśnienia roboczego,  
zużycie układu nie jest sygnalizowane  
w żaden sposób (nawet przez otwarcie

zaworu bezpieczeństwa), usterka może  
wystąpić w sposób nagły i pozostać  
niezauważona przez obsługę.

Stan wkładu separatora w sprężarce  
bez odpowiedniego wskaźnika można  
sprawdzić mierząc ciśnienie za i przed  
wkładem separatora. Zerowy spadek  
ciśnienia na eksploatowanym kilka  
miesięcy lub dłużej elemencie świad-  
czy o jego perforacji i podobnie jak  
wartość powyżej 0,7 bar kwalifikuje  
go do wymiany.

W warunkach zwiększonego zapyle-  
nia zasysanego powietrza wkład  
zużywa się szybciej niż w ciągu roku,  
zanieczyszczany głównie drobnymi  
(poniżej  $15 \mu\text{m}$ ) frakcjami pyłów, które  
przedostają się przez filtr powietrza.

\*\*\*

W kolejnym numerze „Pneumatyki”  
opiszemy usterki sygnalizowane  
w mniej lub bardziej bezpośredni spo-  
sób przez aparaturę kontrolno-pomia-  
rową sprężarek śrubowych oraz zwróci-  
my uwagę na pewne aspekty związane  
z obsługą okresową tych maszyn.

*mgr inż. Dariusz Jaszczyk*



ul. M. Skłodowskiej - Curie 75  
87-100 Toruń,  
tel. (056) 645 33 11  
tel./fax (056) 648 16 24, 648 37 58

## AGREGATY SPRĘŻARKOWE

przemysłowe EAGLE  
korporacja amerykańsko-kanadyjsko-polska  
warsztaty BOMIS EAGLE  
głowice sprężarkowe

## NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE NARZĘDZIA RĘCZNE



# Zasada uzdatniania sprężonego powietrza przez adsorpcję i filtrację, urządzenia firmy CTA

W dziedzinie uzdatniania sprężonego powietrza odróżnia się eliminację pary wodnej, która odbywa się przez adsorpcję lub przez oziębianie (zależnie od wymaganego punktu rosy) oraz eliminację pyłów i oleju, która odbywa się przez filtrację.

Proces adsorpcji jest procesem fizycznym. Para wodna jest przechwytywana przez środek sorpcyjny nazywany „desykantem” bez modyfikacji składu chemicznego tego środka. Sprężone powietrze przepływa przez złożo desykantu, które utworzone jest przez aktywowany tlenek glinu  $Al_2O_3$  dla osuszaczy przez adsorpcję z regeneracją na zimno czy na gorąco lub

przez sito molekularne przy niektórych zastosowaniach.

Osuszacze przez adsorpcję zbudowane są z dwóch zbiorników wypełnionych desykantem, pracujących zamiennie w fazie suszenia i regeneracji. Po pewnym czasie osuszania desykant nasyci się parą wodną i musi zostać zregenerowany. Faza regeneracji jest krótsza od fazy osuszania, tak by zbiornik, w którym odbywa się regeneracja, mógł powrócić do ciśnienia roboczego przed rozpoczęciem fazy osuszania.

W osuszaczach z regeneracją na zimno DA, w warunkach znamionowych, 10 do 15% osuszonego sprężonego powietrza jest rozprężane do ciśnienia atmosferycznego i przepływa

od góry do dołu w drugim zbiorniku tak, by pochłonięła wilgoć, którą nasyciło się złożo desykantu podczas swego cyklu pracy przy osuszaniu powietrza.

W osuszaczach z regeneracją na gorąco HDA, w warunkach znamionowych, 3 do 5% osuszanego sprężonego powietrza jest rozprężane do ciśnienia atmosferycznego i podgrzewane grzałką elektryczną do temperatury ok. 250 °C, by pochłonięła wilgoć, którą nasyciło się złożo desykantu podczas swego cyklu pracy przy osuszaniu powietrza. Grzałka znajduje się wewnątrz zbiornika i jest odizolowana od desykantu podwójną obudową. Powietrze suche i gorące regeneruje desykant.

Olej oraz pyły powinny być uwalniane przez filtrację. Olej, który może zniszczyć desykant, powinien zostać wyeliminowany przed przepływem sprężonego powietrza przez osuszacz. Filtr submikroniczny stopnia M lub S umieszczony przed wlotem do osuszacza pozwala na bardzo dokładną filtrację resztek oleju w sprężonym powietrzu i powoduje przedłużenie czasu pracy do zużycia złoża desykantu.

