

# Pneumatyka

wrzesień

3/96

KWARTALNIK UŻYTKOWNIKÓW SPRĘŻONEGO POWIETRZA

cena 5,50 zł

ISSN 1426-6644



Technika  
uzdatniania  
sprężonego  
powietrza

O normach  
pomiarów  
wydajności  
sprężarek

Powstawanie  
hałasu  
w sprężarkach

Co to jest  
kondensat?

Jesienne  
imprezy branży  
pneumatycznej

**NOWE OSUSZACZE ZIĘBNICZE DELAIR DDA**

**„KOSZTY POD KONTROLĄ”**

- UZDATNIANIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA, STR. 32

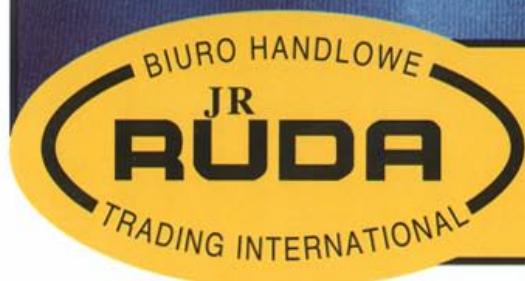


*Elegancja perfekcji zespołów śrubowych*

**TAMROTOR**<sup>®</sup>

50000 zespołów śrubowych TAMROTOR  
wyprodukowanych od 1963 roku

**ENDURO**<sup>®</sup>



Przedstawicielstwo w Polsce  
Biuro Handlowe RUDA

40-582 Katowice, ul. Modrzejewskiej 4b  
tel./fax 032-512553, 032-1574465, 032-1572603

sprężarki śrubowe TAMROTOR osuszacze i filtry HANKISON



# Spis treści

Pneumatyka na targach	5
X Konferencja PNEUMA'96	
Automatyzacja procesów-pneumatyka	9
Zanim kupisz sprężarkę	13
Normalizacja wydajności sprężarek	16
Leksykon techniki przepływów i sterowania	18
O narzędziach impulsowych	20
Ciekawostki	21, 35
Ekonomiczniejszy w kombinacji	22
Jaką sprężarkę wybrać	28
Beko - kilka słów o kondensacie	30
Koszty pod kontrolą - dzięki uzdatnianiu sprężonego powietrza	32
Miniaturowe osuszacze membranowe sprężonego powietrza firmy Zander	36
Kompaktowe chłodnice wody i pompy ciepłe MTA	40
Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez sprężarki	42
Sprężarki dla stacji rozdzielczych Poczty Niemieckiej	45
Nowa złota seria sprężarek Kaeser DSD	46

## ANKIETA PNEUMATYKI

**Drodzy Czytelnicy,**  
ponieważ chcielibyśmy, abyście współtworzyli PNEUMATYKĘ, prosimy o odsyłanie do nas poniższej ankiety. Pozwoli nam ona zorientować się, jakie tematy i formy są dla Was najbardziej interesujące. Wśród uczestników ankiety rozlosujemy 25 darmowych, rocznych prenumerat PNEUMATYKI.

**1. W dotychczasowych numerach PNEUMATYKI najbardziej interesujące były materiały:**

.....  
.....  
.....  
.....

**2. Najbardziej utkwiły mi w pamięci reklamy firm:**

.....  
.....  
.....  
.....

**3. Informacje o urządzeniach i systemach pneumatycznych czerpię głównie z:**

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Chciałbym, aby w PNEUMATYCE pojawiły się opracowania na temat:**

.....  
.....  
.....  
.....

**nazwa**

**firmy**.....

**imię i nazwisko** .....

**adres** .....

**telefon /fax** .....



# Pneumatyka

KWARTALNIK UŻYTKOWNIKÓW SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Redakcja *PNEUMATYKI*

ul. Okólna 2

50-422 Wrocław



# Szanowni Państwo!

Mam nadzieję, że zauważyli Państwo ewolucję PNEUMATYKI od pierwszego, szesnastostronicowego numeru wydanego w kwietniu 1996, do dzisiejszego stanu naszego wydawnictwa. Dążymy do tego, aby oprócz merytorycznego poziomu także szata graficzna i wygląd pisma były na odpowiednio wysokim poziomie. Pociąga to za sobą wzrost kosztów produkcji, lecz my postaramy się utrzymać cenę PNEUMATYKI bez zmian tak długo, jak to będzie możliwe.

W trzecim numerze znajduje się podsumowanie czerwcowych Międzynarodowych Targów Poznańskich, które dziś może się już wydawać nieco spóźnione, ale cykl wydawniczy PNEUMATYKI nie pozwolił na jego wcześniejsze ukazanie się.

PNEUMATYKA zainteresowana jest wszystkimi imprezami związanymi z branżą. Tym razem będziemy towarzyszyć krakowskiej konferencji pneumatycznej PNEUMA (Kraków, 18-20.09.1996) oraz dwóm imprezom targowym poświęconym problemom techniki fluidalnej: Międzynarodowym Targom Hydrauliki, Pneumatyki i Sterowania (Katowice, 1-4.10.1996) oraz HYDROPNEUMATICA (Gdynia, 23-25.10.1996).

W tym numerze dużo uwagi poświęcamy problemom uzdatniania sprężonego powietrza, a także ogólnym problemom związanym z kompresorami. Proponuję również interesujący materiał dotyczący impulsowych narzędzi pneumatycznych.

Zapraszam do lektury.

Adam Matusiakiewicz

Trzeci numer PNEUMATYKI rozprowadzany jest w prenumeracie oraz dostępny jest w promocji jako bezpłatne wydawnictwo targowe. Zainteresowanych prenumeratą, której roczny koszt wynosi 22 zł, prosimy o nadsyłanie czytelnie wypełnionych blankietów zamówieniowych z podaniem numeru NIP oraz upoważnieniem wydawcy do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy. Można również zamawiać pojedyncze numery w cenie 5,50 zł. Wpłaty prosimy dokonywać na nasze konto:  
PKO SA O/Wrocław  
593010-7014541-2511-10

Kwartalnik PNEUMATYKA  
Czasopismo fachowe branży techniki sprężonego powietrza.

#### Adres redakcji:

Redakcja PNEUMATYKI  
CompRot Sp. z o. o.  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
tel./fax (071) 44 19 54  
lub (071) 34 350 21 wewn. 282

#### Redaktor naczelny:

Adam Matusiakiewicz

#### Zespół:

Krzysztof Pęciak, Dariusz Moskal,  
Adam Tomaszewski, Marek Pukocz,  
Katarzyna Fret, Alina Sadowska

#### Sekretarz redakcji:

Edyta Wirt

#### Redaktor techniczny:

Katarzyna Sołoducho

#### Opracowanie techniczne:

RAG Studio DTP  
ul. Raclawicka 2/4, 53-146 Wrocław  
tel. (071) 61-12-51 w. 254

#### Druk:

KORAB s.c.  
ul. Brücknera 36/38, 51-411 Wrocław

Reklama i artykuły promocyjne mogą być zamieszczane na ogólnych zasadach. Cennik reklam i artykułów dostępny jest w redakcji. Zlecenia prosimy nadsyłać na adres redakcji.

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych oraz nie zwraca materiałów nie zamówionych. Zastęga sobie prawo dokonywania zmian w nadesłanych materiałach, próbek technicznych i stylistycznych.

## Zamawiam prenumeratę PNEUMATYKI:

ilość egz.

nr 4/96   
nr 1/97   
nr 2/97   
nr 3/97

Nazwa firmy .....  
(lub imię i nazwisko)

Adres wysyłkowy .....  
(czytelnie)

Nazwisko zamawiającego .....

Stanowisko służb. ....

Proszę o fakturę VAT .....

Proszę o rachunek uproszczony .....

Numer NIP .....

Upoważniamy firmę CompRot do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy .....

(pieczętka, data, podpis)



# „Pneumatyka” na targach

W 68. Międzynarodowych Targach Poznańskich wzięło udział około 2500 wystawców z 33 krajów. Największa przemysłowa impreza targowa w Polsce i tym razem potwierdziła swą renomę – głównie dzięki dobrej, poznańskiej organizacji.



**68.** Międzynarodowe Targi Poznańskie stanowią świetną okazję do przeglądu ofert polskich i zagranicznych firm zajmujących się, między innymi, problemami urządzeń do sprężonego powietrza. Od lat jest to centralna impreza wystawiennicza tej branży w naszym kraju. Swoje oferty przedstawiali producenci i przedstawiciele producentów sprężarek, osuszaczy, filtrów, narzędzi i urządzeń pneumatycznych, elementów sterowań pneumatycznych siłowników, wysp zaworowych itp.

Wśród ekspozycji prezentujących urządzenia do wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza na uwagę zasługiwały ekspozycje firm Kaeser Kompressoren i Atlas Copco. Kaeser zaprezentował na Targach światową premierę: sprężarkę śrubową typu DSD, w której konstruktorzy firmy zastosowali nowe, energooszczędne rozwiązania. Sprężarka ta została nagrodzona złotym medalem MTP. Podstawową modernizacją jest rezygnacja z przekładni pasowej i bezpośredni napęd bloku śrubowego z silnika elektrycznego, co pozwala wyeliminować straty energii na prze-

kładni pasowej i zwiększyć wydajność sprężarki. Istotnej zmianie uległ wentylator. Tradycyjny wentylator osiowy zastąpiono wentylatorem osiowo-promieniowym, który oprócz obniżenia poboru mocy, zapewnił też obniżoną o 10 dBA emisję hałasu, lepsze schłodzenie powietrza i wyższy resztkowy spręż powietrza odlotowego (szczegóły w artykule W. Molickiego).

Atlas Copco pokazał nową śrubową sprężarkę bezolejową ZR 110, oraz sprężarkę śrubową VSD-50. W pierwszej nowością jest bardziej zintegrowany, kompaktowy blok sprężający, który pozwolił zminimalizować liczbę połączeń rurowych. Natomiast VSD-50 jest zmodyfikowaną wersją nagrodzonej w zeszłym roku Złotym Medalem MTP VSD-90, sterowanej falownikiem i przeznaczonej głównie do dopasowania wydajności zespołu sprężarek do aktualnego poboru powietrza.

Warte uwagi było również stoisko targowe firmy Hast, na którym eksponowano sprężarki śrubowe z ciekawą wersją sterowania komputerowego i uzdatnianie sprężonego powietrza koncernu Mannesman Demag.

**VANAX**

**PRZEDSIĘBIORSTWO  
TECHNICZNO - HANDLOWE  
VANAX Sp. z o.o.**

25-539 KIELCE ul. Dębowa 7  
Tel./Fax (041) 26-648  
Tel.: (041) 27-230, 68-13-98

## OFERUJEMY:

Urządzenia i elementy dla:

Pneumatyki

Automatyki

Hydrauliki



- siłowniki pneumatyczne i hydrauliczne
- elektrozawory
- rozdzielacze
- bloki przygotowania powietrza
- zawory kulowe
- wyłączniki ciśnieniowe

✓ Montaż siłowników pneumatycznych w kooperacji z niemiecką firmą HERION

✓ Skład Celny firmy HERION

✓ Doradztwo techniczne



# HAFI

## TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

- × SPRĘŻARKI ŚRUBOWE
- × DMUCHAWY ROOTS'A
- × OSUSZACZE CHŁODNICZE I ADSORBCYJNE
- × FILTRY, SEPARATORY

SERWIS × DORADZTWO × PROJEKTOWANIE

02-954 WARSZAWA  
ul. MARCONICH 11/4  
TEL. 642 29 09  
FAX 642 33 08

**HAFI**  
ENGINEERING

04-075 KATOWICE  
ul. KŁODNICKA 11  
TEL. 152 35 28  
FAX 152 76 97



Firmy CompRot (CompAir - Mahle, Flair), Hafi (Aerzener Maschinenfabrik, Sabroe), Vector zaprezentowały bogaty program sprężarek śrubowych, osuszaczy i filtrów sprężonego powietrza, a także unowocześnioną wersję dmuchaw typu ROOT's.

Pneumatik Poznań przedstawił sprężarkę BOGE o budowie modułowej, umożliwiającej skonfigurowanie elementów maszyny w zależności od potrzeb lub portfela klienta.

Fabryka Maszyn Strzyżów pokazała sprężarkę śrubową ze sterownikiem przemysłowym SIEMENS. Sterownik ten spełnia funkcje kontrolne (nadzoruje stan poszczególnych elementów, czas pracy, okresy międzyserwisowe itp.) oraz umożliwia automatyczne włączanie sprężarki w ustalonym czasie.

Krakowski „Zieleniewski” promował na targach tradycyjne wyroby, tzn. sprężarki tłokowe typu L i 2K oraz duże dmuchawy przepływowe. Prawie bez nowości, za wyjątkiem nieśmiałej próby montażu małych sprężarek śrubowych z gotowych importowanych elementów.

Ciekawą ofertę stanowiła ciesząca się sporym zainteresowaniem śrubowa sprężarka przejezdna Atmos, zaprezentowana przez firmę CompRot oraz program sprężarek przewoźnych firmy CompAir Holman.

Wśród bogatej oferty dużych, przemysłowych sprężarek można też było znaleźć firmy oferujące szeroką paletę małych sprężarek tłokowych, np. poznański Airpol, gdyński WAN, gliwicki PASCAL, wrocławska Trans-ASPA. Zakłady Polmo Gorlice pokazały nowe, własnej produkcji popularne sprężarki warsztatowe i bogaty program zbiorników sprężonego powietrza.

Nowość w technice uzdatniania sprężonego powietrza zaprezentowało Biuro Handlowe Alora - nowej generacji modułowe osuszacze adsorpcyjne firmy Do-

mnick Hunter. Nowość stanowią również osuszacze ziębnicze firm CompRot (prod. FLAIR) oraz Hiross (reprezentowany na stanowiskach polskich producentów - Airpolu i Fabryki Maszyn Strzyżów).

Wśród firm specjalizujących się w technice automatyzacji największym powodzeniem cieszyło się stoisko FESTO. Ruchome aplikacje elementów FESTO, bogactwo oferowanych produktów (elementy sterowań pneumatycznych, napędy do manipulatorów i robotów, inteligentne wyspy zaworowe, połączenia techniki pneumatycznej i mikroelektroniki) umiejscawiają firmę FESTO w ścisłej czołówce firm tego rodzaju w Polsce i na świecie.

Dużym zainteresowaniem cieszyły się też ekspozycje firm HOERBIGER-Ara Pneumatik, SEMAC, PREMA oraz MANNE-MAN REXROTH.

Hoerbiger wyeksponował znane i cenione siłowniki pneumatyczne, siłowniki beztluczyskowe, wyspy zaworowe itd. Na stoisku ARA Pneumatik wystawiono też szybkołącząca wtykowe i przewody Legris.

Firma SEMAC pokazała modele zastosowań niektórych elementów SMC, oferowanych przez nią, między innymi specjalne wyspy zaworowe oraz czujniki ciśnienia typu ISA/PSE.

Największy krajowy producent pneumatyki, kielecka PREMA, przedstawiła nader bogaty program elementów napędów i sterowań pneumatycznych. Na stoisku targowym wyeksponowano siłowniki pneumatyczne w kilku wariantach wykonania, m.in. siłowniki w standardzie ISO z kształtową tuleją dla przemysłu spożywczego, z sygnalizacją położenia tłoka, siłowniki z prowadzeniem tłoczyska zdolne do przenoszenia sił poprzecznych, siłowniki ze stali kwasoodpornej oraz przeznaczone do pracy w podwyższonych tempe-

Tajemnicza Fabryka Maszyn Strzyżów



...i Atlas Copco bez tajemnic

Kaeser - nie tylko kompresory...



Stoisko targowe firmy VECTOR



Ruch jak w ulu - to stoisko FESTO

Profesjonalne aplikacje firmy SEMAC





raturach. Oprócz tego firma zaprezentowała bogaty program zaworów pneumatycznych oraz nowość: małowagarytowe wyspy zaworowe. Obecnie były też elementy przygotowania powietrza 1/8" i 1/4".

Firmy Endress + Hauser i Jucomatic przedstawiły program armatury pneumatycznej i techniki kontrolno - pomiarowej. Firma S&W Technik pokazała bogaty program złączy rurowych i szybkozłączy RECTUS.

Wrocławski ARCHIMEDES zaprezentował bogatą gamę narzędzi pneumatycznych - w tym klucze udarowych, szliferek, wiertarek i wkrętałów. Wśród narzędzi dwie nowości - dostosowane do europejskich standardów CE klucze udarowe oraz przemysłowe szlifierki kątowe. Stoisko cieszyło się dużym zainteresowaniem zwiedzających.

Ciekawą ofertę w grupie na-

rzędzi pneumatycznych Desouter przedstawiła firma Polantony. Narzędzia te przeznaczone są głównie do budowy wieloczynnościowych robotów przemysłowych. Zastosowanie ich umożliwi wielokrotne przyspieszenie procesu produkcyjnego i zwiększenie efektywności pracy.

Wśród dystrybutorów narzędzi pneumatycznych trzeba wymienić m.in. stoiska firmy Ingersoll Rand i CompRot (narzędzia impulsowe Yokota).

Firma Frank Polska pokazała, jak wykonać instalacje sprężonego powietrza (i nie tylko) z rur z tworzyw sztucznych.

Targi dostarczyły poglądu na polski rynek urządzeń pneumatycznych, choć, jak stwierdzili poznańscy taksówkarze, klientów mieli mniej niż w poprzednich latach.

Adam Matusiakiewicz

## Zupełnie nowe targi!

W kalendarzu targowym Międzynarodowych Targów Katowickich pojawiła się nowa impreza. Impreza wysoce specjalistyczna, a równocześnie skierowana do szerokiego kręgu odbiorców.

Od 1 do 4 października 1996 roku odbywają się w Katowicach Międzynarodowe Targi Hydrauliki, Pneumatyki i Sterowania - HPS'96. Miejscem ekspozycji są tereny wystawiennicze Międzynarodowych Targów Katowickich przy ul. Bytkowskiej 1b w Katowicach.

Impreza powstała w odpowiedzi, z jednej strony, na dynamiczny rozwój tej gałęzi przemysłu, z drugiej - na duże zapotrzebowanie na produkty tej branży, szczególnie na terenie Górnego Śląska. Na obszarze tym występuje bardzo duża koncentracja zakładów przemysłowych, w których rozwiązania z zakresu hydrauliki, pneumatyki i sterowania mają szerokie zastosowania.

Znaczenie tej nowej imprezy targowej podkreśla fakt, że patronat nad Targami Hydrauliki, Pneumatyki i Sterowania objął Minister Przemysłu i Handlu.

Targi cieszą się dużym zainteresowaniem. Swoją udział zgłosiło ponad 100 firm, zarówno z kraju jak i zagranicą. Wśród wystawców są tak renomowane firmy jak: HYDAC, REXROTH, TIEFENBACH, PREMA, PONAR, HYDROMAR, ASCO, HAUHINCO, RADIUS czy INTERNORMEN-FILTER. Swoją udział zadeklarowało kilkanaście Ośrodków Badawczo-Rozwojowych. W czasie trwania targów zaprezentują oni najnowocześniejsze rozwiązania w swojej branży.

Nieodłączną częścią ekspozycji organizowanych przez Międzynarodowe Targi Katowickie jest bogaty program imprez towarzyszących. Podobnie jest i tym razem. Targom HPS'96 towarzyszą liczne seminaria i pokazy własne firm. Między innymi odbędzie się seminarium pt. „Zagadnienia regulacji sterowania w urządzeniach i systemach oszczędzających energię i ochronie środowiska”, a także liczne prezentacje najnowocześniejszych systemów VPPS, SNP, KSAW, PROFIBUS.

Zapraszając wszystkich do odwiedzenia ekspozycji w dniach 1-4 października 1996 r., jestem przekonany, że każdy znajdzie na niej coś interesującego dla siebie.

Piotr Kubica

## SPRĘŻARKI ŚRUBOWE DLA OSZCZĘDNYCH



- Kompaktowe, wydajne, ciche
- przyjazne dla użytkownika sterowanie mikroprocesorowe
- wydajności od 0,44 do 70 m<sup>3</sup>/min
- ciśnienia robocze do 13 bar

**ALUP**  
Kompressoren

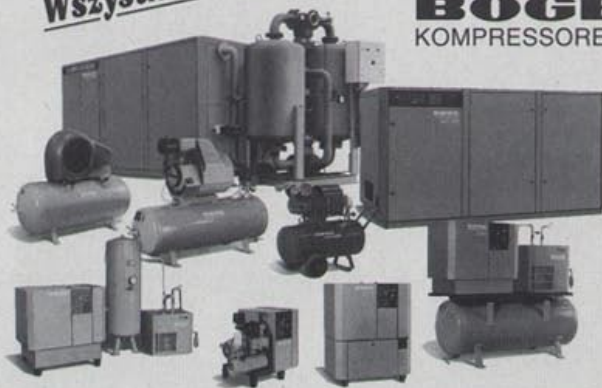
### Kompres Sprężarki Powietrzne

ul. K. Kolumba 22  
02-288 Warszawa  
tel./fax (022) 46 62 54

MTP '96 - pawilon 12 stoisko nr 47

*Wszystko z jednego źródła*

**BOGE**  
KOMPRESSOREN



Sprężarki tłokowe o wydajnościach 70 do 6200 l/min i ciśnieniach do 35 bar.

Sprężarki śrubowe o wydajnościach od 0,3 do 45,3 m<sup>3</sup>/min i ciśnieniach do 15 bar.

Oczyszczanie sprężonego powietrza, rurociągi, wyposażenie.

CENTRALA:  
ul. Dąbrowskiego 138  
60-577 Poznań  
Tel.: (061) 483 262, 475 696  
Fax: (061) 475 696



ODDZIAŁ:  
ul. Okólna 113 a  
42-200 Częstochowa  
Tel.: (034) 220 626  
Fax: (034) 220 626



# HPS'96 MIĘDZYNARODOWE TARGI HYDRAULIKI, PNEUMATYKI I STEROWANIA



**Katowice, 1-4.10.96**

MIĘDZYNARODOWE TARGI  
KATOWICKIE Sp. z o. o.  
40-956 Katowice,  
ul. Bytkowska 1b  
tel. (0-32) 154-12-75,  
59-60-61...7 wewn. 113  
fax (0-32) 154-02-27

## ZAKRES TEMATYCZNY:

- Elementy i systemy hydrauliczne
- Elementy i systemy pneumatyczne
- Sterowniki
- Systemy automatycznego sterowania procesami z udziałem pneumatycznych i hydraulicznych elementów wykonawczych
  - Roboty przemysłowe i manipulatory
  - Techniki pomiarowe i laboratoryjne
  - Elementy wyposażenia i części zamienne
    - Usługi instalacyjne i naprawcze
    - Usługi inżynierskie i projektowe
- Doradztwo techniczne, know-how, patenty, licencje



SZANOWNI PAŃSTWO,

World Trade Center Gdynia - Expo Ltd.

ORAZ

Korporacja Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych  
mają zaszczyt zaprosić Państwa do udziału w  
II Międzynarodowej Wystawie Hydrauliki i Pneumatyki

**HYDRO PNEUMATICA '96**

która odbędzie się w dniach 23 - 25 października 1996 roku  
w Centrum Targowo - Wystawienniczym World Trade Centrum Gdynia - Expo

### TEMATYKA

napędy i sterowanie hydrauliczne i pneumatyczne  
pompy i silniki, rozdzielacze i zawory, cylindry  
przewody, złącza i armatura  
filtry i ciecze robocze  
elektroniczne elementy sterujące  
projektowanie, produkcja, eksploatacja  
handel i usługi - montaż, diagnostyka, naprawy

### SEMINARIA

Bogaty blok seminaryjny  
prezentujący najnowsze osiągnięcia i tendencje rozwojowe

### OFERTA SPECJALNA WYSTAWY

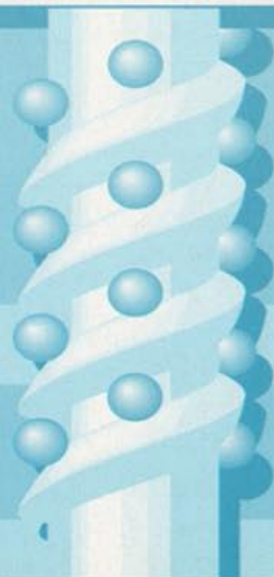
Pokazy maszyn budowlanych i urządzeń transportowych

### BIURO ORGANIZACYJNE:

81-341 Gdynia, ul. T. Wendy 7/9,  
tel. + 58 286-139, 286-163, fax + 58 286-164, 286-168

**RYBAT - 20%**

bonifikata na stoisko wystawiennicze  
dla czytelników "PNEUMATYKI"





# X Konferencja PNEUMA'96

## Automatyzacja procesów - pneumatyka

### AGH Kraków, 18-20 września 1996

Konferencja Pneuma'96 jest kolejną, dziesiątą już konferencją z zakresu szeroko rozumianej dziedziny techniki, jaką jest pneumatyka. Jej celem jest konfrontacja pomysłów, prezentacja wyników badań, wymiana doświadczeń i integracja środowisk projektantów, producentów i użytkowników, kadry naukowo-badawczej i nauczycieli akademickich zajmujących się pneumatyką. W konferencji zgłosili udział przedstawiciele następujących ośrodków naukowych i badawczo-rozwojowych: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Armatury Przemysłowej, Politechnika Krakowska, Politechnika Łódzka, Politechnika Poznańska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Śląska w Gliwicach, Politechnika Warszawska, Politechnika Wrocławska, Polski Komitet Normalizacyjny w Warszawie, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie, Wyższa Szkoła Inżynierska w Koszalinie, Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie.

Na spotkaniach prezentowane będą oprócz referatów naukowych również prace z zakresu badań i eksploatacji istniejących układów i ciekawsze aplikacje pneumatyki. Jeden dzień będzie miał charakter targowo-promocyjny, w którym spotkają się producenci i handlowcy z odbiorcami pneumatyki.

Poniżej prezentujemy streszczenia zgłoszonych referatów, które związane są z pneumatyką.

Lukasz N. Węsierski

#### STRESZCZENIA REFERATÓW

*Bolesław Kuźniowski, Leszek Dorobczyński*  
*Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie*  
**Analiza drgań swobodnych wybranego modelu siłownika pneumatycznego**

Przedstawiono model matematyczny dwukomorowego siłownika pneumatycznego w stanie przejściowym i funkcję drgań swobodnych tego modelu w postaci operatorowej. Opracowano procedurę wyznaczania charakterystyk amplitudowo-czasowych drgań swobodnych, częstotliwość drgań własnych oraz bezwymiarowego współczynnika tłumienia dla różnych parametrów układu z uwzględnieniem wpływu sprzężenia zwrotnego. Obliczenia numeryczne przeprowadzono przy użyciu pakietu MATLAB.

*Krzysztof R. Wiślicki, Mariusz Olszeński*  
*Instytut Automatyki i Robotyki,*  
*Politechnika Warszawska*

**Przebieg algorytmów rekonstrukcji zmiennych stanu elektropneumatycznego napędu pozycyjnego**

Algorytmy regulacji wykorzystujące sprzężenie zwrotne od zmiennych stanu zapewniają zwykle bardzo dobre wyniki sterowania. Umożliwiają one efektywną kontrolę dynamiki procesu przejściowego, co pozwala na wykorzystanie dużych wartości wzmocnień statycznych układu zamkniętego, nieosiągalnych w przypadku algorytmów konwencjonalnych. Właściwość ta jest szczególnie istotna w przypadku układów sterowania pozycyjnego. Zapewnia bowiem oczekiwaną dokładność pozycjonowania.

*Marcin Kozłowski, Krzysztof Janiszewski*  
**Wykorzystanie danych eksperymentalnych w modelowaniu pneumatycznego napędu siłownikowego**

W pracy przedstawiono model pneumatycznego napędu siłownikowego, który jest wykorzystywany w nowoczesnych, sterownych komputerowo układach pozycjonujących i nadążnych. Następnie zaprezentowano kilka sposobów uzyskiwania i ana-

lizy danych doświadczalnych dla potrzeb tego modelu. Zaprezentowany model, wsparty wynikami przeprowadzonych doświadczeń i analizy, okazuje się użyteczny w sterowaniu i identyfikacji napędu siłownikowego.

*Zbigniew Chudzik, Krzysztof Janiszewski,*  
*Mariusz Olszeński*  
*Instytut Automatyki i Robotyki,*  
*Politechnika Warszawska*

**Pozycjonowanie nadążne w układach pneumatycznych - wyniki badań**

Sterowanie przestawne odpowiada większości spotykanych w praktyce przemysłowej zadań napędów pneumatycznych automatyki i robotyki. Jednak w miarę rozszerzania zakresu zastosowań coraz częściej wymagane jest także sterowanie nadążne, zgodnie z zadanym przebiegiem czasowym przemieszczenia i prędkości ruchu. Realizacja takiego zadania wymaga wprowadzenia nowej strategii sterowania pozycyjnego pneumatycznego napędu siłownikowego. Dotychczasowe badania wykazały niezawodność i odporność sterowania pozycyjnego napędu pneumatycznego z wykorzystaniem sprzężenia zwrotnego od zmiennych stanu. Z tego powodu proponuje się algorytm działający w oparciu o sprzężenie zwrotne od stanu napędu, ale zmodyfikowany przez wprowadzenie działań typu predykcyjnego.

*Włodzimierz Makiela*  
*OBR EIUP, Kielce*

**Komputerowa symulacja pracy pneumatycznych zaworów bezpieczeństwa**

W pracy przedstawiono model matematyczny działania pneumatycznych zaworów bezpieczeństwa. Model wykorzystuje równania różniczkowe przemian termodynamicznych gazu doskonałego. W oparciu o niego przeprowadzono symulację komputerową pracy zaworu oraz porównano uzyskane wyniki z otrzymanymi w trakcie badań odpowiedniego zaworu, przeprowadzonych na stanowisku laboratoryjnym. Podano również przykład



**WYTWÓRNIĄ APARATÓW  
 NATRYSKOWYCH**

**WAN s.p. oferuje:**

- AGREGATY SPRĘŻARKOWE
- APARATY DO:
  - ◇ MALOWANIA NATRYSKOWEGO
  - ◇ PIASKOWANIA
  - ◇ KONSERWACJI
- ZBIORNIKI NA FARBĘ I PŁYNY KONSERWUJĄCE
- FILTRY I OSUSZACZE SPRĘŻONEGO POWIETRZA
- REMONTY W/W AGREGATÓW
- SYSTEMY SPRĘŻONEGO POWIETRZA
- DORADZTWO I PROJEKTOWANIE

81-963 GDYNIA  
 ul. Łużycka 10  
 Tel.: (058) 24 26 06  
 Fax: 22 08 97  
 Tlx: 54266 wan pl.

Marketing Tel.: 22 26 61  
 Dział zbytu Tel./Fax 22 19 42  
 Sklep Tel.: 22 00 29

Sprzedaż wyrobów również poprzez sieć dealerów



Firma BP Poland, przedstawicielstwo międzynarodowego koncernu naftowego The British Petroleum Company p.l.c., oferuje kompleksową obsługę zakładów w zakresie gospodarki smarowniczej. W ciągłej sprzedaży znajduje się ok. 200 przemysłowych środków smarnych, w kilku rodzajach opakowań,

BP Poland zapewnia również bezpłatny serwis techniczny obejmujący dobór zamienników, unifikację środków smarnych, ustalenie rekomendacji z producentami maszyn i urządzeń, dobór środków smarnych, szkolenie specjalistyczne.

