Pneumatyka

PRZEMYSŁOWE SYSTEMY SPRĘŻONEGO POWIETRZA

5(54)2005
DWUMIESIĘCZNIK
cena 7,50 zł
(w tym VAT 7%)
ISSN 1426-6644
Indeks 337 323

TOMPRESS
KOMPRESORY ŚRUBOWE
Autoryzowany przedstawiciel firmy
SULLAIR
THE GREEN INNOVATOR
sprężarki, instalacje sprężonego powietrza, serwis i remonty
www.tompress.iq.pl
zawór spiralny

mechaniczna regulacja wydajności sprężarek

UNIKALNA W SKALI ŚWIATOWEJ GWARANCJA NA MODUŁ ŚRUBOWY
P.H.U. TOMPRESS
41-310 Dąbrowa Górnicza, ul. Legionów Polskich 147/16
tel./fax (032) 765 01 10, tel. kom. 0602 610 073, 0602 617 073
www.tompress.iq.pl, e-mail: biuro@tompress.iq.pl

Ingersoll-Rand Air Solutions

Chłodnie wentylatorowe

Automatyzacja procesów dozowania

Mechanika Autotronika Pneumotronika

Charakterystyki zaworu proporcjonalnego

CETOP Szansa dla krajowej hydrauliki i pneumatyki

wydawnictwo EKTORIUM

Sprężarki – wybór artykułów z „Pneumatyki”- str. 52

ISSN 1426-6644 05>
9 771426 664503

Deltech®

Specjalista od uzdatniania sprężonego powietrza

- Filtry
- Osuszacze adsorpcyjne
- Osuszacze ziębnicze

www.spxairtreatment.nl
deltech@airtreatment.spx.com

SPX Air Treatment

LASKA

Technika Przemysłowa Sp. z o.o.

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

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

Uszczelnienia Techniczne

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

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

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

Igraszki z czasem

Od dawna ludzie zadają sobie pytanie czy możliwe są podróże w czasie. Najlepszym chyba dowodem potwierdzającym tę cudowną możliwość jest to, że właśnie przenosimy się do roku 2006. Uważny obserwator zauważy, że możliwa jest także jazda wstecz. Wystarczy posłuchać telewizji, albo - co gorsza- radia, by przekonać się, że znów jest coś, co już było. Starają się o to politycy nasi i nie nasi. Kiedy nad naszymi głowami zawierane są porozumienia polityczno-gospodarcze pomiędzy sąsiadami z zachodu i wschodu, spoglądamy nerwowo w kalendarz – w którym właściwie jesteśmy roku? A Koreańczycy inwestujący w Polsce – czy tego już raz nie było? Czy nie skończy się tak jak na Żeraniu? Przecież to my mieliśmy inwestować na wschodzie. Każdy z nas może też bez trudu zamienić swój własny samochód w wehikuł czasu. Wystarczy wyjechać np. na „gierkówkę" i już cofamy się o 30 lat.

Niestety, „Pneumatyka" również przyczyniła się do naruszenia naturalnego biegu czasu. Niektórzy Czytelnicy ze zdumieniem odkryli w numerze lipcowo-sierpniowym relację z targów, które odbyły się we wrześniu. Także w obecnym, piatym numerze przyznajemy się, że spotkaliśmy już Świętego Mikołaja.

A tak całkiem poważnie, to chciałbym przeprosić Czytelników i Autorów publikowanych materiałów za opóźnienia w naszym cyklu wydawniczym. Te zaburzenia spowodowane są głównie rozwojem wydawnictwa „Lektorium", które w niezmienionym składzie rozpoczęło wydawanie piątego już czasopisma o charakterze naukowo technicznym. Zainteresowanych informujemy, że obecnie oprócz dwumiesięcznika „Pneumatyka" wydajemy następujące kwartalniki: „Ekotechnika", „Transport Przemysłowy", „Spajanie Metali i Tworzyw w Praktyce", „Inżynieria Biomedyczna" (patrz str. 7).

W najcieplejszym okresie roku, podczas Świąt Bożego Narodzenia redakcja „Pneumatyki" wraz z całym zespołem Wydawnictwa „Lektorium" wybiega myślą ku Wszystkim, którzy mają do czynienia z naszymi czasopismami. Niech nadchodzący rok 2006 pozwoli Wam zrealizować wszelkie plany i spełnić marzenia. Niech wehikuł czasu przeniesie nas wszystkich w nową, szczęśliwą epokę.

Zdzisław Chrapkiewicz

Pneumatyka

REDAKCJA
Zdzisław Chrapkiewicz
(redaktor naczelny)
Marcin Kluziak

Skład:
Wydawnictwo Lektorium

Komitet Naukowo-Techniczny:
prof. nadzw. dr hab. inż.
Łukasz N. Węsierski
prof. dr hab. inż.
Tadeusz Mikulczyński
prof. nadzw. dr hab. inż.
Mariusz Olszewski
prof. dr hab. inż.
Franciszek Siemieniako

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

WYDAWCA
Wydawnictwo Lektorium
Kierownik Wydawnictwa:
Mariusz Makulski
Dział Prenumeraty:
Elżbieta Stasieńko

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

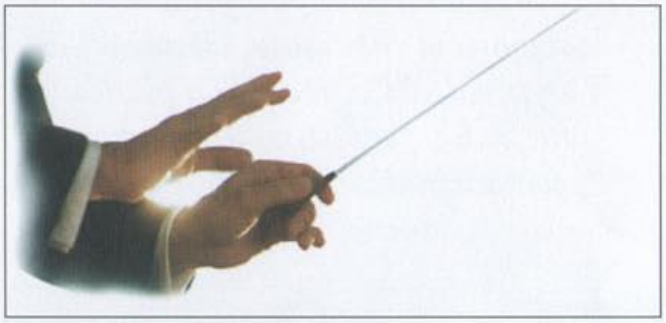
DRUKARNIA
Hector

PRENUMERATA
Warunkiem przyjęcia zamówienia jest otrzymanie potwierdzenia dokonania wpłaty. Należność prosimy wpłacać przelewem lub przekazem pocztowym na konto Wydawnictwa Lektorium Bank Przemysłowo Handlowy PBK SA w Krakowie, III Oddz. we Wrocławiu 95106000760000409910133389
Prenumeratę przyjmują:
Wydawnictwo Lektorium, RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o.o., KOLPORTER SA

Zlecenia na ogłoszenia i reklamy prosimy kierować pod adresem wydawcy.
Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych.
W materiałach nadesłanych redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych.

Przedruk tekstów w części lub w całości tylko i wyłącznie za zgodą wydawcy. Artykuły redakcyjne podlegają recenzji.

BOGE KOMPRESSOREN
Efektywnie i przejrzyście.
Do 16 sprężarek pod kontrolą _____11



Arcymistrz wagi lekkiej _____12

Pneumat System
Gazelą Biznesu 2005 _____15

Model matematyczny wymiany ciepła
i masy w chłodni wentylatorowej ____16

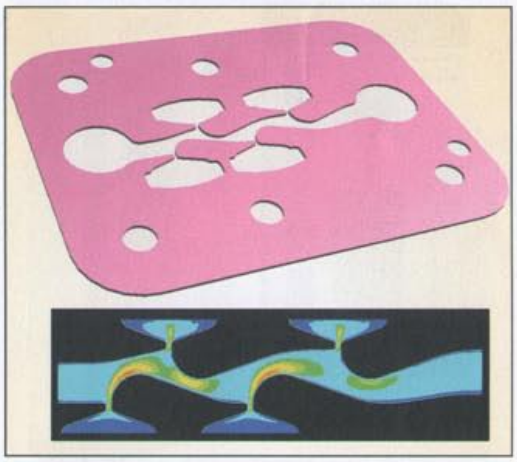
Ingersoll-Rand Air Solutions _____ 18

Mechatronika, autotronika,
pneumotronika... – nowe obszary
w automatyzacji produkcji _____ 22

Rafinacja przepływowa pulsacyjna
ciekłych stopów _____ 28

Automatyzacja procesów
dozowania _____30

Nowoczesne mikropompy do
obwodów mikrostrumieniowych ____35



Doświadczalne charakterystyki
zaworu proporcjonalnego _____40

Co nowego w normach dla pneumatyki
część II _____44

CETOP – szansa dla krajowej hydrauliki
i pneumatyki _____ 47

Sprężarki - zestawienie artykułów
z „Pneumatyki" _____52

Osuszacze adsorpcyjne

Całkowicie suche sprężone powietrze

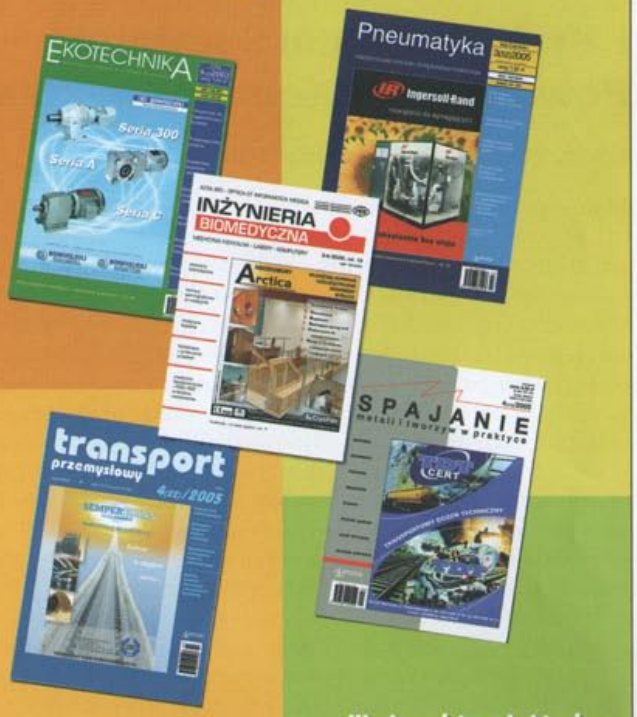
Atlas Copco Polska Sp. z o.o.
Al. Krakowska 61A
Sękocin Nowy, 05-090 Raszyn
e-mail: acpoland@pl.atlascopco.com
www.atlascopco.pl

Atlas Copco

Radosnych i spokojnych,
pełnych ciepła i nadziei
Świąt Bożego Narodzenia
oraz wszelkiej pomyślności
i osiągnięcia sukcesów, cierpliwości
i wytrwałości w realizacji planów
oraz dalszej owocnej współpracy
w nadchodzącym 2006 roku.

Atlas Copco

Z każdej branży...



Wydawnictwo Lektorium
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel./fax (071) 798 59 40, fax (071) 798 59 47
e-mail: info@lektorium.pl

BOGE KOMPRESSOREN

JAKOŚĆ KTÓRA PRZEBIJA

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

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

Oddziały:
Częstochowa (034) 322 06 26
Jarosław (016) 624 22 60
Serwis 24 h: 0 605 44 55 55

Pneumatik

Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN

PRODUCENT ZBIORNIKÓW CIŚNIENIOWYCH

KOMNINO

76-213 Gardna Wielka
tel./fax (059) 846 31 40-41
(059) 846 31 11-12
e-mail: biuro@komnino.com.pl
komnino@pro.onet.pl
www.komnino.com.pl

Oferujemy:
zbiorniki sprężonego powietrza
zbiorniki na ciecze i gazy
zbiorniki odmulaczy
zbiorniki piaskarek
odkraplacze

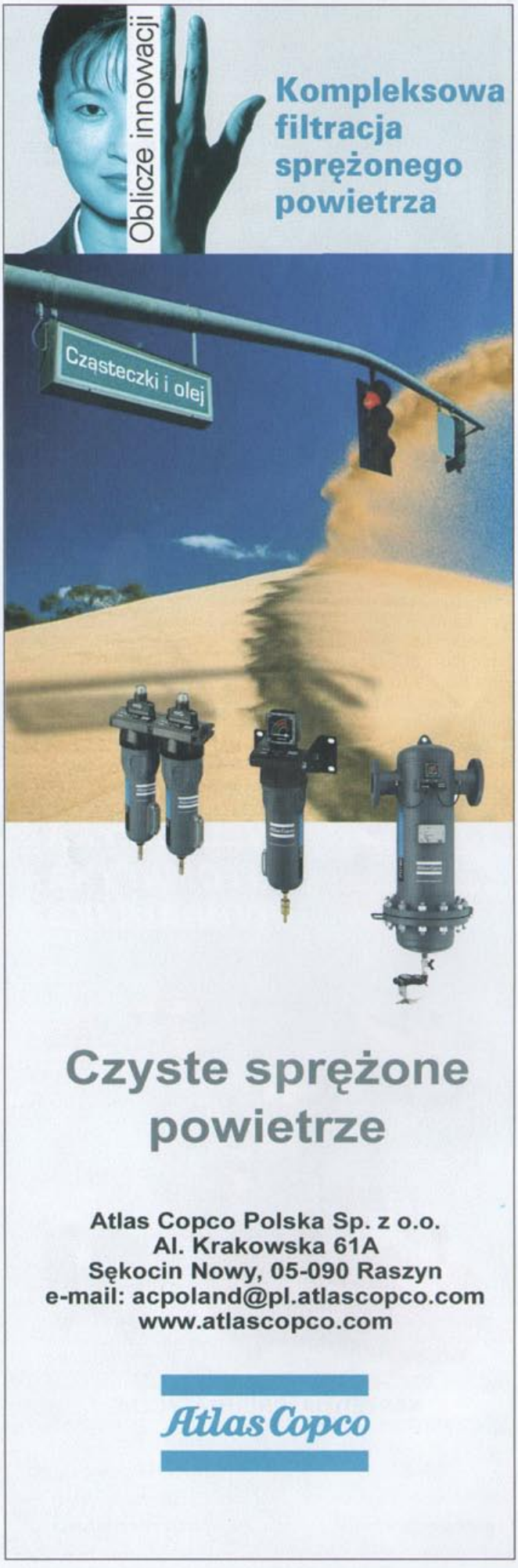
AMET-NEXT Sp. z o.o.