Filtr odpylający stopnia P, umieszczony za osuszaczem, eliminuje pył tworzony przez zużywający się desykant oraz zanieczyszczenia zawarte w sprężonym powietrzu.

## SPRĘŻONE POWIETRZE

**Sprężarki powietrza**  
**od 0,55 do 160 kW**

Tłokowe

**DIXAIR - PIXAIR - DECIBAIR**

Spiralne

**SPIRALAIR**

Śrubowe

**ROLLAIR**

**Osuszacze przez oziębianie**  
**Osuszacze przez adsorpcję**  
**Zbiorniki - Filtry**  
**Separatory kondensatów**  
**Narzędzia pneumatyczne**

Urządzenia zgodne z normą CE  
Posiadające uprawnienia UDT



**AIR**  
**Worthington**  
**Creysensac**

**Wasz Partner**  
w dziedzinie sprężonego powietrza

PRZEDSTAWICIELSTWO W POLSCE :

Biuro Techniczne : Al. Niepodległości 145/7 - 02-555 WARSZAWA - Tel/Fax : (022) 48 59 20 - Tel : (022) 49 95 94



# Sprężone powietrze w górnictwie

Górnictwo, a w szczególności podziemne górnictwo węgla kamiennego, używa sprężonego powietrza do napędu maszyn i sprzętu oraz narzędzi. Jest ono nie tylko wygodne w użyciu, ale poprawia również bezpieczeństwo pracy przy podziemnej eksploatacji. W warunkach występowania metanu, który zmieszany z powietrzem wybuchu i stanowi bezpośrednie zagrożenie życia, zastosowanie sprężonego powietrza jako nośnika energii jest koniecznością, bo tylko ono poprawia bezpieczeństwo ludzi zatrudnionych na dole.

**W** sprężarce przeciwwybuchowej, która jest oznaczona symbolem Ex, jej wyposażenie elektryczne, jak silnik, styczniki, przełączniki, bezpieczniki, musi znajdować się w obudowach ognioszczelnych, zaś elementy sterowania elektrycznego, jak kontrola temperatury, zabezpieczenia prądowe itp., które wychodzą

poza obudowy ognioszczelne, pracują w obudowach iskrobezpiecznych.

Rygory bezpieczeństwa nie pozwalają na użycie do budowy sprężarki aluminium lub jego stopów, pewnych tworzyw oraz zwykłej gumy. Zastosować można tylko takie materiały, które nie powodują zagrożeń. Dodatkowo, każda taka maszyna musi mieć niezawodnie działający wyłącznik termiczny, który odetnie zasilanie prądem w wypadku, gdy z jakiegokolwiek przyczyny niebezpiecznie wzrośnie temperatura oleju wewnątrz sprężarki. Także wlot filtra powietrza powinien posiadać specjalną konstrukcję. Sterowanie powinno odbywać się w systemie automatycznym, aby zapewnić bezpieczną pracę urządzenia bez konieczności stałej obsługi. Tylko tak wykonane sprężarki mogą bezpiecznie pracować na dole kopalń gazowych, skutecznie eliminując zagrożenia wybuchem lub pożarem.

Sprężarki skonstruowane wg powyższych wymagań mogą też pracować w rafineriach, gdzie są przerabiane produkty naftowe oraz w zakładach chemicznych, wszędzie tam, gdzie występują podobne zagrożenia wybuchem lub pożarem.

Aby sprężarki zostały uznane za przeciwwybuchowe, muszą najpierw

przejąć pomyślnie próby w kopalni doświadczalnej Barbara. Dopiero wtedy decyzją Wyższego Urzędu Górniczego mogą zostać dopuszczone do stosowania w podziemnych wyrobiskach kopalń w różnych kategoriach zagrożenia tj. pomieszczeniach: „a”, „b”, „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu.