W przypadku podpisania z BP Poland umowy w zakresie zaopatrzenia w środki smarne, firma nasza przekazuje nieodpłatnie w użytkowanie specjalistyczny sprzęt olejowy.

**BP Poland Sp. z o.o.**  
 ul. Retoryka 1, 31-108 Kraków  
 tel. 012 21 77 66, fax 012 21 91 53



zastosowania modelu do analizy dynamiki przepływu powietrza pomiędzy dwoma naczyniami ciśnieniowymi.

*Tadeusz Mikulczyński*  
Instytut Technologii Maszyn i Automatyki,  
Politechnika Wroclawska  
**Dwupołożeniowy regulator ciśnienia lub podciśnienia**

Dwustawny regulator ciśnienia lub podciśnienia typu RDP może być stosowany do regulacji ciśnienia lub podciśnienia w instalacjach zasilanych ze sprężarek lub pomp próżniowych. Charakteryzuje się niezwykle prostą budową. Składa się z dwóch elementów: mieszkowego czujnika ciśnienia (podciśnienia) oraz indukcyjnego wyłącznika zbliżeniowego. Sygnał wyjściowy regulatora (indukcyjnego wyłącznika zbliżeniowego), który przyjmuje dwie wartości, może być stosowany bezpośrednio do sterowania pracą silnika sprężarek lub pomp próżniowych.

*Wiktor Szabajkiewicz, Jerzy Linarski*  
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa,  
Politechnika Rzeszowska  
**Orientowanie płaskich części na urządzeniach pneumatycznych**

Zaprezentowano tu uniwersalną metodę orientowania polegającą na podawaniu płaskiej części nad odpowiednią matrycę z wieloma dyszami powietrznymi. Jako pneumatyczne matryce wybiera się zestawy dysz powietrznych o różnych przekrojach i wykorzystuje efekt zależności pomiędzy powierzchnią przekroju dyszy a zużyciem powietrza przy stałym ciśnieniu lub ciśnieniu powietrza od jego wydatku.

*Tomasz Kiczkołak*  
Katedra Projektowania Systemów Technicznych,  
WSI w Koszalinie  
**Wyniki badań eksploatacyjnych młotka pneumatycznego**

W nawiązaniu do prezentowanego na poprzedniej Konferencji Pneuma'95 artykułu przedstawiono tu wyniki badań eksploatacyjnych młotka pneumatycznego własnej konstrukcji. Młotek ten przeznaczony jest do usuwania złogów materiału w instalacjach transportu pneumatycznego.

*Janusz Jermak, Mirosław Rucki*  
Instytut Technologii Maszyn,  
Politechnika Poznańska  
**Metrologiczne aspekty stosowania w czujnikach pneumatycznych dysz pomiarowych z otworami wielokątnymi**

W artykule przedstawiono koncepcję oraz wyniki badań właściwości metrologicznych czujnika pneumatycznego z wielokątnym otworem dyszy pomiarowej. Został przedstawiony model matematyczny opisujący z dużą dokładnością charakterystykę statyczną czujnika. Badania wykazały, że eliminacja osiowosymetrycznego wpływu poprzez zastosowanie wielokątnego otworu nie tylko łagodzi niekorzystne zjawiska gazodynamiczne w szczelinie pomiarowej, ale też polepsza właściwości czujnika.

*Mirosław Podolski*  
Huta Bankowa, Dąbrowa Górnicza  
*Andrzej Podsiadło, Janusz Pluta, Łukasz Węsierski*  
Zakład Automatyki Procesów,  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków  
**Badania układu pneumatycznego znakownicy mające na celu poprawę parametrów jej pracy**

W pracy podano wyniki badań znakownicy obrotowej w Hucie Bankowej. Wyposażona jest ona w szybkie napęd pneumatyczny realizujący tłoczenie znaków. W trakcie badań mierzono ciśnienie w układzie, przemieszczenie i przyspieszenie tłoczyska oraz stołu. W wyniku badań stwierdzono, że

układ zasilania nie zapewnia uzyskania nominalnej wartości ciśnienia zasilania i następuje znaczne ugięcie płyty stołu. Wyeliminowanie tych zjawisk poprzez zastosowanie dodatkowego zespołu zasilania górnej komory siłownika udarowego oraz stołu o większej sztywności pozwoliło na uzyskanie założonych parametrów pracy.

*Ryszard Domżał, Ryszard Stawczyk*  
OBR Elementów i Układów Pneumatyki, Kielce  
*Tadeusz Mikulczyński, Zdzisław Samsonowicz*  
Instytut Technologii Maszyn i Automatyki,  
Politechnika Wroclawska  
**Zastosowanie armatki powietrznej do impulsowego zagęszczania mas formierskich**

Zaprezentowano zastosowanie armatki powietrznej produkcji OBREIUP w Kielcach do impulsowego zagęszczania mas formierskich. Przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych. Stwierdzono, że zespół zaworowy armatki powietrznej spełnia wymagania stawiane takim zespołom formiarek impulsowych. Na podstawie wyników badań należy uznać, że stopień zagęszczania oraz jednorodność zagęszczania masy są bardzo dobre.

*Paweł Fortuna, Roman Ornacki, Bogdan Sapiński*  
Zakład Automatyki Procesów,  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków  
**Przegląd internetowych zasobów informacji z dziedziny pneumatyki**

Artykuł poświęcono zaznajomieniu potencjalnych użytkowników sieci Internet, specjalizujących się w pneumatyce, z zasobami informacji dotyczącymi tej dziedziny wiedzy znajdującymi się w sieci. Przedstawiono przykłady wybranych dokumentów hipertekstowych pokazujących zarówno aspekt naukowo-badawczy, jak i marketingowo-handlowy wykorzystania Internetu, zwracając szczególną uwagę na sposób i formę prezentacji oraz efektywność obiegu informacji. Prezentowane przykłady dotyczą tak krajowych, jak i zagranicznych jednostek organizacyjnych.

*Paweł Fortuna, Roman Ornacki, Bogdan Sapiński*  
Zakład Automatyki Procesów,  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków  
**Strona informacyjna konferencji Pneuma'96 w Internecie**

W artykule scharakteryzowano zasady tworzenia dokumentu hipertekstowego w standardzie HTML w aspekcie organizacji konferencji Pneuma'96. Przygotowano strony przykładowego dokumentu udostępnionego jako usługa sieci Internet z wykorzystaniem serwera WWW. Opracowując treść dokumentu i jego szatę graficzną wykorzystano po części materiały organizatorów konferencji, które były przygotowane w sposób tradycyjny. Dokument ten stanowi wizytówkę konferencji Pneuma'96.

*Zbigniew Gargas, Bogdan Sapiński,*  
*Radosław Trzysiński*  
Zakład Automatyki Procesów,  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków  
**Komputerowy katalog elementów pneumatycznych**

W artykule przedstawiono wersję 1.0 katalogu cyfrowego elementów pneumatycznych. Opisano organizację katalogu oraz scharakteryzowano środowisko, narzędzia, przykładową bazę elementów i platformę sprzętową, które wykorzystano do jego przygotowania. Sposób korzystania z katalogu pokazano na przykładzie wyszukiwania z bazy elementu o zadanych parametrach.

*Dariusz Sewruk, Tomasz Banaszeuski*  
ASCO Joucomatic, Warszawa  
**System pozycjonowania „Positronic” firmy ASCO-Joucomatic**

Elektropneumatyczny system pozycjonowania firmy Asco-Joucomatic służy do przemieszczania danego elementu z jednego punktu do drugiego, z możliwością programowania profilu ruchu. W porównaniu z analogicznymi systemami elektrycznymi czy hydraulicznymi Positronic jest tańszym rozwiązaniem, zapewnia osiągnięcie dużej szybkości ruchów, ponadto może być zabudowany w ograniczonej przestrzeni roboczej. W skład systemu wchodzi pięć podstawowych elementów: siłownik pneumatyczny, potencjometryczny czujnik położenia, sterownik elektroniczny oraz dwa proporcjonalne zawory rozdzielające.

*Andrzej Araszkiewicz*  
Techem, Warszawa  
**Sprężarki łopatkowe firmy Hydrovane**

Sprężarki łopatkowe firmy Hydrovane to maszyny o najwyższych parametrach czystości powietrza, niezwykle żywotności i bardzo wysokiej niezawodności. W artykule przedstawiono konstrukcję takich sprężarek, zasady ich działania oraz podstawowe parametry konstrukcyjne i eksploatacyjne. Zaprezentowano również zalety sprężarek Hydrovane w porównaniu z innymi typami sprężarek oraz korzyści płynące z ich stosowania.

*Wojciech Wiercioch*  
Instytut Budowy Maszyn,  
Politechnika Śląska w Gliwicach  
**Transport wewnątrzzakładowy przedmiotów na paletach z poduszką powietrzną**

Jedną z możliwości transportu wewnątrzzakładowego jest wykorzystanie urządzeń z poduszką powietrzną. Taki przykład transportu na paletach jest prezentowany w niniejszym artykule. Podano podstawowe zasady obliczeń takich urządzeń oraz warunki stosowania w warunkach przemysłowych.

*Łukasz N. Węsierski*  
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach  
Zakład Automatyki Procesów, AGH w Krakowie  
**Pneumatyczny ustawnik pozycyjny dużej mocy**

Przedstawiono tu pneumatyczny ustawnik pozycyjny dużej mocy oparty na bazie standardowego siłownika pneumatycznego. Uzyskanie odpowiedniego położenia tłoczyska polega na nadążaniu tłoka za wózkiem, na którym umieszczone są czujniki magnetyczne. Posuw wózka realizowany jest przy pomocy śruby pociągowej napędzanej bądź silnikiem elektrycznym, bądź pneumatycznymi silnikami wahadłowymi sterowanymi przez odpowiedni układ. Ustawnik przeznaczony jest do przenoszenia klap dużych zaworów.

*Wanda Mikołajewska*  
OBR EIUP, Kielce  
**Rola normalizacji w zapewnieniu jakości i jej wpływu na funkcjonowanie polskiej gospodarki**

Artykuł jest wprowadzeniem do zagadnienia tworzenia w Polsce systemów zapewnienia jakości wyrobów, odpowiadających wzorcom krajów należących do Unii Europejskiej (zgodnie z normami serii ISO 9000). Zawiera podstawowe informacje o roli normalizacji i harmonizacji norm w zapewnieniu jakości, jednostkach normalizacyjnych i ich uczestnictwie w pracach międzynarodowych, kontaktach i współpracy z organizacjami gospodarczymi i handlowymi Europy. Opracowano go w oparciu o doświadczenia pracy Normalizacyjnej Komisji Problemowej Nr 208 ds. napędów i sterowań pneumatycznych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.



## NOWY OSUSZACZ ZIĘBNICZY FLAIR-DELAIR SERIA DDA

- stabilny punkt rosy 3°C zabezpiecza przed wilgocią w instalacjach pneumatycznych
- łatwa obsługa dzięki czytelnym panelom kontrolnym
- minimalne koszty użytkowania dzięki energooszczędnym agregatom chłodniczym
- wydłużony okres eksploatacji dzięki nowoczesnym materiałom i technologii
- ekologiczny czynnik chłodniczy

# FLAIR

A United Dominion Company



Wyłączny przedstawiciel FLAIR w Polsce:  
CompRot Sp. z o.o. ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
tel./fax 071 / 44-19-54, 071 / 34-350-21 w. 282

# airtec

## Technika Sterowań Pneumatycznych

Wysokojakościowe produkty od ponad 30 lat:

- Zawory elektromagnetyczne
- Zawory pneumatyczne i mechaniczne
- Wyspy zaworowe transmisyjne z wyjściem Multipol i Feldbus
- Siłowniki w standardzie DIN/ISO/VDMA o śr. 8-250 mm
- Beztłoczkowe siłowniki z paskiem zębatym

AIRTEC poszukuje solidnych dystrybutorów na polski rynek



AIRTEC Pneumatic GmbH, Westerbachstrasse 7, D-61476 Kronberg, tel. 0049/6173/9562-0, fax 0049/6173/9562-13



# Sprężone powietrze - komplet kompetencji!

**MAHLE**  
Druckluft



Przenośne sprężarki tłokowe. Wymagającym majsterkowiczom i rzemieślnikom używającym sprężonego powietrza oferujemy obszerny program sprężarek obejmujący wszystkie zastosowania.

Efektywna wydajność do 1287 l/min., nadciśnienie robocze 10 bar, zasilanie - do wyboru prąd zmienny lub stały. Gotowe do podłączenia, w pełni zautomatyzowane, z pełną wymaganą armaturą i wyposażeniem.



Profesjonalne stacjonarne sprężarki tłokowe. Jedno- i dwustopniowe, z napędem bezpośrednim. Efektywna wydajność 60 do 6000 l/min., nadciśnienia robocze 10 i 15 bar. Wszystkie wersje: jako agregat sprężarkowy do zabudowy, jako kompletny agregat zmontowany na ramie, z leżącymi lub stojącymi zbiornikami lub jako zespół dwóch sprężarek. Wszystkie modele są również dostępne w wykonaniu z obudową dźwiękoszczelną.



Sprężarki tłokowe bezolejowe. Do zastosowania we wszystkich przypadkach, w których wymagane jest całkowicie wolne od oleju sprężone powietrze lub nie jest możliwa regularna konserwacja. Jedno- i dwustopniowe, nadciśnienia robocze 7 i 10 bar, wydajności do 1136 l/min. Wiele wariantów.



Sprężarki śrubowe jedno- i dwustopniowe z wtłakiem oleju i dwustopniowe bezolejowe. Wydajność: 0,36 do 72 m<sup>3</sup>/min. Do wyboru trzy wersje wykonania: otwarta, z dźwiękoszczelną lub z superdźwiękoszczelną obudową. Do 30 kW mocy napędowej sprężarki są chłodzone powietrzem, powyżej tej mocy chłodzone powietrzem lub wodą. Możliwie najlepsze dopasowanie wydajności do każdorazowego zapotrzebowania sprężonego powietrza jest podstawą ekonomicznego wytwarzania



sprężonego powietrza. Realizuje się to różnymi urządzeniami regulacyjnymi i sterowniczymi, uzupełnionymi urządzeniami kontrolnymi i dozującymi o szerokim zakresie działania. W przypadku większych sprężarek na życzenie możliwa rozbudowa do kompletnej dyspozytorni z komputerem PC.

Urządzenia do wykorzystania ciepła odlotowego dostarczane są jako seryjnie produkowane.



Urządzenia do uzdatniania powietrza. Sprężone powietrze powinno być chłodne, suche i czyste. Służymy Państwu radą i dostarczamy potrzebne urządzenia. Osuszacze ziębnicze, osuszacze adsorpcyjne regenerowane na gorąco lub zimno, każdy rodzaj filtrów oraz urządzenia do oddzielenia i odprowadzania kondensatu. Planujemy i projektujemy sieci pneumatyczne. Po prostu troszczymy się o wszystko, co dotyczy sprężonego powietrza. Z powodzeniem.



Przykład kompetencji doświadczonego specjalisty: sprawdzić ciśnienie w oponach na stacji benzynowej; jeżeli trzeba - dopompować lub upuścić. Prawie każdy używał już do tej czynności produktu MAHLE: pomparki do kół AIRFIX. Lekka, wygodna w użyciu, duży i czytelny manometr. Ta jakość dostępna jest w każdym produkcie MAHLE.

Polskie katalogi o sprężarkach MAHLE serii Kompakt - MSK-I i MSK-G zawierają nie tylko suche dane techniczne. Mogą tam Państwo znaleźć m.in. także ciekawe propozycje ustawienia kompresorów MAHLE. Karty katalogowe i katalogi naszych produktów mogą Państwo zamawiać u naszego generalnego przedstawiciela w Polsce - w firmie CompRot we Wrocławiu. Specjaliści firmy CompRot odpowiedzą na wszystkie pytania z zakresu produkcji i uzdatniania sprężonego powietrza. Prosimy dzwonić do naszego przedstawiciela:

CompRot Sp. z o.o.  
ul. Okólna 2  
50-422 Wrocław  
tel./fax: 071/ 44 19 54  
oraz 071/ 343 50 21 w. 282



# Zanim kupisz nową sprężarkę

**Nowoczesna technologia nie może dziś się obyć bez sprężonego powietrza, jednego z najważniejszych nośników energii w przemyśle.**

Z tym większą radością witam pismo poświęcone problemom związanym z wytwarzaniem sprężonego powietrza i, jak mam nadzieję, przyczyni się ono do poszerzenia wiedzy o tym niezwykle istotnym zagadnieniu. Ufam, iż pomoże też kadry technicznej i menedżerskiej zorientować się w nowoczesnym sprzęcie i współczesnych tendencjach rozwojowych oraz podejmować decyzje dotyczące gospodarki energetycznej. Mam również nadzieję, że pismo uzupełni pewną lukę w tej dziedzinie wiedzy występującą w naszym kraju. Należy tu wspomnieć o Polskiej Normie, która obowiązuje od przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych i nijak się ma do nowoczesnej techniki, czy też o podręcznikach, które obowiązują na polskich uczelniach technicznych.

Koszty niewiedzy i braku dostępu do informacji ponosimy wszyscy, płacąc za marnotrawstwo energii i skażenie środowiska.

Jest niedopuszczalne, by kadra techniczna czerpała wiedzę o sprężarkach tylko z ofert dostawców. Są one bowiem często pełne abstrakcyjnych wskaźników i różnych fantastycznych danych. Prowadzi to często do instrumentalnego traktowania klienta. Dlatego tak ważne jest samokształcenie i możliwość wyrobienia sobie zdania. W ten sposób można samodzielnie korygować wiadomości zawarte w ofertach.

W celu umożliwienia naszym potencjalnym klientom zapoznania się, co jest ważne dla odpowiedniego doboru urządzeń - proponuję kilka podstawowych informacji.

## Jak dobrać sprężarkę?

By rozwiązać ten problem należy sobie odpowiedzieć na dwa podstawowe pytania:

- jakie jest zużycie sprężonego powietrza,
- jakie są jego odbiorniki

### I. Zużycie sprężonego powietrza.

Jeśli zakład jest nowy i tworzy się jego park maszynowy należy pamiętać, że każde urządzenie dostarczane do Państwa musi mieć instrukcję i dokumentację w języku polskim. W tej to dokumentacji występuje najczęściej informacja o zużyciu przez dany odbiornik sprężonego powietrza. Jeśli nie ma tego w dokumentacji, powinno to znaleźć się na tabliczce znamionowej odbiornika. Należy pamiętać, aby podane zużycie związane było zawsze z tymi samymi warunkami odniesienia tj. do ci-

śnienia atmosferycznego 1 bar i temperatury 20°C lub, jak kto woli, aby było podane w normalnych metrach sześciennych w jednostce czasu (np. Nm<sup>3</sup>/h). Po podsumowaniu zużycia przez wszystkie odbiorniki do otrzymanej sumy należy dodać 15% na ewentualne przecieki i dysfunkcje systemu oraz dodać 10% związanych z ewentualną rozbudową.

Jeśli zakład funkcjonuje, należy w miarę możliwości zsumować zużycie odbiorników, a następnie skonfrontować to z pomiarem rzeczywistego zużycia sprężonego powietrza. Dopiero taka procedura umożliwi określenie nieszczelności sieci oraz pomoże dostawcy znaleźć urządzenie, które najlepiej dostosuje się do potrzeb zakładu. Taka również procedura na pewno pomoże zmniejszyć moc zapotrzebowaną przez sprężarkownię oraz zmusi do usunięcia strat na skutek przecieków w instalacji, których skala i koszty ocenione zostały w pierwszym numerze „Pneumatyki” jako dramatyczne.

### II. Jakiej jakości sprężonego powietrza, tzn. jakiej jakości powietrza potrzebujemy.

O jakości powietrza decydują wymagania technologii. Prawem użytkownika jest uzyskanie od dostawcy urządzeń odbiorników informacji, jakiej jakości powietrze należy dostarczyć do odbiorników. Ma to wpływ na wybór sprężarki oraz urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza. Jeżeli chodzi o wybór sprężarki, problem ogranicza się do ustalenia - czy technologia wymaga sprężarki bezolejowej (np. przemysł spożywczy i farmaceutyczny, gdzie dojść może do bezpośredniego kontaktu powietrza z produktem) czy sprężarki z wtryskiem oleju, umożliwiającej uzyskanie nawet parametrów sterylnych.

Bardzo często spotykaną opinią jest jakoby wszystkie sprężarki śrubowe były bezolejowe lub, że jeśli zmieniać sprężarkę tłokową na nową, to tylko na bezolejową. Jest to podejście niesłuszne, najczęściej nieracjonalne, a także nieekonomiczne. W każdym przypadku problem należy dokładnie rozważyć oraz zażądać od dostawcy odbiornika podania zalecanego jakości powietrza - ze szczegółami dopuszczalnych zawartości oleju, cząstek stałych i wilgoci lub wg klas jakości ISO.

Należy pamiętać, że np. średnia cena sprężarki śrubowej bezolejowej jest dwukrotnie wyższa od odpowiedniej z wtryskiem oleju średnio emitującej 3 mg oleju na 1m<sup>3</sup> powietrza, oraz że większość pracujących w przemyśle europejskim maszyn to właśnie sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju.

Nie należy jednak lekceważyć konieczności stosowania powietrza bezolejowego tam gdzie tego wymaga technologia.

O jakości sprężonego powietrza oraz o żywotności odbiorników decyduje jednak również czynnik zewnętrzny, o którym nie należy zapominać, tj. wilgotność powietrza atmosferycznego, od której nie ma ucieczki tak w przypadku sprężarek bezolejowych, jak i z wtryskiem oleju.

Ilość wilgoci zawartej w sprężonym powietrze jest funkcją zawilgocenia powietrza zassanego oraz temperatury powietrza tłoczonego. Temperatura czyni wilgoć bardziej lub mniej „uchwytną” - ze względu na stan skupienia, w którym się znajduje. Pozbyć się jej można w większości za pomocą schładzania do + (2-3)°C, a dla wyższych klas czystości za pomocą procesów fizyko-chemicznych. Do skutecznego usunięcia wilgoci potrzebne są więc dodatkowe urządzenia, czyli osuszacze chłodnicze (ciśnieniowy punkt rosy ok. +3°C) lub adsorpcyjne (ciśnieniowy punkt rosy ok. -40°C lub -70°C).

Usuwanie cząstek stałych i oleju w konfiguracji z osuszaniem dokonuje się za pomocą układów filtrów, które w bardzo prosty sposób i przy niewielkich kosztach inicjalnych pozwalają pozbyć się niepożądanych czynników w powietrze.

Doboru odpowiedniej baterii filtrów dokonacie Państwo z pomocą swojego dostawcy, który będzie gwarantował interesujące Państwa parametry, do sterylnych włącznie.

## Krótko o typach

Z dostępnych na rynku sprężarek mamy do czynienia z dwiema grupami - sprężarkami wporowymi oraz przepływowymi. Wporowe

Klasa jakości	Maks. zawartość oleju w mg/m <sup>3</sup>
1	0,01
2	0,1
3	1
4	5
5	25

Klasa jakości	Maks. wielkość cząstek w mikronach	Maks. zawartość w mg/m <sup>3</sup>
1	0,1	0,1
2	1	1
3	5	5
4	15	8
5	40	10

Klasa jakości	Maks. ciśnieniowy punkt rosy w °C
1	-70
2	-40
3	-20
4	+3
5	+7
6	+10

Określenia klasy jakości sprężonego powietrza wg ISO



to sprężarki tłokowe oraz rotacyjne. Sprężarki rotacyjne to sprężarki śrubowe oraz łopatkowe (przepliwowe to odśrodkowe-turbosprężarki). Jest to podział nie uwzględniający wszystkich rozwiązań, ale na pewno te najważniejsze.

Poniżej zamieszczamy tabelę dotyczącą badań rynku amerykańskiego.

Obie tabelę opracowane są na podst. Cooper Industries Bulletin BE-87, USA. Nie należy ich traktować jako przewodnika, natomiast sygnalizują praktyczne podejście do doboru sprężarki. Z powyższych zestawień i statystyk wynika, że większość sprężarek tzw. ogólnego zastosowania przemysłowego to sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju o silnikach zainstalowanych od 11 do 160 kW i wydajnościach od 1,5 do 30 m<sup>3</sup>/min. Należy zaakcentować, że sformułowanie „wtrysk oleju” oznacza system smarowania sprężarki, a nie nadmierną emisję oleju do instalacji. Sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju emitują w sieć olej na poziomie resztkowej zawartości 2-4 mg/m<sup>3</sup>.

Ze względu na swoją dominację na rynkach światowych, dobre parametry użytkowe oraz praktyczne zalety, wreszcie niskie koszty zakupu i użytkowania, należy skupić się na sprężarkach śrubowych z wtryskiem oleju. Przyjrzyjmy się z bliska zasadom działania takiego właśnie agregatu sprężarkowego. Powietrze dostaje się do układu poprzez filtr wlotowy, przechodzi przez zawór wlotowy do sprężarki śrubowej (stopnia śrubowego, stopnia sprężającego), napędzanej przez silnik. Po sprężeniu na zasadzie zmniejszania objętości powietrza zamkniętego między zwojami śrub (system wyporowy), mieszanka powietrzno-olejowa dostaje się do zbiornika separatora. Mówimy o mieszance olejowo-powietrznej ponieważ w celu uszczelnienia, chłodzenia i smarowania do komory sprężającej stopnia wtryskiwany jest olej. Wstępne oddzielenie oleju odbywa się poprzez zmianę kierunku i prędkości strumienia mieszaniny, a dokładne za pomocą separatora. Odseparowany olej ze zbiornika poprzez chłodnicę oleju oraz filtr wędruje na „wtrysk” do stopnia śrubowego. Ciśnienie oleju wymuszone jest przez zawór minimalnego ciśnienia, który jednocześnie pełni funkcję zaworu zwrotnego. Sprężone powietrze opuszcza zbiornik i przesyłane jest do chłodnicy końcowej powietrza, gdzie schładzane jest do temp. ok. 10-15°C powyżej temp. otoczenia. Ze względu na wychłodzenie sprężonego powietrza dochodzi za chłodnicą do intensywnego skraplania się wilgoci zawartej w powietrzu, dlatego zalecane jest stosowanie mechanicznych (cyklonowych) separatorów kondensatu.

Znając jakość i ilość sprężonego powietrza możemy przystąpić do wyboru właściwego

rozwiązania technicznego, analizując najważniejsze jego cechy.

## Wydajność

Na wydajność największy wpływ mają średnica oraz prędkość obrotowa wirników. Okazuje się, że nie można tutaj stosować żadnych planów minimum, „małe nie jest piękne”. Rozważając jednostkowy pobór energii [(kW)/(m<sup>3</sup>/h)], przy stałej prędkości wirników, stałym ciśnieniu i stosunku długości do średnicy wirnika, okazuje się, że efektywny wskaźnik poboru energii maleje wraz ze wzrostem średnicy wirnika. Dzieje się tak dlatego, ponieważ wraz ze zmniejszaniem się średnicy wirnika ilość powietrza przypadającego na jeden obrót przechodzi szybciej niż obszar przecieku (szczeliny pomiędzy wirnikami a obudową komory sprężającej). Należy pamiętać, aby porównywać wydajności podane przy tych samych warunkach otoczenia (np. 1 bar 20°C), a do porównań dobierać moce rzeczywiście pobierane, nie tylko materiały reklamowe.

## Trwałość, niezawodność i sprawność

### ŁOŻYSKA

Wybór stopnia śrubowego, jego wielkości decyduje o średnicy łożysk. Łożyska są bowiem głównym elementem zużywającym się i to ich zużycie powoduje konieczność remontu sprężarki. Mała sprężarka śrubowa nie pomieści łożyska na tyle dużego, aby mogło zapewnić odpowiednią trwałość. Wirnik o dużej średnicy osiąga mniejsze prędkości, ale także umożliwia stosowanie większych, trwalszych łożysk. Większe łożyska, o dużej powierzchni lepiej znoszą obecność zanieczyszczeń, które mogą dostać się do obudowy, są odporniejsze termicznie.

### POŁĄCZENIE STOPNIA ŚRUBOWEGO Z SILNIKIEM.

Połączenie kołnierzone pozwala na utrzymanie silnika i stopnia śrubowego w jednej linii, redukując wibracje, zużycie sprzęgła i wspomagając bezawaryjną pracę sprężarki.

### TYP NAPĘDU

a) Stopień śrubowy napędzany za pomocą przekładni pasowej. Silnik napędza sprężarkę za pomocą pasków klinowych. Obroty wirnika głównego sprężarki są wyższe niż silnika. Rozwiązanie to zalecane jest tylko do mocy zainstalowanej 37 kW, gdzie straty energii wynikające ze sprawności przekładni oraz koszty obsługi są niskie.

b) Sprężarka napędzana bezpośrednio poprzez sprzęgło elastyczne, bez pośredniej przekładni przyspieszającej. Obroty śruby głównej

są równe obrotom silnika. Taki układ jest najkorzystniejszy dlatego, że eliminuje konieczność obsługi i wymiany pasków oraz przekładni. Taki typ napędu najlepiej nadaje się do sprężarek 37-110 kW.

c) Sprężarka podłączona jest do wału silnika za pośrednictwem przekładni zębatej, która nadaje odpowiednie obroty sprężarce. Obroty silnika nie są identyczne jak obroty sprężarki. Dla dużych sprężarek (pow. 150 kW) większość producentów proponuje agregaty z tym rodzajem napędu. Jest on najlepszym rozwiązaniem dla dużych wirników.

Decydując się na wybór rodzaju napędu, należy najlepiej zwrócić się do firmy, która dysponuje wszystkimi trzema systemami. Wtedy tylko można liczyć na propozycję najlepszego napędu dla interesujących Państwa parametrów. Należy pamiętać, wybierając jednostkę o napędzie poprzez przekładnię pasową, aby jej obroty były zbliżone do obrotów silnika napędowego.

Wybierając napęd poprzez sprzęgło należy pamiętać, że jeśli sprężarka jest bezpośrednio połączona z silnikiem, nie znaczy to wcale, iż jest bezpośrednio napędzana (te same obroty wału co silnika).

## Wyposażenie podstawowe

Bardzo istotnym czynnikiem dla właściwego funkcjonowania agregatu są urządzenia filtrujące: filtr powietrza, filtr oleju oraz separator oleju. Filtr powietrza powinien charakteryzować się dużą powierzchnią, małymi porami filtracyjnymi oraz mocną budową. Jeżeli chodzi o gradację - filtry 10 mikronowe są już filtrami dobrej jakości. W niektórych agregatach zamontowana jest kontrolka zanieczyszczenia filtra.

Filtr oleju powinien mieć dużą powierzchnię, wysoki stopień filtracji oraz niskie opory.

Separator oleju powinien zapewniać końcową resztkową zawartość oleju w powietrzu 2-4 ppm. Generalnie spośród wielu dostawców filtrów bardzo dobrą renomą cieszą się m.in. filtry firmy Mann-Hummel.

Innym ważnym zespołem dla pracy sprężarki jest układ chłodzenia oleju. Większość sprężarek wyposażona jest w chłodnicę oleju typu radiatorowego, chłodzone wentylatorem. Istotne jest zastosowanie w tym układzie właściwego zaworu termostatycznego, zapewniającego odpowiednią temperaturę oleju, a więc prawidłowe smarowanie, a także zapobieganie pienieniu się oleju. Chłodnica oleju jest sprężona z chłodnicą końcową powietrza w układ „kombi”.