PNEUMATYKA AUTOMATYKA HYDRAULIKA

NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

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

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



I Krajowe Forum Sprężarek Powietrznych Kompresor '2006

Łódź, 25-27 października 2006

Mamy przyjemność poinformować, że Instytut Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej organizuje w dniach 25-27 października 2006 roku w Łodzi I Krajowe Forum Sprężarek Powietrznych - „KOMPRESOR'2006", które adresujemy do użytkowników i producentów sprężarek powietrznych wszystkich typów, to jest tłokowych, rotacyjnych, przepływowych oraz ich osprzętu. Forum stanowić będzie cykliczną platformę wymiany doświadczeń oraz miejsce prezentacji najnowszych konstrukcji, dając w efekcie aktualny obraz rynku tych urządzeń. Tematyka ta ma szczególne znaczenie w aspekcie rozwoju technologii wykorzystywania energii pozyskiwanych ze źródeł odnawialnych oraz zachodzących dynamicznych zmian związanych z dokonywaną restrukturyzacją przemysłu.

Forum podejmie również dyskusję nad doskonaleniem układów pracy oraz modernizacjami pracujących sprężarek i instalacji powietrznych, których celem jest poszukiwanie optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych i charakterystyk pracy spełniających wymogi oraz potrzeby użytkowników.

Do uczestnictwa w Forum zapraszamy przedstawicieli wytwórców, dostawców, użytkowników sprężarek oraz specjalistów z ośrodków naukowo-badawczych i uczelni technicznych. Artykuły zgłoszone na Forum, po ich recenzji, zostaną wydrukowane w zeszytach naukowych CMP - Turbomachinery.

Komitet naukowy

prof. dr hab. inż. Jan Krysiński (Łódź) – przewodniczący, dr hab. inż. Władysław Kryłłowicz (Łódź) – sekretarz naukowy, prof. dr hab. inż. Janusz Walczak (Poznań), prof. Youri B.Galerkin (St. Petersburg – Rosja), prof. dr hab. inż. Marek Orkisz (Rzeszów), prof. dr hab. inż. Andrzej Witkowski (Gliwice), dr inż. Paweł Hanausek (Łódź), mgr Zdzisław Chrapkiewicz (Wrocław) – sekretarz organizacyjny, mgr inż. Sławomir Janczak (Łódź), patron prasowy Forum „PNEUMATYKA"

Problematyka forum

Celem forum jest wymiana doświadczeń w zakresie:

- projektowania i eksploatacji sprężarek
- projektowania i eksploatacji układów transportu powietrza
- systemów automatyzacji i sterowania
- urządzeń pomiarowych związanych z pracą sprężarek i układów transportu
- nowych procesów technologicznych oraz rozwiązań technicznych
- energooszczędnych technik wytwarzania sprężonego powietrza w technologiach wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Terminarz organizacyjny Forum

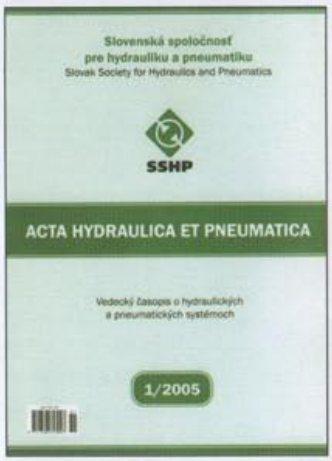
- 30.01.2006 – Nadesłanie karty zgłoszenia
- 01.03.2006 – Nadesłanie streszczenia referatu (do 100 słów)
- 30.04.2006 – Przesłanie komunikatu nr 2 i potwierdzenia

przyjęcia referatu wraz z wytycznymi jego przygotowania
- 31.05.2006 – Wniesienie opłaty konferencyjnej
- 30.06.2006 – Nadesłanie pełnego tekstu referatu
- 30.09.2006 – Przesłanie komunikatu nr 3 wraz ze szczegółowym programem konferencji

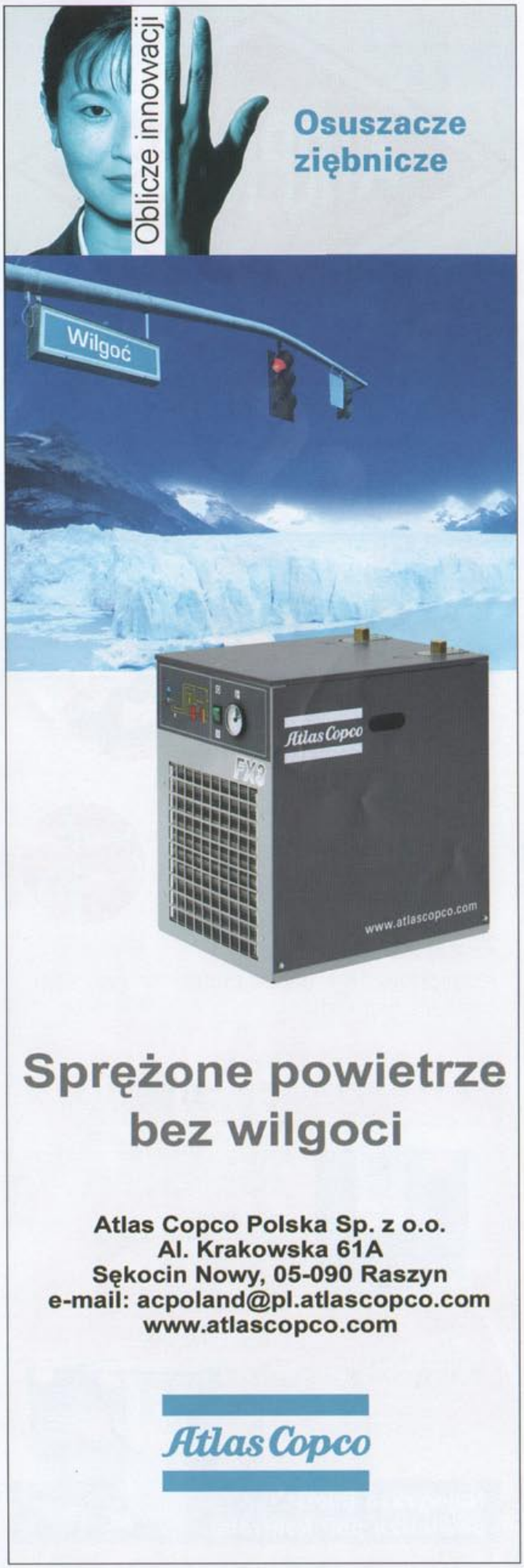
Opłata konferencyjna wniesiona w przewidzianym terminie wynosi 900 zł. Opłata wniesiona po 31.05.2006 r. wynosi 1200 zł.
Nr konta Politechniki Łódzkiej: Bank Pekao SA - II Oddział w Łodzi 25 1240 3028 1111 0000 2822 2228
z dopiskiem: KOMPRESOR'2006.
Adres komitetu organizacyjnego
I Krajowego Forum Sprężarek Powietrznych
KOMPRESOR'2006
Politechnika Łódzka, Instytut Maszyn Przepływowych
93-005 Łódź, ul. Wólczańska 219/223
tel./fax. (42) 631 23 81, tel. (42) 631 23 70
e-mail: bmajak@p.lodz.pl

Konferencja Pneumatyka i Hydraulika 2005 na Słowacji

W dniach 27 - 28 września 2005 odbyła się w Terchove-Vratna na Słowacji kolejna konferencja Hydraulika a Pneumatika 2005. zorganizowana przez Słowackie Towarzystwo Hydrauliki i Pneumatyki przy współpracy Uniwersytetu w Żylinie. W konferencji wzięło udział 60 osób, a wygłoszono 33 referaty z ośrodków akademickich z Polski – Kielc, Krakowa, Poznania, Rzeszowa, Warszawy i Wrocławia, Słowacji – Bratysławy, Trenczynu i Żyliny oraz Czech – Brna, Liberca i Ostrawy. Referaty po recenzjach opublikowane zostały w nowym czasopiśmie Acta Hydraulica et Pneumatica. Tematyka konferencji w większości dotyczyła badań elementów i układów hydraulicznych oraz ich sterowania. Tylko cztery referaty wchodziły w zagadnienia pneumatyki i akustyki, a część dotyczyła prezentacji najnowszych osiągnięć firm – Bosch Rexroth, Kleentek, Valvoil, Madid i Slovnaft. Najbardziej reprezentatywnym referatem z pneumatyki był zaprezentowany przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki z Kielc. Przedstawiono w nim automatyzację urządzeń z wykorzystaniem opracowanych w Ośrodku elementów specjalnych (armatka powietrzna oraz urządzenie załadowcze trocin do pieca). W programie była też wycieczka do elektrowni wodnej szczytowo-pompowej na Czarnym Wagu, w której znajdują się urządzenia hydrauliki siłowej.



Konferencja integruje środowiska zajmujące się zagadnieniami pneumatyki i hydrauliki z Polski, Czech i Słowacji i umożliwia wymianę doświadczeń nie tylko dotyczących samych badań ale również problematyki dydaktyki i szkolenia kadr oraz organizacji skupiającej producentów. Znalazło to też odbicie w tematyce dotyczącej wejścia Polskiej Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych do międzynarodowej organizacji CETOP oraz zagadnień programów kształcenia z mechaniki płynów i laboratoriów z hydrauliki.



AIRPRESS

kompleksowe wyposażenie firm i zakładów produkcyjnych w systemy oczyszczania i wytwarzania sprężonego powietrza

www.airpress.pl

nasza oferta:

» sprężarki śrubowe,
» sprężarki tłokowe,
» sprężarki specjalistyczne,
» systemy oczyszczania sprężonego powietrza (osuszacze, filtry, mikrofiltry itp.),
» reduktory, naoliwiacze, szybkozłącza, redukcje, węże,
» narzędzia pneumatyczne,
» projektowanie i montaż profesjonalnych sieci pneumatycznych.

Autoryzowani dystrybutorzy AIRPRESS w Polsce:

FRIPOL
86-100 Świecie, Wiąg 108 A
tel. (052) 331 25 88, fax (052) 331 20 43
e-mail: fripol@airpress.pl
05-092 Warszawa - Łomianki
ul. Kolejowa 42
tel./fax (022) 751 61 63, tel. (022) 751 12 34
e-mail: fripol2@airpress.pl

PNEUMAPOL
62-081 Poznań - Przeźmierowo
ul. Rynkowa 156
tel./fax (061) 652 57 00
e-mail: pneumapol@airpress.pl
71-682 Szczecin
ul. Golisza 10 (p. 114)
tel./fax (091) 487 06 71

THERMONT
62-081 Poznań - Przeźmierowo
ul. Naftowa 2
tel. (068) 453 04 84
e-mail: biuro@thermont.pl

Najwyższa jakość powietrza pod kontrolą!

PIAB
Innovators in Vacuum Technology

HERMETYCZNE SYSTEMY PODCIŚNIENIOWEGO TRANSPORTU MATERIAŁÓW SYPKICH

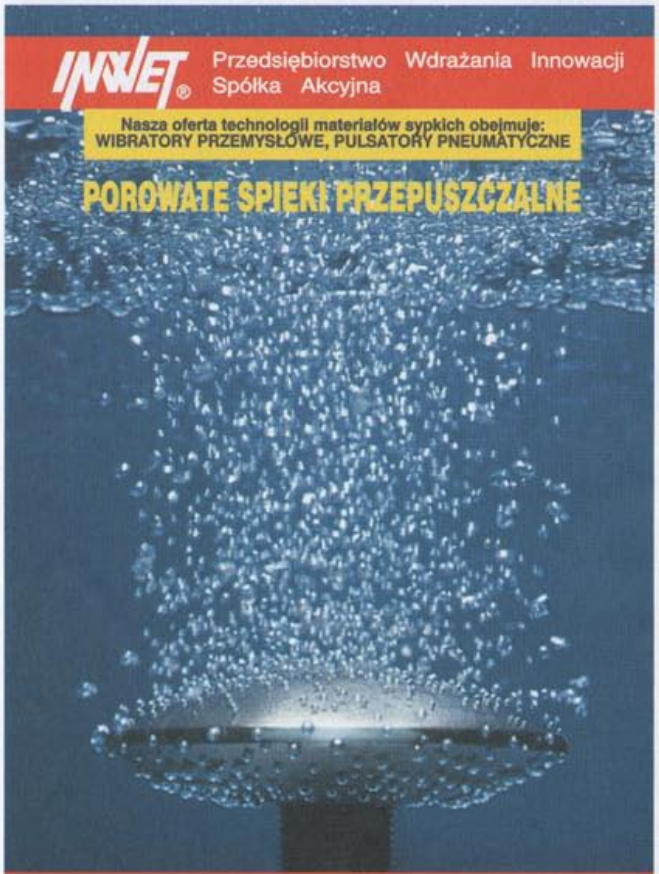
Bovin
81-327 Gdynia, ul. Wolności 20, tel./fax: (0-58) 621-98-24, 621-99-64
BOVIN - Południe: 0 502-42-23-00, e-mail: piab@bovin.com.pl

www.bovin.com.pl

INWET® Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji Spółka Akcyjna

Nasza oferta technologii materiałów sypkich obejmuje:
WIBRATORY PRZEMYSŁOWE, PULSATORY PNEUMATYCZNE

POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE



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

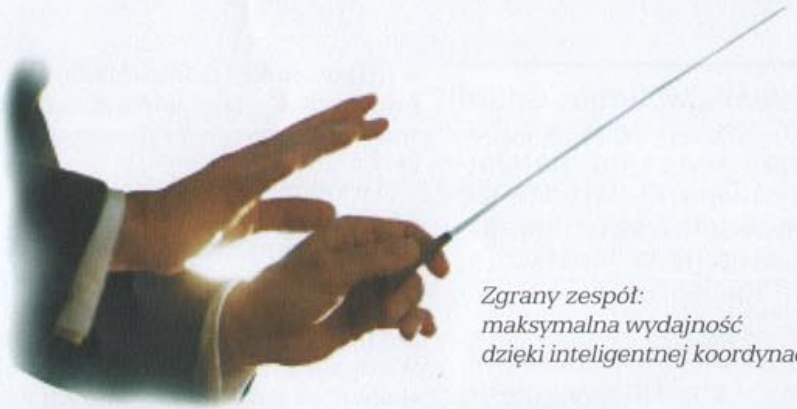
BOGE KOMPRESSOREN

Efektywnie i przejrzyście. Do 16 sprężarek pod kontrolą

Dzięki inteligentnym sterownikom proces wytwarzania sprężonego powietrza może być jeszcze bardziej efektywny i przejrzysty. Wygodne narzędzia sterujące organizują zaopatrzenie w sprężone powietrze na nieznanym dotąd poziomie.