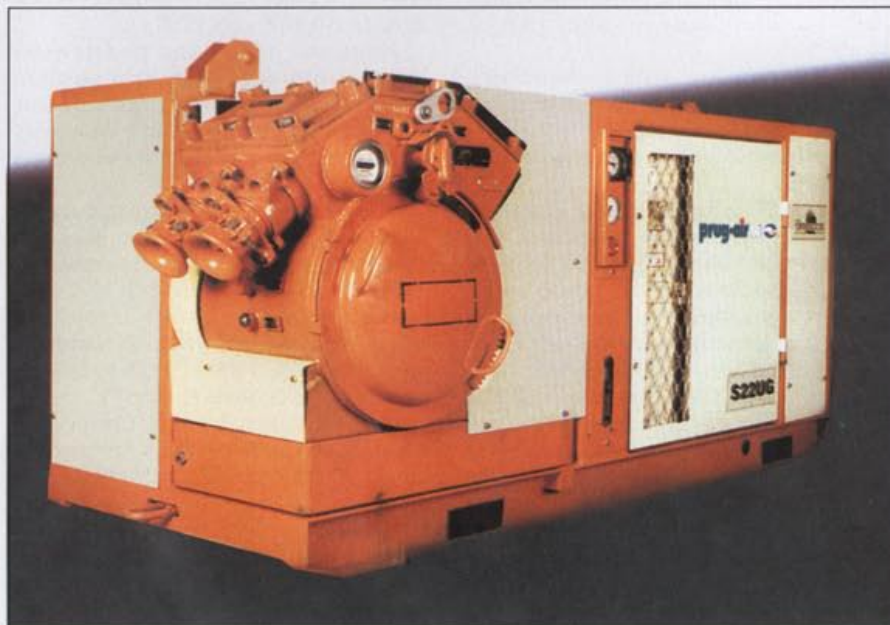
Sprężarki w wykonaniu przeciwwybuchowym znajdują zastosowanie do zasilania wielu maszyn zainstalowanych w kopalniach na dole, jak wiertarki, kotwiarki, pompy, wentylatory, przesuwniki pneumatyczne, torkretnice, różne narzędzia i wiele innych zastosowań.

Obecnie górnictwo węgla kamiennego w Polsce, jak i w całej Europie, przeżywa kryzys. W najbliższym czasie nie należy spodziewać się jakiegos buma inwestycyjnego w tej dziedzinie, ale kopalnie dalej funkcjonują i potrzebni są ciągle dostawcy specjalistycznych maszyn i urządzeń. Do tej grupy należy firma PRUG-AIR, która specjalizuje się w produkcji sprężarek śrubowych w wykonaniu przeciwwybuchowym zgodnie z dopuszczeniami Prezes Wyższego Urzędu Górniczego. Sprężarki te posiadają stopień śrubowy Enduro fińskiej firmy Tamrotor, zapewniający cichą pracę, co jest atutem w kopalni pod ziemią. Dzięki podwojeniu powierzchni separatorów oleju ograniczono częstotliwość ich wymiany i poprawiono skuteczność procesu usuwania oleju z powietrza.

PRUG-AIR SA opracował również nowy typ sprężarki dosprężacza, maszyny niezwykle pomocnej w przypadku dużej kopalni z bardzo długimi rurociągami zasilającymi odległe o kilka kilometrów przodki, w których trzeba zapewnić ciśnienie co najmniej 0,5 MPa na wylocie rurociągu. Zastosowanie takiego dosprężacza powoduje podniesienie w rurociągu zarówno ciśnienia, jak również wydajności na końcu rurociągu, co umożliwia bezpieczne prowadzenie robót tam, gdzie to nie było możliwe wcześniej.

Chciałbym w tym miejscu podziękować za uzyskane informacje Panu mgr. inż. Henrykowi Bojanowskiemu z firmy PRUG-AIR SA z Katowic.

mgr inż. Mariusz Makulski



Fot. 1 Sprężarka przeciwwybuchowa SS22UG



# Normy krajowe a normy międzynarodowe

Normy odgrywają ważną rolę w przemyśle i handlu zarówno na rynkach wewnętrznych, jak i w kontaktach między wszystkimi krajami świata. Normy opracowywane są przez wiele jednostek na szczeblu krajowym, regionalnym i międzynarodowym, przy czym znaczna część tych jednostek przygotowuje swe dokumenty stosując procedury oparte na zasadzie konsensu. Wraz ze wzrostem międzynarodowej wymiany handlowej i współpracy technicznej, jednostki normalizacyjne wypracowały określone procedury i tryb współpracy, o których sędzi się powszechnie, że stanowią właściwe sposoby postępowania, mogące mieć zastosowanie w pracach normalizacyjnych na wszystkich szczeblach.