## System regulacji wydajności i poboru energii

Każdy zakład ma własne, niepowtarzalne zapotrzebowanie na sprężone powietrze. Mając na uwadze, że ok. 2/3 kosztów wytworzenia sprężonego powietrza, to koszty związane z energią potrzebną do jego wytworzenia, należy wybrać system sterowania umożliwiający wykorzystanie możliwości sprężarki przy najmniejszym koszcie eksploatacji. Nie należy jednak zapominać, że najwydajniej pracują one przy pełnym obciążeniu.

Typ sprężarki (sposób sprężania) uzależniony jest od żądanego ciśnienia i wydajności.

Moc zainst. w [kW]; Wydajność w [m <sup>3</sup> /min]	Ciśnienie w [bar]			
	0 - 3,5	3,5 - 7	7 - 13	pow.13
Do 11 kW; do 1,5 m <sup>3</sup> /min	tłokowa	tłokowa	tłokowa lub rotacyjna	tłokowa
11-110 kW; 1,5-22 m <sup>3</sup> /min	tłokowa/śrubowa bezolejowa 1 st.	rotacyjna	rotacyjna	tłokowa
110-450 kW; 22-85 m <sup>3</sup> /min	tłokowa	rotacyjna	rotacyjna	tłokowa
Pow. 450 kW; pow. 85 m <sup>3</sup> /min	tłokowa	odśrodkowa	odśrodkowa	odśrodkowa



Wady i zalety sprężarek

Cechy charakterystyczne	Typ sprężarki			
	Tłokowa	Rotacyjna śrubowa	Rotacyjna łopatkowa	Odśrodkowa
koszty instalacji	*	***	**	*
zanieczyszczenie powietrza olejem	*	**	**	**
cicha praca	*	***	***	**
koszty konserwacji	*	**	*	**
sprawność przy pełnym obciążeniu	***	***	*	***
sprawność przy obciążeniu częściowym	***	**	*	**
koszty materiałów smarnych	***	**	*	*
powierzchnia zajmowana fundamenty	*	***	***	**
szybkie zużycie	*	***	***	**
odzysk ciepła	*	***	**	*

\*\*\* najlepsza    \*\* średnia    \* najgorsza

Istnieją dwa główne typy systemów kontroli wydajności: poprzez dławienie na ssaniu (modulacja) oraz dopasowywanie aktywnej długości wirnika. Trzeci typ, będący poza podanymi wyżej, to układ kaskadowy pracy sprężarkami połączonymi (np. dwie lub trzy mniejsze zamiast jednej większej). Czwarty, najrzadziej stosowany, to zmiana prędkości obrotowej silnika za pomocą zastosowania silnika dwubiegowego lub tzw. falownika (częstotliwościowego regulatora prędkości).

Dławienie na ssaniu - odbywa się za pomocą regulatora proporcjonalnego umożliwiającego dopasowywanie wydajności do zapotrzebowania (powyżej 18,5-22 kW) lub zaworu dławiącego „load/off load”, czyli w pełni otwartego lub zamkniętego (do 18,5-22 kW).

Dopasowywanie długości aktywnej wirnika odbywa się za pomocą zaworu o linii spiralnej lub zespołu zaworów typu grzybkowego, otwierającego lub zamykającego porty wylotowe po stronie tłocznej na długości korpusu stopnia śrubowego (pow.75 kW). Powoduje to sprężanie tylko takiej porcji powietrza, jakiej potrzebuje instalacja, reszta powietrza, która „niepotrzebnie” dostała się do komory sprężania może powrócić do wlotu zanim zostanie sprężona. Istotna różnica polega na dużo mniejszym poborze energii dla regulacji wydajności po stronie tłocznej.

Jeżeli chodzi o trzecie rozwiązanie, tj. zastosowanie kilku jednostek zamiast jednej - rozwiązanie to ma równie wielu zwolenników, co przeciwników - o czym wspomina artykuł z pierwszego numeru „Pneumatyki”. Zaletą pojedynczej sprężarki jest niższy koszt zakupu jednej zamiast dwóch mniejszych, mniejsze koszty konserwacji i kontroli, mniejsza ilość części zamiennych, mniejsze wymagania lokalowe.

Zaletą układu dwóch czy kilku sprężarek jest większa elastyczność, możliwość prowadzenia konserwacji bez przerywania pracy jednej z maszyn oraz w sytuacji mniejszych obciążeń praca tylko jedną mniejszą sprężarką (mniejszym silnikiem). Czwarta metoda została opisana w poprzednim numerze „Pneumatyki”.

Wybór opcji jest bardzo indywidualną sprawą.

Podsumowanie

Mam nadzieję, że kilka ważnych informacji tu zawartych pomoże skupić się Państwu na sprawach najważniejszych przy wyborze urządzenia.

Tak więc, nie zapominajmy, że całą sprawę doboru należy rozpocząć od tego, ile i jakiego sprężonego powietrza potrzebujemy.

Potem znając dobrze swój zakład - musicie Państwo podjąć decyzję, czy szukać jednej maszyny pracującej na pełnym obciążeniu, czy dobrać dwie mniejsze, pamiętając, że w sprężonym powietrzu najdroższa jest energia potrzebna do jego wytworzenia. Wiedząc to można już wysłać zapytania ofertowe.

Otrzymaane oferty należy skorygować pod kątem sprawy najważniejszej dla eksploatacji, tj. niezawodności i trwałości oraz sprawności i zużycia energii, a co za tym idzie sposób przekazania napędu, obroty, łożyska, smarowanie, system sterowania wydajnością oraz całym agregatem. Po dłuższej analizie okaże się, że tzw. wyposażenie podstawowe jest w większości sprężarek (filtry, układ chłodzenia) w zasadzie podobne.

Po spotkaniach z dostawcami, przekonacie się Państwo, że warto rozmawiać tylko z kilkoma. Mając już багаж doświadczeń po analizie ofert, zapytajcie Państwo o 3 rzeczy - rzeczywiste koszty eksploatacji, dostęp do serwisu i cenę. Jeżeli chodzi o materiały eksploatacyjne, należy podejść do tego bardzo serio - zawsze traktując sprężarkę jak własny ukochany samochód, nie dając się złapać na lep superzywnych filtrów czy oleju. Należy także mieć na uwadze, że większość tych materiałów pochodzi od zaledwie kilku wyspecjalizowanych producentów. Jeżeli chodzi o dwa ostatnie elementy, tj. serwis i cenę, to z informacji, które docierają do mnie z bardzo nasyczonego rynku Europy Zachodniej, są to elementy ostatecznie decydujące o wyborze dostawcy. Wynika to z wyrównanego poziomu jakości urządzeń. Niniejsze opracowanie stanowi pewien wstęp, nie daje odpowiedzi na wiele dręczących Państwa pytań związanych ze szczegółowymi problemami, wadami i zaletami urządzeń. Ma natomiast na celu dopomóc w odnalezieniu się pośród mnóstwa kolorowych prospektów i fenomenalnych wskaźników.

Wojciech Halkiewicz, Vector, Poznań

SPRĘŻARKI TŁOKOWE  
OLEJOWE I BEZOLEJOWE

PROFESJONALNE NARZĘDZIA  
PNEUMATYCZNE

ZSZYWACZE, GWOŹDZIARKI  
SZTYFCIARKI

PRZEWODY I WĘZE  
CIŚNIENIOWE  
DLA PRZEMYSŁU  
I ODBIORCÓW INDYWIDUALNYCH

ARMATURA ZŁĄCZNA

CENTRUM PNEUMATYKI

ul. Ślężna 187/1S

53-110 Wrocław

tel./fax (071) 66-12-02

tel.(071) 66-12-03



DORADZTWO  
SPRZEDAŻ  
SERWIS



# Normalizacja wydajności sprężarek

**Koniec z chaosem podczas zakupu sprężarki spowodowanym przez różnie podawane dane techniczne - rozwiązanie problemu to norma CAGI / PNEUROP PN 2 CPTC 2**

**D**la określenia wydajności sprężarki można stosować liczne normy i linie pomiarowe. Umożliwia to każdemu wytwórcy sprężarek wybór jednego z najbardziej korzystnych dla niego punktów odniesienia i miejsca wykonania pomiaru, a otrzymane w ten sposób wyniki dają możliwość zaprezentowania najwyższej wydajności przy relatywnie małym zużyciu energii elektrycznej.

Porównanie parametrów sprężarek i ich obiektywna ocena staje się wówczas praktycznie niemożliwa. Mamy tu do czynienia z perfekcyjnym szumem informacyjnym.

## Normy w salonie gry

Istniejące normy i podawane metody pomiarowe mają charakter zaleceń, a ich stosowanie

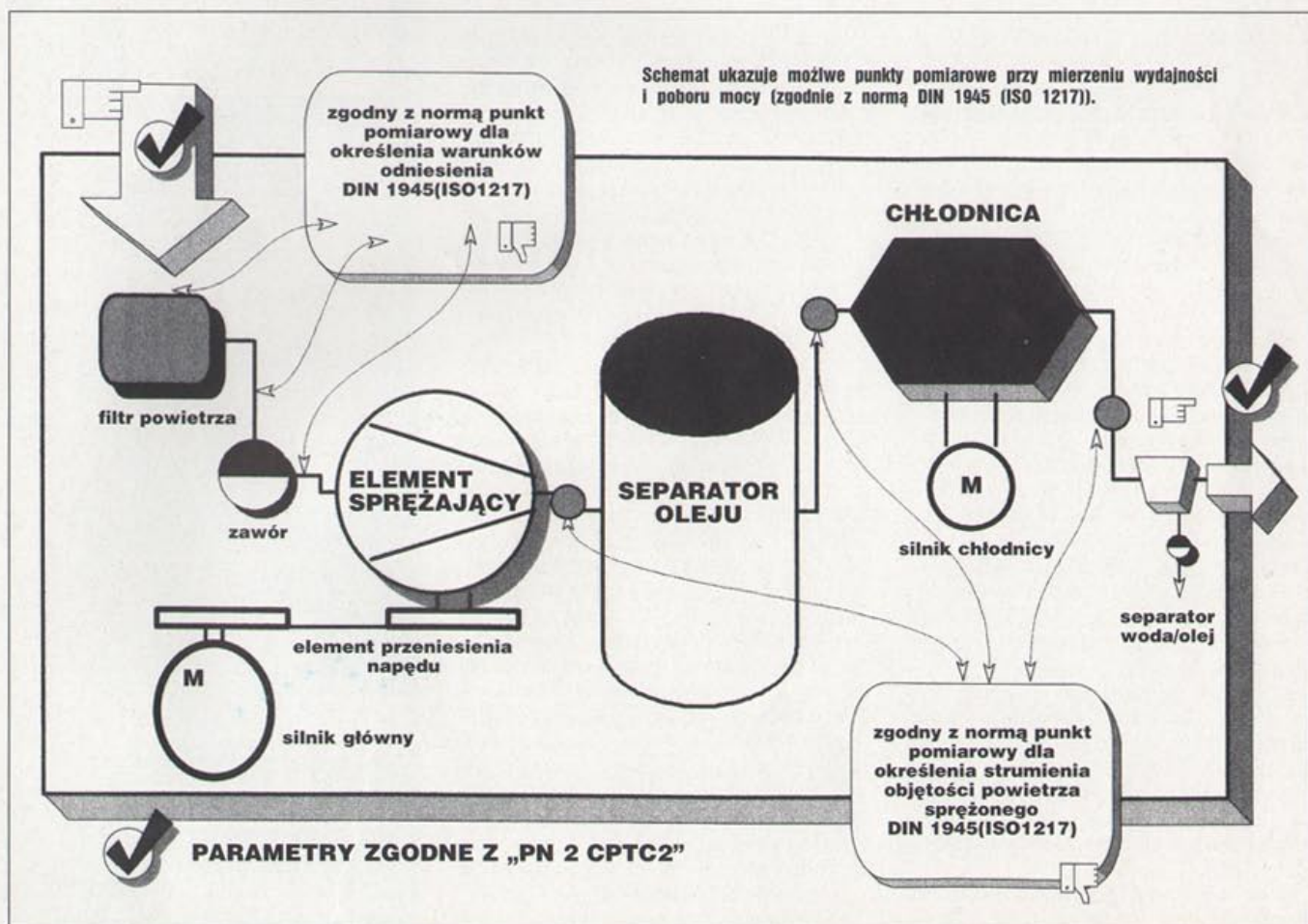
i wybór pozostawia się producentowi. Tak więc np. pomiar wydajności można wykonać bezpośrednio za elementem sprężającym, ale również za lub przed innymi urządzeniami nowoczesnej sprężarki - jak chłodnicą czy odwadniaczem. Jeszcze więcej jest zamieszania, gdy przyjmowane dla podania warunków odniesienia punkty umieszczone są przed lub za filtrami zasysanego powietrza czy wręcz tuż przed elementem sprężającym.

Tyle samo możliwości mamy również przy podawaniu zużycia energii. Nie zawsze określa ono dodatkowe zapotrzebowanie mocy np. dla wentylatora chłodnicy,

pomp olejowych czy napędów pasowych. A kto uwzględni przy tym sprawność silników?

## Po stronie użytkownika

Użytkownika sprężarki interesują konkretne wartości. Strumień sprężonego powietrza podawany w materiałach informacyjnych (prospekty, dane techniczne, zestawienia) - czyli tzw. wydajność sprężarki ma stanowić ścisłą i jednoznaczną informację. Według normy PNEUROP jest to ilość powietrza, którą użytkownik ma do dyspozycji, gdyż jej pomiar wykonywany jest na króćcu wylotowym ze sprężarki.





żarki, w odniesieniu do warunków panujących na wlocie sprężarki.

**Teraz jeszcze bardziej jednoznacznie**

Kupując nowoczesne urządzenie - kompaktową sprężarkę - powinniśmy otrzymać jednoznaczne informacje: wydajność sprężarki (ilość sprężonego powietrza do dyspozycji) oraz łączne zapotrzebowanie mocy, włączając w to wszystkie dodatkowe urządzenia z uwzględnieniem strat spowodowanych ich sprawnością. W ten sposób od razu wiadomo, jakie ilości sprężonego powietrza dostarczone będą do naszej instalacji i ile energii pobrane zostanie z sieci elektrycznej.

Jeżeli będziemy żądać tych danych od każdego wytwórcy sprężarek, przekonamy się, jak dobrze jest porównywać mając takie same warunki odniesienia dla wszystkich porównywanych urządzeń. Umożliwia to stosowanie nowej normy CAGI-PNEUROP PN 2 CPTC 2.

**Jasne wytyczne**

Dwie organizacje branżowe: CAGI dla USA i PNEUROP dla Europy ustanowiły w 1993 roku nowe wytyczne dla testów końcowych sprężarek. Ostatecznie i jednoznacznie określono, w których punktach i jak należy wykonywać pomiary wydajności, aby uzyskane wyniki były porównywalne dla różnych maszyn. Zdefiniowane zostały trzy normy określające miejsca pomiaru, warunki odniesienia oraz sposób wykonania samego pomiaru:

- PN 2 CPTC 1 dla sprężarek napędzanych silnikiem elektrycznym bez uwzględnienia urządzeń dodatkowych (chłodnice, filtry itp.) - czyli dla „nagiego elementu sprężającego”

- PN 2 CPTC 2 dla sprężarek napędzanych silnikami elektrycznym z uwzględnieniem urządzeń dodatkowych - a więc dla nowoczesnych sprężarek kompaktowych.

PN 2 CPTC 3 dla sprężarek wyposażonych w silnik spalinowy z uwzględnieniem urządzeń dodatkowych

(PN = PNEUROP, CPTC Compressor Performance Test Code).

**Praktyczne znaczenie normy PN 2 CPTC 2**

Jeżeli wydajność i pobór mocy dla sprężarki stacjonarnej podane zostały zgodnie z najważniejszymi zasadami wykonywania pomiarów dla nowoczesnych sprężarek kompaktowych - normą PN 2 CPTC 2, stanowi to gwarancję, że:

- Podana wydajność sprężarki to strumień objętości sprężonego powietrza, który faktycznie jest do naszej dyspozycji za krótcem wylotowym sprężarki (w warunkach odniesienia)
- Podane zużycie mocy odnosi się do całej sprężarki, uwzględniając sprawności i zapotrzebowanie wszystkich elektrycznych urządzeń zawartych w kompaktowej obudowie.

**Wszystko w środku, połączone i gotowe do pracy**

Zanim przystąpimy do porównywania danych technicznych różnych sprężarek, musimy jeszcze sprawdzić, czy wszystkie mają identyczne wyposażenie (chłodnica, separator oleju itp.). Jeżeli np. w którejś z porównywanych maszyn nie jest zamontowany odwadniacz (dostarczany oddzielnie), to związane z nim straty nie są uwzględnione podczas pomiarów.

W nowoczesnych kompaktowych sprężarkach wszystkie dodatkowe urządzenia (filtry zawory, chłodnice, odwadniacz itp.) powinny być już zainstalowane, jednostka gotowa do pracy. Podawane dane powinny odnosić się zawsze do urządzenia gotowego do podłączenia i uruchomienia.

Dane techniczne podawane zgodnie z PN 2 CPTC 2 gwarantują zakresy tolerancji podane w tabeli.

*mb, am (AC)*

Wydajność przy podanych warunkach odniesienia	Wydajność	Specyficzne zużycie mocy	Łączne zużycie mocy na biegu luzem
[m <sup>3</sup> /min]	[%]	[%]	[%]
< 0.5	+/- 7	+/- 8	+/- 20
0,5-1,5	+/- 6	+/- 7	+/- 20
1,5-15	+/- 5	+/- 6	+/- 20
> 15	+/- 4	+/- 5	+/- 20

**VECTOR**

**TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA**

SPRĘŻARKI, DMUCHAWY ROOTS'A, OSUSZACZE, FILTRY, DORADZTWO TECHNICZNE



61-441 Poznań ul. 28 Czerwca 1956 nr 398  
tel./fax (0-61) 35-00-51; 32-05-81, w. 253, 259;  
tel.13-03-51; fax 79-48-07

**CECCATO**

**SPRĘŻARKI ŚRUBOWE**

**FILTRY I OSUSZACZE SPRĘŻONEGO POWIETRZA\* KOMPLETNE SIECI SPRĘŻONEGO POWIETRZA**

Wydajność sprężarek: 600 ÷ 16200 l./min.,  
sprężarki tłokowe: 195 ÷ 2000 l./min.

**GENERALNY DYSTRYBUTOR:**

P.U.H. "UNIGOODS" s.c., 73-110 Stargard Szczeciński ul. Wieniawskiego 16/18, tel./fax: 092/73-37-35, 73-26-76 ZAPRASZAMY DO SALONU WYSTAWOWEGO.

**PRZEDSTAWICIELSTWA HANDLOWE:**

POZNAŃ - "BIURO HANDLOWE" Jerzy Piwosz tel./fax: 061/665-865

ŁÓDŹ - P.P.H.U. "DRZEWIECKA", tel./fax: 042/32-04-10

BYDGOSZCZ - "METAMED" s.c., tel./fax: 052/43-35-68

WARSZAWA - "TESPO" s.c., tel. 022/336-778

**CERTYFIKAT ISO 9001**

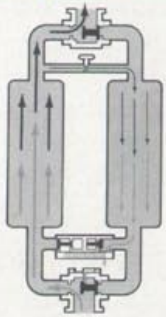


# Leksykon techniki przepływów i sterowania

**Absorpcyjne osuszanie** – chemiczna metoda osuszania sprężonego powietrza, w której stosuje się określone sole, najczęściej bazowane na NaCl, które należy regularnie wymieniać. Wchodzące powietrze przepływa przez pochłaniacz (sól), który wiąże wilgoć rozpuszczając się; wraz z wodą kropki skapują na dno zbiornika. Osiąga się tylko względnie wysokie punkty rosy, zależne od wejściowej temperatury sprężonego powietrza; maks. temperatura wejściowa 25°C, punkt rosy 15-4°C poniżej punktu rosy przy wejściu sprężonego powietrza.



**Adsorpcyjne osuszanie** – fizyczny proces osuszania sprężonego powietrza wykorzystujący środek sorpcyjny (na ogół żel silikonowy lub aktywowany tlenek glinu), na którym osadza się wilgoć. Potrzebne są dwa zbiorniki działające na zmianę w ten sposób, że zawsze jeden jest regenerowany strumieniem 15-20% już osuszonego sprężonego powietrza (regenerowany na zimno) lub grzałkami i strumieniem osuszonego lub atmosferycznego powietrza (2-3% - regenerowany na gorąco). Osiąga się punkty rosy do -80°C.



**Aeroemulsja** – mieszanina najdrobniejszych pęcherzyków powietrza z olejem mineralnym.

**Aerozol** – mieszanina powietrza i unoszących się kropelek cieczy (w przypadku sprężonego powietrza najczęściej z wodą i olejem). Unoszące się kropelki mają z reguły wielkość poniżej 1 mikrona i tworzą dość stabilne mieszaniny, które wymagają stosowania specjalnych metod filtracji.

**Algorytm** – ogólnie: Sposób lub metoda liczenia przebiegająca według określonego schematu i prowadząca do rozwiązania tylko jednego problemu. Może to być wzór matematyczny, schemat kolejności ruchów (czynności) lub program.

W technice sterowniczej: Przez A. określa się metodę liczenia mającą na celu wyznaczenie matematycznych powiązań, np. algorytm regulacji regulatora PID w celu wyznaczenia nastawianych wielkości. Rozróżniamy:

- bezpośrednie, które obliczają wartości szacunkowe w jednym ciągu z istniejącego zespołu danych.
- iteratywne, które ponawiają obróbkę zespołu danych i krok po kroku obliczają szacunkowe wartości
- rekurencyjne, które obliczają szacunkowe wartości od nowa podczas każdego kroku uwzględniając nowy zestaw wartości pomiarowych, przy czym wraca się do już poprzednio wykonanych kroków. Nadają się one najbardziej w przypadku stosowania urządzenia liczącego.

**Analog** – fizyczna zmienna jest analogiczna do innej fizycznej lub matematycznej zmiennej, jeżeli zmienia się w określonej zależności od pierwszej zmiennej. Zależność między tymi dwoma zmiennymi może, ale nie musi być liniowa. Podstawowa cecha: w obszarze wartości granicznych sygnał analogowy może przyjmować każdą dowolną wartość.

**Analog / Digital (A/D) przetwornik** – przetwornik analogowo-cyfrowy przetwarza analogowy sygnał wejściowy (stałe napięcie) w cyfrowy sygnał wyjściowy, tzn. w proporcjonalną liczbę. Stopniowa digitalizacja w przetworniku A/D powoduje błędy ilościowe, które można zminimalizować przez większą dokładność odczytu: binarny układ o 4 bitach (24) daje 15 stopni i tym samym odchylenie 6,6%, układ o 8. bitach daje, przy swoich 255 stopniach już tylko odchylenie 0,5%. Dzięki rozprzestrzenianiu się mikroelektroniki wzrosło bardzo znaczenie przetworników A/D w technice sterowania, gdyż obróbka sygnału przebiega tu cyfrowo, a większość sygnałów pomiarowych dochodzi jednak w formie analogowej.

**Analogowe metody pomiaru**, w których w zakresie pomiaru każdej dowolnej wartości wielkości pomiarowej jako wielkości wejściowej przyporządkowywana jest wartość z zakresu wyjściowego. Ciągłe przyporządkowywanie wartości pomiarowej i wyjściowej jest w praktyce, na skutek tarcia, luzów itp., zamieniane na nie całkiem ciągłe przyporządkowanie. Do tego konieczna jest na ogół skończona zmiana wielkości wejściowej, by uzyskać zmianę wielkości wyjściowej (wartość prognozu zadziałania) (VDL/VE 2600).

**Analogowy pomiar przesunięć** – metoda pomiaru przesunięć, w której elektryczne wyjście zmienia się w sposób ciągły i analogowo do zmiany przesunięcia. Liczne stosowane dzisiaj metody pomiaru przesunięć działają analogowo. Zaliczają się do nich m.in. pojemnościowe, indukcyjne, i ultradźwiękowe metody, jak również potencjometryczne czujniki przesunięć (technika pozycjonowania).

**Analogowe przetwarzanie sygnału** – dla przetwarzania sygnałów analogowych znamienne jest stosowanie w przeważającym stopniu działających w sposób ciągły elementów funkcyjnych. Wymaga ono, przynajmniej przy sterowaniu ciągłymi procesami, mniejszych nakładów tak długo, gdy przetwarzania sygnału jest stosunkowo niedużo. Jeżeli jednak ilość powiązań jest duża, jest ono droższe od przetwarzania cyfrowego. Na ogół niekorzystne jeśli chodzi o dokładność, liniowość oraz zachowanie zera. Większe jest niebezpieczeństwo powstania błędów przetwarzania.

**Analogowe regulatory** – regulatory, w których sygnały wejściowe i wyjściowe są sygnałami analogowymi. Również regulatory o analogowych, ciągłych i czasowo ciągłych - tzn. stałych - sygnałach wejściowych i wyjściowych zawierają dziś często analogowo pracujące urządzenie liczące dla algorytmu regulującego (DIN 19 226).

**Analogowe sterowanie** – sterowanie, które w zakresie przetwarzania sygnałów pracuje w przeważającej mierze sygnałami analogowymi, przetwarzanymi, także działającymi w sposób ciągły członami funkcyjnymi. Przykładem jest analogowe sterowanie pozycją za pomocą absolutnej metody pomiarowej (indukcyjne czujniki przesunięć).

**Analogowy sygnał** – sygnał, w którym ciąglemu zakresowi wartości parametru sygnału przyporządkowywane są punkty po punkcie różne informacje (DIN 19 226).

**Analogowa technika** – pojęcie zbiorcze całej techniki przetwarzania sygnałów i łączeniowej wykazującej analogowe działanie, charakteryzującej się tym, że wielkość wyjściowa zmienia się odpowiednio do zmian wielkości wejściowej.

**Analogowe wartości pomiarowe** – większość układów pomiarowych działa analogowo. Teoretycznie mają one nieskończenie wysoką dokładność, która jednak w praktyce jest ograniczona dokładnością odczytu i kosztami. An.war.pom. są czułe na wielkości zakłócające i w przypadku dalszego przetwarzania elektronicznego muszą na ogół być digitalizowane, gdyż nowoczesne urządzenia liczące (oparte na mikroelementach) pracują cyfrowo.

**Bezwzględna dokładność filtrowania** – wyrażenie oznacza, że np. w absolutnym 10 mikronowym filtrze żadna cząstka stała o średnicy 10 mikronów nie może przejść przez filtr. Wyrażenie to powinno być zatem stosowane tylko w połączeniu z próbą przejścia cząstki stałej.



którą przeprowadzają producenci filtrów. Nie należałoby jej jednak używać w stosunku do użytkowników, gdyż może to wprowadzać w błąd.

**Bezwzględne ciśnienie (absolutne)** – ciśnienie w instalacji w stosunku do ciśnienia zero w całkowicie pustej przestrzeni (100% próżni) (wg DIN 1314).

**Bezwzględnego ciśnienia manometr** – przyrząd wskazujący bezwzględne ciśnienie badanego medium w punkcie pomiaru, odniesione do absolutnej próżni.

**Bezwzględnego ciśnienia miernik** – czujnik ciśnienia, który może mierzyć ciśnienie bezwzględne. W tym celu zewnętrzna strona komory, w której ma być mierzone ciśnienie jest hermetycznie uszczelniona jako komora odniesienia (np. płytą szklaną lub przepustem szklanym). Ustalone w ten sposób ciśnienie odniesienia w komorze może, ale nie musi być próżnią. Wystarczy, że jest stałe. Wtedy sprowadzenie sygnału pomiarowego do bezwzględnego zera odbywa się elektronicznie.

**Binarny (dwójkowy)** – dwa wzajemnie wykluczające się stany, np. tak/nie, prawidłowy/błędny, włącz/wyłącz, lub 0/1. Binarny układ liczbowy ma bazę 2. Ilością  $n$  binarnych sygnałów można zdefiniować  $2^n$  stanów. Otrzymuje się wtedy np. dla  $n = 8 = 2^8 = 256$  możliwych stanów. Technika binarna jest m.in. podstawą działania urządzeń liczących. Dlatego wszystkie wprowadzane do urządzenia liczącego dane muszą być przetworzone na kod binarny (system dwójkowy).

**Binarne łączniki** – binarne elementy łączące, służące bool'owskiemu łączeniu sygnałów binarnych. Szczególnie ważnymi elementami łączącymi są człon I, człon LUB, jak również człon NIE. Przy ich pomocy można przedstawić wszystkie inne łączenia bool'owskie (DIN 19 226). Łączniki binarne nazywa się też bool'owskimi elementami łączącymi.

**Binarne sterowanie** – wewnątrz układu przetwarzania sygnałów, pracujący w przeważającej mierze w oparciu o sygnały binarne, układ sterowania, którego sygnały binarne nie są składnikami liczbowo przedstawionych informacji. Ster. bin. przetwarza binarne sygnały wejściowe, głównie za pomocą łączników, elementów czasowych i elementów pamięci, na binarne sygnały wyjściowe (DIN 19 237). Ster. bin. można ogólnie podzielić na sterowanie łącznikami i sterowanie procesowe.

**Binarne układy łączeniowe (binarne procesory danych)** – układy, w których przenoszone są tylko sygnały binarne. Oprócz niestałych członów dwupunktowych mogą one zawierać również człony stałe, o ile zostanie utrzymany układ binarny (DIN 19 226). W bin. ukł. łącz. występują struktury łańcuchowe, równoległe i kołowe, jak również ich kombinacje (schemat blokowy).

**Binarny sygnał (sygnał dwupunktowy)** – jest jednoparametrowym sygnałem cyfrowym o tylko dwóch obszarach wartości parametru sygnału, np. 0 lub 1.