Inteligentne sterowniki wyznaczają nowe kierunki w obszarze opłacalności, niezawodności i dyspozycyjności urządzeń sprężonego powietrza. Sterownik optymalizuje pracę poszczególnych elementów układu. Znacząco spada zużycie energii. Idealnie każdorazowo dobrana kombinacja sprężarek dokładnie pokrywa aktualne zapotrzebowanie.

Rys. 1 Podświetlany wyświetlacz ciekłokrystaliczny LCD (320×240 pikseli), wskazania w postaci tekstu



Zgrany zespół: maksymalna wydajność dzięki inteligentnej koordynacji!

Inteligentne:

- wydajne, zależne od aktualnego zapotrzebowania sterowanie;
- możliwe sterowanie urządzeniami peryferyjnymi stacji sprężonego powietrza;
- możliwe sterowanie za pomocą dwóch sensorów;
- możliwość wpięcia do dwóch sprężarek z regulacją częstotliwościową;
- możliwość rozbudowy dzięki modułowej budowie sterownika.

Widoczne:

- aktualny status całej stacji sprężonego powietrza, łącznie z ciśnieniem sieci i strumieniem przepływu, widoczny na displayu;
- dokładne informacje o wszystkich sprężarkach wyświetlane w postaci tekstu;
- dowolnie skalowany schemat ciśnienia w sieci w postaci diagramu;
- dowolnie skalowany schemat strumienia przepływu w postaci diagramu;
- czytelna struktura menu.

Możliwe:

- otrzymywanie komunikatów o zakłóceniach i konserwacji na telefon komórkowy;
- zewnętrzna wizualizacja parametrów eksploatacji na komputerze osobistym;
- umieszczenie parametrów eksploatacji na serwerze;
- otrzymywanie komunikatów o zakłóceniach i konserwacji w postaci e-maila.

Artykuł promocyjny Pneumatik SA

Firma Pneumatik SA składa wszystkim Czytelnikom „Pneumatyki" życzenia świąteczne i noworoczne. Naszym Klientom życzymy zadowolenia z naszych urządzeń i współpracy z nami. Niech rok 2006 będzie dla Państwa rokiem sukcesów.

Pneumatik®

Arcymistrz wagi lekkiej

30 lat temu w firmie Gnutti System (części włosko-kanadyjskiego koncernu metalurgicznego Gnutti) narodził się pomysł pionowego umieszczenia stopnia w łopatkowej technologii sprężania.

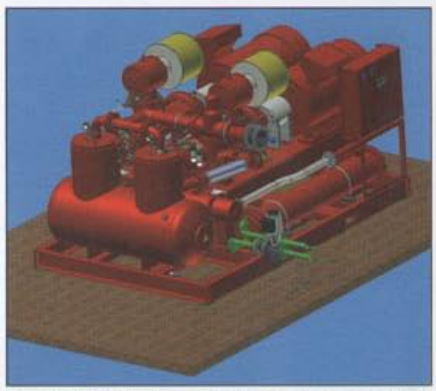
Projekt był tak doskonały, że podchwyciła go firma Wittig i w kooperacji z Gnutti System wprowadziła te sprężarki do swojej oferty. To rozwiązanie stało się podstawą opracowanego później typoszeregu własnych agregatów topline (22–90 kW) oraz powstania rodziny pionowych sprężarek UR firmy Pneumofore (37–75 kW). Ostatnio z dobrodziejstw takiego systemu skorzystała klasyczna w dotychczasowych konstrukcjach firma Hydrovane, prezentując – jako nową generację sprężarek – pionowy typoszereg HV (4–7,5 kW).

Fot. 1 Najmniejsza (na razie) w ofercie firmy In-Tech sprężarka łopatkowa ROL 5,5 baseline

O włoskiej technologii, a raczej jej jakości, można długo dyskutować. Jednak Gnutti System – firma z prawie stuletnią historią – okazała się być godnym partnerem niemieckiego producenta. Na początku XXI wieku Wittig swoją politykę rynkową zaczął skupiać na dużych urządzeniach dedykowanych dla przemysłu – głównie hut szkła, cementowni, metalurgii, a także na sprężarkach do gazów. W wyniku skonkretyzowania działań firmy Wittig współpraca z Gnutti System ograniczyła się do wsparcia serwisowego, dystrybucji części zamiennych, a także wspólnego przedsięwzięcia, jakim było opracowanie mikroprocesorowego sterownika dla sprężarek małych mocy.

Na polski rynek, do 2003 roku, trafiło wiele sprężarek Wittig/Gnutti, zyskując doskonałą opinię u użytkowników. Urządzenia te, podobnie jak produkty Wittiga, charakteryzują się bardzo długą żywotnością, niezawodnością, a także wysoką oszczędnością energii elektrycznej. Dedykowane są każdemu inwestorowi, dla którego sprężone powietrze w ilościach od 0,4 do 2,1 m^3/min jest niezbędnym medium przy zminimalizowaniu kosztów jego wytwarzania.

Ze względu na duże zainteresowanie takimi sprężarkami łopatkowymi In-Tech przywraca ich dostępność na polskim rynku. W kooperacji z producentem Gnutti System oferujemy agregaty o mocy od 4 do 15 kW, mogące pracować przy ciśnieniach 8–12 barów. Wszystkie są zaopatrzone w zaawansowany technologicznie, mikroprocesorowy sterownik pracy. W niedalekiej przyszłości oferta zostanie poszerzona o agregaty mniejszych mocy oraz wspólnie opracowane sprężarki zmiennoobrotowe. Stworzy to możliwość najlepszego dopasowania indywidualnej oferty „dla każdego".



Rys. 1 Największa w ofercie firmy In-Tech sprężarka łopatkowa ROW 920 powerline

Wszystkie sprężarki In-Tech/Gnutti oferowane są z 60-miesięczną gwarancją, przy stałych kontraktach serwisowych. Konstrukcja ta gwarantuje minimalne koszty eksploatacyjne, także dzięki wydłużonemu okresowi międzyprzeglądowemu. Jest to doskonałe uzupełnienie oferty urządzeń firmy WITTIG, dysponującej największymi agregatami (ROW 920 *powerline*) o mocy 640 kW.

In-Tech
Lucjan Graczyk
Andrzej M. Araszkiewicz

Tabela 1 Zakres produkcji sprężarek firmy Gnutti System

Typ	Zakres ciśnień	Wydatek przy 8/10/12 barach	Moc silnika	Chłodzenie
ROL 5,5 baseline	8-12 bar	0,60/0,48/0,38 m^3/min	4,0 kW	powietrze
ROL 7,5 baseline	8-12 bar	0,80/0,65/0,52 m^3/min	5,5 kW	powietrze
ROL 10 baseline	8-12 bar	1,10/0,85/0,70 m^3/min	7,5 kW	powietrze
ROL 15 baseline	8-12 bar	1,60/1,30/1,00 m^3/min	11,0 kW	powietrze
ROL 20 baseline	8-12 bar	2,10/1,60/1,30 m^3/min	15,0 kW	powietrze

Zgodnie z piękną tradycją świąteczną i noworoczną, firma In-Tech składa Czytelnikom „Pneumatyki" serdeczne życzenia samych pogodnych dni oraz spełnienia marzeń

Dla firmy In-Tech mijający rok 2005 był bardzo udany. Nasza oferta sprężarek i systemów zyskała uznaniew wielu miejscach w polskim przemyśle. Dziękujemy wszystkim, którzy się do tego przyczynili:

- Współpracownikom i Sympatykom – bez Was nasz sukces nie byłby możliwy;
- Użytkownikom sprężarek Wittig i naszych systemów – Wy już doceniliście te urządzenia;
- Nowym Użytkownikom – jesteśmy przekonani, że i Wy się nie zawiedziecie;
- Tym, którzy starali się zostać naszymi Kientami – Wasze starania są także dla nas bardzo ważne;
- Odwiedzającym naszą stronę internetową – mamy satysfakcję z poszerzenia Waszej wiedzy o sprężarkach i sprężaniu.

Liczymy na dalszą współpracę i obopólne sukcesy. Wszystkiego najlepszego w roku 2006.

In-Tech
Andrzej M. Araszkiewicz, Lucjan Graczyk, Wojciech Kwaśnicki

Powietrze. Na całym świecie.

Gardner Denver

Najsolidniejsi
Wszyscy tak mówią. Tylko my udowadniamy.

Gardner Denver Wittig GmbH
Johann-Sutter-Straße 6+8
D-79650 Schopfheim

Tel. +49 76 22 394-138
Fax +49 76 22 394-137
wittig.industry@eu.gardnerdenver.com

In-Tech
Andrzej M. Araszkiewicz
01-652 Warszawa
ul. Potocka 4/1
tel./fax (022) 833 35 31
e-mail: intech@intech.waw.pl
www.intech.waw.pl

Oddział Polska Północ
kom. +48 501 316 906
e-mail: intech.pn@intech.waw.pl

Oddział Polska Południe
kom. +48 509 672 534
e-mail: intech.pd@intech.waw.pl

GD GARDNER DENVER Wittig

J.P. SAUER & SOHN MASCHINENBAU GMBH

30 bar 35 bar 40 bar 70 bar 100 bar 150 bar 200 bar 250 bar 350 bar

do 350 bar
sprężarki wysokiego ciśnienia

WARSZAWA
PPHU Kompress Sp. z o.o.
ul. Krzysztofa Kolumba 22
02-288 Warszawa
tel./fax: (+48 22) 868 00 33, 846 62 54
kompress@kompress.com.pl

POZNAŃ
ul. Strzeszyńska 33
60-479 Poznań
tel./fax: (0 61) 656 70 22, 0 601 177 355

WROCŁAW
ul. Olszewskiego 23B-3
51-642 Wrocław
tel./fax: (0 71) 348 32 91, 0 607 084 154

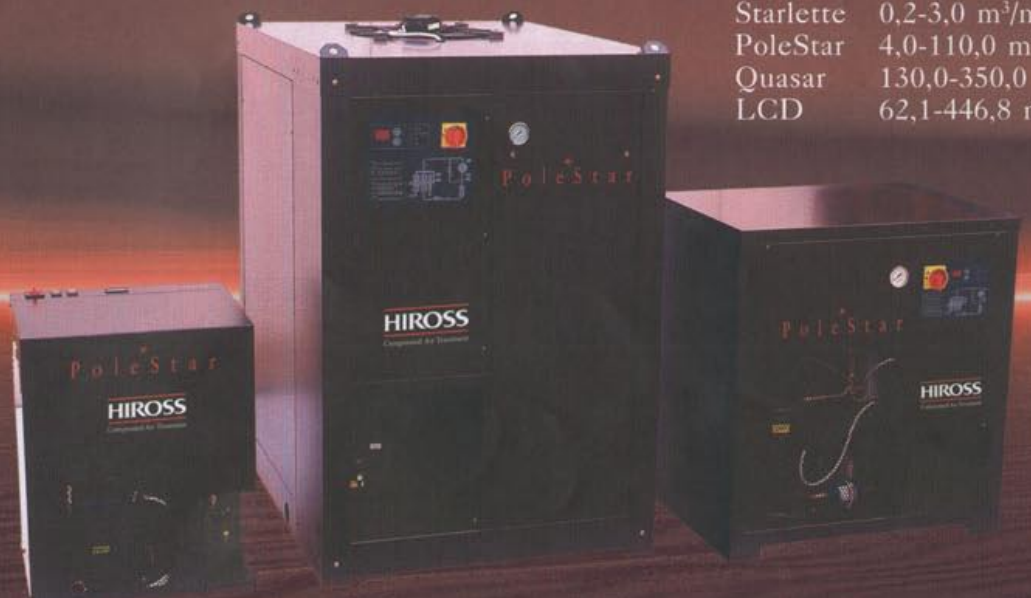
Serwis 24 godziny na dobę:
tel./fax: (+48 22) 846 62 54
tel. kom: 0 601 303 804

www.kompress.com.pl

HIROSS

Compressed Air Treatment
Osuszacze chłodnicze

Starlette	0,2-3,0 m³/min
PoleStar	4,0-110,0 m³/min
Quasar	130,0-350,0 m³/min
LCD	62,1-446,8 m³/min



dh Group Polska Sp. z o.o., ul. Ryżowa 87, 05-816 Opacz k/Warszawy
tel. (022) 723 03 67, fax (022) 723 03 68, e-mail: info@dhgroup.pl

Pneumat System Gazelą Biznesu 2005

Do zaszczytnego grona firm wyróżnionych prestiżową nagrodą Gazele Biznesu 2005 dołączyła znana w branży pneumatycznej wrocławska firma Pneumat System. Ta rodzinna firma założona przed trzydziestu laty przez Ryszarda Pachurę jest obecnie współtworzona przez żonę Bożenę i synów Tomasza i Dariusza. Również pozostałą część trzydziestoosobowej załogi można śmiało nazwać jedną wielką rodziną. Redakcja „Pneumatyki" gratuluje firmie zasłużonego wyróżnienia i życzy dalszych sukcesów.