Informacja o prowadzonej działalności normalizacyjnej powinna być rozpowszechniana za pomocą odpowiednich środków przekazu (np. w *Pneumatyce* - przyp. S.A.) tak, aby umożliwić zainteresowanym osobom lub organizacjom czynny udział w tej działalności, w tym informacje dotyczące nowych tematów prac, prac bieżących i prac zakończonych, jak również - jeśli to stosowne - zmian w stanie zaawansowania prac.

Harmonizacja norm rozpoczyna się z zasady od sporządzenia wykazu norm wymagających zharmonizowania, z uwzględnieniem istniejących lub planowanych uzgodnień lub porozumień z wszystkimi zainteresowanymi.

Do harmonizacji wybiera się normy, których postanowienia mają istotny wpływ m.in. na:

- zapewnienie wyrobowi optymalnej technologicznie i ekonomicznie zamienności i kompatybilności;
- ułatwienie wzajemnego zrozumienia oraz oddziaływania na inne normy;

- odegranie istotnej roli we wzajemnym uznawaniu procedur oceny zgodności;
- ochronę zdrowia, ochronę pracy, ochronę środowiska oraz poprawę w zakresie bezpieczeństwa pożarowego;
- powstawanie lub możliwość powstania barier technicznych w handlu międzynarodowym.

Działania takie miały miejsce w tworzeniu Programu prac normalizacyjnych Normalizacyjnej Komisji Problemowej Nr 208 ds. napędów i sterowań pneumatycznych na rok 1998, który został zatwierdzony do realizacji przez Biuro Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

W programie znalazły się następujące projekty Polskich Norm zharmonizowanych z normami międzynarodowymi:

- PrPN-ISO 6301-1 Napędy i sterowania pneumatyczne - Smarownice sprężonego powietrza - Dane podstawowe podawane w dokumentach techniczno-handlowych i wymagania dotyczące cechowania (ISO 6301-1:1997 Pneumatic fluid power - Compressed air lubricators - Part 1: Main characteristics to be included in supplier's literature and product-marking requirements (projekt przekazany do ankiety powszechnej (AP) i ankiety adresowanej (AA) - 10.1998 r).

Określono jakie dane podstawowe smarownic sprężonego powietrza powinny zawierać dokumenty techniczno-handlowe przekazane przez dostawcę.

Niniejszy arkusz normy dotyczy smarownic sprężonego powietrza wykonywanych z metali lekkich (aluminium itp.), odlewów ciśnieniowych ze stopów cynku, mosiądzu, stali i tworzyw sztucznych, pracujących przy ciśnieniu nominalnym do 1600 kPa (16 bar) i temperaturze maksymalnej do 80°C.

- PrPN-ISO 6301-2 Napędy i sterowania pneumatyczne - Smarownice sprężonego powietrza - Metody badań do określania podstawowych charakterystyk i wymagań podawanych w dokumentach techniczno-handlowych (ISO 6301-2:1997 Pneumatic fluid power - Compressed air lubricators - Part 2: Test methods to determine the main charac-

teristics to be included in commercial literature and specific-requirements) (projekt przekazany do (AP) i (AA) - 08.1998 r).

Określono rodzaje badań, metody badań i sposoby przedstawiania wyników badań dotyczące parametrów i charakterystyk, które stanowią dane podstawowe podawane w dokumentach techniczno-handlowych smarownic, zgodnie z normą ISO 6301-1 (PrPN-ISO 6301-1).

Powinno to ułatwić porównywanie smarownic dzięki znormalizowaniu metod badań i sposobu przedstawiania wyników oraz pomóc w doborze smarownicy odpowiedniej do danego układu pneumatycznego.

Wymienione badania mają umożliwić porównanie smarownic różnych typów; nie są to badania odbiorcze, które miałyby być przeprowadzane dla każdej wyprodukowanej smarownicy.

- PrPN-ISO 5782-1 Napędy i sterowania pneumatyczne - Filtry sprężonego powietrza - Dane podstawowe podawane w dokumentach techniczno-handlowych i wymagania dotyczące cechowania (ISO 5782-1:1997 Pneumatic fluid power - Compressed air filters - Part 1: Main characteristics to be included in supplier's literature and product-marking requirements) (projekt przekazany do AA i AP - 08.1998 r).