**Binarny układ (liczb)** – sposób przedstawiania liczb dziesiętnych jako liczb binarnych (dwójkowych) i na odwrót. Przykład:

Liczba binarna    1 0 0 1  
Wartość dziesiętna    9

*Opracowano na podstawie:*

„Fluidtechnik von A bis Z” H. Ebertsbäuser, S. Helduser, Vereinigte Fachverlage, Mainz 1995

„Układy cyfrowe automatyki”, W. Traczyk, WNP, Warszawa 1979

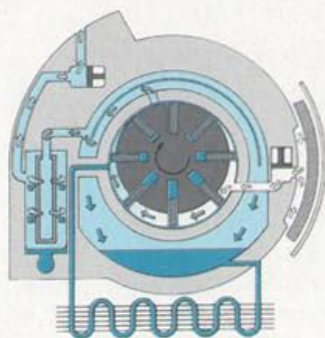
„Podstawy pneumatyki”, E. Węsierski, AGH, Kraków 1990

„Modelling and control” V.I. Kogan, Page, Londyn 1991

„Układy przylączające w pneumatyce” J. Siwiński, WNT, Warszawa 1980

Hydrovane

## Kompresory łopatkowe Hydrovane



Ponad 100 000 godzin żywotności  
5 lat gwarancji

**techem**

Autoryzowany  
przedstawiciel firmy  
Hydrovane

00-238 Warszawa

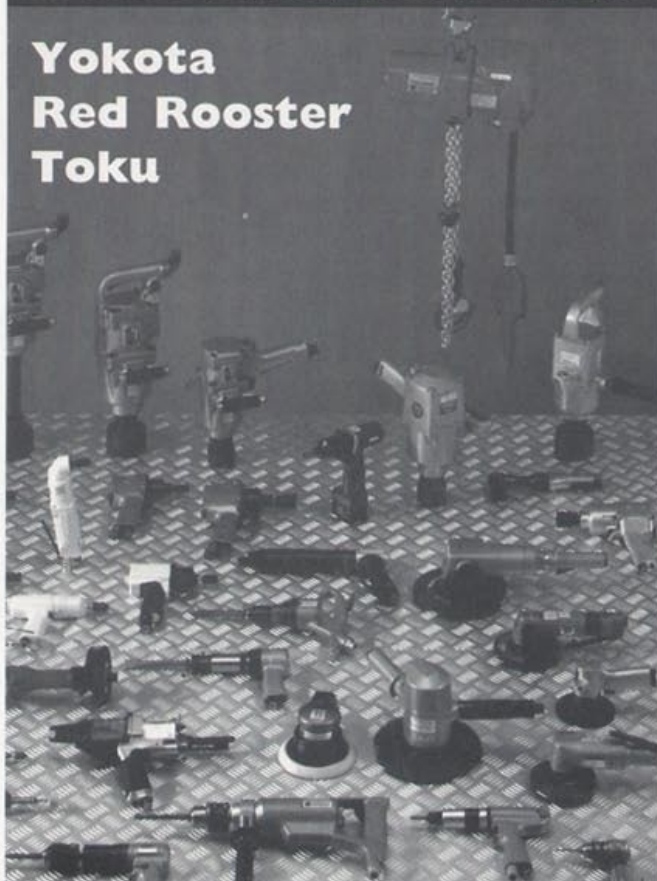
ul. Długa 8/14 m. 2

tel. (0-22) 635-83-84, 31-59-96

fax (0-22) 635-81-14

### PRZEMYSŁOWE NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

**Yokota  
Red Rooster  
Toku**



dystrybucja i serwis: Centrum Pneumatyki, ul. Słężna 187/1s  
53-110 Wrocław, tel./fax (071) 66 12 02



## UWAGA

- FIRMY, KTÓRE  
ŁĄCZY PROBLEMATYKA  
SPRĘŻONEGO  
POWIETRZA!

W poprzednim numerze zamieściliśmy zestawienie producentów zbiorników sprężonego powietrza. W przyszłości zamierzamy sporządzić zestawienia dostawców narzędzi pneumatycznych, filtrów, osuszaczy, siłowników, sprężarek i akcesoriów. Dlatego prosimy wszystkie zainteresowane firmy o zgłaszanie swojego profilu działalności do redakcji. Dane o firmach zamieszczać będziemy bezpłatnie, w tabelach tematycznych.

Prosimy o zgłaszanie się do bazy danych PNEUMATYKI następujących firm:

1. dostawców urządzeń wytwarzających i obrabiających sprężone powietrze (sprężarki, filtry, separatory, chłodnice, odwadniacze, osuszacze itp.)
2. dostawców elementów wykonawczych i kontrolno - pomiarowych pneumatyki: elementów sterujących, siłowników, narzędzi pneumatycznych, manometrów, układów pozycjonowania itp.
3. warsztatów serwisowych wyżej wymienionych urządzeń
4. firm kompletujących aparaturę i sprzęt pneumatyczny do budowanych lub dostarczanych przez siebie urządzeń (np. lakiernie, maszyny do butelek PET itp.)
5. firm instalacyjnych, tzn. wykonujących rurociągi i roboty montażowe
6. biur projektowych wykonujących projekty instalacji pneumatycznych
7. instytucji badawczych i naukowych trudniących się problematyką pneumatyczną, a także opracowaniem norm dla potrzeb sprężonego powietrza...

Każdemu, kto zgłosi się do naszej bazy danych, prześlemy bezpłatnie następny numer PNEUMATYKI.

# O narzędziach impulsowych

W dobre rywalizacji o czołowe miejsca na rynkach producentów wiele firm wprowadza najnowsze technologie do swoich procesów produkcyjnych. Wszyscy doskonale wiemy jak istotną rolę, obok stylistyki i nowoczesnych rozwiązań technicznych, spełnia jakość montażu poszczególnych przedsiębiorstw.

Tam, gdzie montaż polega na połączeniach gwintowych lub nitowanych, a także na pracach przygotowawczych (rozwiercanie, wiercenie, skrobanie, dłutowanie itp.) zastosowanie mają nowoczesne pneumatyczne narzędzia montażowe. W zależności od przeznaczenia i intensywności pracy wszystkie narzędzia pneumatyczne można podzielić na trzy grupy:

- narzędzia serwisowe (czyli używane sporadycznie przy naprawach okresowych i przeglądach);
- narzędzia dla średnich zakładów produkcyjnych i małych montowni;
- narzędzia przemysłowe (przeznaczone nawet do trzymianowej pracy).

Podobny podział można przeprowadzić przyjmując jako kryterium mechanizm sprzęgający silnik pneumatyczny z końcówką roboczą. Otrzymujemy wtedy następującą selekcję:

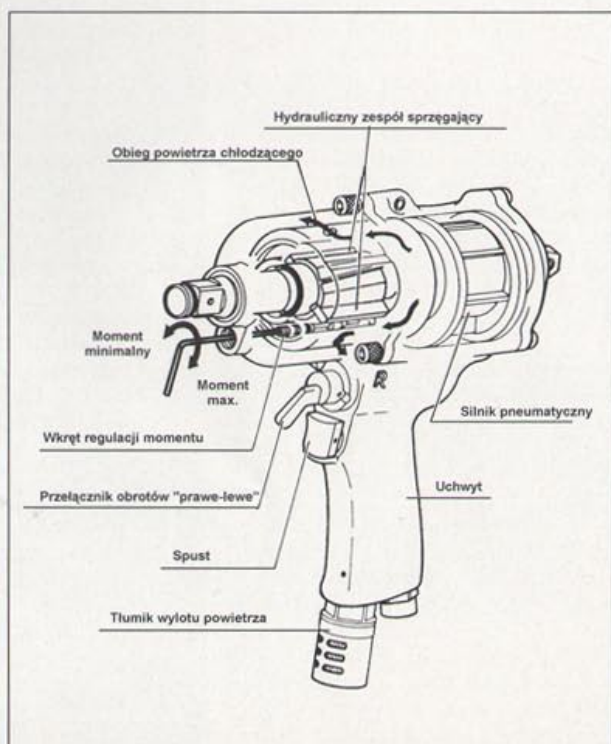
- narzędzia udarowe z mechanizmem jednomłotkowym (najczęściej spotykane, a dedykowane przez producentów do demontażu);
- narzędzia udarowe z mechanizmem dwumłotkowym (dedykowane jako uniwersalne narzędzia serwisowe);
- narzędzia udarowe z mechanizmem trzymłotkowym (rzadziej spotykane, dedykowane przez producentów jako przemysłowe narzędzia do motażu);
- narzędzia impulsowe z hydraulicznym mechanizmem udarowym (z wbudowanym sprzęgłem hydrokinetycznym umożliwiającym precyzyjną regulację momentu obrotowego, przeznaczone w szczególności do prac na taśmach montażowych).

Najbardziej znane narzędzia udarowe z mechanizmem jednomłotkowym oraz dwumłotkowym doskonale sprawdzają się w wielu sytuacjach, ale tam gdzie narzędzie musi pracować wiele godzin dziennie, a jakość wykonywanych połączeń musi być powtarzalna, wkraczają mechanizmy impulsowe.

Podstawowymi różnicami między narzędziami udarowymi a impulsowymi są:

- inny mechanizm sprzęgający silnik pneumatyczny z końcówką roboczą;
- możliwość płynnej regulacji momentu obrotowego;
- cicha praca;
- możliwość zabudowy dodatkowych mechanizmów sterujących i monitorujących.

Ze względu na nieustające dążenia producentów do uzyskania jak najwyższej jakości montażu, omówimy działanie i zastosowanie narzędzi impulsowych na przykładzie klucza japońskiej firmy YOKOTA.



Konstrukcja klucza impulsowego YX500S firmy YOKOTA



Klucz impulsowy posiada wbudowany silnik pneumatyczny zesprężgnięty z nowoczesnym hydraulicznym mechanizmem pulsacyjnym (sprzęgło hydrokinetyczne), który eliminuje tradycyjny mechanizm udarowy (młotek i kowadełko). Ruch obrotowy końcówki roboczej wywołany jest ciśnieniem oleju sprężanego przez obracający się silnik pneumatyczny.

Zalety konstrukcyjne:

- możliwość płynnej regulacji momentu obrotowego z powtarzalnością do 0,5%
- znacznie zwiększona żywotność w porównaniu z narzędziami udarowymi, dzięki wyeliminowaniu ciernych układów mechanicznych, takich jak młotek i kowadełko;
- niższy poziom hałasu oraz wibracji zagwarantowany przez mechanizm hydrauliczny, co zapewnia mniejsze zmęczenie obsługującego;
- prosta obsługa serwisowa.

Chcąc dokładniej przedstawić zalety klucza impulsowych należałoby zacząć od najważniejszej, tj. możliwości płynnego regulowania momentu obrotowego w zakresie, jaki podawany jest przez każdego producenta. Płynność tej regulacji zagwarantowana jest układem „przelewu oleju i zaworu regulacyjnego”. Wielkość momentu obrotowego zależna jest od nastawy max. ciśnienia oleju w komorze sprężania mechanizmu pulsacyjnego. Ciśnienie max., a jednocześnie moment obrotowy reguluje się wkrętem zaworu regulacyjnego po odkręceniu korka zaslepiającego. Prostota tej operacji pozwala na wykorzystanie jednego narzędzia do montażu różnych połączeń o odmiennych momentach dokręcania. Kalibracja klucza impulsowego może być dokonywana na specjalnym przyrządzie firmy YOKOTA lub w tradycyjny, ale niezbyt wygodny sposób, przy pomocy klucza dynamometrycznego i „próbne go połączenia śrubowe-

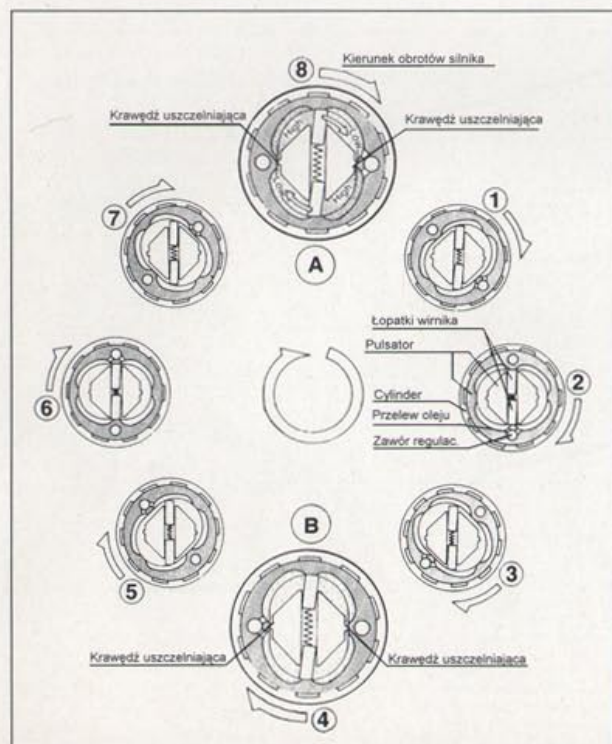
go”. Należy oczywiście pamiętać, że podczas kalibracji kluczy istotny wpływ mają masowe siły bezwładności, które są przyczyną powstawania odchylenia od momentu wyregulowanego na stanowisku próbnym (tym tematem zajmujemy się w następnej edycji PNEUMATYKI).

Zwiększona żywotność narzędzi impulsowych zagwarantowana jest wyeliminowaniem trących się elementów mechanizmu udarowego. Tradycyjny mechanizm zazwyczaj smarowany jest smarem stałym lub olejem dozowanym przez specjalny otwór wlewowy. Nie zawsze jednak obsługujący narzędzie pamięta o tym, że mechanizm udarowy wymaga oddzielnego smarowania. W takiej sytuacji zużycie mechaniczne jest jeszcze szybsze, a uszkodzenia powstałe na kowadełku wykluczają naprawę. W przeciwieństwie do tych niedogodności narzędzie impulsowe wyposażone w mechanizm pulsacyjny zanurzony w oleju hydraulicznym nie wymaga dodatkowego smarowania (pomijając oczywiście smarowanie silnika lamelowego olejem rozprowadzonym w sprężonym powietrzu). Wymiana oleju w sprzęgle przewidywana jest okresowo i każdy producent podaje ją w przeliczeniu na cykle robocze. Kolejną zaletą jest znacznie zredukowany poziom hałasu i zmniejszone wibracje narzędzia - to również dzięki zastosowaniu hydraulicznego mechanizmu pulsacyjnego, który nie generuje metalicznych uderzeń. Elementem spełniającym rolę młotka i kowadełka jest olej pod ciśnieniem. Zwarta obudowa oraz maksymalnie uproszczona konstrukcja wewnętrzna bezpośrednio wpływa na niezawodność i łatwość obsługi serwisowej. Wszystkie operacje związane z przeglądami okresowymi każdy użytkownik może wykonać we własnym zakresie.

Ogromne zastosowanie narzędzi impulsowych zmusiło producentów do wprowadzenia licznych ulepszeń i zmian konstrukcyjnych. Najistotniejsze z nich to na pewno automatyczny wyłącznik pracy po osiągnięciu zadanego momentu obrotowego, silnik pneumatyczny z podwójną komorą, systemowy układ sterująco-monitorujący. Wszystkich zainteresowanych zapraszamy do lektury następnej edycji PNEUMATYKI, w której znajdą Państwo informacje na temat nowoczesnych narzędzi pneumatycznych na przykładzie kluczy YXS500, Y70, YEX501 firmy YOKOTA.

Mariusz Mykicki  
Centrum Pneumatyki,  
Wrocław

Zasada działania pulsatora olejowego



Nowe Bekomaty

Światowy lider techniki kondensatu, firma BEKO wprowadza od jesieni zmodernizowane wersje popularnych zaworów odwadniającego BEKOMAT. Nowy typoszereg ma przekonstruowaną obudowę i jest lepiej dopasowany do wydajności najczęściej występujących w instalacjach pneumatycznych. Najmniejszy zawór, BEKOMAT 10, może pracować z kompresorem o wydajności 1,5 m<sup>3</sup>/min, Bekomat 12 przeznaczony jest dla wydajności do 4,5 m<sup>3</sup>/min, a Bekomat 13 dla instalacji do 20 m<sup>3</sup>/min. Dla większych instalacji przewidziano jeszcze Bekomat 14 i Bekomat 16. Dzięki takiej innowacji udało się obniżyć zarówno koszty wytworzenia Bekomatów, jak też koszty ich zakupu w stosunku do mało zróżnicowanego poprzedniego typoszeregu.



Nowości Atlas Copco

Jeden z największych w świecie producentów sprężarek, firma Atlas Copco wprowadza od października do swego programu nowe sprężarki śrubowe serii GA o mocach silników 55 i 75 kW, z wbudowanym osuszaczem ziębniczym o punkcie rosy +2°C. Jest to kontynuacja oferowanych już przez firmę sprężarek kompaktowych z osuszaczem ziębniczym, o mocach 5 - 45 kW. Zintegrowanie osuszacza ze sprężarką w jednej obudowie pozwala na minimalizację potrzebnego do zainstalowania urządzenia miejsca, a także znaczne obniżenie kosztów zainstalowania urządzenia (niepotrzebne: instalacja łącząca sprężarkę z osuszaczem, filtr wstępny przed osuszaczem, instalacja obejścia osuszacza i filtra). Sprężarki posiadają instalację bypass umożliwiającą ominięcie osuszacza w wypadku jego awarii lub serwisu bez konieczności wyłączenia sprężarki.

Projektowanie w pół godziny

Od września tego roku firma CompRot dysponuje programem komputerowym do projektowania sprężarkowni. Narysowanie nawet najbardziej skomplikowanej maszyny nie trwa dłużej, niż pół godziny, a to dzięki wprowadzeniu do pamięci biblioteki mechanicznej sprężarek, osuszaczy i filtrów oferowanych przez firmę CompRot. Program umożliwia wysowanie urządzeń i połączenia ich instalacją o żądanej średnicy, a także zaprojektowanie instalacji odzysku ciepła, odprowadzenia kondensatu, zbiornika ciśnieniowego, armatury itp.



# Ekonomiczniejszy w kombinacji

## Innowacje w osuszaczach sprężonego powietrza dają mniejsze koszty eksploatacyjne

**Ekologiczność! Jakość! Ekonomiczność! To są charakterystyczne hasła, które musi spełniać nowy, użytkowy lub zmodernizowany wyrób z szansami na przyszłość w przemyśle i rzemiośle. Dlatego większość przedsiębiorców proponujących dobra inwestycyjne - za pomocą nowatorskich rozwiązań, cech charakterystycznych zapewniających wyłączność i poprzez oferty wydajności, mocy i usług - dąży do objęcia wiodącej roli w zwiększaniu sprzedaży. Tak jest również na rynku sprężonego powietrza.**

**T**u liczy się jednak nie tylko innowacja, cel wyrobu. Każdy wie: sprężone powietrze jest „wartościową” energią, która nie może być uzyskiwana i stawiana do dyspozycji za darmo. Dlatego, oprócz właściwych kosztów inwestycyjnych urządzenia wraz z ich składnikami, decydującą rolę odgrywają stałe nakłady podczas eksploatacji. Ekonomiczność, sprawność przez czas eksploatacji są tu czynnikami kalkulacji, które w równej mierze musi uwzględnić technika jak i gospodarka eksploatacyjna. Przeprowadzone na takich podstawach rozważania doprowadziły w przypadku innowacji w osuszaczach do interesujących wyników, które niniejszy przyczynek ma przekazać w zwięzłej formie.

### Sytuacja wyjściowa

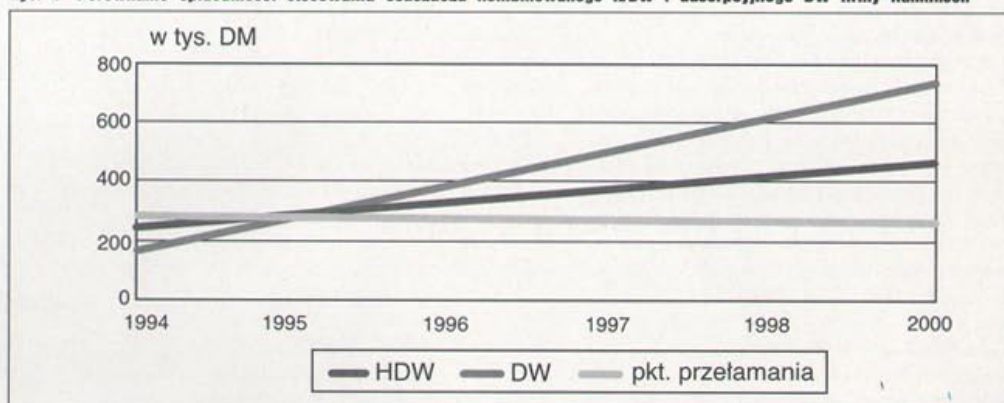
Określone procesy produkcyjne (np. powietrze do przyrządów, sterowników pneumatycznych i procesów technologicznych, materia-

łów sproszkowanych w chemii, farmacji, technice środków spożywczych itp.) wymagają jakościowo wysokowartościowego powietrza; solidnego uzdatnienia. Powietrze powinno być technicz-

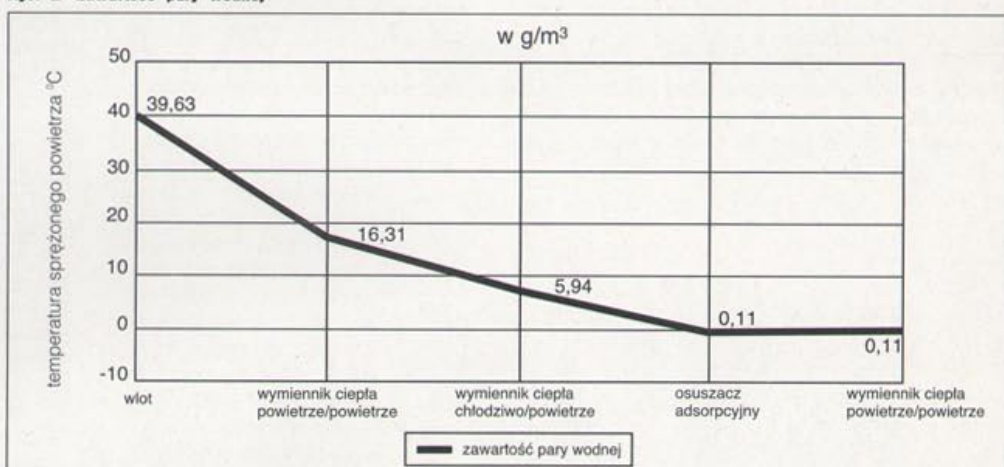
nie wolne od oleju, a ponadto bardzo suche (punkty rosy poniżej 0°C aż do -70°C są pożądane). Jeżeli do tego medium robocze (powietrze) jest przesyłane szeroko rozgałęzioną siecią przecho-

dzącą odcinkami na świeżym powietrzu, to nie można wykluczyć zakłóceń spowodowanych zamrożonym kondensatem. Szczególnie w miesiącach zimowych jest to na porządku dziennym.

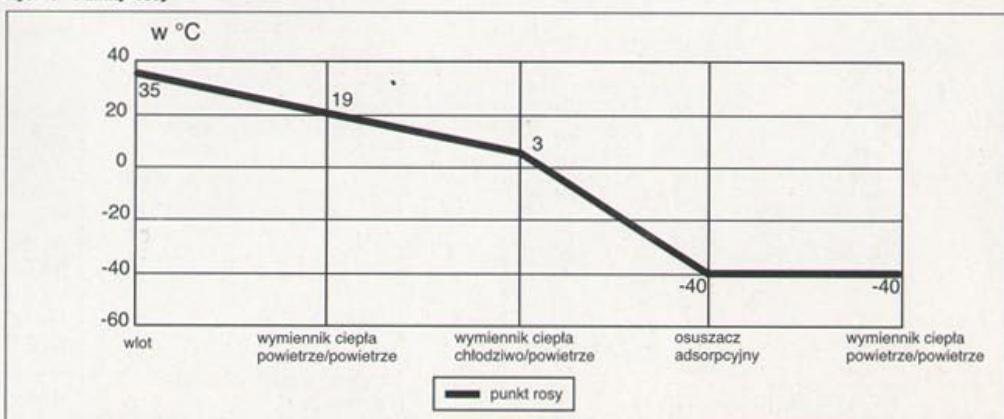
Rys. 1 Porównanie opłacalności stosowania osuszacza kombinowanego H/DW i adsorpcyjnego DW firmy Hankinson



Rys. 2 Zawartość pary wodnej



Rys. 3 Punkty rosy





Efektom tego mogą być przestoje lub chwilowe obniżenie jakości produkcji, w związku z tym poniesione zostaną znaczne koszty. Jednak strat tych można uniknąć.

Uzyskanie odpowiedniego ciśnieniowego punktu rosy poniżej 0°C można było dotychczas opłacalnie osiągnąć tylko osuszaczami adsorpcyjnymi. Przy wydajnościach powyżej 5000 m<sup>3</sup>/godz. stosowano dotąd regenerowane na gorąco osuszacze adsorpcyjne. W porównaniu z regenerowanymi na zimno osuszaczami adsorpcyjnymi wydają się one początkowo inwestycyjnie „droższe”, szybko jednak uwzględnia się ich utrzymanie, tzn. koszty eksploatacyjne (rys. 1).

Dlatego w przeszłości różne urządzenia miały na celu ekonomiczniejsze eksploataowanie osuszaczy adsorpcyjnych regenerowanych na zimno. Ale jak można wpływać wewnątrz osuszacza adsorpcyjnego na zasady fizyczne, by poprawić jego ekonomiczność?

#### Poszukiwanie pomysłu

Kombinacją osuszacza chłod-

niczego i regenerowanego na gorąco osuszacza adsorpcyjnego firma Hankison GmbH już dość wcześniej zastrzegła sobie interesującą drogę uzdatniania powietrza. Schemat (rys. 5) pokazuje zasadniczy układ. Podstawą rozważań było założenie, że mniejsze składowiki, skoncentrowanie się na nielicznych elementach i wyższa pewność działania całego układu wzgl. pewność ruchowa, spotkają się z zainteresowaniem odbiorców. Poza tym bardzo interesującymi bodźcami były możliwości pracy części instalacji lub częściowego jej obciążenia.

Zasada działania jest względnie prosta: wilgotne powietrze wchodzące do osuszacza chłodniczego ma temperaturę ok. 35°C. W wymienniku ciepła czynnik chłodzący/powietrze jest ono schładzane do ok. +3°C. Skrapla się przy tym para wodna, a kondensat można zbierać w dołączonym oddzielniku. Przeprowadzana następnie filtracja powietrza w separatorze pozbawia sprężone powietrze oleju. Po tej „wstępnej obróbce” powietrze opuszcza osuszacz



Rys. 4 Osuszacz kombinowany Hankison H/DW

Tab. 1

Porównanie kosztów eksploatacji osuszacza ziębniczego i kombinowanego

Parametry eksploatacji		H/DW	DW
Wydajność powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	11.000	11.000
Moc agregatu chłodniczego	[kW/h]	22	0
Ogrzewanie złoza (przec.)	[kW/h]	-12	32
Dmuchawa (przec.)	[kW/h]	-4	25
Sumaryczny pobór mocy	[kW/h]	38	57
Praca – w ziemie	[h]	2.400	2.400
– w lecie	[h]	5.600	5.600
W sumie		8.000	8.000
Koszty energii el.	[DM/kWh]	0,18	
Energia/zima	[DM]	16.416,-	24.624,-
Energia/lato	[DM]	22.176,-	57.456,-
Całkowite koszty energii el.	[DM]	38.592,-	82.080,-

## Dlaczego RECTUS?

### > Różnorodność programów

Od ponad 40 lat RECTUS wyspecjalizował się w konstrukcji, produkcji i urynkowaniu złącz rurowych dla szybkiego montażu dla mediów płynnych i w postaci gazowej. Program „RECTUS” oferuje ponad 50 serii standardowych złączy do najczęstszego zastosowania. Większość tych złączy można otrzymać jako odcinające jedno- i dwustronne oraz ze swobodnym przelotem. Szybkozłącza RECTUS są, z małymi wyjątkami, złączami do obsługi jedną ręką. Przy sprzęganiu ponad głową lub w miejscach trudno dostępnych obsługa jedną ręką daje znaczące korzyści.

### > Uszczelnienie

W przypadku RECTUS-a pierścienie samouszczelniające zostają podprowadzone tzn., że nie powstaje żaden nacisk osiowy i dzięki temu nie zachodzi deformacja pierścienia samouszczelniającego.

### > Sprawność – przelot

Szybkozłącza RECTUS konstruowane są pod tym punktem widzenia, aby średnia wydajność w stosunku do wielkości konstrukcyjnej mogła zostać określona jako optymalna.

### > Konstrukcja specjalna – zastosowanie

Wyliczenie gdzie i w jakich aplikacjach szybkozłącza RECTUS są stosowane, przekracza ramy tegoż zestawienia. Dzięki uzyskanemu w ciągu 40 lat „Know-How” i związanym z tym stopniem dokładnego rozeznania RECTUS jest znaczącym specjalistą rozwiązującym problemy łączenia w instalacjach przenoszenia ciekłych i gazowych mediów.

### > Konkurencyjność

Dzięki dużej ilości standardowych szybkozłączy istnieje możliwość wykonania wszechstronnych połączeń pneumatycznych.

### > Jakość

Dopracowany podręcznik jakości i uzyskanie certyfikatu ISO 9001 wskazują jakie znaczenie RECTUS przypisuje sprawom jakości.

## Odpowiedź jest prosta!

Wylączny przedstawiciel na Polskę

44-240 Żory, ul. Boryńska 8-10a p.o. box 100, tel./fax (036) 346-217, tel. (036) 346-147



## HYDRAULIKA DO CIĄGNIKÓW, MASZYN ROLNICZYCH I INNYCH ZASTOSOWAŃ



Podnośnik hydrauliczny C-360



Podnośnik hydrauliczny C-850



Podnośnik hydrauliczny C-330



Pompa hydrauliczna



Podnośnik hydrauliczny C-335



Rozdzielacz



Zawór dławiący



Szybkozłącze gniazdo



Zawór bezpieczeństwa



Zawór bezpieczeństwa



Zamek hydrauliczny



Zawór sterujący



Rozdzielacz suwakowy



Regulator przepływu



Zawór dławiący-zwrotny

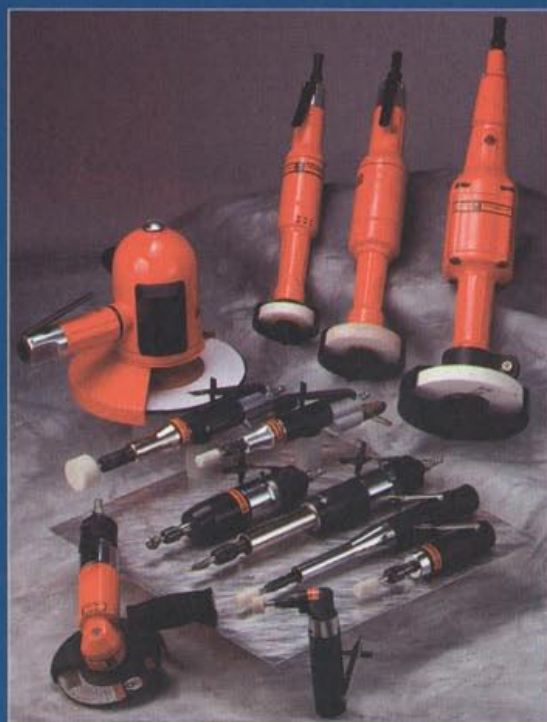
**ARCHIMEDES SA** prowadzi produkcję i sprzedaż podnośników hydraulicznych, rozdzielaczy, zaworów do ciągników URSUS C-385, C-360, C-335, zespołów i elementów hydrauliki siłowej do maszyn rolniczych i innych zastosowań typu: rozdzielacze, zawory dławiące jednostronnego działania, zawory dławiący-zwrotne, zawory sterujące, zawory bezpieczeństwa, szybkozłącza, zamki hydrauliczne jednostronne, regulatory przepływu oraz regenerację i naprawy podnośników i rozdzielaczy do ciągników C-330, C-335, C-360 i C-385 wszystkie typy



## NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE



Narzędzia montażowe



Szlifierki



Motoreduktory, silniki



Młoty, młotki

ARCHIMEDES SA jest producentem profesjonalnych narzędzi pneumatycznych oferując do sprzedaży: szlifierki, szlifierko-frezarki, wiertarki, wkrętaki, gwintownice, klucze udarowe, zszywacze, młoty, młotki, ubijaki, motoreduktory dla przemysłu: elektromaszynowego, stoczniowego, energetycznego, kuźni, hut, odlewki, przemysłu taboru szynowego, meblowego, budownictwie, remontu dróg i mostów.



# Kompletny program od jednego dostawcy



**Seria HD**  
osuszacze żiębiczne dla przepływów 22-2600 m<sup>3</sup>/h



**Wysokowydajne filtry**  
do filtracji pyłów, kropli i aerozoli oleju, dla uzyskania technicznie bezolejowego powietrza



**Osuszacze żiębiczne serii H**  
dla przemysłu ciężkiego do przepływów 2600-35000 m<sup>3</sup>/h



**Osuszacze adsorpcyjne**  
dla punktów rosy do -70°C



**Osuszacze membranowe serii PERMA-DRI®**  
idealne komponenty do obróbki sprężonego powietrza dla małych wydajności (stomatologia, medycyna laboratoryjna itp.)