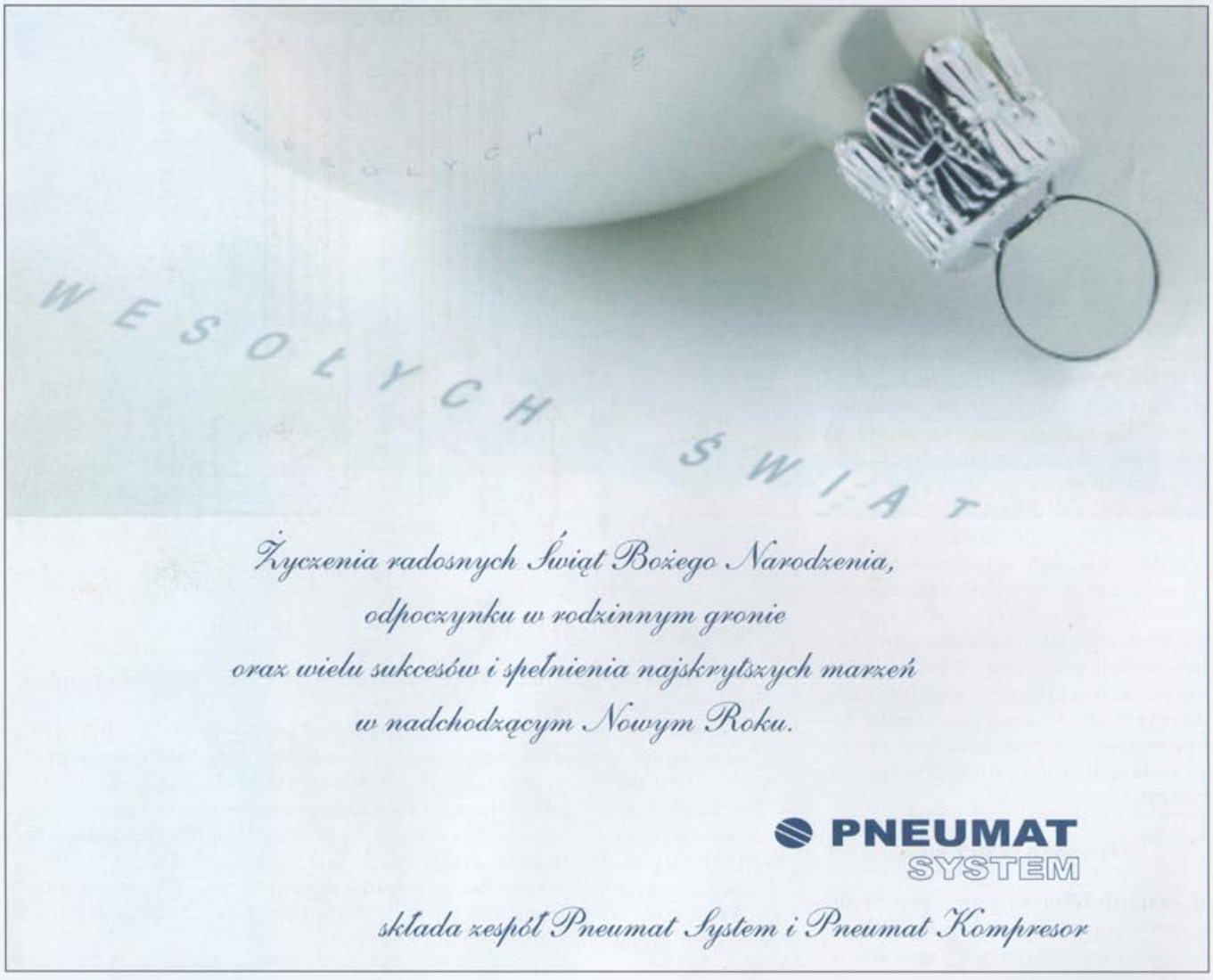
„Puls Biznesu" ogłosił 5 grudnia wyniki rankingu najdynamiczniej rozwijających się małych i średnich firm „Gazele Biznesu 2005". To już szósta edycja konkursu przygotowanego przez „Puls Biznesu" i międzynarodową wywiadownię gospodarczą Coface Intercredit Poland. W tym roku na liście znalazło się 3108 przedsiębiorstw.

Gazele Biznesu są wspólnym projektem realizowanym przez 9 dzienników ekonomicznych należących do Grupy Wydawniczej Bonnier. Oprócz „Pulsu Biznesu" podobne zestawienia sporządzają jego siostrzane dzienniki ze Szwecji, Danii, Austrii, Litwy, Łotwy, Rosji, Estonii i Słowenii. Mimo że szczegółowe kryteria doboru firm biorących udział w tych rankingach różnią się zależnie od realiów gospodarczych poszczególnych krajów, ich idea wszędzie jest taka sama: promocja rozwijających się dynamicznie małych i średnich firm.

Rokrocznie kryteria doboru firm do rankingu są takie same. Podstawowe znaczenie ma więc szybki i stały rozwój w kolejnych 3 latach, ale szczególnie ważną cechą jest też wiarygodność biznesowa i przejrzystość notowanych firm.

Do rankingu mogła zakwalifikować się firma, która:

- w kolejnych latach 2002, 2003, 2004 wykazywała dodatni wynik finansowy
- w latach 2002-2004 z roku na rok wykazywała wzrost sprzedaży
- poziom sprzedaży w roku 2002 ukształtowała w przedziale 3–300 mln zł
- publikuje swoje sprawozdania finansowe w Monitorze Polskim B, składa je do akt rejestrowych firmy lub udostępniła je redakcji „Pulsu Biznesu".



Model matematyczny wymiany ciepła i masy w wypełnieniu chłodni wentylatorowej

Jerzy K. Mikołajczak

W ramach prac badawczych prowadzonych w Katedrze Klimatyzacji i Ciepłownictwa Politechniki Wrocławskiej opracowywane są matematyczne modele wymiany ciepła i masy w chłodniach wentylatorowych. Urządzenia tego typu znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle jako część systemów odprowadzania zbędnego ciepła wytwarzanego w procesach technologicznych.

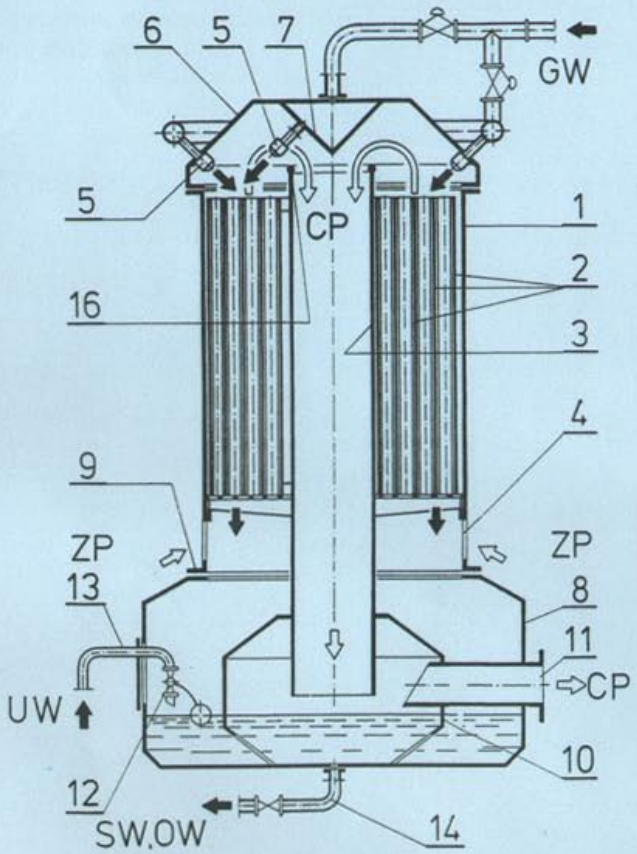
Duża ilość ciepła powstaje na przykład podczas sprężania powietrza. Sprężarki i urządzenia do uzdatniania sprężonego powietrza w dużych systemach przemysłowych (takich jak np. opisany w [1]) są zwykle chłodzone wodą. Końcowym etapem takiego sposobu chłodzenia jest najczęściej odprowadzenie ciepła do atmosfery za pośrednictwem chłodni wentylatorowych [2]. Racjonalizacja konstrukcji chłodni wentylatorowych wymaga dokładnego poznania złożonych procesów wymiany ciepła i masy zachodzących w tych urządzeniach. Prace nad doskonaleniem szczegółów rozwiązania konstrukcyjnego możliwe są tylko w oparciu o dokładny model matematyczny zjawisk.

W poprzednim wydaniu „Pneumatyki" [3] przedstawiono analizę wymiany ciepła i masy procesu zachodzącego w wypełnieniu chłodni wentylatorowej. W jej wyniku wyprowadzono równania przedstawiające bilans energii, przyrost entalpii strumienia powietrza i przyrost entalpii strumienia wody. Dla uzyskania pełnego opisu matematycznego zjawiska równania te należy uzupełnić równaniem bilansu masy.

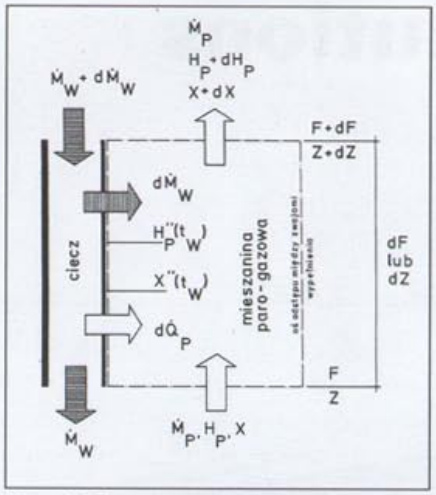
Analiza procesu

Równanie bilansu masy. Wyodrębnijmy elementarne pole powierzchni wymiany wypełnienia dF, ograniczo-

Chłodnie wentylatorowe są w większości wymiennikami bezpośrednimi. Obok wymiany ciepła w urządzeniach tych zachodzi również wymiana masy. Na poniższym rysunku przedstawiono przykład rozwiązania chłodni wentylatorowej. Elementem roboczym tej chłodni jest wypełnienie. Jest ono utworzone z jednego pasa materiału zwiniętego w jednakowych odstępach w kształcie spirali Archimedesa. Po ściankach wypełnienia spływa pod wpływem siły ciężkości woda ochładzana. Natomiast powietrze chłodzące przepływa w przeciwnym kierunku między zwojami wypełnienia dzięki różnicy ciśnienia wytworzonej przez wentylator.



Chłodnia wentylatorowa GM-C. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego w przekroju pionowym
1 – obudowa, 2 – wypełnienie, 3 – przewód odprowadzenia powietrza, 4 – otwór doprowadzenia powietrza, 5 – głowica rozdrabniająca, 6 – pokrywa, 7 – zbiornik wody gorącej, 8 – zbiornik wody ochłodzonej, 9 – kołnierz, 10 – zbiornik wody odkroplonej, 11 – króciec odprowadzenia powietrza, 12 – zawór regulacyjny poziomu wody, 13 – przewód doprowadzenia wody uzupełniającej, 14 – przewód odprowadzenia wody ochłodzonej i odkroplonej, 16 – krawędź przewodu odprowadzenia powietrza, GW – woda gorąca, SW – woda ochłodzona, OW – woda odkroplona, UW – woda uzupełniająca, ZP – zimne powietrze, CP – ciepłe powietrze



Rys. 1 Schemat wnikania ciepła i masy w nieskończenie małym elemencie pola powierzchni wymiany

ne z jednej strony płaszczyzną Z, a z drugiej Z+dZ, prostopadłymi do kierunku przepływu powietrza. Analizując rysunek 1, przy przejściu z przekroju Z do Z+dZ wilgotność właściwa powietrza zmienia się o dX. Przy założeniu, iż nie występuje wymiana masy z otoczeniem, równanie bilansu masy można przedstawić następująco

$$\dot{M}_P \cdot dX - d\dot{M}_W = 0 \qquad (15)$$

Jeśli strumień masy wody odparowanej dyfuzyjnie dMw wyrazimy zależnością (2)[3], równanie bilansu masy przyjmie postać

$$\dot{M}_P \cdot dX - \beta_X \cdot dF \cdot \left[X''(t_W) - X\right] = 0 \qquad (16)$$

Przekształcając powyższą zależność względem MP·dx, otrzymamy ostatecznie

$$\dot{M}_P \cdot dX = \beta_X \cdot dF \cdot \left[X''(t_W) - X\right] \qquad (17)$$

Równania ogólnego modelu procesu

W wyniku analizy procesu otrzymaliśmy układ równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu (10), (14) [3] (17). Równania te obrazują przebieg zmienności podstawowych parametrów termodynamicznych powietrza i wody X, H_P i H_W w funkcji pola powierzchni wymiany F. Dla wielu zastosowań, chociażby ze względu na możliwość wyznaczenia trajektorii procesu czy też niezbędnej wysokości wypełnienia przy zadanym przekroju przepływowym, korzystniejsze jest całkowanie układu równań modelu nie po polu powierzchni, a wysokości wypełnienia Z.

Jeśli w równaniach (10), (14) i (17) podstawimy

$$dF = N \cdot \pi \cdot (D_Z + D_W) \cdot dZ \qquad (18)$$

to po wprowadzeniu zmiennej Z i zastosowaniu odpowiednich przekształceń otrzymamy

$$\frac{dX}{dZ} = \frac{1}{\dot{M}_P} N \cdot \pi \cdot (D_Z + D_W) \cdot \beta_X \cdot \left[X''(t_W) - X\right] \qquad (19)$$

$$\frac{dH_P}{dZ} = \frac{1}{\dot{M}_P} N \cdot \pi \cdot (D_Z + D_W) \cdot \beta_X \cdot \left\{H''_P(t_W) - H_P + \left(\frac{\alpha p}{\beta_x C_p M} - 1\right) \cdot \left\langle H''_P(t_W) - H_P - \left[X''(t_W) - X\right] \cdot \left(L_0 + C_V \cdot t_W\right)\right\rangle\right\} \qquad (20)$$

$$\frac{dH_W}{dZ} = \frac{1}{\dot{M}_P} \cdot N \cdot \pi \cdot (D_Z + D_W) \cdot \beta_X \cdot \left\{H''_P(t_W) - H_P + \left(\frac{\alpha p}{\beta_x C_p M} - 1\right) \cdot \left\langle H''_P(t_W) - H_P - \left[X''(t_W) - X\right] \cdot \left(L_0 + C_V \cdot t_W\right)\right\rangle - \left[X''(t_W) - X\right] \cdot C_W \cdot t_W\right\} \qquad (21)$$

Podsumowanie

Równania (19), (20) i (21) są równaniami ogólnego modelu procesu. Szczegółowe rozwinięcie tego modelu, pozwalające wyznaczyć podstawowe parametry termodynamiczne stanu powietrza i wody w dowolnym przekroju przepływowym wypełnienia, będzie tematem kolejnych artykułów.

Literatura

[1] Mikołajczak J.K. suwalski I.: System sprężonego powietrza zakładu farmaceutycznego. Studium projektowe. Pneumatyka 4/2004

[2] Mikołajczak J.K.: Chłodnie wentylatorowe w systemach sprężonego powietrza. Pneumatyka 6/2004.