Określono jakie dane podstawowe filtrów sprężonego powietrza powinny zawierać dokumenty techniczno-handlowe przekazane przez dostawcę.

Podano także wymagania dotyczące cechowania wyrobów.

Niniejszy arkusz normy dotyczy filtrów sprężonego powietrza wykonywanych z metali lekkich (aluminium itp.), odlewów ciśnieniowych ze stopów cynku, mosiądzu, stali i tworzyw sztucznych, pracujących przy ciśnieniu nominalnym do 1600 kPa (16 bar) i temperaturze maksymalnej do 80°C, stosowanych w celu usuwania zanieczyszczeń stałych i ciekłych ze sprężonego powietrza za pomocą środków mechanicznych.

- PrPN-ISO 5782-2 Napędy i sterowania pneumatyczne - Filtry sprężonego powietrza - Metody badań do określania danych podstawowych podawanych w dokumentach techniczno-



handlowych (ISO 5782-2:1997 Pneumatic fluid power - Compressed air filters - Part 2: Tests methods to determine the main characteristics to be included in supplier's literature) (projekt przekazany do AA i AP - 08.1998 r).

Określono rodzaje badań, metody badań i sposoby przedstawiania wyników badań dotyczące parametrów i charakterystyk, które stanowią dane podstawowe podawane w dokumentach techniczno-handlowych filtrów zgodnie z normą ISO 5782-1 (PrPN-ISO 5782-1).

Powinno to ułatwić porównywanie filtrów dzięki znormalizowaniu metod badań i sposobów przedstawiania wyników oraz pomóc przy doborze filtra odpowiedniego dla danego układu pneumatycznego.

Celem wymienionych badań jest umożliwienie porównania różnych typów filtrów; nie są to badania odbiorcze przeprowadzane dla każdego wyprodukowanego filtra.

- PrPN-ISO 8573-2 Sprężone powietrze ogólnego stosowania - Metody pomiaru zawartości rozpylonego oleju (ISO 8573-2 Compressed air for general use -

Part 2: Test methods for aerosol oil content) (projekt zostanie przekazany do AA i AP - 10.1998 r).

Określono metody badań stosowane do pobierania próbek i analizy jakościowej oleju w postaci aerozolu i w postaci cieczy (z wyłączeniem oleju w postaci pary) zazwyczaj obecnego w powietrzu opuszczającym sprężarki i układy sprężonego powietrza.

Stosowanie metod pobierania próbek i opisanego wyposażenia badawczego zapewnia dokładność każdej z metod lepszą niż  $\pm 10\%$  dla mierzonych wartości zawartości oleju w zakresie od  $0,001 \text{ mg/m}^3$  do , w przybliżeniu  $20 \text{ mg/m}^3$  w warunkach Atmosfery Normalnej dla 1000 barów,  $20^\circ\text{C}$  i 65% wilgotności względnej) (ANR) (Przepływ powietrza jest określany w warunkach Atmosfery Normalnej (ANR) ze zmiennymi czasami pobierania próbek.

Niniejszy arkusz normy podaje szczegółowe instrukcje dotyczące używanego wyposażenia badawczego i stosowanych metod badań do pomiaru zawartości oleju w postaci aerozolu w układach dostarczających sprężone powietrze.

Stosuje się to do układów pneumatycznych na ciśnienie pracy do 30 barów ( $1 \text{ bar} = 105 \text{ N/m}^2 = 100 \text{ kPa}$ .) i temperatur sprężonego powietrza poniżej  $100^\circ\text{C}$ , ale z wyłączeniem układów dostarczających sprężone powietrze dla celów medycznych lub do bezpośredniego oddychania.

Opisano dwie różne metody. Metoda A i Metoda B. Metoda B jest podzielona na dwie części po to, aby jasno pokazać różnice pomiędzy procedurami

mi uzyskiwania ilości oleju do analizy. - PrPN-ISO 1219-2 Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne - Symbole graficzne i schematy układów - Schematy układów (ISO 1219-2:1995 Fluid power systems and components - Graphik symbols and circuit diagrams - Part 2: circuit diagrams) (projekt przekazany do ustanowienia - 08.1998 r).

Ustalono zasady rysowania schematów układów hydraulicznych i pneumatycznych oraz układów mieszanych z użyciem symboli graficznych zgodnie z ISO 1219-1 (PN-ISO 1219-1:1994).