**HANKISON INTERNATIONAL**  
HANKISON GmbH  
Gutenbergstrasse 40  
D-47443 Moers  
tel. 0 28 41/8 19-0  
fax 0 28 41/4 77 12  
telex 8121157 hank d

Przedstawiciel w Polsce: Biuro Handlowe RUDA 40-582 Katowice, ul. Modrzewskiej 4b, tel./fax 032-51 25 53, 032-157 44 65, 032-157 26 03

## NOWOŚCI TECHNIKI UZDATNIANIA

chłodniczy, a punkt rosy wynosi teraz około +3°C. Absolutna temperatura i punkt rosy pokrywają się. Medium jest nasycone wilgocią, tzn. wilgotność względna powietrza wynosi 100%. Tym samym osiągnięto stan idealny.

Następnie powietrze z prawie stałą temperaturą przechodzi przez filtr wstępny i wchodzi do osuszacza adsorpcyjnego. Tutaj następuje osuszenie przez adsorpcję aż do wybranego punktu rosy -25, -40 lub -70°C. Z kolei powietrze jest doprowadzane do wbudowanego w osuszacz chłodniczy wymiennika ciepła powietrze/powietrze, który opuszcza mając odpowiednią do pracy temperaturę, np. +30°C i ciśnieniowy punkt rosy ok. -40°C.

Układ obejścia (bypass) w tym kombinowanym układzie pozwala, w zależności od potrzeby, ominąć osuszacz adsorpcyjny w lecie, a w miesiącach zimowych włączyć go do ruchu. Jak już wspomniano, nieznacznie wyższe koszty inwestycyjne podłączonego z przodu osuszacza chłodniczego są uzasadnione zdecydowanie korzystniejszymi kosztami eksploatacyjnymi (tabela 1 i tabela 2).

Istotne dla generalnej opłacalności tej kombinacji są następujące charakterystyczne cechy jej budowy:

– Niskie temperatury wchodzącego do adsorpcyjnego osuszacza sprężonego powietrza wywołują najwyższą możliwą dynamiczną skuteczność środka suszącego.

– Wysoka wilgotność względna na wejściu w warstwę środka suszącego umożliwia optymalne wykorzystanie jego zdolności suszenia.

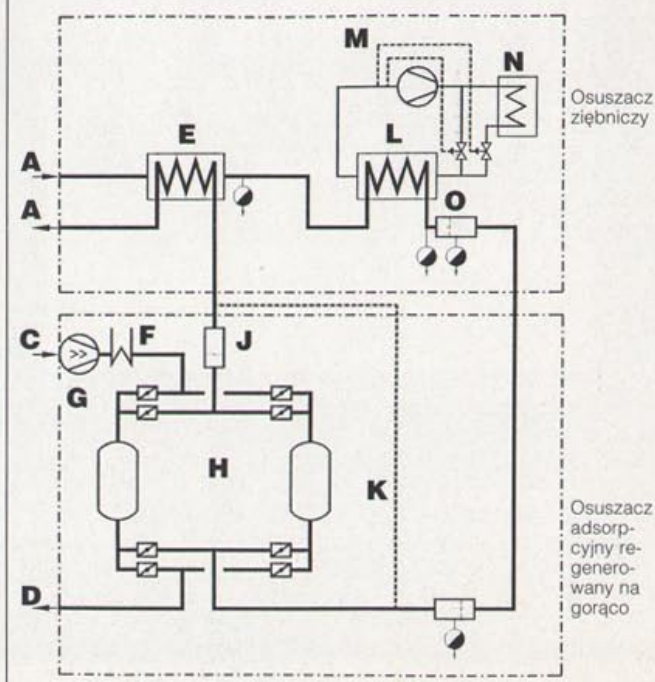
– Niska temperatura środka suszącego przy danym wyjściowym punkcie rosy umożliwia pozostawienie nieco większej ilości resztkowej wody podczas regeneracji. Większa ilość resztkowej wody umożliwia stosowanie niższych temperatur regeneracji niż w powszechnie stosowanych

**Tab. 2 Oszczędność kosztów energii w ciągu 5 lat eksploatacji (w DM)**

Oszczędność kosztów energii kombinacji H/DW	praca w zimie i w lecie
po 1 roku eksploatacji	43.488,-
po 2 latach eksploatacji	86.976,-
po 3 latach eksploatacji	130.464,-
po 4 latach eksploatacji	173.952,-
po 5 latach eksploatacji	217.440,-

**Rys. 5 Schemat osuszacza kombinowanego typu H/DW**

- A** Wlot sprężonego powietrza
- B** Wylot sprężonego powietrza
- C** Wlot powietrza regeneracyjnego (z atmosfery)
- D** Wylot powietrza regeneracyjnego
- E** Wymiennik ciepła powietrze/powietrze
- F** Ogrzewanie
- G** Dmuchawa powietrza regeneracyjnego
- H** Zbiorniki z adsorbentem
- J** Filtr zgrubny ACCUWAX
- K** Instalacja by-pass
- L** Wymiennik ciepła chłodziwo-powietrze
- M** Sprężarka chłodnicza
- N** Kondensator
- O** Separator centriflex





osuszaczach adsorpcyjnych regenerowanych na gorąco.

– Dzięki ekstremalnie długim cyklom osuszacza adsorpcyjnego (16 godzin) zredukowane są do minimum straty ciepła na grzanie warstwy środka suszącego, jak również straty ciepła w ściankach zbiornika i rurociągach. Ten punkt można jeszcze wzmocnić skuteczną izolacją wszystkich ciepłych części urządzenia.

– Dzięki znacznie mniejszej, w porównaniu z powszechnie stosowanymi urządzeniami, ilości wody, jaką należy związać w osuszacz adsorpcyjnym, mniej silne jest podgrzewanie sprężonego powietrza ciepłem adsorpcyjnym podczas procesu suszenia. Trzeba więc znów zapewnić skuteczność wymiennika ciepła powietrze/powietrze znajdującego się w części urządzenia zawierającej osuszacz chłodniczy.

**Godne uwagi**

Środek suszący starzeje się z biegiem czasu i zmniejsza przy tym swoje zdolności adsorpcyjne. Starzenie następuje z jednej strony pod wpływem czynników mechanicznych, np. uderów ciśnienia lub przez zanieczyszczenie, np. olejem, który zmniejsza czynną powierzchnię adsorpcji. Odpowiednia koncepcja budowy urządzenia może jednak zredukować te wpływy do minimum.

Zależne od procesu technologicznego starzenia się środka suszającego, zmiana struktury środka suszającego, powodowana jest głównie przez traktowanie granulatu ciepłem podczas regeneracji. W normalnym przypadku przyjmuje się redukcję zdolności suszenia ok. 30% w okresie 2 do 4 lat pracy. Przy doborze i wymiarowaniu złoża środka suszającego opisanego tutaj kombinacji odpowiednio uwzględniono ten proces. Dzięki temu, nawet przy wydłużaniu się czasu pracy, unika się występujących zazwyczaj zmian punktu rosy. Dzięki długim cyklom zmniejsza się ilość przeprowadzonych regeneracji na jednostkę czasu, a więc i przebieg starzenia się środka suszającego jest wolniejszy w porównaniu z powszechnie stosowanymi urządzeniami.

Przy doborze opłacalnego i wydajnego osuszacza adsorpcyjnego ważne są podstawowe parametry jak wydajność, temperatura wejściowa i nadciśnienie oraz wymagany ciśnieniowy

punkt rosy. Za decydujące dla dobrej adsorpcji uważa się, by temperatura wejściowa odpowiadała temperaturze punktu rosy. Oznacza to, że wchodzące powietrze winno być w 100% nasycone wilgocią. Im wyższa jest procentowa koncentracja na wejściu, tym lepsza jest zdolność adsorpcji środka suszającego. Kto wybierze kombinację osuszacz chłodniczy i regenerowany na gorąco osuszacz adsorpcyjny, powinien otrzymać frapujący wynik ekonomiczny.

**Przegląd wydajności**

Kombinacje osuszaczy sprężonego powietrza buduje i oferuje się obecnie przede wszystkim w klasach wydajności 3.000 do 30.000 m<sup>3</sup>/h. Dobór i odbiór zbiorników - według przepisów AD i TÜV. Stopień izolacji szafka rozdzielczej IP 54, konstrukcja

i wykonanie wg VDE 0100 i VDE 0113 oraz CE od 1/95.

Istotnymi elementami osuszacza chłodniczego są: wspólna rama podstawy, wymiennik ciepła powietrze/powietrze z rurkami miedzianymi. Filtr (100% skuteczności przy cząsteczkach o wielkości do 1 mikrometra. Automatyczne odprowadzenie kondensatu. Sprężarka środka chłodzącego. Układ regulacji wydajności. Chłodzony powietrzem lub alternatywnie wodą kondensator środka chłodzącego. Urządzenia kontrolne i zabezpieczające środka chłodzącego. Manometry ciśnienia sprężonego powietrza na wejściu i wyjściu, ciśnienia odparowania środka chłodzącego i ciśnienia jego kondensacji, ciśnienia oleju.

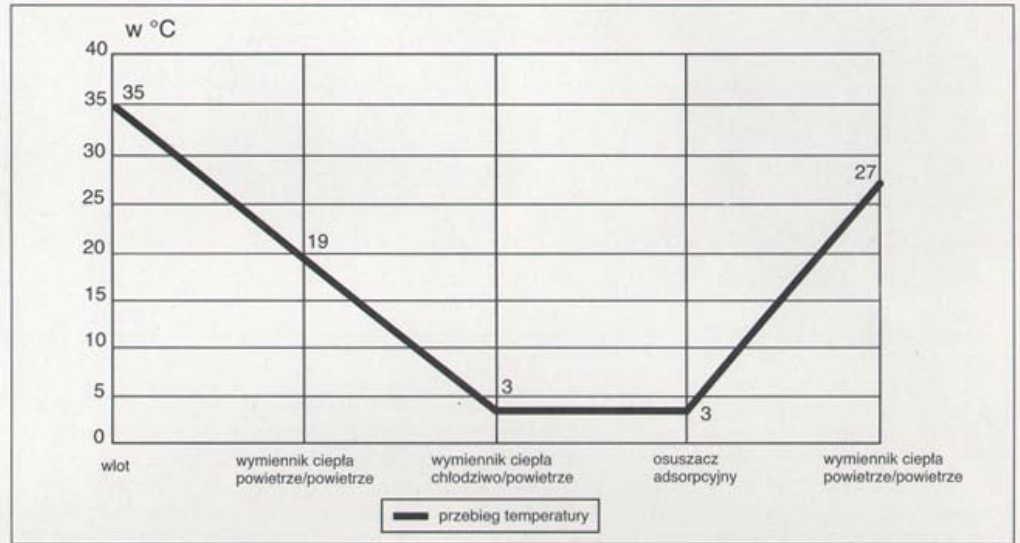
Najważniejsze elementy osuszacza adsorpcyjnego stanowią: dwa zbiorniki środka suszającego ze wskaźnikami temperatury,

rozdzielacze przepływu jak również króćce do napełniania i opróżniania środka suszającego. Zawory sterownicze uruchamiane pneumatycznie zasuw powietrza wejściowego i regenerującego. Odciążający zawór magnetyczny z tłumikiem szumów. Sterowany filtr powietrzny, filtr wstępny (pozostałość oleju 0,01 ppm), filtr pyłów (1 mikrometr bezwzględnie). Odprowadzenie kondensatu, manometr różnicowy, elektryczny grzejnik powietrza regenerującego, kabel i połączenia.

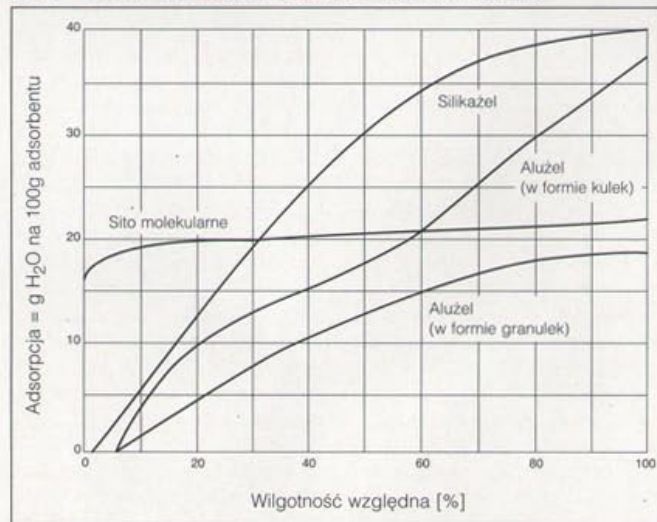
Wspólna szafka rozdzielcza jest wyposażona w SPS oraz wszystkie elementy potrzebne do automatycznego sterowania. Seryjnie w lampki sygnalizacyjne zakłóceń pracy silnika i innych zakłóceń, stanu środka suszającego, stanu urządzenia, obciążenia ciśnieniem.

Jako opcje można otrzymać: dodatkowe wstępne filtrowanie,

**Rys. 6 Przebieg temperatury**



**Rys. 7 Skuteczność adsorpcji w funkcji wilgotności względnej**



układ dozoru, kontroli i obsługi z wyświetlaniem tekstu na tablicy świetlnej. Sygnały z czujników układu konserwacji i stanu maszyny podawane otwartym tekstem. Meldunki stanu całej instalacji na tablicy świetlnej. Regulacja temperatury podgrzewania powietrza regenerującego oparta na SPS. Sterowanie APS. Elementy oszczędzania energii. Czujnik temperatury zewnętrznej i jej sterowania. Regulacja bypassu. Wyjścia analogowe 4 do 20 mA. (Temp./ciśn./punkt rosy), podłączenie bus (np.S5 L1) i szereg innych.

*Ingo K. Rädtsch  
Hankinson GmbH*



# Jaką sprężarkę wybrać?

Przełóżając katalogi firm produkujących różne typy sprężarek, dowiadujemy się, że właśnie te są najlepsze, najsprawniejsze, o największej niezawodności. W zasadzie są to wiadomości prawdziwe, o ile poparte są wysoką wiarygodnością poważnego producenta. Prawdą jest bowiem, że sprężarki osiągnęły bardzo wysoki stopień doskonałości technicznej. Sprężarka idealna pod każdym względem nie istnieje. Każdy zakup drogiego z zasady urządzenia jest kompromisem pomiędzy możliwościami finansowymi firmy, jakością i niezawodnością maszyny, jej żywotnością oraz kosztami eksploatacji. Na rynku konkuruje ze sobą dużo firm oferujących różnorodne sprężarki po bardzo zróżnicowanych cenach. Jaką wybrać?

przestrzeni między dwoma specjalnie wyprofilowanymi wirnikami śrubowymi. Transportują je do strony tłocznej i sprężają dzięki efektowi zmniejszania się do zera objętości ograniczonej wirującymi elementami. Sprężarki śrubowe osiągają już stan maksimum technicznych możliwości i by dorównać nowszym metodom sprężania zaopatruje się je w falowniki, specjalne zawory proporcjonalnego dawkowania powietrza na ssaniu itp. Są to na pewno rozwiązania skuteczne i potrzebne, jednak komplikują i tak już nie prostą konstrukcję oraz zwiększają koszty zakupu. Sprężarki te mają zastosowanie przy wydajnościach 0,4 do 100 m<sup>3</sup>/min. i więcej (rys. 4).

Maszyny łopatkowe w wykonaniu firmy Hydrovane oparte są na zasadzie sprężania powietrza w przestrzeniach o zmieniającej się objętości, które powstają między łopatkami, obracają-



Rys. 1  
Przekrój sprężarki tłokowej



Rys. 2  
Przekrój sprężarki z wirującą spiralą



Rys. 3  
Przekrój sprężarki z wirującym zębem



Rys. 4  
Sprężarka śrubowa

Profesjonalne sprężarki przemysłowe dzielą się na maszyny wyporowe, wykorzystujące zmniejszanie się objętości przestrzeni sprężającej, oraz maszyny przepływowe, które wykorzystują wzrost energii powietrza przepływającego przez wirujący z dużą prędkością specjalnie ukształtowany wirnik. Do sprężarek wyporowych zaliczamy maszyny tłokowe, śrubowe, z wirującą spiralą, z wirującym „zębem” oraz agregaty łopatkowe. Wśród maszyn przepływowych szersze zastosowanie znalazły kilkustopniowe sprężarki odśrodkowe.

Innym kryterium podziału może być stosowanie w procesie sprężania oleju wewnątrz urządzenia, bądź nie. Temat ten jest dość szeroko omawiany na łamach tego pisma, zainteresowanych odsyłamy zatem do artykułów tematycznych.

W zasadzie każdy rodzaj sprę-

żarek oferowany jest przez wielu producentów. Aby można było dokonać prawidłowego porównania, każdy przedstawiony system musi być poparty danymi technicznymi znanego, wiarygodnego i najlepszego producenta. Uzyskamy wtedy prawdziwy obraz, wolny od chwytów reklamowych i celowych zafałszowań. Przedstawione grupy rozwiązań technicznych sprężarek oparte są na danych tak renomowanych producentów jak: Atlas Copco, Hydrovane Compressor Company, Ingersoll Rand, Kaeser Kompressoren oraz Mahle Druckluft.

Sprężarki tłokowe znajdują jeszcze zastosowanie tam, gdzie decydującym czynnikiem jest niska cena zakupu oraz brak większych wymagań co do jakości powietrza. Także trwałość tych urządzeń jest stosunkowo niewielka. W zasadzie nie stosuje się ich powyżej wydatku

5m<sup>3</sup>/min. Rozwiązanie to należy uznać jako przestarzałe (rys. 1).

Sprężarki z wirującą spiralą wprowadziła firma Atlas Copco. Powietrze zamykane między wykonującą obrotowy ruch mimośrodowy spiralą, a spiralą nieruchomą jest tłoczne do kanału wylotowego. Zakres wydatków tych urządzeń zawiera się od 0,16 do 0,8 m<sup>3</sup>/min. (rys. 2).

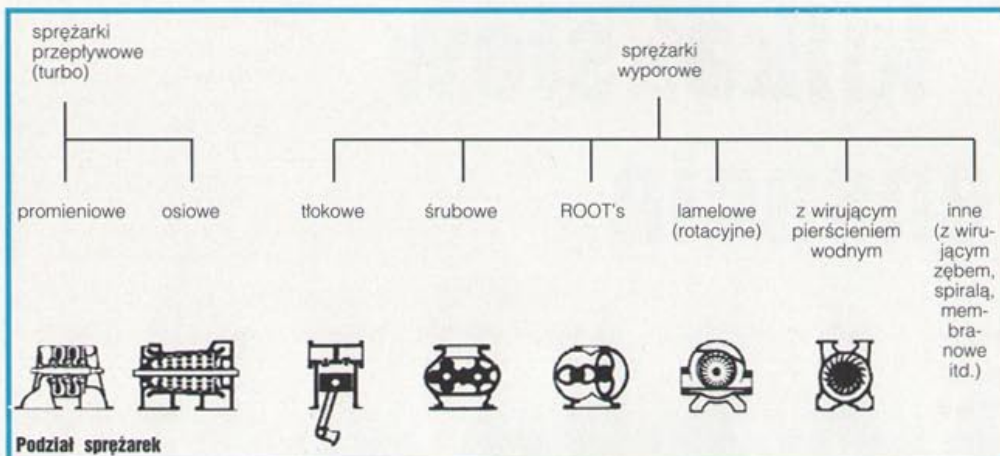
Także Atlas Copco jest producentem sprężarek z wirującym „zębem”. W tym rozwiązaniu powietrze zasysane jest do powiększającej się przestrzeni pomiędzy dwoma odpowiednio wyprofilowanymi wirnikami. Jest przetłaczane na stronę odbioru i sprężane w malejącej objętości obracających się wirników. Sprężarki te budowane są dla wydatków 2,2 do 8,5 m<sup>3</sup>/min. (rys. 3).

Sprężarki śrubowe (na przykładzie rozwiązań firmy Mahle i Kaeser) zasysają powietrze do

cym się wirnikiem a mimośrodowo umieszczonym cylindrem. Jest to stosunkowo nowa metoda sprężania powietrza, której popularność gwałtownie rośnie. Spowodowała to niespotykana w innych systemach niezawodność, prostota oraz bardzo niskie koszty eksploatacji. Nadaje się ona do stosowania w zakresie wydajności 0,1 do 50 m<sup>3</sup>/min. (rys. 5).

Reprezentantem maszyn przepływowych jest rodzina sprężarek Centac produkowanych przez firmę Ingersoll Rand. Wirujące z bardzo dużą prędkością specjalnie wyprofilowane wirniki nadają przepływającemu powietrzu dużą energię, która w kolejnych stopniach zamienia się na podniesienie ciśnienia (oraz oczywiście ciepło) strumienia medium. Jest to także jedna z nowszych, prostszych i ekonomiczniejszych metod sprężania. Może być stosowana





w zakresie wydajności od 10 do 1450 m<sup>3</sup>/min. (rys. 6).

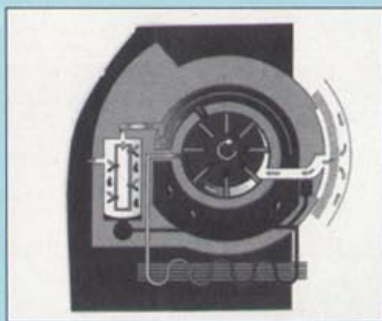
Tak pokrótce przedstawiają się rozwiązania konstrukcyjne sprężarek obecnych na naszym rynku. Wybrane dane technicz-

no-eksploatacyjne przedstawia poniższa tabela.

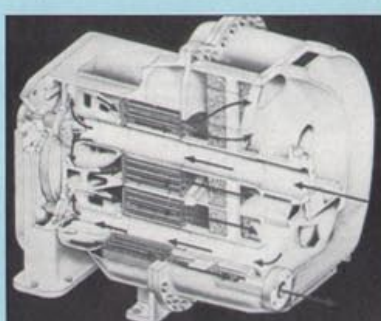
*Andrzej Araszkiewicz*

Autor w tym miejscu pragnie wyrazić podziękowanie za pomoc w skomple-

towaniu danych przedstawicielom firm Hydrovane, Ingersoll Rand, Kaeser oraz Mahle. Pragnie także wyrazić wdzięczność panu inż. Janowi Gawędzie za zainteresowanie go różnymi metodami sprężania powietrza.



Rys. 5  
Sprężarka tłokowa



Rys. 6  
Sprężarka przepływowa

Sprężarka	Moc (kw)	Wydatek (m <sup>3</sup> /min.)	Ciśnienie (bar)	Jakość powietrza	Głośność (dB(A))	Masa (kg)	Chłodzenie	Żywotność stopnia sprężającego
tłokowa bezolej. Mahle MGK-0-421	2,2	0,2	10	**	*	63	powietrze	ponad 10 tys. godz. pracy
wirująca spirala Atlas Copco SF 2 FF bezolej.	2,2	0,16	9,7	**	52	176	powietrze	***
łopatkowa Hydrovane 502 PUAS	2,2	0,3	10	3 ppm max	67	39	powietrze	ponad 100 tys. godz. pracy
wirujący ząb Atlas Copco ZT 45 bezolej.	45	5,8	8	**	75	1590	powietrze	***
śrubowa Mahle MSK - D - 45	45	6,8	10	3-5 ppm mniej niż	74	1020	powietrze	ponad 30 tys. godz. pracy
łopatkowa Hydrovane 845AIRLOGIC	45	6,8	8	1 ppm	73	914	powietrze	ponad 100 tys. godz. pracy
przepływowa Ingersoll Rand Centac C 80 MX3	406	60	8	**	77	8000	woda	ponad 100 tys. godz. pracy
śrubowa Kaeser HS-690	400	66	8	3-5 ppm	69	9500	woda	ponad 40 tys. godz. pracy

\* - nie mierzona

\*\* - sprężarki pracujące w systemie bezolejowym

\*\*\* - brak danych producenta

COMPRESSOR

TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

COMPRESSOR

- sprężarki śrubowe i tłokowe
- filtry, osuszacze, separatory
- narzędzia pneumatyczne

- instalacje sprężonego powietrza
- doradztwo, projekty
- serwis

COMPRESSOR

ul. Mieszka I 62  
66-400 Gorzów Wlkp.  
tel. (095) 263 10,  
223 688,  
tel./fax (095) 202 666

COMPRESSOR

PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁOWE SPÓŁKA z o.o. W KALISZU



62-800 KALISZ  
Al. Wojska Polskiego 2  
tel./fax (062) 649-931  
tel. (062) 648-726

ZBIORNIKI WYRÓWNAWCZE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

- nowoczesna konstrukcja
- pojemność od 0,2 ÷ 4,0 m<sup>3</sup>
- ciśnienie od 1,0 ÷ 4,0 MPa
- pełen osprzęt z zaworami bezpieczeństwa
- odbiór przez Urząd Dozoru Technicznego



# BEKO - kilka słów o kondensacie

**Zjawisko występowania kondensatu podczas procesu sprężania powietrza jest tematem ciągle u nas mało znanym. Ogólnie wiadomo że kondensat jest zjawiskiem niepożądanym, ponieważ zawiera zanieczyszczenia zassane z atmosfery.**

**W**iększość użytkowników sieci sprężonego powietrza tyle tylko potrafi powiedzieć o kondensacie. Można ich podzielić na dwie grupy:

– użytkownik starych instalacji, gdzie kondensat pojawia się prawie wszędzie, w różnych ilościach zależnie od pory roku (zasilanych głównie starego typu sprężarkami, bez sprawnych chłodziń końcowych - przyp. red.). W takich przypadkach można przeważnie usłyszeć, że założenie „bardzo drobnego filtra” rozwiązuje cały problem (co nie jest twierdzeniem prawdziwym);

– użytkownik instalacji nowej (lub nowej sprężarki w starej instalacji), który stwierdza, że „nie ma problemu kondensatu, bo jest zainstalowana sprężarka śrubowa”.

Tu trzeba zauważyć, że ostra konkurencja cenowa wśród firm sprzedających sprężarki, nie zawsze sprzyja pełnej informacji o skali problemu kondensatu, a co za tym idzie, oferowaniu niezawodnych lub pełnych systemów obróbki powietrza.

Na podstawie doświadczeń Firmy BEKO KONDENSATTECHNIK GMBH, która od ponad dziesięciu lat zajmuje się tylko zjawiskiem kondensatu, postaramy się przybliżyć Państwu omawiany problem.

## Informacje podstawowe

Sprężone powietrze uzyskuje się poprzez kompresję powietrza zassanego z atmosfery. Proces sprężania powietrza związany jest z wytwarzaniem się ciepła oraz dużych ilości kondensatu.

Para wodna zawarta w powietrzu atmosferycznym wytrąca się w postaci kondensatu wtedy, kiedy na skutek ochłodzenia, temperatura sprężonego powietrza zostaje obniżona poniżej temperatury rosy pod ciśnieniem. Kondensat wytrąca się w chłodnicy kompresora, przewodach sprężonego powietrza, zbiorniku ciśnieniowym i osuszaczu powietrza. Ilość kondensatu zależna jest od wilgotności i temperatury powietrza.

Kondensat występujący w urządzeniach ciśnieniowych jest mocno zabrudzoną wodą,

w której występują zanieczyszczenia zassane z atmosfery. Często jest on również zanieczyszczony cząsteczkami ze skorodowanych przewodów ciśnieniowych, chłodnicy i separatorów. Przy sprężarkach olejowych dochodzi zanieczyszczenie olejem, którego ilość często przekracza 10.000 mg/dcm<sup>3</sup>.

## Ilość kondensatu - informacje ogólne

Podstawowym pytaniem jakie należy postawić jest sprawa ilości kondensatu wydzielającego się przy sprężaniu powietrza. Powietrze atmosferyczne zawiera wodę w postaci pary wodnej. Wraz ze wzrostem temperatury, wzrasta progresywnie zawartość wody w powietrzu. Maksymalna zawartość wody w 100%-owo

nasyconym powietrzu - w zależności od temperatury - podana jest w tabeli (tab. 1). Temperatura, w której powietrze nasycone jest wodą w 100%, nazywa się „punktem rosy”. Jeżeli przez ochładzanie obniżymy tę temperaturę, kondensuje się nadwyżka pary wodnej. W sytuacji, kiedy powietrze nasycone jest wodą tylko częściowo, mówimy o wilgotności względnej powietrza mniejszej niż 100%.

Temperatura, w której sprężone powietrze nasycone jest wodą w 100%, nazywa się „ciśnieniowym punktem rosy”. Ponieważ możliwości „wchłonięcia” wody przez powietrze atmosferyczne są prawie identyczne jak możliwości powietrza sprężonego, to punkt rosy odpowiada praktycznie ciśnieniowemu punktowi rosy.

punkt rosy	g/m <sup>3</sup>	punkt rosy	g/m <sup>3</sup>	punkt rosy	g/m <sup>3</sup>	punkt rosy	g/m <sup>3</sup>
100	588.208	58	118.199	16	13.531	25	0.550
99	569.071	57	113.130	15	12.739	26	0.510
98	550.375	56	108.200	14	11.987	27	0.460
97	532.125	55	103.453	13	11.276	28	0.410
96	514.401	54	98.883	12	10.600	29	0.370
95	497.209	53	94.483	11	9.961	30	0.330
94	480.394	52	90.247	10	9.356	31	0.301
93	464.119	51	86.173	9	8.784	32	0.271
92	448.308	50	82.257	8	8.243	33	0.244
91	432.885	49	78.491	7	7.732	34	0.220
90	417.935	48	74.871	6	7.246	35	0.198
89	403.380	47	71.395	5	6.790	36	0.178
88	389.225	46	68.056	4	6.359	37	0.160
87	375.471	45	64.848	3	5.953	38	0.144
86	362.124	44	61.772	2	5.570	39	0.130
85	340.186	43	58.820	1	5.209	40	0.117
84	336.660	42	55.989	0	4.868	41	0.104
83	324.469	41	53.274			42	0.093
82	311.616	40	50.672	1	4.487	43	0.083
81	301.186	39	48.181	2	4.135	44	0.075
80	290.017	38	45.593	3	3.889	45	0.067
79	279.278	37	43.508	4	3.513	46	0.060
78	268.806	36	41.322	5	3.238	47	0.054
77	258.827	35	39.286	6	2.984	48	0.048
76	248.840	34	37.229	7	2.751	49	0.043
75	239.351	33	35.317	8	2.537	50	0.038
74	230.142	32	33.490	9	2.339	51	0.034
73	221.212	31	31.744	10	2.156	52	0.030
72	212.648	30	30.078	11	1.960	53	0.027
71	204.286	29	28.488	12	1.800	54	0.024
70	196.213	28	26.970	13	1.650	55	0.021
69	188.429	27	25.524	14	0.510	56	0.019
68	180.855	26	24.143	15	1.380	57	0.017
67	173.575	25	22.830	16	0.270	58	0.015
66	166.507	24	21.578	17	1.150	59	0.013
65	159.654	23	20.386	18	1.050	60	0.011
64	153.103	22	19.252	19	0.960	65	0.0064
63	146.771	21	18.191	20	0.880	70	0.0033
62	140.659	20	17.148	21	0.800	75	0.0013
61	134.684	19	16.172	22	0.730	80	0.0006
60	129.020	18	15.246	23	0.660	85	0.0003
59	123.495	17	14.367	24	0.600	90	0.0001

Tab. 1 Zawartość wody w powietrzu przy wilgotności względnej 100%



Dzięki sprężeniu (które jest zmniejszaniem objętości), a następnie ochłodzeniu sprężonego powietrza (obniżeniu punktu rosy), nadwyżka pary wodnej wydzieli się w postaci kondensatu.