[3] Mikołajczak J.K.: Wymiana ciepła i masy w wypełnieniu chłodni wentylatorowej. Pneumatyka 1/50/2005.

Uwaga: Numeracja równań przytoczonych jest kontynuacją numeracji z [3].

Oznaczenia i wymiary ważniejszych wielkości

- C – ciepło właściwe, kJ/(kg K)
- C_P – ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu, kJ/(kg K)
- C_{PM} – ciepło właściwe powietrza wilgotnego, kJ/(kg K)
- F – pole powierzchni wymiany ciepła i masy, m^2
- H – entalpia właściwa, kJ/kg
- L – ciepło parowania, kJ/kg
- M – strumień masy, kg/s
- P – ciśnienie, Pa
- Q – strumień ciepła, kJ/s
- t – temperatura względna, °C
- Z – wysokość zwojów wypełnienia, m
- X – wilgotność właściwa, kg/kg
- α – współczynnik wnikania ciepła, kJ/(s m^2 K)
- β_X – współczynnik wnikania masy, kg/(s m^2)

Wykaz stosowanych indeksów

- O – wartość w temperaturze 273 K
- P – powietrze, powietrze wilgotne
- V – para wodna
- W – woda
- $''$ – nasycenie, wielkość w warstwie granicznej

Jerzy K. Mikołajczak
Katedra Klimatyzacji i Ciepłownicta
Politechnik Wrocławska

Ingersoll-Rand Air Solutions

Sprężone powietrze jest rozpowszechnione w przemyśle od ponad 100 lat. Jako nośnik energii przebijało się przez tunele pod górami, wydobywało surowce naturalne, kruszyło kamienie i beton, remontowało drogi, transportowało. Było ekspansywne, hałaśliwe i rozrzutne.

Zakład Ingersoll-Rand w Unicovie w Czechach

Niosący się na odległość wielu kilometrów dźwięk młotów pneumatycznych i sprężarek był nieodłącznym elementem procesu uprzemysłowienia świata. W miarę jak cywilizacja „dorastała", również sprężone powietrze „spoważniało". Stało się cichsze, zamknęło się w układach sterowania i automatyki, stanęło na straży bezpieczeństwa, objęło służbę w ochronie środowiska naturalnego.

W świecie współczesnym liczony jest każdy kilowat energii. Urządzenia zasilane sprężonym powietrzem stały się oszczędne, precyzyjne i delikatne. Wszelkie zanieczyszczenia podlegają dokładnej kontroli. Wytwarzanie sprężonego powietrza stało się sztuką wymagającą zaangażowania najbardziej zaawansowanych technologii. Sprostać tym wymaganiom mogą tylko najbardziej doświadczone, wyspecjalizowane firmy, zdolne do kompleksowego traktowania problemu sprężonego powietrza.

Światowy koncern

Ingersoll-Rand jest jedną z niewielu firm na świecie, obejmującą swym zakresem działalności całość problemów związanych z zaopatrzeniem w sprężone powietrze. Jest to nie tylko produkcja pełnego zakresu sprężarek, urządzeń do uzdatniania sprężonego powietrza i utylizacji kondensatu, ale także kompleksowe projektowanie wysoko zoptymalizowanych instalacji sprężonego powietrza, wieloletnia obsługa w ramach programów gwarancyjnych i pogwarancyjnych, modernizacja istniejących układów, w tym także remonty urządzeń innych producentów z zastosowaniem najwyższej jakości zamiennych podzespołów.

Ingersoll-Rand powstał w Nowym Jorku w 1905 r. na bazie istniejącej od 1871 r. firmy Ingersoll produkującej urządzenia dla przemysłu wydobywczego. W krótkim czasie wizytówką firmy stały się sprężarki powietrza. Obecnie Ingersoll-Rand to międzynarodowy koncern zatrudniający ponad 50 000 pracowników w 100 zakładach na całym świecie, z czego połowa w USA, a druga w 40 krajach świata. Siedziba koncernu znajduje się w Woodscliff Lake (New Jersey, USA).

Linie montażowe

Różne typy i wielkości sprężarek

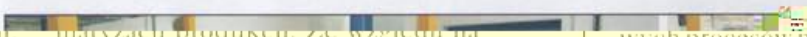
Ingersoll-Rand produkje sprężarki w zakresie mocy od 2,2 kW do 6 MW. Najważniejsze zakłady produkcyjne sprężarek mieszczą się w Davidson i Mocksville (USA), Oberhausen (Niemcy), Unicov (Czechy), Shanghai (Chiny) i Vignate (Włochy). Najmłodszy z nich to zakład w Unicovie, w którym produkcję rozpoczęto w 2002 r.

Dziesiątki lat doświadczenia w projektowaniu sprężarek przemysłowych znajdują odbicie w perfekcyjnej optymalizacji konstrukcji urządzeń. Konstrukcja modułów sprężających, napędu i systemu sterowania pozwala na obniżenie intensywności pracy urządzeń nawet o 30% bez uszczerbku dla zaopatrzenia w sprężone powietrze sieci zakładowej. To przekłada się na zmniejszone zużycie energii, dłuższą żywotność urządzeń, mniejsze obciążenie środowiska naturalnego, mniejsze wymagania co do miejsca instalacji sprężarek. Niezawodność i stabilność parametrów sprężonego powietrza, nawet przy skrajnych wahaniach poboru, chroni użytkownika przed stratami wynikającymi z przerw w produkcji lub uszkodzenia partii wytwarzanych produktów. Także niespotykana dotychczas elastyczność parametrów sprężania pozwala na szybkie przestawienie tych samych urządzeń na inne ciśnienia i wydajności w związku np. z rozbudową czy modernizacją zakładu.

Fabryka w Unicovie

Zakład Ingersoll-Rand w Unicovie zatrudnia 220 osób i zajmuje się montażem kilku typów sprężarek powietrznych. Powstają tu między innymi najnowocześniejsze sprężarki śrubowe Nirwana i Unigy. W produktach tych zastosowano najbardziej zaawansowane technologie obróbcze, materiałowe i sterownicze.

Umiejscowienie jednego z nowoczesnych zakładów w Czechach jest przejawem doceniania potencjału, jaki tkwi w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. Proces produkcyjny urządzeń o tak wysokim stopniu zaawansowania wymaga wysokiej kultury technicznej i wysokich kwalifikacji załogi. Sprężarki opuszczające zakład w Unicovie spełniają najostrzejsze wymagania jakościowe i są wysyłane do odbiorców na całym świecie. Z drugiej strony, rozwijająca się gospodarka krajów tego regionu potrzebuje i będzie potrzebować coraz więcej urządzeń tej klasy. Zakład w Unicovie pełni też rolę centrum szkolenia dla dystrybutorów Ingersoll-Rand z krajów Europy Środkowo-Wschodniej. Ingersoll-Rand utworzył sieć swoich przedstawicieli w tych krajach, opierając się na doświadczonych specjalistach z zakresu zaopatrzenia przemysłu w sprężone powietrze. Specjaliści ci spotykają się regularnie w Unicovie i w pobliskim Ołomuńcu (Olomouc), omawiając szczegółowo specyfikę



ych, matyzacji produkcji. Ze względu na nego i umiejętności zawodo
enia. autonomię wyższych uczelni, prawo nabierają szczególnego znac
wych procesów produkcyjnych.

Przed wysyłką do odbiorcy każda maszyna przechodzi cykl prób na stanowisku testowym. Tutaj testy sprężarki bezolejowej NIRVANA 37 kW

Centrum logistyczne – magazyn wysyłkowy

rynku, który reprezentują, wymagania poszczególnych klientów oraz sposoby tworzenia długotrwałych relacji z klientami przez tworzenie dla nich kompleksowych rozwiązań. Obecni na spotkaniach przedstawiciele innych fabryk koncernu, zarządu, czy działów marketingu zapoznają uczestników z najnowszymi tendencjami rozwojowymi urządzeń i usług oferowanych przez Ingersoll-Rand oraz konkretnymi rozwiązaniami technicznymi, planami produkcyjnymi, organizacją produkcji i logistyki itp.

Kompleksowość i elastyczność

Ta gotowość Ingersoll-Rand do całościowego traktowania systemu sprężonego powietrza znajduje odzwierciedlenie w dwóch najczęściej pojawiających się określeniach dotyczących zakresu działania: Air Solutions (rozwiązania dla sprężonego powietrza) i Solutionizing (rozwiązywanie problemów).

Mocną stroną oferty Ingersoll-Rand Air Solutions jest duże zróżnicowanie urządzeń, pozwalające niemal idealnie dopasować produkt do zapotrzebowania. Jeżeli np. pobór sprężonego powietrza u odbiorcy jest dokładnie określony, firma zaoferuje mu sprężarkę stałoobrotową o dokładnie dobranej wydajności (bez kosztownego przewymiarowywania). Bardzo często jednak odbiorca nie potrafi dokładnie określić swojego zapotrzebowania, co spowodowane jest nieregularną produkcją, planami modernizacji itp. Ingersoll-Rand dysponuje całym arsenałem środków służących rozpoznaniu rzeczywistego i potencjalnego zapotrzebowania. Na podstawie starannego audytu specjaliści firmy są w stanie przedstawić zminimalizowaną pod względem kosztów ofertę właściwego rozwiązania. Jeżeli okaże się, że sprężarka stałoobrotowa narażona byłaby na częstą pracę bez obciążenia (zużywając niepotrzebnie energię) i częste wyłączenia (co obciąża sieć elektryczną i powoduje szybsze zużycie sprężarki), rozwiązaniem jest sprężarka zmiennoobrotowa o konstrukcji umożliwiającej dowolną liczbę miękkich startów i wyłączeń w ciągu godziny. Zwiększony koszt zakupu takiej sprężarki szybko zwróci się dzięki znacznym oszczędnościom energii. W przypadku gdy odbiorca liczy się z możliwymi modernizacjami zakładu czy zmianą profilu produkcji, dobrym rozwiązaniem może okazać się sprężarka z tzw. przekładnią wirtualną, to znaczy z możliwością elektronicznego przestawienia głównych parametrów sprężarki: mocy pobieranej, ciśnienia roboczego i wydajności. Użytkownik

Szkoleniowe spotkanie dystrybutorów z krajów Europy Środkowo-Wschodniej w Unicovie i Ołomuńcu

Ivan Stefanovic, dyrektor regionu Europa Wschodnia i Centralna z siedzibą w Vignate we Włoszech, wręcza nagrodę za osiągnięcia w sprzedaży i serwisie Zbigniewowi Dębskiemu, reprezentującemu firmę Compresor Servis – jednego z dystrybutorów Ingersoll-Rand na terenie Polski. Po lewej Arkadiusz Wrzyszcz reprezentujacy warszawskie biuro Ingersoll-Rand

takiej sprężarki ma więc znacznie większą swobodę w planowaniu rozwoju, gdyż z założenia ewentualna operacja „wymiany" sprężarki jest

Niezwykły napęd sprężarki NIRVANA. Bezłożyskowy silnik HPM

łatwa i mało kosztowna. Do dyspozycji klienta jest też wiele dodatkowych opcji, takich jak: wbudowany osuszacz i system filtrów, zabudowa na zbiorniku, różne wersje sterowania i przesyłania danych na odległość oraz różne pakiety serwisowo-gwarancyjne.

Bezolejowe czy z wtryskiem oleju?

Kolejnym zagadnieniem, które może być najlepiej rozwiązane przez Ingersoll-Rand, jest wybór sprężarki bezolejowej lub z wtryskiem oleju. Odpowiedni wybór będzie zależał zarówno od klasy czystości powietrza (wg ISO), jak i od parametrów ekonomicznych i bezpieczeństwa. Z technicznego punktu widzenia, powietrze bezolejowe może być dostarczane przez sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju, po zastosowaniu odpowiedniego zestawu filtrów. Pełna gama takich filtrów jest w ofercie Ingersoll-Rand niezależnie od rodzaju sprężarki, a więc również w przypadku sprężarki z wtryskiem oleju. Jednak nie zawsze stosowanie takiej sprężarki z systemem filtrów jest uzasadnione ekonomicznie i ze względu na wymogi bezpieczeństwa obowiązujące np. przy produkcji spożywczej, farmaceutycznej, elektronicznej itp. Zastosowanie sprężarki bezolejowej zmniejsza ryzyko uszkodzenia partii produktów, a także uszkodzenia osuszacza adsorpcyjnego. Filtrowanie powietrza z cząsteczek oleju jest i tutaj konieczne ze względu na zawartość oleju w powietrzu zasysanym z atmosfery, ale obciążenie filtrów jest nieporównywalnie mniejsze.

Na świecie jest zaledwie kilku producentów sprężarek śrubowych bezolejowych. Niemieckie przedsiębiorstwo GHH należące do Ingersoll-Rand jest znane na świecie jako wytwórca najwyższej jakości stopni śrubowych, a zwłaszcza stopni śrubowych bezolejowych.

O bezkonkurencyjnej jakości tych stopni decyduje najbardziej zaawansowana, niedostępna dla innych wytwórców metoda ich wytwarzania. Wykonane przy pomocy robotów wirniki i obudowy są pokrywane doskonale przywierającą powłoką ze związków molibdenu, co czyni je całkowicie odpornymi na wpływ agresywnego środowiska sprężonego powietrza (wysokiej wilgotności i temperatury). W efekcie nie ulegają one erozji i nie wprowadzają żadnych zanieczyszczeń do sprężonego powietrza. Bezolejowe sprężarki śrubowe są dwustopniowe. W przypadku wyrobów Ingersoll-Rand (GHH-Rand) jest to wypróbowana kompaktowa konstrukcja zawierająca oba stopnie w jednej obudowie, wyróżniająca się dużą sprawnością energetyczną. Kolejną charakterystyczną cechą tego zespołu jest to, że drugi stopień, najbardziej narażony na oddziaływanie wody wykroplonej z powietrza jest zawsze wykonany ze stali nierdzewnej. Nawet najbardziej renomowani konkurenci proponują wirniki ze stali nierdzewnej jedynie jako dodatkowo płatną opcję.