Określono sposób oznaczenia elementów składowych oraz dane techniczne do zamieszczania na schematach układów.

Podano 4 terminy (nie wymienione w normie terminologicznej) i ich definicje oraz przykłady typowych schematów układów

- PrPN-EN 983 Bezpieczeństwo maszyn - Wymagania dla układów płynowych i ich elementów - Pneumatyka (EN 983:1996 Safety of machinery - Safety requirements for fluid power systems and their components - Pneumatics) (projekt przekazany do ustanowienia - 08.1998 r).

Wymieniono rodzaje zagrożeń oraz określono obowiązujące, jednolite zasady postępowania, mające wpływ na bezpieczeństwo w zakresie projektowania i konstrukcji, montażu i użytkowania układów pneumatycznych i ich elementów składowych.

Z zakresu stosowania niniejszej normy wyłączono butle z gazem i zbiorniki (dla zbiorników ma zastosowanie EN 286-1:1991 Simple unified pressure vessels designed to contain air or nitrogen - Part 1: Design, manufacture and testing - brak odpowiednika krajowego; oryginał znajduje się w OID Biura PKN, Warszawa ul. Elekoralna 2)

mgr inż. Stanisław A. Andrzejewski  
Zespół Technologii Maszyn Biura  
Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

## Wydawnictwo Lektorium wydawca czasopism **Pneumatyka**



## EKO TECHNIKA



**Zaprasza na  
Targi POLEKO '98  
w Poznaniu  
24-27 listopada 1998  
pawilon 17, stoisko 49**



**ZAKŁAD PRODUKCJI URZĄDZEŃ  
SANITARNYCH  
I ELEKTRYCZNYCH  
„PPRI ŻEGRZE” Sp. z o.o.**



Oferuje wykonanie wszelkiego rodzaju  
**ZBIORNIKÓW CIŚNIENIOWYCH**  
w tym powietrza o pojemności od  $20 \div 25000 \text{ dm}^3$  i ciśnieniu  
do 5,0 MPa oraz rozdzielnic elektrycznych itp.



PPRI-ŻEGRZE



ZPUSIE „PPRI-ŻEGRZE” sp. z o.o.

61-248 Poznań, ul. Dziadoszańska 10  
tel./fax (061) 878 95 25  
tel. (061) 873 60 90 do 93



## Obiektywizm i niezależność

Odpowiedź na list Pana Wojciecha Halkiewicza z firmy VECTOR z Poznania, zamieszczony w PNEUMATYCE 3/11/1998

Kiedy przed trzema laty powstała z inicjatywy CompRotu PNEUMATYKA, tylko nieliczni z branży wróżyli jej sukces. Należał do nich bez wątpienia jej założyciel oraz twórca, właściciel CompRotu, mgr inż. Roman Breszka i pierwszy redaktor naczelny - mgr inż. Adam Matusiakiewicz. Dzisiaj wszyscy z branży wiedzą, iż był to strzał w dziesiątkę.

PNEUMATYKA, formalizując swą niezależność w kwietniu ubiegłego roku, zmieniła wydawcę, aby nikt nie wiązał ją z jakąś konkretną opcją. Łamy pisma są otwarte dla wszystkich, każdy może się wypowiedzieć niezależnie od tego, jaką firmę czy opcję reprezentuje. Zresztą niepotrzebne tu są moje zapewnienia czy deklaracje, ponieważ PNEUMATYKA broni się sama poprzez swoją treść. Ten, jak

Pan go nazwał "duch Copmrotu", już dawno bezpowrotnie się ulotnił i w licznych rozmowach z przedstawicielami z branży pneumatycznej nikt już nie mówi o tendencji pisma, natomiast wszelkie wątpliwości związane są raczej ze sferą emocjonalną. Celem wszelkich działań zespołu redakcyjnego, wraz ze wszystkimi współpracownikami z profesorem Łukaszem N. Węsierskim na czele, jest ciągłe podnoszenie poziomu merytorycznego i edytorskiego pisma.

Planujemy również, aby wszystkie tzw. artykuły fachowe były recenzowane przez niezależnych specjalistów. Natomiast artykuły sponsorowane będą opatrzone krótką recenzją, aby zmobilizować wszystkich autorów do podawania informacji rzetelnych i prawdziwych przy promowaniu własnych produktów. Problemy

te były dyskutowane na ostatnim posiedzeniu rady programowej PNEUMATYKI.