Prześledźmy na konkretnym przykładzie ilość kondensatu, jaka wydzieli się z określonej ilości powietrza.

**Założenia:**

- V = 10 m<sup>3</sup> powietrza
- Temp. otoczenia = 35°C
- Wilgotność względna = 80%
- Ilość wody dla punktu rosy 30°C = 39,286 g H<sub>2</sub>O / m<sup>3</sup> (patrz tabela)
- ciśnienie atmosferyczne = 0,1 MPa abs.

**Założona ilość powietrza zawiera:**

10 m<sup>3</sup> x 39,286 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> x 0,8 = 314,288 gramów H<sub>2</sub>O

Jeżeli dziesięciokrotnie sprężymy nasze 10 m<sup>3</sup> powietrza, to jego objętość wyniesie 1 m<sup>3</sup>.

Zakładając, że temperatura spręż. powietrza (po ochłodzeniu) = 35°C, a wilgotność względna = 100% to ilość wody zawarta w 1 m<sup>3</sup> sprężonego powietrza wyniesie:

1 m<sup>3</sup> x 39,286 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> x 1 = 39,286 gramów H<sub>2</sub>O

Ponieważ sprężone powietrze może zawierać tylko 39,286 g wody, oznacza to, że reszta tzn.:

314,288g - 39,286 g = 275,002 g H<sub>2</sub>O musi wykroplić się w postaci kondensatu

**Ilość kondensatu - sposób obliczania**

Na tych zasadach oparte jest poniższe równanie, pozwalające obliczyć ilość kondensatu dla konkretnej sprężarki:

$$m_k = V \times T_0 \left( \frac{X_{WE} \times RF}{TE} - \frac{X_{WDL} \times P_1}{P_2 \times T_{DL}} \right)$$

m<sub>k</sub> = ilość kondensatu

V = ilość powietrza zassanego w odniesieniu do 1 bar i 293 K (m<sup>3</sup>/godz.)

X<sub>WE</sub> = maksymalna zawartość wody dla powietrza zassanego odpowiadająca 100% (g / m<sup>3</sup>)

X<sub>WDL</sub> = maksymalna zawartość wody dla powietrza sprężonego odpowiadająca 100% (g / m<sup>3</sup>)

RF = wilgotność względna na wlocie

TE = temp. powietrza zassanego (K)

T<sub>DL</sub> = temp. powietrza zassanego (K)

P<sub>1</sub> = ciśnienie powietrza zassanego

P<sub>2</sub> = ciśnienie powietrza sprężonego

Obliczmy ilość kondensatu wytwarzanego w chłodnicy wodnej sprężarki w ciepłym, wilgotnym, letnim dniu:

wydajność sprężarki V = 900 m<sup>3</sup>/godz.  
temperatura otoczenia TE = 308 K (35°C)  
wilgotność względna powietrza RF = 85%  
temperatura spr. powietrza za chłodnicą T<sub>DL</sub> = 315 K (42°C)

końcowe ciśnienie sprężania P<sub>2</sub> = 11 bar

$$m_k = 900 \times 293 \left( \frac{39,286 \times 0,85}{308} - \frac{55,989 \times 1}{11 \times 315} \right)$$

m<sub>k</sub> = 24.329,15 g/godz. = 27,03 g/m<sup>3</sup> powietrza zassanego

Identyczna sprężarka w zimnym dniu produkuje:

T<sub>E</sub> = 274 K (1°C)

RF = 70%

T<sub>DL</sub> = 288 K (15°C)

m<sub>k</sub> = 2448,85 g/godz. = 2,72 g/m<sup>3</sup> powietrza zassanego

W dni zimowe ilość kondensatu wynosi:

T<sub>E</sub> = 258 K (-15°C)

RF = 50%

T<sub>DL</sub> = 288 K (15°C)

Ujemna wartość wyniku oznacza, że sprężone powietrze w chłodnicy sprężarki nie jest nasycone w 100%. Tzn. kondensat nie wydzieli się

Jeżeli jednak po chłodnicy sprężarki zastosujemy osuszacz powietrza (ziębniczy), który ma punkt rosy T<sub>DL</sub> = 275 K (2°C) otrzymamy:

m<sub>k</sub> = 194,14 g/godz.

Średnia ilość kondensatu w ciągu roku, dla warunków Europy Środkowej przy wartościach:

T<sub>E</sub> = 282 K (9°C)

RF = 70%

T<sub>DL</sub> = 2893 K (20°C)

- wynosi :

m<sub>k</sub> = 4346,76 g/godz. = 4,83 g/ m<sup>3</sup> powietrza zassanego

**Ilość kondensatu - obliczanie wielkości rocznej**

Wstawienie odpowiednich danych do podanego poniżej wzoru pozwala na zorientowanie się o rocznej ilości wytwarzanego kondensatu.

m<sub>k</sub> = 7,4 x 10<sup>6</sup> x V x t<sub>1</sub> x t<sub>2</sub> x n

m<sub>k</sub> = roczna ilość kondensatu (m<sup>3</sup>/rok)

V = wydajność sprężarki (m<sup>3</sup>/godz.)

t<sub>1</sub> = czas pracy sprężarki (godz./dzień)

t<sub>2</sub> = czas pracy sprężarki (dni/rok)

n = procentowa wartość obciążenia sprężarki

Wszystko to, co zostało powyżej przedstawione, ma na celu ułatwienie zrozumienia użytkownikowi sprężonego powietrza, z jakim problemem ma do czynienia.

Inne tematy związane z problemem kondensatu przedstawimy w następnych numerach kwartalnika „PNEUMATYKA”.

Wojciech Szczerbicki  
Beko Polska



**ELEKTRONICZNE  
ZAWORY  
ODWADNIAJĄCE**

**BEKOMAT®**



**INFORMACJA TECHNICZNA:**

BEKO POLSKA  
01-016 Warszawa  
Al. Solidarności 96/78  
tel./fax (0-22) 38 96 57  
tel. kom. 0-90 20 72 58  
Wojciech Szczerbicki

**SPRZEDAŻ:**

CompRot Sp. z o.o.  
ul. Okólna 2  
50-422 Wrocław  
tel./fax (071) 44 19 54  
tel./fax (071) 34 350 21 w. 282

Monkiewicz i S<sup>ka</sup>  
05-806 Komorów, Nowa Wieś  
ul. Kamelskiego 9  
tel./fax (0-2) 758 26 21  
(0-2) 758 26 22



# Koszty pod kontrolą

## - dzięki uzdatnianiu sprężonego powietrza!

Stale rosnąca ilość sprężarek powietrza dostarcza prawie we wszystkich fabrykach Europy energię, która wykorzystywana jest do najrozmaitszych celów. Wystarczy tylko wymienić takie przykłady zastosowania jak: sterowanie maszyn, transport pneumatyczny, powietrze do dmuchania (np. szkła), do oddychania lub sygnalizacji w technice pomiarowej i regulacyjnej.

Jeżeli wziąć jeszcze pod uwagę, że sprężone powietrze znajduje coraz szersze zastosowanie w technice laboratoryjnej, w medycynie, w produkcji środków żywności i w technologii procesów produkcyjnych, np. w produkcji ozonu lub azotu, to zrozumiałe staje się, że pojęcie jakości będzie odgrywać coraz ważniejszą rolę w procesie wytwarzania sprężonego powietrza.

Istnieje tylko niewiele dziedzin, w których podawane przez sprężarkę powietrze może być kierowane wprost do sieci sprężonego powietrza. Sposób ten prowadzi nieodwołalnie do dużego zabrudzenia sieci i podłączonych do niej odbiorników.

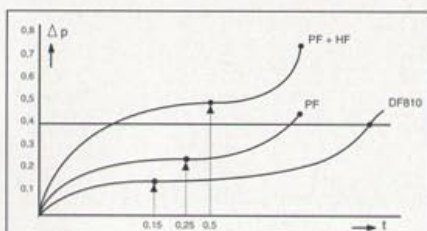
Nierzadko trzeba już po kilku latach odnawiać układy sprężonego powietrza, gdyż uległy one zatkananiu, przedziewaniu lub zmniejszyły swą przepustowość. Woda, zbierająca się w przewodach na skutek kondensacji, powoduje korozję prowadzącą w efekcie do dużych szkód.

Często woda, cząsteczki rdzy i krople oleju wpływają w tak dużym stopniu na proces produkcyjny, że rentowność i poziom jakości stają się już nie do przyjęcia.

### Jakie problemy?

Sprężone powietrze to po prostu zagęszczone otaczające nas powietrze. I tu już zaczyna się zagrożenie, bo nieszkodliwe substancje zawarte w powietrzu atmosferycznym w małym stężeniu po ich zagęszczeniu nagle mogą przestać być nieszkodliwe! Pomocnicza energia, bez której nie można już sobie wyobrazić żadnego procesu produkcyjnego, sprawia coraz więcej zmartwień:

- Pistolet do przedmuchiwania powinien do czysta przedmuchać obrabiany przedmiot. Zamiast tego wypływa kropelki oleju i wody.
- Cylinderki w układzie sterowania maszyny nie przesuwają się już płynnie, lecz skokami

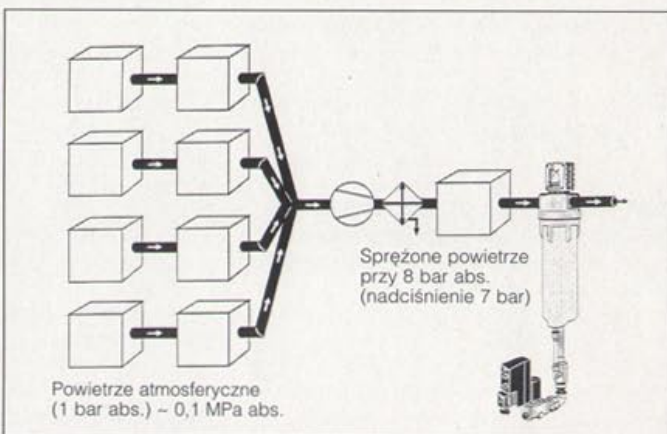


Koszty spadku ciśnienia:  
0,1 bar = 0,75% zapotrzebowania  
mocy sprężarki

Przykład:  
kompresor 600 m<sup>3</sup>/h = 72 kW (8000 h/rok)  
Koszt spadku ciśnienia o 0,5 bar  
5 × 0,75% × 72 kW × 8000 h = 21600 kWh

Rys. 1 Schemat spadku ciśnienia w filtrach w czasie eksploatacji

Rys. 2 Schemat sprężania powietrza



i z oporami, a narzędzia pneumatyczne tracą szybko ich początkowo wysoką wydajność.

- Koszty napraw i wymiany części są dużo wyższe niż planowano, mnożą się przestoje produkcyjne.
- Sprężarka nie jest już dłużej w stanie utrzymać wystarczającego ciśnienia w sieci, wchodzi na wysokie obroty, przegrzewa się i pochłania beczki oleju.

### Co robić?

Idealnym rozwiązaniem byłaby nowa sieć sprężonego powietrza z centralnym jego uzdatnianiem, czyli filtrowaniem i osuszaniem. Inwestycja taka nie zawsze jest jednak przewidziana w budżecie, a wtedy toczą się rozważania nad usunięciem najważniejszych problemów za pomocą rozwiązań tymczasowych.

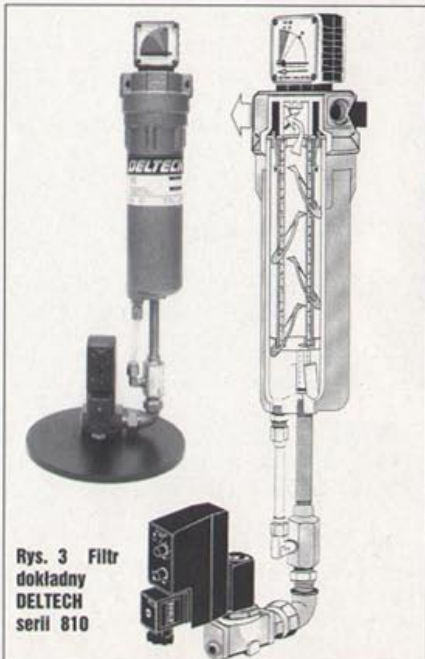
### Co powoduje powstanie tych problemów?

Sprężarka zasysa powietrze z otoczenia i spręża je ze współczynnikiem 8 do skutecz-

negu nadciśnienia 7 bar. Zawartość kurzu i pary wodnej wzrasta więc na każdy metr sześcienny sprężonego powietrza ze współczynnikiem 8 (rys. 2).

W większości przypadków rotory lub tłoki sprężarki są smarowane olejem i w zależności od stopnia obciążenia i wieku sprężarki część tego oleju pozostaje w sprężonym powietrzu.

Na wylocie sprężarki powietrze sprężone osiąga temperaturę ok. 100°C, przy czym woda i olej występują głównie w postaci pary. Stopniowo powietrze jest jednak schładzane, najpierw przez chłodnicę końcową chłodzoną powietrzem lub wodą (do ok. 35°C), następnie przez otaczające powietrze do ok. 20°C lub do temperatury zewnętrznej w przypadku sprężarek stojących na wolnym powietrzu.



Rys. 3 Filtr dokładny DELTECH serii 810

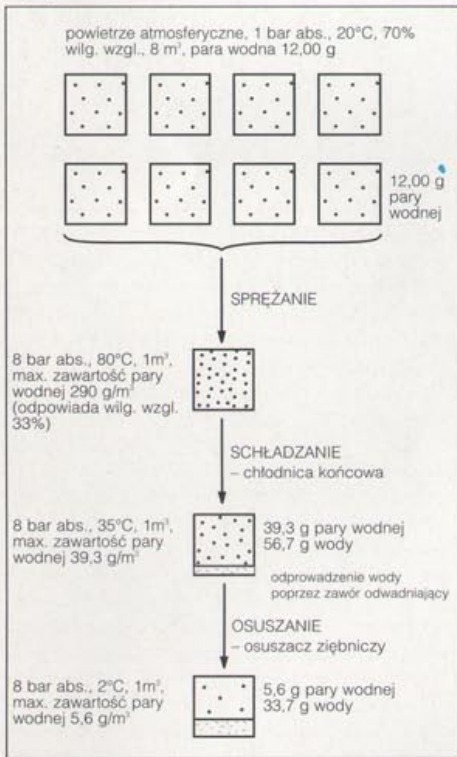


Zassane z otoczenia powietrze zawiera ok. 12 gramów pary wodnej w każdym metrze sześciennym. Metr sześcienny sprężonego powietrza zawiera więc  $8 \times 12 = 96$  gramów pary wodnej. Przy spadku temperatury para ta kondensuje do postaci ciekłej wody.

Spadek temperatury w chłodnicy końcowej powoduje kondensację ok. 57 gramów wody na każdy metr sześcienny sprężonego powietrza. Dalsze schłodzenie do temperatury otoczenia  $20^\circ\text{C}$  ogranicza wprowadzanie 22 gramów wody do sieci sprężonego powietrza (rys. 4).

W przypadku średniej wielkości instalacji o wydajności  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  oznacza to 33 litry wody w ciągu 24 godzin. W zależności od typu sprężarki i jej stanu dochodzi do tego jeszcze  $1/4$  l oleju i około 20 gramów kurzu z otoczenia.

Rys. 4 Równowaga termodynamiczna procesu sprężania



**Codziennie od nowa**

Nowe rozwiązania redukują koszty! Sprężone powietrze jest drogie!

Na sprężenie jednego metra sześciennego otaczającego powietrza do 7 barów nadciśnienia roboczego sprężarka zużywa ok. 0,12 kW energii elektrycznej. Sprężarkownia o wydajności  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  sprężonego powietrza zużywa w ciągu roku, przy 8000 godz. pracy, ok.  $500 \times 8000 \times 0,12 \text{ kW} = 480.000 \text{ kW}$ .

Przy cenie 1 kW wynoszącej 0,16 DM roczne koszty energii przekraczają 76.000,00 DM. Zły stan sieci sprężonego powietrza powoduje stratę większej części tej inwestycji.

Celowe zastosowanie postępowych technologii, które w tych nowoczesnych czasach są dostępne każdemu zakładowi, małemu czy dużemu, może znacznie obniżyć koszty – o więcej niż połowę koszty napraw i konserwacji narzędzi i maszyn – a jakość wyrobów podnieść do wymaganego standardu.

**Krok po kroku do perfekcji**

Nowoczesna ekonomiczna sprężarkownia składa się z następujących składników:

**Sprężarka.** Zależnie od potrzebnej wydajności, czasu trwania włączenia, częstości i zakresu ciśnień wybiera się sprężarkę tłokową lub śrubową. Dla zakresu wydajności od 30 do  $4000 \text{ m}^3/\text{h}$  oraz 7 barów ciśnienia roboczego wybiera się w większości przypadków popularną, smarowaną olejem sprężarkę śrubową. Ten nowoczesny sposób sprężania gwarantuje najwyższą możliwą ekonomiczność i pewność ruchową.

Wychodzące ze sprężarki powietrze ma temperaturę  $80 - 100^\circ\text{C}$ , dlatego jest schładzane w chłodzonej wodą lub powietrzem chłodnicy końcowej do temperatury  $35^\circ\text{C}$ . Podczas tego procesu schładzania kondensuje część par oleju i wody jako ciekły kondensat, który zbiera się w celu uzdatnienia lub odprowadzenia.

Dalsze składniki są ujęte pod pojęciem „uzdatnianie sprężonego powietrza” i są nieodłącznymi elementami ekonomicznych sprężarkowni.

**1. Filtr sprężonego powietrza (rys. 3)**

Głównym zadaniem filtra sprężonego powietrza jest usunięcie ze sprężonego powietrza pyłu zassanego przez sprężarkę wraz z powietrzem z otoczenia oraz oleju pozosta-

**FABRYKA MASZYN W STRYŻOWIE**



**Oferuje:**

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



Rys. 5 Schemat osuszacza chłodniczego

1. Wymiennik ciepła powietrze/powietrze
2. Wymiennik ciepła powietrze/czynnik chłodniczy
3. Separator wody
4. Automatyczny odwadniacz
5. Sprężarka chłodnicza
6. Kondensator
7. Termostatyczny zawór ekspansyjny
8. Zawór regulacyjny

**FABRYKA MASZYN W WSTRYŻOWIE**  
 38-100 STRYŻÓW  
 ul. 1 Maja  
 TEL.: (0-17) 62-25-20  
 FAX: (017) 364-12



tego w sprężonym powietrzu, zanim przejdzie ono do sieci.

Nowoczesne filtry sprężonego powietrza są budowane jako wielostopniowe, przy czym separator odśrodkowy usuwa duże cząsteczki i kropelki płynów, a wkłady ze specjalnych materiałów wychwytyją najdrobniejsze cząsteczki pyłów (rysunek 3).

Wkłady filtrów są tak skonstruowane, że wychwytyją najdrobniejsze cząsteczki olejów (tzw. aerozole) i skupiają je w duże krople oleju, które są zbierane i odprowadzane z obudowy filtra. Proces ten nazywa się koalescencją i redukuje zawartość oleju do 0,01 mg/m<sup>3</sup>.

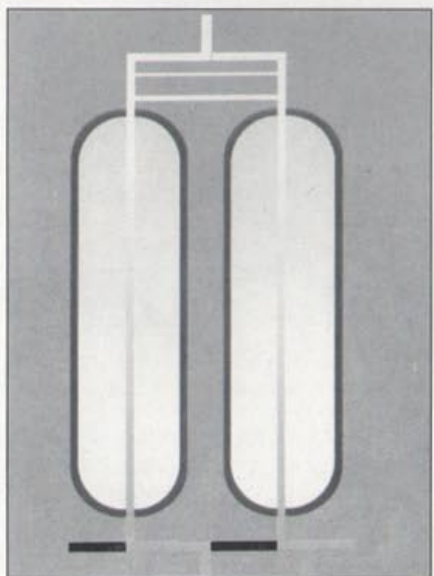
Wkłady filtrów zatykają się stopniowo podczas pracy stałymi cząsteczkami powodując wzrost oporów przepływu sprężonego powietrza, co z kolei pociąga za sobą stratę ciśnienia. Celem nadzorowania tego procesu nasycenia elementu filtrującego kontroluje się go pomiarem różnicy ciśnień. Dobrze dobrany filtr wykazuje po roku pracy spadek ciśnienia od 0,4 - 0,6 bar, po czym wkład filtrujący się wymienia.

**2. Osuszacz sprężonego powietrza**

Wychodzące z końcowej chłodnicy sprężone powietrze posiada wilgotność względną 100% przy 35°C, więc przy dalszym schładzaniu do temperatury otoczenia zawarta w nim para wodna kondensuje do postaci ciekłej wody. Wskutek tego na każdy 1 m<sup>3</sup> sprężonego powietrza powstaje ok. 22 gramy ciekłej wody (rysunek 4).

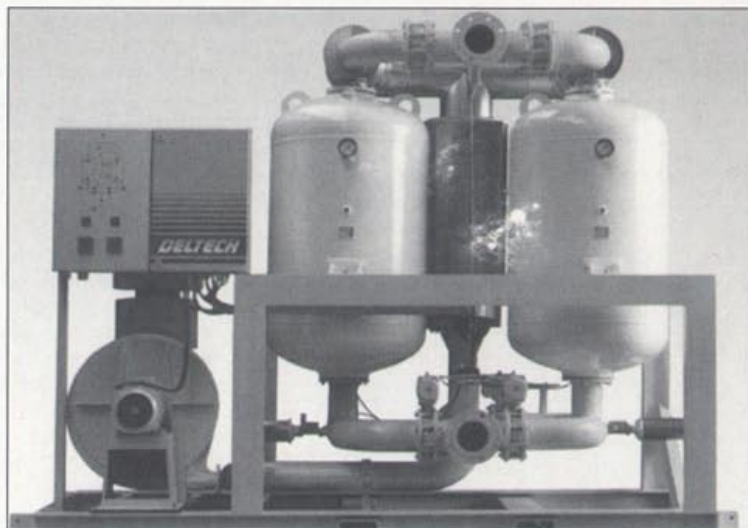
Woda miesza się z cząsteczkami rdzy i oleju i zbiera się w najniższych miejscach sieci. Prowadzi to do dalszej korozji, zatkań osadami, powstania nieuszczelnności, a w przypadku sieci na wolnym powietrzu, do groźnych w skutkach szkód powodowanych mrozem. Celem zapobieżenia tym problemom instaluje się osuszacze sprężonego powietrza.

Po oczyszczeniu sprężonego powietrza w filtrze jest ono osuszane w osuszaczu do takiego stopnia, by pozostała resztkowa wilgoć występowała za osuszaczem już tylko w postaci pary wodnej i tym samym nie mogła powodować szkód.



Rys. 6 Zasada działania osuszacza adsorpcyjnego

Rys. 7 Osuszacz adsorpcyjny FLAIR DELTECH, seria AP, z regeneracją powietrzem z dmuchawy



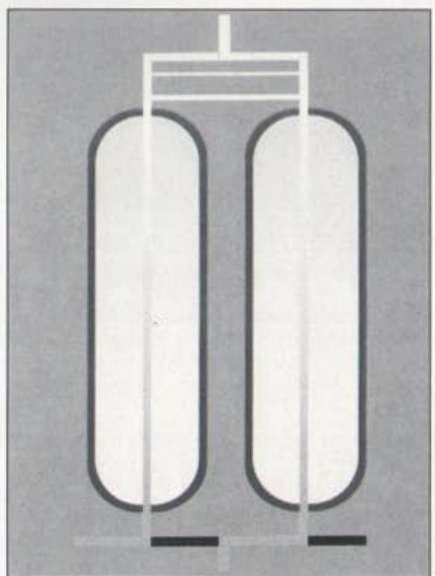
Do osuszania powietrza wybiera się jedną z dwóch metod: osuszanie chłodnicze (zbieżnicze) lub adsorpcyjne. Różnica pomiędzy tymi dwoma metodami polega na osiąganym pod ciśnieniem punkcie rosy. Punkt rosy jest tą temperaturą, w której pozostała w sprężonym powietrzu resztkowa wilgoć za osuszaczem nadal kondensuje. Im niższy jest osiągnany punkt rosy tym mniejsza jest resztkowa zawartość wilgoci.

**3. Osuszacz chłodniczy**

Osiągany w osuszaczu chłodniczym punkt rosy wynosi ok. +2°C. Oznacza to, że najniższa resztkowa wilgotność za osuszaczem wynosi ok. 5 gr/m<sup>3</sup> i występuje wyłącznie w postaci pary, a kondensuje dopiero po schłodzeniu poniżej 2°C.

Osuszacz chłodniczy wybiera się więc wtedy, gdy oczekiwana temperatura otoczenia nie będzie niższa niż 2°C, jak to w większości przypadków ma miejsce w zamkniętych pomieszczeniach.

Zasada działania osuszacza chłodniczego jest względnie prosta. Eksploatacja osuszacza nie wymaga żadnych specjalnych wiadomości. Konserwacja i ewentualne naprawy są dokonywane przez fachowca.



Na schemacie 5 pokazano budowę osuszacza, który składa się z następujących części:

1. Wymiennik ciepła <1>, w którym wchodzące sprężone powietrze jest wstępnie schładzane zimnym, wychodzącym powietrzem sprężonym, przy czym wychodzące powietrze ogrzewa się.

2. Następnym wymiennik ciepła <2>, w którym sprężone powietrze jest schładzane do żądanej temperatury 2°C przy pomocy obiegu chłodniczego. Na skutek tego schłodzenia większa część pary wodnej kondensuje jako ciecz i jest odprowadzana z układu za pomocą separatora wody <3>.

3. Po tym schłodzeniu powietrze jest ogrzewane ponownie w wejściowym wymienniku ciepła dzięki czemu wilgotność względna spada do ok. 30%.

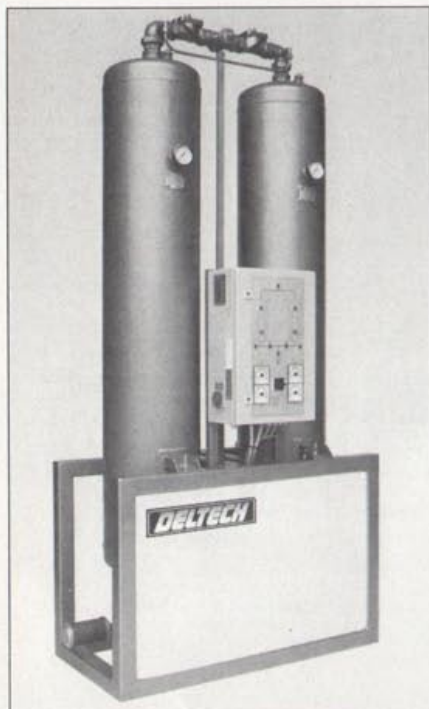
4. Obieg chłodniczy składa się z kombinacji sprężarki czynnika chłodzącego <5>, kondensatora chłodniczego <6> i parownika. Gazowy czynnik chłodniczy jest zasysany przez sprężarkę i sprężany. Sprężony gaz jest schładzany w kondensatorze chłodniczym za pomocą powietrza z otoczenia, dzięki czemu kondensuje jako ciekły czynnik chłodniczy. Ten ciekły czynnik chłodniczy jest poprzez regulowaną dyszę <7> wtryskiwany do wymiennika ciepła, gdzie na skutek niskiego ciśnienia (strona ssąca sprężarki!), spontanicznie odparowuje. Na skutek tego odparowania czynnik chłodzący odbiera ciepło z otoczenia, schładzając w ten sposób sprężone powietrze. Odparowany czynnik chłodzący jest ponownie zasysany przez sprężarkę, sprężany itd. Wbudowane elementy regulacyjne <7+8> utrzymują stałą temperaturę chłodzenia 2°C.

**4. Osuszacz adsorpcyjny**

W instalacjach sprężonego powietrza wystawionych na temperatury poniżej 2°C lub w procesach wymagających bardzo niskiego punktu rosy nie wystarczy zastosowanie osuszacza chłodniczego.

W takich przypadkach stosuje się osuszacze adsorpcyjne, przy pomocy których osiąga się punkt rosy -40°C a nawet -70°C. Resztkowa wilgoć za osuszaczem adsorpcyjnym wynosi ok. 0,1 gr/m<sup>3</sup> lub nawet mniej, co umożliwia zastosowanie sprężonego powietrza w ekstremalnie wymagających dziedzinach.





Rys. 7 Osuszacz adsorpcyjny FLAIR-DELTECH serii MWE, regenerowany na gorąco

### Proces osuszania

Osuszacze adsorpcyjne składają się z dwóch zbiorników ciśnieniowych wypełnionych środkiem osuszającym, pewnej ilości zaworów sterowniczych i układu sterowania cyklem (rysunek 6).

Gdy wilgotny strumień powietrza jest osuszany w jednym zbiorniku, to w drugim zbiorniku nasycony środek osuszający jest regenerowany. Po pewnym czasie strumień powietrza kierowany jest poprzez zbiornik ze zregenerowanym złożem, a nasycone wilgocią złożo sorpcyjne jest regenerowane.

Przebieg procesu - suszenie - rozprężanie - regenerowanie - sprężanie - suszenie jest sterowany układem ciągłego sterowania cyklem.

Ta sprawdzona wielokrotnie zasada osuszania realizowana jest w różnych urządzeniach i ich wariantach i można ją podzielić na następujące główne grupy:

- = osuszacze adsorpcyjne regenerowane na zimno;
- = osuszacze adsorpcyjne regenerowane na gorąco.

Osuszacze adsorpcyjne regenerowane na zimno używają do regenerowania nasyconego granulatu osuszającego część osuszonego, sprężonego powietrza wychodzącego z osuszacza. Ponieważ proces regeneracji przebiega w stanie rozprężonym, więc tylko nieznaczna część sprężonego powietrza jest rozprężana do ciśnienia atmosferycznego, by desorbować wilgoć z nasyconego granulatu. Osuszacze adsorpcyjne regenerowane na zimno używają przeciętnie 15% (przy ciśnieniu roboczym 7 bar nadciśn.) sprężonego powietrza do regeneracji.

Osuszacze adsorpcyjne regenerowane na gorąco działają wg tej samej zasady co osu-

szacze adsorpcyjne regenerowane na zimno, lecz zamiast rozprężonego suchego powietrza stosuje się ogrzewanie elektryczne. W tym procesie rozróżnia się dwie zasady, ogrzewania wewnętrznego i zewnętrznego (rysunek 6 i 7).

Układy z ogrzewaniem wewnętrznym zużywają niewiele energii i nadają się do wydajności powietrza do 4000 m<sup>3</sup>/h. Zainstalowane w zbiornikach grzałki podgrzewają materiał sorpcyjny do żądanej temperatury regeneracji wynoszącej ok. 160°C, w której proces desorpcji wilgoci zachodzi bardzo intensywnie. Nieznaczna ilość osuszonego sprężonego powietrza (2,2%) odprowadza się wilgotne, ciepłe powietrze.