Audyty systemów sprężonego powietrza

Tak duże możliwości doboru urządzeń są możliwe dzięki szerokiej gamie produktów, zastosowanym w nich ultranowoczesnym rozwiązaniom technicznym oraz wysokiemu poziomowi wiedzy technicznej personelu pracującego w rozbudowanej sieci handlowo-serwisowej. Każdy oficjalny dystrybutor i techniczny reprezentant posiada kwalifikacje i wyposażenie niezbędne do przeprowadzenia skróconego lub pełnego audytu zapotrzebowania na sprężone powietrze w zakładzie. Najprostszy audyt polega na zarejestrowaniu cyklu pracy wszystkich urządzeń w zakładowym systemie sprężonego powietrza i rozkładzie ciśnień w istotnych miejscach tego systemu. Następnie dane te są analizowane z użyciem wyrafinowanego oprogramowania. Pełen audyt może uwzględnić znacznie więcej parametrów, jak na przykład: stopień zużycia urządzeń czy geometria sieci rozprowadzającej sprężone powietrze.

Artykuł promocyjny Ingersoll-Rand

Mechatronika, autotronika, pneumotronika...

– nowe obszary w automatyzacji produkcji

Andrzej Sierota (Festo Didactic)

W związku z koniecznością poprawy efektywności produkcji w przemyśle kładzie się nacisk na stałe doskonalenie nie tylko samych systemów wytwarzania, ale i na organizację procesów związanych z produkcją, w tym na właściwe przygotowanie kadry [1, 2, 3].

Ze względu na kierunki restrukturyzacji przemysłu w Polsce i zachodzące zmiany na rynku pracy zwraca się większą uwagę na nowe dziedziny i specjalizacje zawodowe związane z rozwojem mechatroniki. Dotyczy to zarówno przemysłu, jak i edukacji zawodowej [3, 4, 5].

Nowe ujęcie technik automatyzacji – mechatronika

Mechatronika jest interdyscyplinarnym obszarem nauki, techniki i edukacji zajmującym się problemami mechaniki, elektroniki i informatyki, ale wykorzystującym również inne dziedziny techniki (elektrotechnika, energoelektronika, technika mikroprocesorowa, techniki regulacyjne i inne). Inna, uogólniona definicja podaje, że mechatronika jest nowym obszarem w nauce, technice i edukacji, zajmującym się projektowaniem, budową i użytkowaniem „inteligentnych" urządzeń i systemów służących zaspokajaniu różnych potrzeb w życiu codziennym, przemyśle i gospodarce [6, 7, 8, 9].

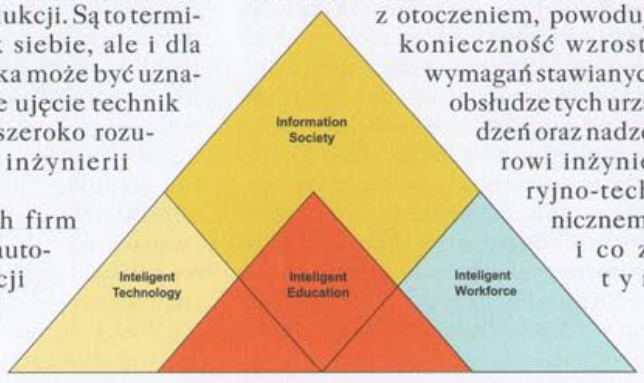
Maszyny i urządzenia mechatroniczne są wyrazem naśladownictwa przyrody, a istotną ich cechą jest zdolność do wiernego przetwarzania i przekazywania informacji przy jednoczesnym wysokim stopniu zautomatyzowania tych urządzeń. Termin „inteligentne maszyny" jest wykorzystywany do określenia nowoczesnych systemów zdolnych do porozumiewania się z człowiekiem i do przyjmowania i realizowania jego złożonych instrukcji.

W zależności od perspektywy widzianej z obszaru nauki, techniki czy edukacji, przyjmowane są różne interpretacje mechatroniki. Na wyższych uczelniach technicznych mechatronika jest najczęściej interpretowana jako metodyka projektowania urządzeń, podczas gdy przemysł dostrzega głównie funkcjonalność i użytkowość rozwiązań praktycznych. W edukacji zawodowej mechatronika jest tematem nowym, którego znaczenie rośnie, głównie ze względu na problemy związane z kadrami do projektowania, budowy i obsługi „inteligentnych" urządzeń [6, 7, 8, 9].

Mechatronika nie jest tożsama ani z automatyką, ani robotyką czy też automatyzacją produkcji. Są to terminy istniejące obok siebie, ale i dla siebie. Mechatronika może być uznana jako nowoczesne ujęcie technik automatyzacji dla szeroko rozumianych potrzeb inżynierii i edukacji.

Wiele wiodących firm w obszarze technik automatyzacji produkcji rozumie, że drogą do poprawy produktywności, jakości i niezawodności wyrobów jest „mechatronizacja" narzędzi i metod produkcji. Firma Festo jest obecnie uznawana nie tylko za światowego lidera w dziedzinie rozwiązań napędów pneumatycznych, ale jest również postrzegana jako „*mechatronic company*", ekspert w obszarze kompleksowych rozwiązań dla przemysłu, w tym „inteligentnych", zintegrowanych systemów produkcyjnych [10].

Koncepcja firmy Festo wychodzi poza technologiczne ramy mechatroniki, postulując, że wymagania stawiane nowoczesnym maszynom i urządzeniom, takie jak niezawodność działania, łatwość obsługi, wielofunkcyjność, inteligencja w komunikacji z otoczeniem, powodują konieczność wzrostu wymagań stawianych obsłudze tych urządzeń oraz nadzorowi inżynieryjno-technicznemu i co za tym



idzie, wzrost wymagań i potrzeb szkoleniowych. Oznacza to, że koncepcja mechatroniki powinna obejmować również szereg dziedzin poza-technicznych, uwzględniających edukację zawodową [3, 4, 7, 9].

Mechatronika branżowa w przemyśle – autotronika

Można bez przesady powiedzieć, że mechatronika jest na usługach człowieka. Maszyny, podzespoły i systemy mechatroniczne są wykorzystywane do budowy urządzeń domowych i biurowych; w przemyśle motoryzacyjnym, maszynowym i okrętowym; w telekomunikacji, medycynie i bioinżynierii; w rolnictwie, leśnictwie i ochronie środowiska; w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i zabawkarskim; w inżynierii chemicznej, energetyce; w awiacji i lotnictwie, technice wojskowej i kosmicznej [2, 11].

Zarówno w nauce, jak i w technologii nie da się jednak zadekretować jednego, spójnego obszaru zwanego mechatroniką. Istnieje wiele zastosowań mechatronicznych maszyn i urządzeń, które zmuszają do zdefiniowania szeregu podobszarów zastosowań, np. według typu systemu wytwarzania lub branży w przemyśle.

Przemysł sam wytwarza urządzenia mechatroniczne, ale jest również największym odbiorcą i użytkownikiem mechatronicznych maszyn i systemów produkcyjnych. Główny podział mechatroniki na podstawowe podobszary umożliwia identyfikację typowych przemysłowych systemów produkcyjnych: (1) – do wytwarzania detali i elementów techniką skrawaniem (mechatronika maszynowa – *machining mechatronics*), (2) – do montażu zespołów i urządzeń (mechatronika montażowa – *assembly mechatronics*) oraz (3) – do realizacji procesów przemysłowych ciągłych (mechatronika procesowa – *process mechatronics*). Podział jest oparty na konwencjonalnej klasyfikacji obszarów automatyzacji produkcji i nawiązuje do typowych dla tych obszarów systemów sterowania [7, 12].

Obrabiarka sterowana numerycznie (CNC) jest przykładem urządzenia wytwarzającego części i elementy przez skrawanie, tj. toczenie lub frezowanie. Obrabiarki CNC są sterowane numerycznie przy wykorzystaniu sygnałów sterujących maszyną, generowanych w wyniku przetworzenia informacji cyfrowych. Obrabiarki CNC cechuje ograniczone oprzyrządowanie, krótki czas przezbrajania maszyny i obróbki, stała jakość wytwarzania i mała ilość braków. Ze względu na automatyzację wytwarzania koszt obsługi jest minimalny [7].

Choć maszyny CNC idealnie nadają się do produkcji wielkoseryjnej, wymagania różnorodności produktów w ramach tej samej rodziny wyrobów doprowadziły do koncepcji elastycznych gniazd i elastycznych wysp obróbczych, składających się z wielofunkcyjnego centrum obróbczego, urządzeń do wymiany narzędzi i palet, z systemu transportu elementów wsadowych, narzędzi i przedmiotów wytwarzanych oraz systemu sterowania numerycznego. Ich rozwinięciem są elastyczne systemy wytwarzania (FMS – Flexible *Manufacturing System*). Przemysłowe systemy obróbcze FMS są często uzupełniane przez inne systemy mechatroniczne, np. przeznaczone do montażu detali i podzespołów w jedną całość, tworzące zintegrowane systemy produkcyjne, takie jak oferowane przez firmę Festo systemy CIM – *Computer-Integrated Manufacturing*) [7, 13].

Mechatroniczne linie montażowe oraz linie konfekcjonowania i pakowania wyrobów (przemysł samochodowy, farmaceutyczny, spożywczy) są przykładami systemów sterowanych binarnie i cyfrowo za pomocą sterowników PLC i mikroprocesorów. Począwszy od komponentów, jednostek ruchu i modułów napędowych, poprzez roboty montażowe i podsystemy, do kompletnych systemów produkcyjnych, wspomaganie mechatroniczne umożliwia elastyczną integrację całego zakresu czynności produkcyjnych i osiągnięcie współdziałania człowieka i inteligentnych maszyn [7, 14]. Modelowym przykładem mechatronicznej linii produkcyjnej realizującej proces dyskretny jest MPS – modułowy system stanowisk produkcyjnych Festo używany w pracowniach mechatroniki [13].

Mechatronika procesowa jest realizowana w systemach regulacji ciągłej, kiedy w strukturze zamkniętej istnieje sprzężenie zwrotne od wielkości regulowanej. W energetyce, ochronie środowiska, przetwórstwie chemicznym, w tym w petrochemii, niezbędne jest posiadanie zarówno zautomatyzowanych urządzeń technicznych, jak i właściwego systemu kontroli i zarządzania produkcją. Konieczność ciągłej kontroli systemu sterowania

Wspomaganie montażu karoserii samochodowych przez mechatronikę – wdrażanie inteligentnych technologii (przykłady)

- wizualizacja procesu produkcyjnego umożliwiająca weryfikowanie podawania i ruchu części i elementów roboczych oraz eliminowanie braków i kontrolę jakości „in-line"
- modularyzacja czynności produkcyjnych („*base modules*" + „*process modules*") umożliwiająca elastyczną adoptowalność systemu do zmieniających się zadań produkcyjnych poprzez rekonfigurację połączeń interfejsów
- zastosowanie akustycznych sensorów rejestrujących dźwięki emitowane podczas montażu, umożliwiające kontrolę nieprawidłowości oraz poprawność wykonywanych czynności (np. mocowanie śrub)
- zastosowanie chwytaków, manipulatorów i robotów umożliwiających precyzyjny montaż przy optymalnych parametrach, np. przy przyłożeniu odpowiednich sił dla uniknięcia uszkodzenia
- zastosowanie sieci komunikacyjnych (*ethernet*) i oprogramowania umożliwiających monitorowanie i dokumentowanie bieżących czynności i cykli produkcyjnych („*real-time*"), oraz jakości elementów i wyrobu
- zastosowanie internetu do komunikowania się wewnątrz firmy i z partnerami na zewnątrz zakładu
- wdrożenie strategii „*lean manufacturing*" synchronizującej czynności produkcyjne i procesy dla uniknięcia braków przestojów i strat

produkcją, przy równoczesnej maksymalizacji możliwości kontroli realizowanych procesów technologicznych i poprawności funkcjonowania poszczególnych elementów instalacji i urządzeń technicznych, zmusza do stosowania inteligentnych systemów sterowania (zarówno ze stanowiska centralnego, jak i stanowisk sterowań lokalnych) i wizualizacji procesu, opartych na inteligentnej komunikacji sieciowej [7, 13].

Podział branżowy mechatroniki dotyczy określonych gałęzi przemysłu i gospodarki, np. mechatronika pojazdów samochodowych, ochrony środowiska, medyczna, rolnicza, lotnicza itp. W niektórych branżach pewne nazewnictwo już zostało usankcjonowane, np. stosowanym terminem w przemyśle jest „mechatronika samochodowa" [15], a w diagnostyce samochodowej „autotronika" [16]. Spodziewać się można, że również i inne branże i obszary w inżynierii i gospodarce doczekają się analogicznych sankcji, np. biotronika, ekotronika, agrotronika, awiotronika itp.

Mechatronika samochodowa, czyli autotronika, ma w przemyśle szczególne znaczenie ze względu na społeczną funkcję, jaką pełnią pojazdy samochodowe i ich nasycenie urządzeniami i systemami poprawiającymi bezpieczeństwo i komfort jazdy, ale również ze względu na obecność w przemyśle samochodowym wielu mechatronicznych systemów produkcyjnych [14,15].

Przemysł samochodowy (sektor motoryzacyjny) jest jednym z najważniejszych w gospodarce; dostarcza poszukiwanych wyrobów i tworzy ogromny rynek pracy. Obejmuje zarówno budowę (montaż) samochodów, jak i wytwarzanie części samochodowych i wyposażenia, serwis i naprawy oraz recykling części i materiałów. Globalna kondycja przemysłu samochodowego zawsze wynikała z sytuacji makroekonomicznej i politycznej w skali międzynarodowej. Zarówno współczesne samochody, jak i metody ich wytwarzania powstają pod wpływem nowych, inteligentnych technologii, których wyrazem jest mechatronika [14, 15].

Według obiegowych pojęć, współczesne pojazdy samochodowe są nasycone „elektroniką". W istocie wypełniające je systemy, takie jak: ABS, EBD (układ hamulcowy), DSP, DRC, ASR (układ jezdny), EFI (silnik i transmisja), GPS, DIS, TCM (komunikacja i nawigacja), ADC, LDW, ENW (płynność i bezpieczeństwo jazdy), AFS (oświetlenie drogi pojazdu), APS (system parkowania), ECU (system bezpieczeństwa kierowcy), są zintegrowanymi układami mechatroniki o dużym stopniu skomplikowania przy stosunkowo prostej obsłudze [15, 17].