Poruszył Pan również temat ankiety serwisowej zamieszczonej w nr. 1/9/98 PNEUMATYKI. Nie jestem w stanie odpowiedzieć, dlaczego ankieta ta nie dotarła do Pana, ponieważ w redakcji pracuję dopiero od kwietnia br., mogę jedynie przeprosić za zaistniałą sytuację. W jednym z pierwszych wydań PNEUMATYKI w przyszłym roku będziemy chcieli powtórzyć tę ankietę.

Dziękując za słowa pochwały chciałbym zapewnić, że nie zawiedziemy naszych Czytelników i zawsze będziemy dbać o poziom fachowy naszego pisma, kierując się przy tym obiektywizmem.

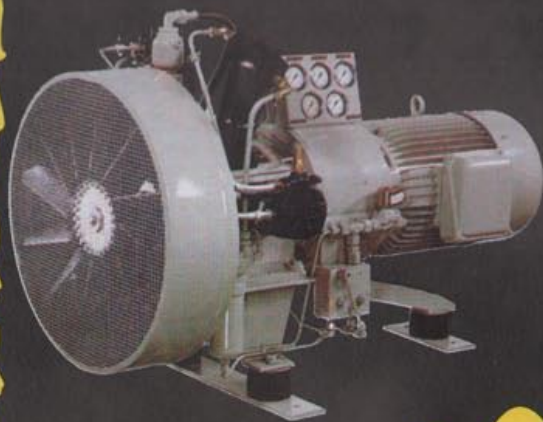
Mariusz Makulski

J.P. SAUER & SOHN  
MASCHINENBAU GMBH & CO.

**ALUP**  
Kompressoren

GIRODIN SAUER

sprężarki śrubowe o wydajnościach  
od 0,4 do 70 m<sup>3</sup>/min  
i ciśnieniach 4-14 bar



sprężarki tłokowe  
wysokociśnieniowe  
do 350 bar

wyłączny przedstawiciel

02-288 Warszawa  
ul. K. Kolumba 22  
tel./fax (0-22) 846-62-54

**KOMPRESS**



# COMPRESSOR

## TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

# COMPRESSOR

- sprężarki śrubowe i tłokowe
- filtry, osuszacze, separatory
- narzędzia pneumatyczne
- instalacje sprężonego powietrza
- doradztwo, projekty
- serwis

## COMPRESSOR TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

ul. Mieszka I 62  
66-400 Gorzów  
Wielkopolski  
tel. fax (095) 720 56 39  
tel. (095) 722 39 93  
tel. (095) 722 36 88

# COMPRESSOR

## 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 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 stosowany jest transport materiałów sypkich.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Zamawiam prenumeratę PNEUMATYKI</b></p> <p>nr 3/11/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 4/12/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 5/13/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 1/14/99 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p><b>RAZEM:</b> ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>Ponadto zamawiam wydania archiwalne:</p> <p>..... - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p><b>ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY</b> <input type="text"/></p> <p>Nazwa firmy: .....</p> <p>Dokładny adres: .....</p> <p>Tel. .... Fax: .....</p> <p>Adres wysyłkowy (jeżeli inny niż adres firmy) .....</p> <p>Faktura VAT <input type="checkbox"/> Rachunek uproszczony <input type="checkbox"/></p> <p>NIP .....</p> <p>Upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.</p> <p>..... data ..... podpis ..... pieczęć</p> | <p><b>Zamawiam prenumeratę PNEUMATYKI</b></p> <p>nr 3/11/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 4/12/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 5/13/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 1/14/99 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p><b>RAZEM:</b> ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>Ponadto zamawiam wydania archiwalne:</p> <p>..... - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p><b>ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY</b> <input type="text"/></p> <p>Nazwa firmy: .....</p> <p>Dokładny adres: .....</p> <p>Tel. .... Fax: .....</p> <p>Adres wysyłkowy (jeżeli inny niż adres firmy) .....</p> <p>Faktura VAT <input type="checkbox"/> Rachunek uproszczony <input type="checkbox"/></p> <p>NIP .....</p> <p>Upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.</p> <p>..... data ..... podpis ..... pieczęć</p> | <p><b>Zamawiam prenumeratę PNEUMATYKI</b></p> <p>nr 3/11/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 4/12/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 5/13/98 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>nr 1/14/99 - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p><b>RAZEM:</b> ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p>Ponadto zamawiam wydania archiwalne:</p> <p>..... - ilość egz. .... x 5,50 zł</p> <p><b>ŁĄCZNIE DO ZAPŁATY</b> <input type="text"/></p> <p>Nazwa firmy: .....</p> <p>Dokładny adres: .....</p> <p>Tel. .... Fax: .....</p> <p>Adres wysyłkowy (jeżeli inny niż adres firmy) .....</p> <p>Faktura VAT <input type="checkbox"/> Rachunek uproszczony <input type="checkbox"/></p> <p>NIP .....</p> <p>Upoważniam Wydawnictwo LEKTORIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.</p> <p>..... data ..... podpis ..... pieczęć</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