Ponieważ energia elektryczna jest dużo tańsza od energii pneumatycznej, więc koszty energii osuszaczy adsorpcyjnych regenerowanych na gorąco wynoszą tylko ok. 1/3 w porównaniu z kosztem energii zużywanej przez osuszacze adsorpcyjne regenerowane na zimno.

W osuszaczach adsorpcyjnych z zewnętrznym ogrzewaniem (rysunek 6) regenerację przeprowadza się ogrzonym powietrzem zasytowanym z otoczenia przez wentylator i podgrzewanym elektrycznym grzejnikiem do temperatury 160°C. Tę zasadę stosuje się szczególnie przy wydajnościach powietrza od 1000 do 12 000 m<sup>3</sup>/h. Ponieważ sterowanie temperaturą znajduje się na zewnątrz osuszacza, więc możliwe jest wstępne podgrzanie zassanego z otoczenia powietrza ciepłem odlotowym sprężarki lub zastąpienie grzejnika elektrycznego stopniowym grzejnikiem parowym.

Rozstrzygnięcie, czy należy dobrać osuszacz adsorpcyjny regenerowany na zimno czy na gorąco jest proste.

Cykl pracy osuszaczy adsorpcyjnych regenerowanych na zimno jest krótki, wynoszący ok. 10 minut. Można je więc łatwo włączyć i wyłączyć.

Regeneracja osuszacza regenerowanego na gorąco trwa 4 godziny i w tym czasie osuszacz nie może być wyłączony.

W przypadku małych wydajności powietrza (np. do 1000 m<sup>3</sup>/h) i względnie krótkich czasów włączenia dobiera się na ogół osuszacz adsorpcyjny regenerowany na zimno. Większe wydajności powietrza i ruch ciągle wymagają jednak stosowania bardziej ekonomicznej regeneracji na gorąco.

W osuszaczach adsorpcyjnych stosuje się granulowany środek osuszający. Czas stosowania tego środka wynosi ok. 5 lat. W procesie adsorpcji i regeneracji powstaje nieznaczna ilość pyłu, co pociąga za sobą konieczność zainstalowania filtra pyłowego za osuszaczem.

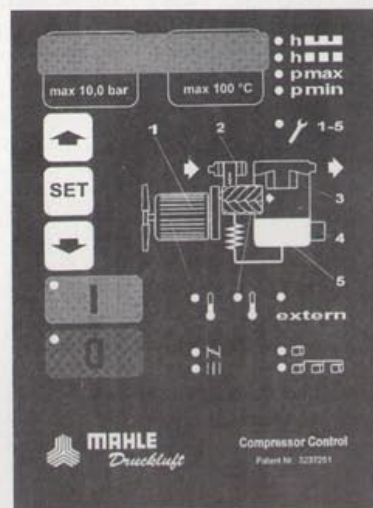
Układy sprężonego powietrza dobrane w podany powyżej sposób dają nie tylko najwyższą możliwą opłacalność, lecz redukują do minimum koszty zużycia, konserwacji, napraw i przerw produkcyjnych.

Uzdatnianie sprężonego powietrza nie jest też wtedy żadnym luksusem, lecz bezwzględnie koniecznym założeniem ekonomicznej i jakościowo wysokowartościowej produkcji.

Cees van der Molen  
Grupa FLAIR, HOLANDIA  
Tłumaczył mgr inż. Jacek Maciejowski

### Komputer sterujący dla małych sprężarek

Firma MAHLE wprowadza seryjnie do swych najmniejszych sprężarek serii MSK-I i MSK-G (moce od 4 do 22 kW) nowoczesny system sterowania mikroprocesorowego MCC-0, będący uproszczoną wersją stosowanego od lat w większych sprężarkach systemu MCC. Sterowanie nowych „maluchów” firmy MAHLE będzie przypominać komputery samochodowe, uproszczono znacznie między innymi nastawianie ciśnień roboczych (z klawiatury), analizę ciśnień i stanu elementów zużywających się i lokalizację awarii. Po raz pierwszy sprężarki te zostaną zaprezentowane na targach w Monachium we wrześniu.



### Domnick Hunter przygotowuje grunt...

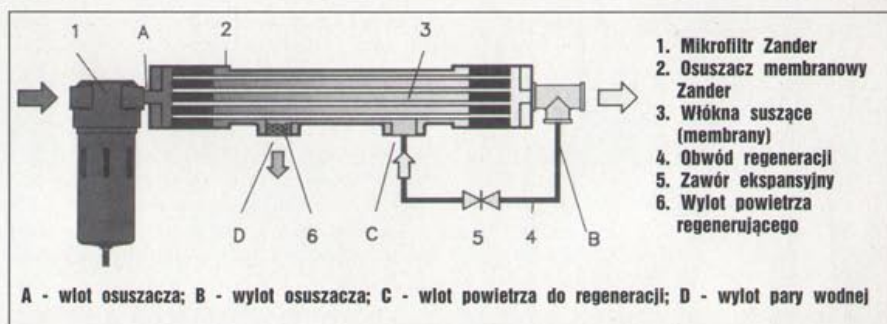
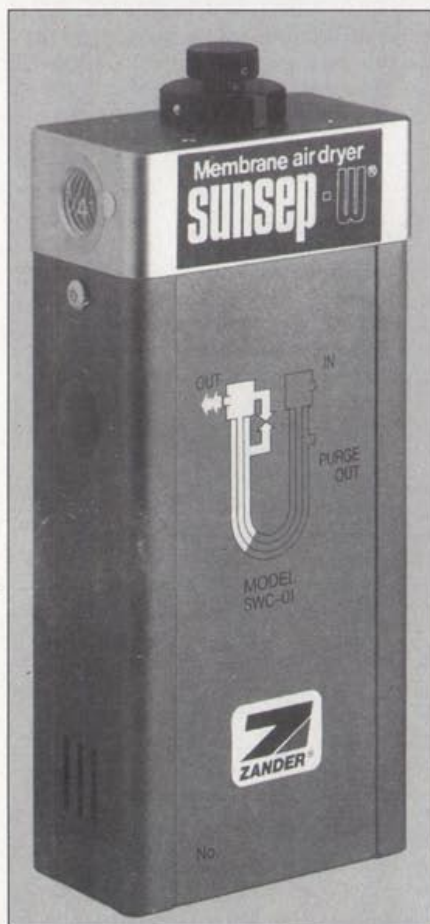
Znany i ceniony brytyjski producent elementów uzdatniania sprężonego powietrza, Domnick Hunter, opracował nowy typoszereg osuszaczy adsorpcyjnych. Produkty firmowane znakiem Domnick Hunter zyskały sobie opinię niezawodnych, a zwłaszcza osuszacze adsorpcyjne cieszą się znakomitą opinią zarówno eksploatających, jak i firm wyposażających. Nowością z Wysp są osuszacze adsorpcyjne o specjalnej konstrukcji, umożliwiającej w razie konieczności zwiększanie wydajności urządzenia poprzez dostawienie modułu suszącego. Wymiana złoża w tych osuszaczach polega na wymianie całych wymiennych patronów z adsorbentem i dzięki temu jest maksymalnie uproszczona. Podobno osuszacze te mają już dopuszczenie polskiego UDT. Szerzej na ten temat napiszemy w następnej PNEUMATYCE.



# Miniaturowe osuszacze membranowe sprężonego powietrza firmy ZANDER

Osuszacze sunsep-w przeznaczone są do stosowania na końcowych stanowiskach odbiorczych (lokalnie) i stanowią skuteczną i tanią alternatywę dla tradycyjnych osuszaczy adsorpcyjnych i ziębniczych. Umożliwiają obniżenie punktu rosy nawet do  $-40^{\circ}\text{C}$  dla niewielkich wydatków powietrza.

Osuszacze membranowe sunsep-w firmy ZANDER zostały opracowane do osuszania sprężonego powietrza i gazów dla przepływów do 800 l/min. i ciśnieniu do 7 bar (0,7 MPa). Metoda osuszania membranowego jest stosunkowo nową metodą. Według producenta osuszacze działają bezawaryjnie przez 10 lat, gwarancja udzielana jest na 3 lata – pod warunkiem zastosowania mikrofiltra na wlocie.



## Jakie korzyści niesie stosowanie osuszaczy membranowych?

Osuszacze sunsep są o około połowę tańsze od porównywalnych parametrami osuszaczy adsorpcyjnych i mają kilkakrotnie mniejsze rozmiary. Jeżeli wierzyć testom laboratoryjnym, membrana powinna wytrzymać około 10 lat, a więc dwukrotnie dłużej od wkładu osuszacza adsorpcyjnego. Osuszacze te praktycznie nie wymagają żadnej konserwacji, stosowania zaworów odwadniających i instalacji odprowadzania kondensatu, powodują też minimalne straty ciśnienia. Nie wymagają zasilania elektrycznego, są więc bezpieczne w środowisku wybuchowym. Pobór powietrza regenerującego występuje tylko w czasie przepływu powietrza lub podczas pracy sprężarki.

## Jak działa osuszacz membranowy sunsep-w?

Zasadniczym elementem osuszacza jest specjalna membrana w kształcie rurki, wykonana z włókna polimerowego (mikrofaza), skonstruowana tak, że przez jej ścianki przenikają wyłącznie molekuly pary wodnej, podczas gdy molekuly tlenu i azotu są zatrzymywane. Duże ilości drobnych powiązanych włókien rurek są scalane w zespole osuszacza w jedną membranę

włókien polimerowych, która służy do osuszania sprężonego powietrza.

Na wlocie osuszacza powinien być zamontowany mikrofiltr Zander serii Z, z automatycznym odwodnieniem, aby zapewnić odpowiednią ochronę i trwałość membrany. Typową instalację osuszacza membranowego w postaci zwartej konstrukcji ze wszystkimi wymaganymi komponentami pokazano na rysunku.

Sprężone powietrze, po wstępnym oczyszczeniu z cząstek oleju i brudu, trafia do wejścia (A) osuszacza do zespołu osuszacza (2), następnie przepływa przez dużą liczbę membran w postaci włókien rurkowych tworzących wiązkę, umieszczonych w obudowie zespołu osuszającego. Podczas przepływu sprężonego powietrza przez wiązkę włókien rurkowych molekuly pary wodnej zawarte w powietrzu przenikają ścianki włókien, a osuszone powietrze opuszcza osuszacz przez wyjście.

Aby molekuly pary wodnej rzeczywiście mogły przeniknąć ścianki membran, muszą być spełnione określone warunki. W tym celu część wypływającego osuszonego powietrza odprowadzana jest z wyjścia (B) zespołu osuszacza i po rozprężeniu się do ciśnienia atmosferycznego jako powietrze regeneracyjne obmywa membrany.

Powietrze regenerujące jest doprowadzone z wyjścia (B) do wejścia regenerującego poprzez odgańczenie typu bypas (4) z za-

Dane techniczne osuszaczy Zander serii sunsep-w

Typ osuszacza	wydatek maksymalny przy 8 bar w l/min	przyłącze	ciężar (kg)	zalecany mikrofiltr ZANDER
SWC M04 - 70)	30	M 5	0,05	-
SWC 01 - 150	200	1/4"	1,42	G 2 X
SWC 0,2 - 200	400	3/8"	1,48	G 2 X
SWB 01 - 100	200	1/4"	1,02	G 2 X
SWB 01 - 200	200	1/4"	1,06	G 2 X
SWB 05 - 100	800	3/8"	1,46	G 3 X
SWF M06 - 400	25	1/4"	0,12	-

Osuszacz membranowy Zander SWC 01



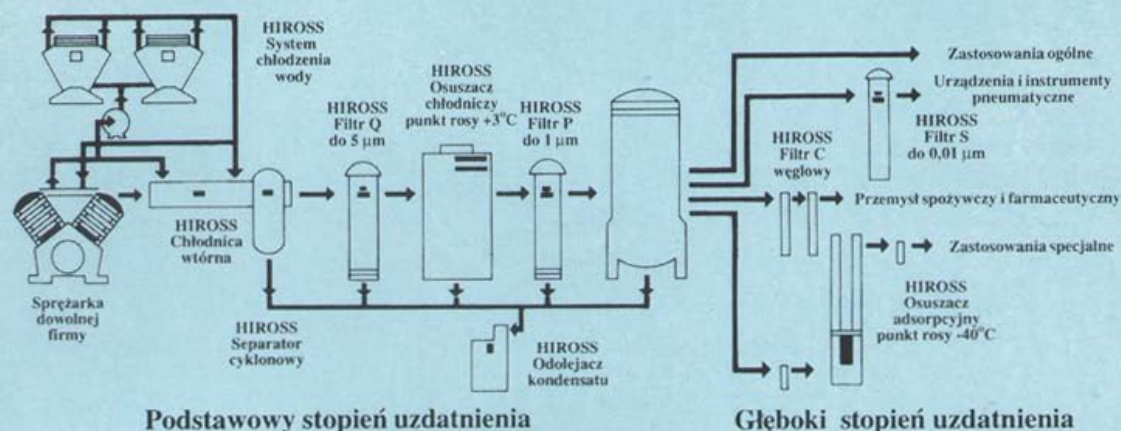
# HIROSS

## UZDATNIANIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

HIROSS - największy producent urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza, posiadający fabryki w Austrii, Włoszech, USA i Portugalii oferuje:

- osuszacze chłodnicze – punkt rosy  $+3^{\circ}\text{C}$ , wydajność od 20 do 40 000  $\text{m}^3/\text{h}$ , również z ekologicznymi czynnikami chłodniczymi R 134a, Klea 66, R 407c
- osuszacze adsorbcyjne – punkt rosy  $-40^{\circ}\text{C}$  i  $-70^{\circ}\text{C}$ , wydajność od 5 do 12 000  $\text{m}^3/\text{h}$
- chłodnice wtórne – gorącego (od  $200^{\circ}\text{C}$ ) sprężonego powietrza, chłodzone wodą lub powietrzem
- separatory cyklonowe
- filtry oczyszczające – do  $5\mu\text{m}$ , do  $1\mu\text{m}$ , do  $0,01\mu\text{m}$  oraz węglowe

### WZORCOWA INSTALACJA SPRĘŻONEGO POWIETRZA



#### HIROSS zapewnia:

- \* najwyższą jakość wg ISO 9001,
- \* serwis gwarancyjny i pogwarancyjny,
- \* zgodność konstrukcji zbiorników z wymaganiami UDT, aktualny certyfikat UDT UC-124/2-95,
- \* komputerowy dobór urządzeń, zoptymalizowany ze względu na minimalizację kosztów inwestycyjno-eksploatacyjnych,
- \* 35-letnie doświadczenie oraz kompetentne i bezpłatne doradztwo techniczne.

HIROSS AUSTRIA  
Oddział w Warszawie  
Al. Wilanowska 317  
02-665 Warszawa

tel. (22) 43 17 34, (22) 43 71 45,  
(22) 43 67 46  
fax (22) 43 64 95



Nasze elementy gwarantują niezawodność twojej maszyny

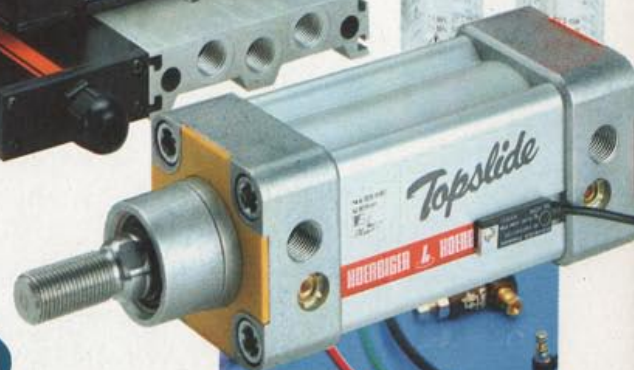
Elementy pneumatyki od a do z



- Wysokowydajne filtry sprężonego powietrza i gazów
- Osuszacze adsorpcyjne (punkt rosy -25°C, -40°C i -70°C) od PN 16 do PN 300 od G 1/4 do DN 300



- Chłodnice wody (chłodzone powietrzem lub wodą) Wydajność chłodnicza do 500kW
- Osuszacze chłodnicze sprężonego powietrza (punkt rosy +3°C) Wydajność do 27000m³/h



Złącza pneumatyczne 21 wieku  
Złącza funkcyjne

Firma **ARA Pneumatik** jest w Polsce oficjalnym i wyłącznym przedstawicielem firm



Poszukujemy współpracowników do rozbudowy naszych regionalnych sieci doradczych i dystrybucyjnych. Zainteresowanych prosimy o kontakt z biurem we Wrocławiu

Główne biuro handlowe oraz centralny magazyn





worem dławiącym (5). Zawór dławiący reguluje natężenie przepływu osuszacza, obmywa membrany i wypływa wyjściem regeneracyjnym (D) z tłumikiem hałasu (6), transportując parę wodną do atmosfery.

Osuszanie powietrza odbywa się zgodnie z prostą zasadą fizyki. Wilgotne, nasycone parą wodną powietrze ma wyższe ciśnienie cząsteczkowe aniżeli powietrze suche. Z powodu różnicy ciśnień molekuly pary wodnej przenikają ścianki membrany w kierunku niższego ciśnienia cząsteczkowego. Molekuly pary wodnej wędrują od strony wysokociśnieniowej do strony niskociśnieniowej. Suche powietrze regeneracyjne nawilgaca się i ulatnia do atmosfery.

Jak pokazano na rysunku, tylko molekuly pary wodnej przenikają ściany membranowe, molekuly tlenu i azotu są zatrzymywane i dzięki temu osuszacze membranowe mogą być wykorzystywane w medycynie lub dla uzyskania powietrza do oddychania.

Cechą szczególną membrany jest wysoka optymalna prędkość przenikania pary wodnej, która ma decydujący wpływ na jakość sprężonego powietrza i pozwala uzyskiwać zwartą budowę podzespołu osuszającego.

Zapotrzebowanie powietrza regeneracyjnego dla warunków znamionowych wynosi 15-18%. Szybkość przepływu i ilość powietrza regeneracyjnego są zależne od ciśnie-

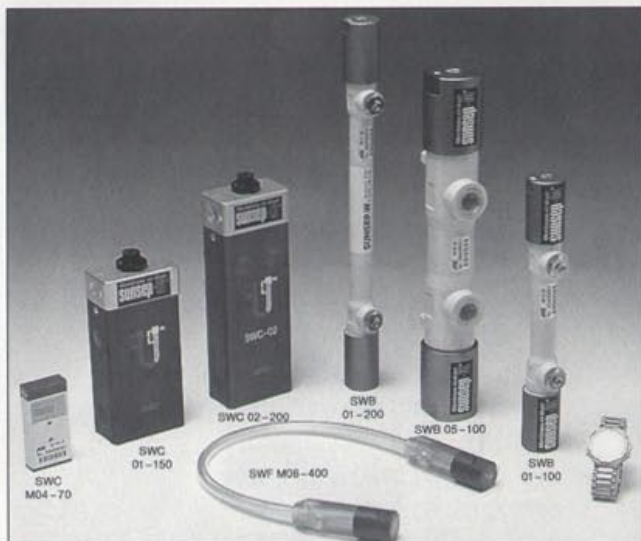
nia roboczego, temperatury wlotowego sprężonego powietrza i od punktu rosy.

Max. dopuszczalne nadciśnienie robocze dla osuszaczy sunsep-w wynosi 8,5 bar, a zakres temperatur roboczych zawiera się pomiędzy -20 a 55°C. Standardowo przy znamionowym przepływie można przy ich użyciu uzyskać punkt rosy około -30°C.

**Typowe dziedziny zastosowań osuszaczy membranowych**

- technika medyczna
- stomatologia
- urządzenia lakiernicze
- przemysł elektroniczny i precyzyjny
- robotyka
- systemy powietrza do oddychania
- lasery i urządzenia optyczne
- technika laboratoryjna (chromatografy, spektrometry)
- precyzyjne systemy sterowań pneumatycznych

*mgr inż. Tadeusz Kościelniak  
ARA PNEUMATIK, Wrocław*



**Pełny typoszereg osuszaczy membranowych Zander sunsep-w**



**INTELIĞENTNE FILTRY**

**ultrafilter jako pierwsza firma na świecie wyposaża od zaraz wszystkie filtry do sprężonego powietrza w elektronicznie sterowane drenaży kondensatu BEZ DODATKOWYCH KOSZTÓW!!!**



**Ponadto oferujemy:**

- ⇨ osuszacze adsorbcyjne i chłodnicze
- ⇨ drenaży i separatory kondensatu
- ⇨ filtry do cieczy oraz do specjalnych gazów



**Kompaktowe chłodnice wody chłodzone powietrzem z wentylatorami osiowymi lub odśrodkowymi**

Dzięki nowoczesnej budowie niektóre kompaktowe chłodnice mogą być dostarczane z wentylatorami odśrodkowymi (bez zmian obudowy). Powstaje dzięki temu możliwość odzysku ciepła z procesu kondensacji. Ciepło to może zostać wykorzystane jako nośnik energii lub w przypadku ustawienia chłodnicy wewnątrz budynków może zostać w prosty sposób usunięte na zewnątrz.

Ważna temperatura utrzymuje się także przy zmianie obciążenia. Poprzez standaryzację i unifikację tego systemu we wszystkich typach kompaktowych chłodnic wody uzyskano możliwość szybkiego zainstalowania, przy niewielkim zapotrzebowaniu miejsca i niskich kosztach.

**Duża stabilność temperatur**

W wysokozaawansowanych technologiach, jak chłodzenie lasera, czy technikach powlekania istnieje potrzeba uzyskania bardzo wysokiej dokładności nastawionej tem-

**Minimalne straty ciśnienia**

Specjalnie zaprojektowana chłodząca gwarantuje (rzędu 0,01 do 0,1 bar). Środek chłodzący, parując wewnątrz rur, chłodzi powierzchnię rur i turbulencje powstające przy przepływie. Doskonale nastrajają dużą efektywność wymiennika. Niewielkie straty, spowodowane przez stronę wodnej wymiennika, nie powodują strat ciśnienia, a co najważniejsze, gwarantują wysoką efektywność całego systemu.



# Kompaktowe chłodnice wody i pompy ciepłe MTA

## Modelowy typoszereg. Energooszczędne systemy.

**Sprężarki chłodzone wodą powszechnie uznawane były za mniej ekonomiczne od tych, które chłodzone są powietrzem. Wiąże się to z wysoką ceną wody (koniecznością jej uzupełnienia nawet w obiegach zamkniętych oraz stosowania instalacji doprowadzenia wody i wymuszenia obiegu). Nie da się jednak zaprzeczyć, że chłodzenie wodne maszyn jest o wiele skuteczniejsze od chłodzenia powietrzem. Kompaktowe chłodnice wody łączą zalety systemów chłodzenia wodą i systemów powietrznych.**

### Jak działają kompaktowe chłodnice wody?

Chłodnice EURO, nazywane też czasem wytwornicami wody lodowej, służą do precyzyjnego obniżania temperatury wody chłodzącej, np. sprężarki. Dzięki wbudowaniu w urządzenie agregatu chłodniczego można przy ich użyciu uzyskiwać stałe temperatury wody chłodzącej przez okrągły rok, niezależnie od uwarunkowań pogodowych i klimatycznych. Chłodnice MTA mogą schładzać ciecz chłodzącą nawet do temperatur  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### Jakie korzyści płyną z zastosowania chłodnic EURO?

Pytanie to jest bardzo uzasadnione. Dlaczego bowiem ktoś miałby kupować sprężarkę chłodzoną wodą i dodatkowo chłodnicę wody zamiast zwykłej sprężarki z chłodzeniem powietrzem, jeśli wiadomo, że koszty inwestycji są większe? Przyczyn jest kilka.

Po pierwsze: sprężarka chłodzona powietrzem jest często dużo droższa od sprężarki z chłodzeniem wodnym, ponieważ chłodnica powietrzna jest znacznie droższa od chłodnicy wodnej. Dodatkowo w sprężarce chłodzonej powietrzem musi być zamontowany wentylator i jego silnik. Także wyciszenie chłodzenia powietrzego jest droższe od standardowego wyciszenia sprężarki chłodzonej wodą.

Po drugie: zredukowane zużycie energii. Sprężarka chłodzona powietrzem zużywa energię przeznaczoną na wentylator w sposób ciągły, przy zastosowaniu chłodnicy wodnej agregat chłodniczy pobiera energię

cyklicznie, tylko do utrzymania temperatury wody obiegowej w zadanym przedziale, w zimowych miesiącach zaś tylko sporadycznie.

Po trzecie: zapewnienie pewności ruchowej. Każdy użytkownik sprężarki wie, co oznaczają dla niej letnie, gorące miesiące: notoryczne przegrzanie i wyłączenia, w drastycznych przypadkach możliwość zapłonów lub zatarcia. Przy użyciu chłodnicy EURO agregat chłodniczy zapewnia, że woda do chłodzenia kompresora będzie zawsze o odpowiedniej temperaturze, niezależnie od pogody.

### Doświadczenie i jakość

Wieloletnie techniczne doświadczenie w produkcji urządzeń chłodniczych i pomp ciepłych oraz konieczność sprostania wymaganiom techniki chłodzenia w przemyśle stało się bazą do opracowania i rozwoju nowego modelowego typoszeregu chłodnic wody. W pierwszej kolejności zdecydowała o tym potrzeba obniżki kosztów energii, zapewnienie bezpieczeństwa pracy oraz łatwości prowadzenia prac konserwacyjno-naprawczych. Podzespoły i komponenty urządzeń zostały dobrane w sposób optymalny i sprawdzone w ciągu wielu lat. W ten sposób powstał nowy typoszereg urządzeń chłodniczych o wysokim standardzie, pokrywający ponad 80% zastosowań tego typu urządzeń. Podstawową jego cechą charakterystyczną jest zastosowanie nowoczesnego, przyszłościowego systemu kontroli i sterowania.

### Uniwersalne zastosowanie kompaktowych chłodnic wody oraz pomp ciepłych

Nowy, oznaczony nazwą EURO typoszereg kompaktowych chłodnic wody stanowi idealne rozwiązanie dla zastosowań w klimatyzacji oraz w przemyśle – wszędzie tam, gdzie jest wymagane chłodzenie w obiegu zamkniętym.

Szczególne zalety kompaktowych chłodnic wody typu EURO stanowią:

- możliwość zastosowania w zamkniętych



- lub otwartych układach wody chłodzącej
- kontrola i sterowanie parametrami poprzez mikroprocesor, co ma niewątpliwie wpływ na zwiększenie żywotności chłodnicy; prosta obsługa i możliwość analizy chwilowego stanu pracy przy pomocy foliowanej klawiatury
- możliwość zdalnej obsługi i kontroli poprzez włączenie się do sieci
- niska emisja szmerów
- alternatywne wykonanie: system chłodzony powietrzem lub chłodzony wodą
- systemy chłodzone powietrzem wyposażone są w wentylatory osiowe - o niskim poziomie hałasu (możliwość wyposażenia w wentylator o budowie odśrodkowej z przyłączem do kanału powietrznego)
- wszystkie systemy posiadają w chłodnicy wystarczająco duży pojemnik z wodą
- zastosowano wysoko wydajną pompę cyrkulacyjną (obiegową)/ pompę wysokociśnieniową
- możliwość bezpośredniego zastosowania i aplikacji do już istniejących systemów chłodzenia.

### Energooszczędność

Kompaktowe chłodnice wody EURO (EURO CHILLER) są sterowane mikroprocesorem poprzez termostat. Czujnik termostatu zamontowany jest na wyjściu wody zimnej. Na termostacie nastawia się żadaną wartość temperatury wody zimnej (wartość -soll) oraz wartość różnicową (Differenzwert).

System wyłącza sprężarkę agregatu chłodniczego, kiedy wartość zadana spadnie poni-



żej dolnej granicy. Włączenie powtórne następuje po przekroczeniu wartości różnicowej ( wybrana temperatura wody zimnej plus nastawiona różnica łączeniowa).

Wartość różnicową nastawia się mając na uwadze, że:

- niskie temperatury są korzystne dla większości procesorów technicznych
- wyższa różnica temperatur ma wpływ na zmniejszenie ilości rozruchów sprężarki czynnika chłodzącego, przez co zwiększa się jej żywotność (agregat chłodniczy nie powinien pracować częściej niż 12 razy na godzinę). Dla zrównoważenia (wypośrodkowania) został zamontowany w układzie obiegu cieczy zbiornik zasilający o pojemności określonej dla 10 cykli na godzinę przy różnicy łączeniowej +/- 2 K. Zbiornik wody działa jako termiczny bufor o wydajności chłodzenia min. 5,4 l wody na 1 kW. Dzięki temu ilość cykli pracy sprężarki jest zredukowana, a nastawiona

dowa wykonana jest z ocynkowanej blachy stalowej, lakierowanej proszkowo. Zbiorniki ciśnieniowe są każdorazowo badane i posiadają wszelkie europejskie dopuszczenia. Pompy wodne wykonane są w całości ze stali nierdzewnej (oprócz typu P2). Firma MTA, jako renomowany i uznany producent urządzeń chłodniczych, posiada certyfikat ISO 9001.

#### System akumulacji energii

W obiegu chłodzącym, w którym środkiem chłodzącym jest częściowo halogenizowany R22, parownik (wymiennik ciepła R22-woda) zintegrowany jest w zbiorniku akumulacyjnym wody. W zależności od zastosowań wszystkie modele chłodnic (oprócz typów M-r) mogą pracować w zamkniętych układach ciśnieniowych do 6 bar.

nową budowę opakowanie komponentów chłodnicy pozwoliło na uzyskanie niewielkiej powierzchni ustawieniowej przy zachowaniu doskonałych parametrów technicznych.

#### Zastosowanie przy wysokich temperaturach otoczenia (43°C)

Poprzez zwiększenie skraplacza (kondensora) oraz wzmocnione wentylatory zastosowanie chłodnicy chłodzonej powietrzem w krytycznych warunkach klimatycznych o wysokich temperaturach otoczenia nie stwarza żadnego problemu. Przyczynia się to równocześnie do zwiększonej efektywności systemów w pracy przy normalnych temperaturach, ponieważ wysoka wydajność parownika zmniejsza wyraźnie zapotrzebowanie mocy agregatu chłodniczego, a co za tym idzie minimalizuje koszty eksploatacji.

mość chłodnicza do 500kW  
może chłodnicze sprężonego  
a (punkt rosy +3°C)  
mość do 27000m<sup>3</sup>/h



**legris**

Złącza pneumatyczne 21 wieku  
Złącza funkcyjne

Wydajność  
- Osuszenie  
powietrza  
Wydajność

Firma **ARA** Pneumatik jest w Polsce oficjalnym i wyłącznym przedstawicielem firm

**HOERBIGER**  
ORIGA  
pneumatic

**legris**

**MTA**

szukujemy współpracowników do rozbudowy naszych regionalnych sieci doradczych i dystrybucyjnych. Zainteresowanych prosimy o kontakt z biurem we Wrocławiu

Główne biuro handlowe oraz centralny magazyn

**Pneumatik** Plac Powstańców Śląskich 5, 53-329 Wrocław, tel. (071) 68 99 97, fax (071) 68 99 96



Poszukiwanie  
i o

**ARA**



# Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez sprężarki

**W wielu dziedzinach zapowiada się walkę z „zanieczyszczeniem środowiska hałasem”. Każdy z nas spotkał się z tym problemem zarówno w życiu prywatnym jak i zawodowym. W przypadku sprężarek, podobnie jak wszystkich innych maszyn zmniejszenie poziomu szumów jest wyzwaniem dla konstruktorów. Muszą bowiem przestrzegać przepisów i wytycznych dotyczących wartości granicznych – wynikających z określonego stanu techniki – a także mieć na uwadze względy konkurencyjne.**

## Fizyka i metody pomiaru

Pomiary szumów sprężarek przeprowadza się według DIN 45635 część 1 „Pomiary szumów maszyn; emisja szumów w powietrzu, metoda powierzchni osłonowych, metoda ramowa dla 3 klas dokładności”. Część 13 zawiera dodatkowe wskazówki, które należy uwzględnić przy pomiarach parametrów sprężarek.