Wspomaganie produkcji przez mechatronikę (*mechatronic support*) w przemyśle samochodowym dotyczy wszystkich faz produkcji samochodu: od wirtualnego projektowania i prototypowania oraz wirtualnej produkcji, poprzez wytwarzanie części, elementów i modułów (np. elementy inteligentnej elektroniki, moduły karoserii), do realizacji procesów produkcyjnych i utrzymania ruchu (np. wykonywanie odlewów głowic, korpusów i modułów; zabezpieczanie i lakierowanie karoserii, montaż karoserii i kompletnych pojazdów, monitorowanie produkcji i kontroli jakości oraz czynności logistycznych i zarządczych) [14,15].

Nowoczesne układy wykonawcze dla przemysłu – pneumotronika

Według koncepcji mechatroniki „inteligencja" nowej generacji maszyn i urządzeń dotyczy wszystkich ich elementów, układów i podzespołów. Nadanie znamion inteligencji maszynom i urządzeniom polega na stworzeniu im możliwości reagowania na otoczenie (zbieranie sygnałów), analizowania uzyskanych informacji (przetwarzanie sygnałów), kierowania sygnałów do urządzeń wykonawczych (sterowanie), uruchamiania działania aktuatorów (wykonanie czynności lub pracy) oraz wykorzystaniu połączeń z ośrodkiem dyspozycyjnym (komunikacja); wszystko przy komputerowym zaprogramowaniu ww. funkcji wg odpowiedniego algorytmu [7,8,11].

Nowoczesne układy wykonawcze mechatroniki (pneumatyczne, hydrauliczne, elektromechaniczne) uległy w ciągu ostatnich lat znacznemu rozwojowi. Dotyczy to również, a może w szczególności, układów wykonawczych pneumatyki. Należy wspomnieć o badaniach rozwojowych firmy Festo, realizowanych niejednokrotnie przy udziale jednostek akademickich z Polski i innych krajów [18,19,20].

Należy podkreślić, że pneumatyczne napędy siłownikowe są nadal podstawowym i najczęściej stosowanym narzędziem działań wykonawczych dyskretnych procesów produkcyjnych (mechatronika montażowa).

Napędy pneumatyczne chwytaków i narzędzi, jednostek ruchu posuwisto-zwrotnego oraz jednostek ruchu obrotowo-zwrotnego stanowią ponad 80% wszystkich napędów stosowanych w przemyśle. W przemyśle Unii Europejskiej instaluje się rocznie ok. 22 mln siłowników, z czego na przemysł polski przypada ok. 340 tys. Warto zdać sobie sprawę, że tylko w jednej, zautomatyzowanej linii montażu karoserii samochodowych pracuje od 30 do 50 robotów oraz do 15 tysięcy siłowników pneumatycznych. Dlatego też rozwój układów wykonawczych opartych na działaniu sprężonego powietrza jest nadal obszarem zainteresowania uczonych i techników. Pneumatyka stała się w ostatnich latach obszarem spektakularnych zastosowań najnowszych osiągnięć naukowych i technicznych i uległa przeobrażeniu w pneumotronikę [19].

O ile uogólniona definicja PN z 1992 roku określała pneumatykę jako „dziedzinę nauki i techniki zajmującą się prawami rządzącymi przepływem sprężonego powietrza", definicja pneumotroniki ma znacznie szerszy kontekst i jest „synergiczną kombinacją pneumatyki, elektronicznego sterowania i systemowego myślenia przy projektowaniu urządzeń i układów sterowania i napędu". Konsekwentnie, urządzenie (układ) pneumotroniczny jest to „urządzenie (układ) elektropneumatyczne wyposażone w zintegrowany sterownik

procesorowy lub komputerowy układ sterowania" [19, 20, 21].

Pneumotronika, „inteligentna pneumatyka", jest jednym z obszarów mechatroniki i opiera się na zasadach mechatroniki, proponując nowe zintegrowane jednostki wykonawcze składające się z komponentów elektrycznych, elektronicznych, mechanicznych i informatycznych, stanowiących funkcjonalną całość, zarówno z punktu widzenia przepływu energii (przetwarzanie energii elektrycznej w energię mechaniczną: ciśnienia i przepływu sprężonego powietrza), jak i przepływu informacji (sterowanie, regulacja) [19, 20].

Systemowe, mechatroniczne podejście do problemu projektowania i wytwarzania urządzeń i układów pneumotronicznych zakłada tworzenie rozwiązań układów wykonawczych na czterech poziomach [19]:

- system pneumotroniczny (komunikujące się ze sobą inteligentne jednostki napędowe, manipulacyjne, chwytakowe, narzędziowe, automatyzujące i robotyzujące proces wytwarzania;
- urządzenia i układ napędu i sterowania (kompletne, inteligentne jednostki napędowe i sterujące wyposażone we własne procesory, czujniki i komunikację);
- komponenty urządzeń i układów (siłowniki, sensory, przekładnie ruchu, prowadnice, ułożyskowania, sterowniki procesorowe, moduły wysp zaworowych);
- elementy komponentów (detale, części składowe).

Kompleksowość rozwiązań pneumotronicznych narzuca jednak dyscyplinę, zarówno na etapie projektowania i wytwarzania rozwiązań pneumotronicznych, jak i na etapie ich rozwoju, badań, produkcji, uruchomienia i normalnej pracy urządzenia. Wymagania idą w kierunku konsekwentnego stosowania środków procesorowych i komputerowych, komputerowego wspomagania projektowania rozwiązań użytkowych, komputerowego środowiska rozwojowo-badawczego wyposażonego w narzędzia zaawansowanej symulacji wykorzystującej modelowanie zachowań komponentów, układów i systemów [19, 20, 21, 22].

Rozwiązania techniczne pneumotroniki są zdolne konkurować z najbardziej zaawansowanymi produktami racjonalizacji te[illegible]

Nowe umiejętności i zawody mechatroniczne – potrzeby przemysłu i gospodarki

Mechatronika to maszyny i urządzenia nowej generacji, na które zapotrzebowanie rynków krajów rozwijających się będzie stale rosło. Z tym związane są również nowe umiejętności na stanowisku pracy i specjalizacje w zakresie mechatroniki. System szkoleń musi szybko reagować na zmiany i nowości technologiczne.

Mechatronika w przemyśle stwarza konieczność przygotowania i zatrudnienia nowego typu kompetentnych specjalistów, zdolnych do wykonywania zadań wymagających sumy wiedzy, umiejętności i kwalifikacji zawo-

dowych z obszaru kilku specjalności technicznych, takich jak: mechanika, elektronika i informatyka *(3 in 1)*.

Mechatronizacja, rozumiana nie tylko w kontekście techniki i technologii, ale w znacznie szerszym ujęciu, uwzględniającym aspekty pozatechniczne (elastyczna integracja czynności produkcyjnych i zarządzania produkcją, zarządzanie kadrami, zarządzanie informacją i logistyka), jest najefektywniejszą drogą do rozwiązania nie tylko problemu wzrostu produktywności i konkurencyjności gospodarki, ale również drogą do zapewnienia gospodarce rzeszy wykwalifikowanych pracowników zdolnych do sprostania współczesnym wymaganiom zawodowym i społecznym [3, 11, 15].

W procesach transformacji wymuszających reformy rynkowe i związane z nimi reformy systemu edukacyjnego oraz duże zmiany na rynku pracy, warunki kształcenia zawodowego młodzieży i dokształcania dorosłych, możliwe do realizacji na różnych poziomach zaawansowania techniczn[illegible]

Edukacja mechatroniczna proponuje nowe metody kształcenia i uczenia się i otwiera nowe możliwości rozwoju kariery zawodowej [3, 5, 11].

W krajowej edukacji zawodowej służącej zaspokajaniu potrzeb rynku pracy obserwuje się rosnące zainteresowanie mechatroniką. Mechatronika stwarza możliwości powstawania nowych zawodów, nie tylko w sferze produkcji przemysłowej, ale również w innych dziedzinach gospodarki (rolnictwo, leśnictwo, ochrona środowiska, budownictwo, medycyna, biotechnologie), z uwzględnieniem obszaru usług. Specjalista „elektromechanik pojazdów samochodowych" już obecnie spełnia wiele funkcji właściwych dla zawodu montera mechatronika. Należy spodziewać się stopniowych regulacji i porządkowania istniejącego stanu rzeczy, który doprowadzi również do lepszego identyfikowania zawodów mechatronicznych.

Powstają nowe specjalizacje zawodowe. Specjaliści mechatronicy będą znajdować stale rosnące zatrudnienie w wielu specjalistycznych zawodach we wszystkich dziedzinach przemysłu i gospodarki oraz w wielu innych obszarach zastosowań „inteligentnych" maszyn i urządzeń.

Zakończył się już proces formalnego powoływania przez Ministerstwo Gospodarki dwóch nowych zawodów: „monter mechatronik" i „technik mechatronik", poprzedzony pracami mającymi na celu ustalenie standardów zawodowych w obszarze mechatroniki. Umożliwiło to Ministerstwu Edukacji Narodowej i Sportu uruchomienie kształcenia w dziedzinie mechatroniki w szkołach zawodowych w kierunku zdobycia wiedzy i umiejętności montera i technika mechatronika. Te dwa zawody zostały wpisane na listę kwalifikacyjną MENiS tzw. zawodów szkolnych. Zatwierdzono też ramy programowe kształcenia w nowych zawodach, co pozwoliło na rozpoczęcie nauczania mechatroniki na poziomie technika w systemie szkolnym w roku szkolnym 2004/2005 [23].

Od szeregu lat mechatronika jest obecna w szkolnictwie zawodowym wyższym. Na kilkunastu uczelniach w całym kraju istnieją lub są powoływane wydziały, instytuty, zakłady lub katedry kształcące w zakresie mechatroniki i promujące mechatronikę jako nowoczesną formę auto[illegible]

realizacji własnych koncepcji dydaktycznych oraz zainteresowania różnymi obszarami mechatroniki, nie ma ujednoliconych programów nauczania i wymagań stawianych przyszłym absolwentom szkół wyższych. Choć formalnie nie istnieje zawód inżynier mechatronik, zalegalizowane są już mechatroniczne kierunki (megakierunki) kształcenia [24].

Od poziomu szkoły zawodowej, poprzez licea techniczne, szkoły policealne, ośrodki kształcenia zawodowego i ustawicznego, aż do poziomu uniwersyteckiego – wszędzie niezbędne są określone wysokie standardy kwalifikacji zawodowych i solidne standardy edukacyjne, warunkujące uzyskanie zamierzonych celów reformy systemu edukacji w Polsce. Jedną z metod ich osiągnięcia jest wykorzystanie w procesie nauczania dydaktyczno-szkoleniowych rozwiązań systemowych w obszarze mechatroniki.

Firma Festo jest krajowym dostawcą takich systemów (nowoczesne urządzenia, specjalistyczne oprogramowanie, sprzęt pomocniczy, multimedia, programy nauczania i szkoleń), wprowadzających do nauczania i uczenia się elemeny interaktywnej stymulacji, elementy gier komputerowych, zabawy i współzawodnictwa. Nowe metody i środki dydaktyczno-szkoleniowe Festo bardzo aktywizują podmioty kształcenia oraz zwiększają jego atrakcyjność i efektywność. Ułatwia to realizację koncepcji specjalizacji zawodowych w ramach mechatroniki jako grupy zawodów otwartych, zapewniających umiejętności i kompetencje zawodowe w sposób elastyczny i konstruktywny, powiązany z aktualnymi potrzebami rynku pracy [13, 25].

Rozwój nowych dyscyplin naukowych, podniesienie poziomu wykształcenia technicznego i kultury technicznej, tworzenie nowych miejsc pracy przez nowy system kształcenia i szkoleń oraz zapewnienie wzrostu efektywności produkcji to wymagania dla polskiej gospodarki, których sprostaniu pomaga mechatronika.

Literatura

[1] Warnecke H.J.: Rewolucja kultury przedsiębiorstwa (przekład z języka niemieckiego). Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.

[2] Sierota A.: Kształcenie i szkolenie w zakresie mechatroniki na europejskim rynku pracy. Raport Projektu Leonardo Da Vinci EMCET deBANK, Nr LV00/006/PP/36/179/P7, Warszawa, 2003.

[3] Sierota A.: Mechatronika w edukacji zawodowej: Koncepcja Festo Didactic, IV Warsztaty Projektowania Mechatronicznego, Wydawnictwo AGH, Kraków 2004.

[4] Uhl T.: Mechatronika – nowy trend w projektowaniu i edukacji. Artykuł z periodyku „Pomiary Automatyka Kontrola", Nr 1, Warszawa, 1997.

[5] Szymański M.: Kształcenie w zawodach mechatronicznych. Przemiany w organizacji procesu kształcenia przedzawodowego, prozawodowego i zawodowego, Praca zbiorowa (Moos J. – redaktor), Wojewódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego, Wydawnictwo CMYK, Łódź, 2001.

[6] Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika. Komponenty, metody, przykłady (przekład z języka niemieckiego), PWN Warszawa, 2001.

[7] Praca zbiorowa (M. Olszewski – redaktor), Mechatronika, Podręcznik dla szkół zawodowych, Wydawnictwo Rea, Warszawa, 2002.

[8] Praca zbiorowa (Gelezevicius V. – Editor), Mechatronics, Institute of Automation and Control Systems, Kaunas University of Technology, Kaunas 2001.

[9] Oczłoś K.E., Ratajczyk E.: Mechatronika – istota, rozwój, przykładowe zastosowania, edukacja"; Oczłoś K.E., Ratajczyk E.: Mechanik, nr 3, Warszawa 2000.

[10] Materiały informacyjne Festo, Facto. Basics. Views. Motifs. Wydawnictwo Festo, Esslingen 2001.

[11] Sierota A.: Mechatronika w edukacji zawodowej w Polsce, Wydawnictwo Festo Polska, Warszawa 2002.

[12] Praca zbiorowa (Fach W. - Editor), Word of Automation and Metalworking, Managers Navigator 2004, VDMA Verlag, Frankfurt/Main 2004.