| Odcinek dla posiadacza rachunku                                                                                                                                         | Odcinek dla banku                                                                                                                                                       | Odcinek dla banku/poczty                                                                                                                                                | Odcinek dla wpłacającego                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>.....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy)<br>.....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>.....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy)<br>.....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>.....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy)<br>.....<br>.....<br>ulica .....<br>kod ..... - ..... miasto .....<br>NIP ..... | zł ..... gr .....<br>słownie .....<br>.....<br>Wpłacający (imię, nazwisko, nazwa firmy)<br>.....<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              | <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              |
| Oplata ..... zł ..... gr .....<br>Datownik .....<br>Podpis przyjmującego .....                                                                                          | Oplata ..... zł ..... gr .....<br>Datownik .....<br>Podpis przyjmującego .....                                                                                          | Oplata ..... zł ..... gr .....<br>Datownik .....<br>Podpis przyjmującego .....                                                                                          | Oplata ..... zł ..... gr .....<br>Datownik .....<br>Podpis przyjmującego .....                                                                                          |

## SPIS REKLAM

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Airpol .....                        | 8    |
| Air Worthington Creyssensac .....   | 52   |
| Ara Pneumatik .....                 | 48   |
| Atlas Copco .....                   | 1    |
| Bomis Eagle .....                   | 51   |
| Bovin .....                         | 6    |
| Centrum Pneumatyki .....            | 10   |
| CompRot Sp. z o.o. ....             | 40   |
| Compressor .....                    | 57   |
| Dolnośląskie Centrum Pneumatyki ... | 6    |
| Eltech .....                        | 23   |
| Flair .....                         | 11   |
| FMS Strzyżów .....                  | 44   |
| Hiross .....                        | 7,13 |
| Irkomp Poland Sp. z o.o. ....       | 12   |
| Kaeser Kompressoren .....           | 18   |
| Kompress .....                      | 56   |
| LEGS .....                          | 15   |
| Pascal .....                        | 28   |
| Pneumat System .....                | 5    |
| Pomex .....                         | 8    |
| Polmo Gorlice .....                 | 12   |
| PPRI Żegrze .....                   | 55   |
| Rafineria Gdańska .....             | 60   |
| S&W Technik .....                   | 43   |
| Techem .....                        | 33   |
| Techman .....                       | 17   |
| UNIGOODS .....                      | 2,9  |
| ultrafilter .....                   | 59   |
| Vector .....                        | 9    |
| WAN .....                           | 47   |
| Wilkerson .....                     | 5    |
| Wimtec .....                        | 21   |
| ZBMiAp -Kraków SA .....             | 10   |
| ZeteNeS .....                       | 47   |

## 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 przesłać go pocztą lub faxem do wydawnictwa, a następnie przekazać należną sumę pieniędzy przekazem pocztowym lub bankowym na numer konta podany poniżej.
3. Wysyłkę prenumeraty rozpoczniemy od kolejnego wydania po dacie otrzymania zamówienia.
4. We wszystkich sprawach dotyczących prenumeraty prosimy kontaktować się z Wydawnictwem LEKTORIUM, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel./fax 071 735 900
5. Pełną kwotę za zamówioną prenumeratę należy przesłać na konto: **Bank Austria Creditanstalt Poland SA Warszawa O/Wrocław, Nr r-ku 17800008-112120001**



# INTELLIGENTNE FILTRY





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

Dlatego stosuję oleje przemysłowe Rafinerii Gdańskiej.  
To sprawdzone oleje!



**PEŁNA  
OCHRONA**

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.

## 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