Ciężenie akustyczne mierzy się w kilku punktach w określonej odległości od maszyny – z reguły w odległości 1 m. Na wynik pomiaru może wpływać miejsce ustawienia maszyny, dlatego norma przewiduje korektę wartości pomiarowych. Otrzymuje się wtedy takie wartości charakterystyczne, jakby były mierzone w otwartej przestrzeni. W pomieszczeniach, na skutek odbijających powierzchni, otrzymuje się wyraźnie wyższe wartości mierzone.

Również znormalizowane przyrządy pomiarowe podają wypromieniowany przez maszynę poziom ciśnienia akustycznego w zależności od częstotliwości, według krzywej wartości oznaczonej przez A. Wartości te odpowiadają w przybliżeniu czułości ludzkiego ucha. Prawidłowe określenie emisji szumów brzmi Poziom ciśnienia szumów (dB w skali A).

Należy wziąć pod uwagę, że skala wartości w decybelach jest logarytmiczna i podaje wielokrotność progu ludzkiej słyszalności. Dlatego podwyższenie o 6 dB w przypadku pojedynczych tonów odczuwamy jako dźwięk o podwójnej sile, a w przypadku mieszaniny częstotliwości, jak to ma miejsce przy sprężarkach, należy przyjąć 10 dB. W otwartej przestrzeni szum zmniejsza się wraz z podwojeniem odległości o 6 dB. Sumaryczny szum dwóch równie głośnych źródeł dźwięku jest o 3 dB wyższy niż jednego źródła.

Do akustycznych obliczeń miejsca ustawienia potrzebne są dane o wypromieniowanej mocy szumów. Ustala się ją również wg wyżej wymienionej normy, uwzględniając dodatkowo wielkość urządzenia wytwarzającego dźwięk. Określenie brzmi wtedy Poziom mocy szumów (dBA). Te wartości liczbowe są za-

wsze większe od wartości ciśnienia szumów w odległości 1 m.

Pomiary przeprowadzone według wytycznych Pneurop C.A.G.I. „Pomiary szumów sprężarek” są porównywalne z pomiarami wg DIN 45635 część 13. Wartości charakterystyczne odnoszą się również do otwartej przestrzeni, warunki pomiaru są w istotnych punktach takie same. Do oceny szumów maszyny żąda się w niektórych przypadkach krzywej NR („Noise Rating”) wg VDI 2081. Zastosowanie tego jest jednak celowe tylko wtedy, gdy na szerokopasmowy szum nakłada się wyraźny pojedynczy ton.

## Wartości graniczne, wytyczne

Wielka ilość wytycznych i przepisów zajmuje się metodami pomiaru i wartościami wytycznymi (wartościami granicznymi) dotyczącymi emisji (oddziaływania na człowieka) i emisji (wypromieniowania przez maszynę). Podawane są także wskazówki konstrukcyjne służące aktywnemu (w źródle dźwięku) lub pasywnemu (metody wtórne przez okapturowanie, wzgl. zmiany konstrukcyjne) zmniejszeniu hałasu. Poniżej podano listę najważniejszych pism (dotyczy przepisów obowiązujących w Unii Europejskiej - przyp. red.):

### Emisja

● „Lärm” (VBG 121) z dnia 01.12.74 ze wskazówkami wykonawczymi

● VDI 2058 arkusz 1 (wyd. 9/85) „Ocena hałasu wywołanego pracą w sąsiedztwie”

● VDI 2058 arkusz 2 (wyd. 6/99) „Ocena pod kątem zagrożenia słuchu, hałasu wywołanego pracą, przeprowadzona w miejscu pracy”

● VDI 2058 arkusz

3 (wyd. 4/81) „Ocena hałasu w miejscu pracy przy uwzględnieniu różnych czynności”

### Emisja

● DIN 4109 część 1 do 7 (wyd. 9/62 [lub 10/84]) „Ochrona przed hałasem w budownictwie wysokim”

● DIN 45635 Część 1 (wyd. 4/84) „Pomiary szumów maszyn, emisja dźwięków w powietrzu, metody stosowania osłon dźwiękoszczelnych w 3 klasach dokładności”

● DIN 45635 część 13 (wyd. 2/77) „Pomiary szumów maszyn, sprężarek wyporowych, turbosprężarek i sprężarek strumieniowych”

● VDI 3731 arkusz 1 (wyd. 12/82) „Wartości charakterystyczne emisji technicznych źródeł szumów - sprężarki”

### Wskazówki konstrukcyjne

● VDI 2567 (wyd. 9/71) „Ochrona przed szumami za pomocą tłumików szumów”

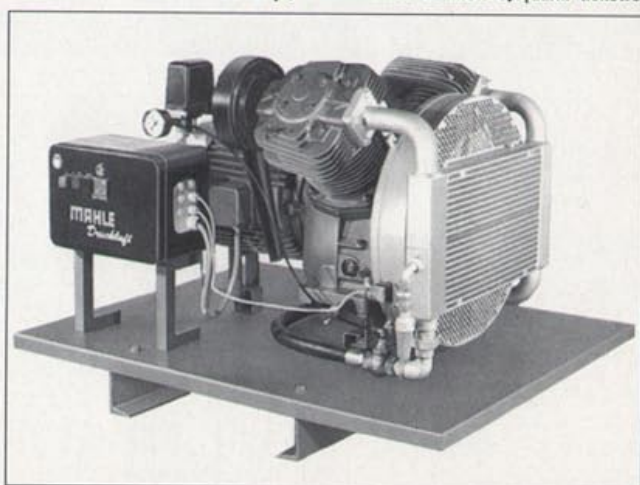
● VDI 2711 (wyd. 6/78) „Ochrona przed szumami za pomocą okapturzenia”.

## Zwalczanie hałasu

Odpowiednio do przepisów i wytycznych, związanych z ochroną środowiska ogólnie, ale również ze względów konkurencyjnych, stałym zadaniem jest zmniejszenie poziomu szumów sprężarek. Celowe jest rozpoczęcie zmniejszania hałasu już od konstrukcyjnego kształtowania samego źródła szumów, by uniknąć kosztownych środków ochrony przed hałasem w pomieszczeniach i budynkach.

Podczas takich działań w fazie konstruowania sprężarki trzeba jednak zwracać uwagę również na to, by uwzględniony został właściwy cel pracy sprężarki, mianowicie dostarczanie dużych ilości sprężonego powietrza

fol. 1 Filtr ssący z tłumieniem szumów sprężarki tłokowej





przy najmniejszych kosztach energii i inwestycyjnych. Właśnie dzięki niemu możemy

„rozstrojenie”, okanturzenie czy też zmniejszenie pobudzenia”

część 9. Dalsze obniżenie szumów silnika



80-365 Gdańsk  
ul. Czarny Dwór 8a  
tel./fax (058) 53 11 22



### **CompRot Sp. z o.o.**

54-422 Wrocław  
ul. Okólna 2  
tel./fax (071) 44 19 54

### **Przedstawicielstwa terenowe:**

02-237 Warszawa  
ul. Instalatorów 7  
tel./fax (022) 668 31 91

40-161 Katowice  
al. Korfantego 81/  
tel./fax (032) 59 22 22



wiednimi, pochłaniającymi dźwięki wykładzinami.

Dla fal dźwiękowych blaszana ściana jest przeszkodą ("izolacją"). Skuteczność jest w zasadzie zależna od ciężaru ściany. Niekorzystnych drgań własnych ściany blaszanej trzeba unikać stosując usztywnienia lub wykładzinę z materiału tłumiącego dudnienia. Powszechne jest też obniżanie wewnętrznego poziomu dźwięków skrzyni wykładziną z materiałów dźwiękochłonnych ("izolowanie"). Niezależnie od materiału trzeba je chronić powłoką zabezpieczającą przed wnikaniem oleju.

Trudności występują dopiero wtedy, gdy chodzi o odprowadzenie ciepła wytwarzanego przez sprężarkę. Szczególnie chłodzone powietrzem maszyny wymagają względnie dużego strumienia chłodzącego powietrza o odpowiednio zwymiarowanych otworach wejściowych i wyjściowych. Otwory te muszą być zaopatrzone w tłumiki, przy czym konstruktor ma w zasadzie do wyboru dwa rodzaje tłumików pochłaniających dźwięk.

**Tłumiki kulisowe**

Fale dźwiękowe są zamieniane w ciepło wzdłuż jakiegoś pochłaniającego materiału (np. wełna mineralna). Wymagana grubość materiału pochłaniającego zależy od głównej zakłócającej częstotliwości i można ją obliczyć. Do dyspozycji są charakterystyki w formie krzywych izolacji dla różnych materiałów. Długość tych tłumików określana jest żądaną miarą izolacji. Wymagany swobodny przelot zależy od resztkowego sprężu wentylatora. Tłumikami kulisowymi (rys.4) osiąga się wystarczające tłumienie szumów przy niewielkich stratach ciśnienia.

**Tłumiki refleksyjne**

Fale dźwiękowe są tu również absorbowane "w przelocie". Działanie to jest wzmocnione stałymi odbiciami. Dlatego można stosować materiały dźwiękochłonne o mniejszej grubości (najczęściej piankę o otwartych porach). Wymiarów nie da się obliczyć. Należy je ustalić empirycznie. Tłumiki refleksyjne odznaczają się małymi wymiarami (rys.5 i 6).

dźwięk powietrzny – również w dużej odległości. Możliwe są dwie drogi od sprężarki do budynku:

- przez fundament lub
- przez połączone rurociągi (powietrza, wody chłodzącej).

Sprężarki można postawić na izolatorach drgań (np.zderzakach gumowych). Agregaty sprężarek śrubowych są często już przez producenta maszyn osadzone elastycznie. Największy stopień skuteczności izolacji osiąga się "nadkrytycznym" zgraniem częstotliwości, tzn., że częstotliwość pobudzająca (zazwyczaj częstość obrotów) jest wyższa od częstotliwości własnej, obliczonej z masy sprężarki i stałej sprężystości izolatorów. Częstotliwość własna powinna wynosić maksymalnie 20% częstotliwości pobudzającej, by mieć pewność, że przy pełnej liczbie obrotów uniknie się rezonansu i uzyska dobrą izolację od fundamentu.

Najpewniejszy sposób uniknięcia przeniesienia dźwięków materiałowych przez rurociągi polega na łączeniu ich węzłami. Prowadzone przez budynki rurociągi mogą być pobudzane również pulsacjami sprężonego powietrza, dlatego zaleca się stosowanie elastycznych przekładek także przy zawieszaniu lub podpieraniu przewodów. Dotyczy to szczególnie dużych sprężarek tłokowych.

Środki zapobiegania dźwiękom powietrznym

Dźwięk powietrzny wywołany sprężarką może być często izolowany murem otaczającym sprężarkownię. Miarodajne dla doboru muru są wytyczne budowlano-akustyczne (np. DIN 4109). Stosując ten sposób należy pamiętać, że drzwi i okna mogą okazać się słabymi punktami.

Tak jak w przypadku osłon dźwiękochłonnych należy również przy ustawianiu sprężarek w pomieszczeniu pamiętać o wystarczających otworach wlotu i wylotu powietrza. Ażeby w ogóle móc wykorzystać dźwiękochłonne działanie pomiesz-

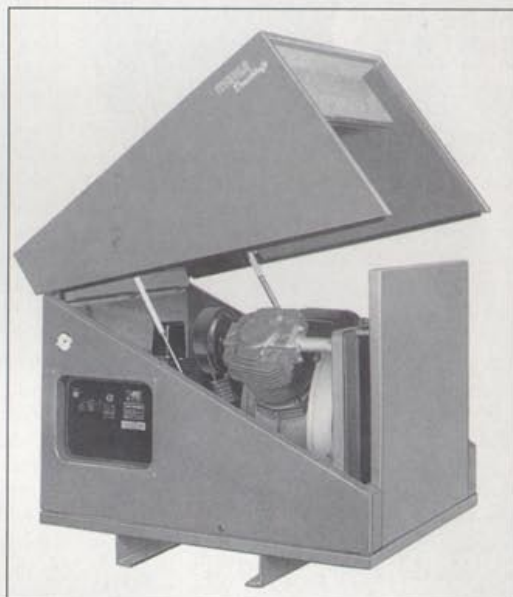
czenia sprężarkowni bezwarunkowo niezbędne jest wbudowanie tłumika absorpcyjnego. Gdyby dodatkowy opór za bardzo wpływał na strumień chłodzącego powietrza, to należy przewidzieć dodatkowy wentylator. Dostawca sprężarki musi tu służyć informacją.

**Podsumowanie**

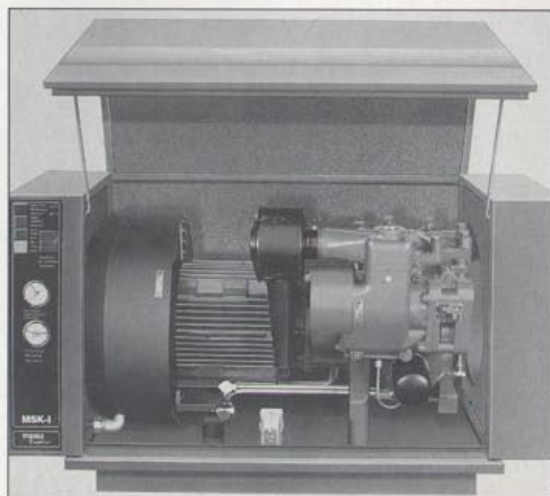
W ostatnich latach dokonano znacznego postępu w dziedzinie zwalczania hałasu wywołanego sprężarkami. Dzięki starannemu zgraniu prac udało się uniknąć dotychczas pogorszenia sprawności. W oparciu o koszty należy za każdym razem decydować, jak w najbardziej opłacalny sposób osiągnąć pożądany sukces, przez polepszenie aktywnych czy biernych środków. Ustawienie sprężarek decyduje ostatnio o tym, czy zalety podane przez producenta maszyn będą w pełni wykorzystane.

*W. Zoldann, A. Bopp, CompAir MAHLE (tłumaczył: mgr inż. J. Maciejowski)*

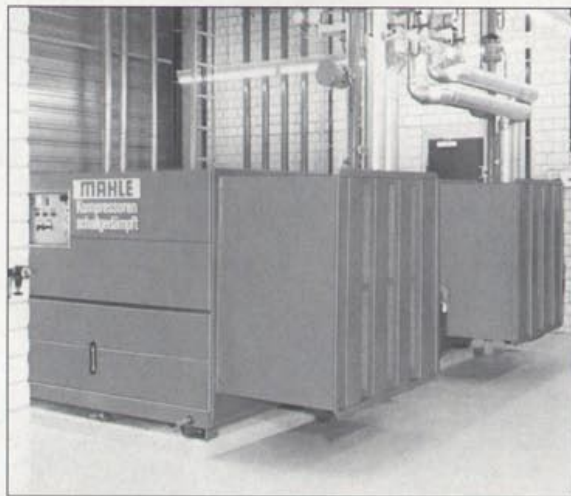
**fol. 6 Tłumik refleksyjny (zmieniający kierunek) dźwiękoszczelnej obudowy sprężarki tłokowej**



**fol. 5 Tłumik refleksyjny (zmieniający kierunek) dźwiękoszczelnej obudowy sprężarki śrubowej**



**fol. 4 Tłumiki kulisowe dźwiękochłonnej obudowy sprężarek śrubowych**



**Ustawienie sprężarek**

4.1 Środki zapobiegania dźwiękom materiałowym

Wirujące lub oscylujące masy sprężarki pobudzają części obudowy do wysyłania dźwięków materiałowych. Mogą się one przenosić na budynek i przez jakąś część budynku (ścianę lub sufit) o „pasującej” częstotliwości własnej i są wypromieniowywane jako



# Sprężarkownie dla stacji rozdzielczych Poczty Niemieckiej

**Przed dwoma laty Poczta Niemiecka rozpoczęła w pobliżu wielkich miast budowę nowych stacji rozdzielczych jako węzłowych punktów przeładowczych. Z czasem miały powstać 33 takie stacje, by rozdział paczek i przesyłek przebiegał szybciej i efektywniej. W funkcjonowaniu zastosowanego systemu transportu ważną rolę odgrywają oddawane "pod klucz" sprężarkownie.**

**K**ażdy przypadek zastosowania sprężonego powietrza ma swoją specyfikę, dlatego zaopatrzenie stacji rozdzielczych w sprężone powietrze postawiło planistów i konstruktorów przed nowymi wyzwaniami. Na początku należało się zapoznać ze sposobem działania stacji i warunkami wynikającymi z otoczenia.

Nagromadzenie urządzeń technicznych różnych producentów w długich do 400 m halach stacji robi równie duże wrażenie jak rozdział i przeładunek ogromnych ilości nadchodzących przesyłek. Paczki o wielkościach od tabliczki czekolady do lodówek przechodzą z ciężarówek na szeroko rozgałęzione urządzenia transportowe - maksymalna przepustowość 30 000 sztuk na godzinę. Potrzebnych jest do tego do 80 pomostów przeładowczych chronionych przed wpływami atmosferycznymi. Przesyłki, zaopatrzone w znak kodowy, pasek "zebra", przebiegają płataninę konstrukcji stalowych, przenośników taśmowych i łańcuchowych podobnych do "ósemkowej" kolejki w Wesołym Miasteczku, by w końcu we właściwym wyjściu trafić na pojazd do żadanego miejsca przeznaczenia. Zrozumiałe jest, że przy tak wielu różnych napędach i agregatach, z uwagi na ochronę przed hałasem w miejscu pracy, postawiono każdemu producentowi elementów ekstremalnie niskie granice poziomu szumów. W odniesieniu do sprężarek powietrza było to 58 dB (A) w odległości 0,5 m; odpowiada to normalnej rozmowie.

System transportowy składa się z układu szyn i dołączonego łańcucha wózków transportowych. Mogą one tworzyć łuki i wzniesienia, dzięki czemu ruch może odbywać się na różnych poziomach. Wózki mogą poruszać się z maksymalną prędkością 2 m/sek. Nasadzone na nie wanne platformy utrzymane są w poziomie dzięki układowi mechanicznemu, również podczas jazdy w górę

i w dół, co zapobiega zsuwaniu się ładunków. Jeżeli któreś wyjście jest przeciążone, gdyż np. jakiś dom wysłkowy chce zaopatrzyć określone wielkie miasto, to paczki mogą przebywać na pętli oczekiwania. Przyrząd liczący steruje układem transportowym uwzględniając sygnały gotowości i zakłóceń.



## Przypadek dla sprężonego powietrza

Teraz dochodzimy do punktu, w którym następują pytania o siłę sprężonego powietrza. Odpowiednio do miejsca przeznaczenia, które skaner odczytuje automatycznie na przesyłce, paczka jest przy pełnej prędkości "wyrzucana" na właściwym odgałęzieniu. W tym celu siłowniki pneumatyczne przedstawiają w układzie szyn specjalne dźwignie w ten sposób, że przejeżdżające nad nimi wannowe platformy błyskawicznie ustawiają się skośnie - klasyczny przypadek dla sprężonego powietrza. Siłę i elastyczność sprężonego powietrza wykorzystują technicy dodatkowo do łączenia szyn, by wyrównać ich rozszerzalność cieplną.

## Sprężarkownie gotowe "pod klucz"

Firma Mahle zaprojektowała kompletne agregaty sprężarkowe łącznie z uzdatnianiem powietrza zmontowane na jednej ramie podstawy (na zdjęciu). Agregat jest skonstruowany zgodnie z wymogami transportu i na budowie może być ustawiony w minimalnym czasie. Dodatkowo w każdej stacji rozdzielczej kładzie się 500 m rurociągów z odgałęzieniami i odcjęciami.

Agregat zawiera dwie chłodzone powietrzem sprężarki śrubowe w układzie pionowym, jedną do pokrycia podstawowego zapotrzebowania, a drugą jako rezerwę w stanie gotowości. Wydajność każdej sprężarki wynosi 1,1 m<sup>3</sup>/min., przy maksymalnym nadciśnieniu 9 bar. Bazę stanowi seryjna sprężarka wyposażona dla tego przypadku dodatkowo w superdźwiękoszczelną obudowę.

Osuszacz chłodniczy o punkcie rosy +2°C zapewnia suche sprężone powietrze, ażeby ochronić zawory sterownicze i siłowniki

pneumatyczne przed kondensatem. Leżący zbiornik ciśnieniowy o pojemności 500 l ogranicza częstość włączeń sprężarek podczas regulacji pomiędzy ciśnieniami 7 i 9 bar. Automatyczne naprzemienne sterowanie podstawowym obciążeniem służy zarówno ciągłości ruchu jak i oszczędności energii. Zapewnia ono równomierne obciążenie sprężarek, zawiera kontrolę sieci z możliwością przełączenia na zasilanie awaryjne i przekazuje sygnały ruchowe i awaryjne do centralnej dyspozytorni.

*Wolf Zolldann, ComAir MAHLE  
(tłumaczył: mgr inż. J. Maciejowski)*

## TERMO-PROCES

- Sprężone powietrze:** serwis sprężarek, osuszaczy itp, sprzedaż, doradztwo; wykonawstwo sieci pneumatycznych
- Chłodnictwo:** serwis, sprzedaż urządzeń
- Klimatyzacja pomieszczeń i samochodowa**

Firma Techniki Chłodniczej,  
Klimatyzacji i Sprężonego powietrza  
ul. Kochanowskiego 41a,  
33-100 Tarnów,  
tel./fax (014) 21 65 51



# Nowa złota seria sprężarek Kaeser DSD

## czyli wyrafinowana prostota i bezwzględna niezawodność

Firma KAESER KOMPRESSOREN pokazała po raz pierwszy na tegorocznych Międzynarodowych Targach Poznańskich nowy model sprężarki śrubowej DSD 171. Wyrób z Coburga jury targowe oceniło złotym medalem.

**N**owa seria sprężarek DSD charakteryzuje się bezpośrednim przeniesieniem napędu z silnika elektrycznego na wał główny bloku śrubowego. Podstawowe zalety nowego wyrobu to:

### Oszczędność energii

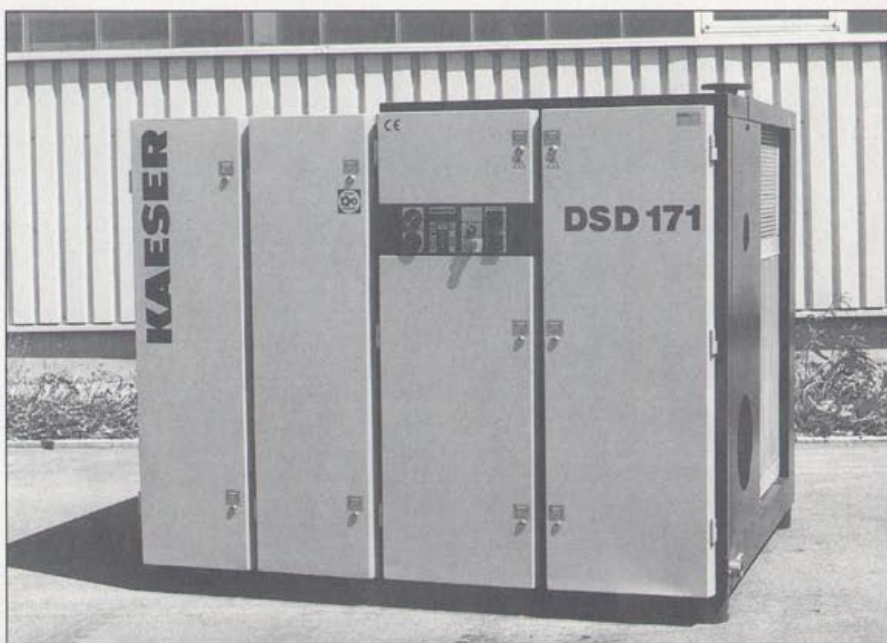
Dzięki zastosowaniu zmodyfikowanego profilu SIGMA uzyskano wyższą sprawność zespołu śrubowego, a w efekcie mniejsze zużycie energii elektrycznej.

Zastosowanie bezpośredniego przeniesienia napędu z silnika elektrycznego na wał główny sprężarki oraz mniejsza moc zastosowanego silnika wentylatora chłodzącego spowodowały dalsze ograniczenie zużycia energii elektrycznej przez sprężarkę.

Wymienione powyżej zmiany konstrukcyjne wpłynęły na polepszenie współczynnika mocy w stosunku do innych konstrukcji KAESER KOMPRESSOREN.

### Nowe rozwiązania układu chłodzenia

W układzie chłodzenia sprężarek serii DSD zastosowano wentylator promieniowości o wysokiej sprawności energetycznej. Powietrze chłodzące jest zasysane z zewnątrz poprzez chłodnicę i wydmuchiwane kanałem wylotowym umieszczonym w pokrywie sprężarki.



Nowe rozwiązania układu chłodzenia dały w efekcie znaczące obniżenie poziomu hałasu oraz obniżenie temperatury sprężonego powietrza na wylocie sprężarki do poziomu ok. 6 K powyżej temperatury otoczenia. Oznacza to niższe koszty dalszego uzdatniania sprężonego powietrza (osuszanie, filtracja). Zastosowany wentylator osiowo-promieniowy dzięki swej charakterystyce pozwala na osiągnięcie wyższego nadciśnienia na wylocie powietrza chłodzącego, co pozwala na łatwiejsze wykorzystanie go do ogrzewania pomieszczeń.

### Bezpośredni napęd wału sprężarki

Przeniesienie napędu z silnika elektrycznego na wał główny sprężarki następuje po-

zez elastyczne sprzęgło. Rozwiązanie takie pozwoliło wyeliminować straty energii powstające przy przekazywaniu napędu za pomocą przekładni.

### System oddzielania oleju

Specjalnie zaprojektowany dla nowych sprężarek zbiornik separatora oleju w połączeniu z nowym typem wkładu separującego gwarantują utrzymanie na wylocie ze sprężarki powietrza o zawartości resztek olejowych poniżej 2 mg/m<sup>3</sup>. Dodatkowym efektem jest przedłużenie żywotności wkładu separatora o ok. 100%.

*dr inż. Witold Molicki  
Kaeser Kompressoren, Warszawa*

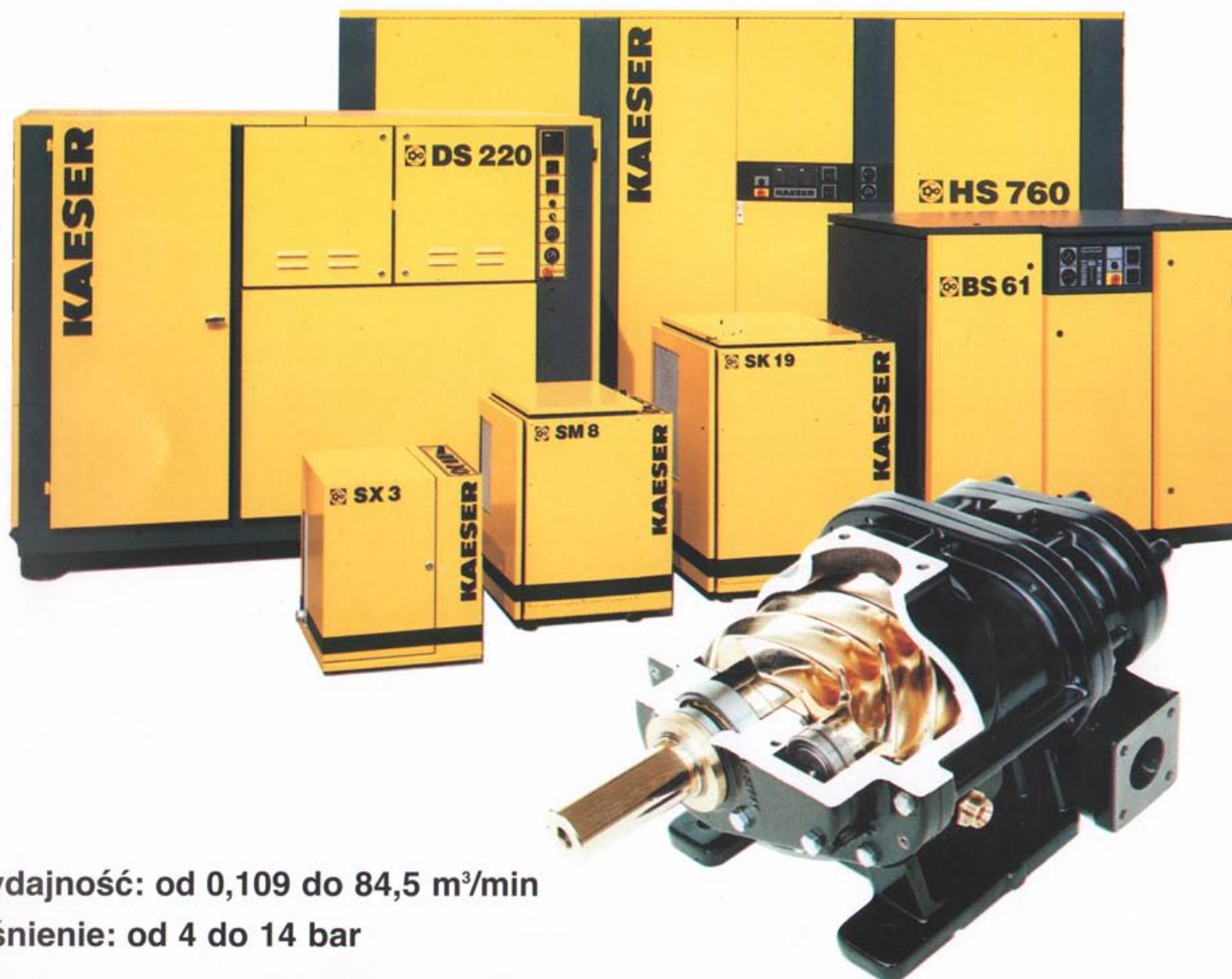
Dane techniczne sprężarek DSD:

Model	Maksymalne ciśnienie robocze bar	Wydajność przy maksymalnym ciśnieniu roboczym m <sup>3</sup> /min.	Moc nominalna silnika kW	Pobór mocy na wał silnika kW	Wymiary - wersja seryjna, chłodzona powietrzem, wyciszona mm	Ciężar kg
DSD 141	8	13,4	75	71	2225x1922x1885	2600
DSD 171	7,5 11	16,6 13,6	90	86	2225x1922x1885	2700
DSD 201	11 14	16,1 13,2	110	105	2225x1922x1885	2900



**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

30-442 Kraków  
ul. Zawia 59b  
tel./fax (012) 66-66-63

62-081 Baranowo k/Poznania  
tel./fax (061) 142-460

**Sprężarki śrubowe z profilem SIGMA**





## Sprężarki i uzdatnianie powietrza

**sprężarki śrubowe**

sprężarki tłokowe

sprężarki stacjonarne i przewoźne

**filtry**

osuszacze ziębnicze

osuszacze adsorpcyjne

**separatory**

zawory odwadniające

**TECHNIKA  
BEZ  
KOMPROMISÓW**