[13] Katalog Festo Didactic 2006, Wydawnictwo Festo, Esslingen 2005.

[14] Praca zbiorowa (Synek M. – Editor), Mechatronische Systeme fuer die Industrie, Forum Mechatronik 3. Auflage, VDMA Verlag, Frankfurt/Main 2003.

[15] Sierota A.: Mechatronics In Motor Vehicle Industry, Wydawnictwo Festo, Esslingen 2005 (w druku).

[16] e-Katalog INGENATIC, Autotronics Laboratory, Ingenatic GmbH, Karlsruhe 2004 www.ingenatic.com

[17] Vasek T.: Rechner auf Raedern, Technology Review, Nr.7, Heise Zeitschriften Verlag GmbH, Hannover 2004.

[18] Praca zbiorowa (Olszewski M. – opracowanie wersji polskiej), Fascynujący świat pneumatyki, Wydawnictwo Festo Polaska, Warszawa 2003.

[19] Olszewski M.: Nowoczesny stan rozwoju pneumatyki przemysłowej. Prezentacja na VI Pikniku Festo (CD ROM), Instytut Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.

[20] Pashkov E; Osinskiyi Y., Chetviorkin A.: Electropneumatics In Manufacturing Process, Isdatelstvo SevNTU, Sewastopol 2004.

[21] Olszewski M.: Sterowanie pozycyjne pneumatycznego napędu siłownikowego. Prace Naukowe Mechanika nr 191, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.

[22] Katalog Festo 2005, Engineering, Wydawnictwo Festo, Esslingen 2005.

[23] Program nauczania – Technik mechatronik, Dokument MENiS Nr. 311/50/T, TU, SP/MENiS/2004.

[24] Katalog Politechniki Warszawskiej. Wydział Mechatroniki. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005.

[25] Sierota A.: Mechatronics in Vocational Education and Training, Wydawnictwo Festo Polska, Warszawa 2003.

Andrzej Sierota
Festo Polska
Janki k/Warszawy

CPP PREMA S.A. w Kielcach

www.prema.pl

KRAJOWY PRODUCENT ELEMENTÓW PNEUMATYKI SIŁOWEJ I STERUJĄCEJ

ZAPRASZAMY DO NASZYCH SKLEPÓW FIRMOWYCH W TYM NOWEGO W RZESZOWIE

RZESZÓW:
ul. PRZEMYSŁOWA 14/1 (JELCZANKA)
TEL./FAKS (+48 17) 854 84 10, kom. 693 724 500
rzeszow@prema.pl

KATOWICE:
ul. PORCELANOWA 10 (KOMPLEKS ATAL)
TEL./FAKS (+48 32) 258 07 78, kom. 693 724 769
katowice@prema.pl

NOWOŚĆ!!!
Siłowniki pneumatyczne ISO
z tuleją kształtową, zawory rozdzielające ZE-ISO-G$^{3}/_{8}$

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

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

OFERTA HANDLOWA

- siłowniki pneumatyczne D12÷D320 ISO I CMOMO kompaktowe, dociskowe i wahadłowe

- elementy mocujące do siłowników pneumatycznych D12÷D320 ISO I CNOMO

- zawory rozdzielające sterowane elektromagnetycznie, pneumatycznie i mechaniczne 5/2, 5/3, 3/2 G1/8÷G3/4

- wyspy zaworowe do zaworów ZMG I ZE

- elementy sterujące natężeniem przepływu sprężonego powietrza

- elementy przygotowania sprężonego powietrza

- wyroby niekatalogowe na zamówienie Klienta

- elementy złączne, przewody i akcesoria dla pneumatyki

- doradztwo techniczne, dobór zamienników firm konkurencyjnych

JEDNOSTKA CERTYFIKUJĄCA

TÜV MANAGEMENT SERVICE

ISO 9001

ISO 9001:2000

Rafinacja przepływowa pulsacyjna ciekłych stopów

Z. Bonderek, S. Rzadkosz, Z. Smorawiński

W artykule przedstawiono badania skuteczności procesu usuwania zanieczyszczeń gazowych i wtrąceń metalicznych z ciekłych stopów aluminium za pomocą wysoko dyspergującej rafinacji. Przeprowadzono badania rafinacji gazami oczyszczającymi kąpieli metalowej oraz badania rozpraszania pęcherzy gazu rafinującego w cieczy modelowej przez głowice obrotowe różnej konstrukcji. Testowano stacjonarne i pulsujące podawanie gazu oczyszczającego na jego dystrybucję w kąpieli metalowej. Wyniki badań posłuża do opra-

rzają znaczne problemy dla obsługi i środowiska. Kompromisem jest stosowanie mieszaniny gazów, np. N_2+Cl_2, która pozwala na skuteczne odgazowanie przy niewielkiej emisji gazów szkodliwych.

Znamiennością nowoczesnej metody rafinacji gazowej jest silne rozdrobnienie pęcherzyków gazu rafinującego za pomocą wirnika, obracającego się w kąpieli i rozprowadzającego gaz obojętny. Rozdrobnienie pęcherzy gazowych powoduje zwiększenie powierzchni ich reakcji z ciekłym metalem, a rozprowadzenie ich w całej objętości kąpieli – skrócenie drogi dyfuzji wodoru. Małe pęcherzyki przepływają powoli przez ciekły metal, dzięki czemu czas kontaktu gazu rafinującego z kąpielą wydłuża się.

nie żużla wraz z gazem nośnym (argonem) w odrębnej linii. Takie rozwiązanie zmniejsza koszty instalacji rafinatora w odlewni i umożliwia wielokierunkowe zastosowanie do uszlachetniania ciekłych stopów, tj. do usuwania szkodliwych gazów i wtrąceń niemetalicznych, a także do usuwania niektórych zanieczyszczeń metalicznych. Związki pomiędzy wtrąceniami tlenkowymi i zaabsorbowanym wodorem wyjaśnia w pewnym stopniu hipoteza o występowaniu kompleksów $(Al_2O_3)_m \cdot (H)_m$, zwanych kompleksami tlenkowo-wodorowymi, które mogą się tworzyć z drobnodyspersyjnej zawiesiny tlenkowej. Spośród różnych form występowania tlenków, tj. dużych zwartych wtrąceń, rozwiniętych błonek tlenkowych, zawiesin

Automatyzacja procesów dozowania

A. Dombek, K. Fitzek, P. Płaszczyk

Artykuł przedstawia metody dozowania oraz kryteria doboru urządzeń dozujących. Opisano pojedyncze urządzenia realizujące procesy dozowania, a następnie pokazano sposób ich wykorzystania w budowie w pełni zautomatyzowanych linii produkcyjnych. Przedstawiono urządzenia do pomiaru przepływu materiałów sypkich w transporcie pneumatycznym oparte o technologię mikrofalową. Zwrócono uwagę na zapewnienie dużej dokładności dozowania oraz możliwość powiązania układów sterowania z systemami nadrzędnymi.

W wielu dziedzinach przemysłu istnieje potrzeba podania określonych ilości materiału do procesu technologicznego. Obecnie praktycznie większość procesów produkcyjnych jest zautomatyzowana, również od systemów dozowania wymaga się pełnej automatyzacji procesu oraz jego współdziałania z podstawowym procesem technologicznym. Oczywiście sposób oraz wymagania, jakie są stawiane przed systemem dozowania, zależą przede wszystkim od głównego procesu technologicznego. To on narzuca takie parametry, jak: dokładność dozowania, wydajność układu, sposób wprowadzenia materiału do procesu czy inne bardziej specjalistyczne wymagania. W zależności od tych parametrów dobiera się urządzenie dozujące oraz powiązany z nim system automatyki. W dalszych rozdziałach artykułu opisano podział procesów dozowania oraz sposoby jego realizacji w odniesieniu do konkretnych rozwiązań technicznych we wdrożonych w przemyśle układach dozowania systemu Polko.

Klasyfikacja systemów dozowania, kryteria doboru urządzeń

Podstawowy podział systemów dozujących można wykonać w oparciu o wielkość fizyczną, na podstawie której odmierzany jest materiał. Systemy można więc podzielić na trzy główne grupy:

- pomiar masy,
- pomiar objętości,
- pomiar przepływu surowca.

Wybór metody dokonywany jest w zależności od uwarunkowań technicznych procesu oraz od właściwości dozowanego materiału. Przed wyborem metody dozowania należy ustalić, jakie wartości decydują o prawidłowym przebiegu procesu (wagowa ilość materiału czy jego objętość). W większości procesów technologicznych okazuje się, iż dokładność wagowa jest bardziej pożądana. Jednakże pomiar objętościowy w wielu przypadkach jest tańszy i czasami w procesach, gdzie wymagana jest mniejsza dokładność wagowa, jest stosowany. Metoda namiarowania za pomocą pomiaru przepływu wykorzystywana była głównie przy dozowaniu cieczy i gazów, natomiast rzadziej przy dozowaniu materiałów sypkich. Wynikało to głównie z trudności dokładnego pomiaru przepływu tych materiałów, czy to w rurociągach transportu pneumatycznego, czy w zsypniach grawitacyjnych. Jednak w ostatnich latach pojawiły się na rynku nowe urządzenia oparte na technologii mikrofalowej, przeznaczone do bezkontaktowego pomiaru przepływu materiałów sypkich. Urządzenia te są produktem firmy SWR Engineering reprezentowanej w Polsce przez firmę Newtech Engineering. Opis tych urządzeń zawarty jest w dalszej części artykułu.

Dokonując wyboru systemu dozowania, istotne jest określenie dokładności dozowania w danym procesie. Dokładność dozowania z reguły ma wpływ na koszt realizacji systemu oraz na pewne uwarunkowania umiejscowienia urządzeń pomiarowych oraz zniwelowania wpływu czynników zewnętrznych na system pomiarowy. Dokładność ma też z reguły ujemny wpływ na wydajność procesów, chociaż można ją zwiększać np. poprzez dublowanie urządzeń, „zazębianie" niektórych procesów.

Ograniczenie kosztów realizacji w niektórych procesach dozowania wieloskładnikowego można uzyskać, wykorzystując jedno stanowisko pomiarowe dla kilku składników. Skutkiem tego kompromisu jest mniejsza wydajność systemu, gdyż każdy składnik w procesie musi być dozowany niezależnie. Dlatego oprócz dokładności na etapie projektu należy również określić wydajność systemu. W rozwiązaniu tym ilości dozowanych składników powinny być porównywalne, tak aby urządzenie pomiarowe pracowało w swoim zakresie nominalnym.

Przy doborze systemu należy również rozważyć sposób wprowadzenia materiału do procesu (czy materiał ma być podany przez swobodny wypływ, czy w sposób dynamiczny).

Dozowanie wagowe określonych porcji materiału może odbywać się sposobem sumarycznym lub różnicowym. Pierwszy sposób polega na wprowadzaniu zadanej ilości do urządzenia wagowego, natomiast drugi na wyprowadzeniu określonej porcji z urządzenia wagowego. Pierwszy sposób pozwala na wykorzystanie układu wagowego dla kilku składników.

Dokładność pomiaru nie jest jedynym elementem wpływającym na dokładność dozowania. Ważnym czynnikiem jest wielkość strugi podawanego materiału, jej powtarzalność oraz możliwość jej regulacji. Możliwość regulacji strugi pozwala systemowi automatyki na sterowanie procesem w taki sposób, aby struga była jak największa na początku procesu i minimalna przy końcu, w fazie tzw. dozowania dokładnego. W fazie tej materiał zostaje odcięty z odpowiednim wyprzedzeniem, tak aby zniwelować inercję układu.

Po określeniu podstawowych parametrów dozowania oraz dodatkowych

danych, uwzględniających warunki lokalizacyjne, wykonanie materiałowe, wybuchowość dozowanych materiałów i inne, można dokonać optymalnego doboru urządzeń.

Na bazie wieloletnich badań, wdrożeń i doświadczeń Kooperacji „Polko" powstała seria modułowych urządzeń przeznaczonych do dozowania materiałów do procesów technologicznych praktycznie we wszystkich zakresach zastosowań przemysłowych. Urządzenia te pozwalają na realizację optymalnej metody dozowania, dostosowanej do indywidualnego klienta. Opis urządzeń oraz konkretnych wdrożeń zawarty jest w dalszej części publikacji.

Opis urządzeń oraz wdrożonych systemów dozowania

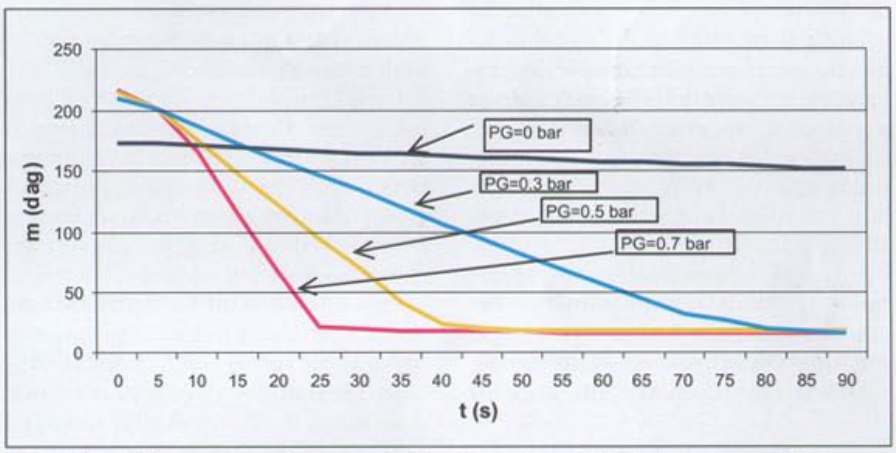
Podstawowym urządzeniem systemu Polko jest pneumatyczny dozownik zbudowany w oparciu o podajnik komorowy Polko. Dozownik ten może działać jako urządzenie odmierzające materiał objętościowo lub wagowo. Pomiar objętościowy odbywa się na podstawie położenia sondy poziomu umieszczonej w zbiorniku tego urządzenia. Sonda określa poziom zapełnienia zbiornika daną porcją. Po zapełnieniu urządzenia następuje jego całkowite opróżnienie, co stwierdzane jest na podstawie spadku ciśnienia w zbiorniku. Dokładność wagowa uzależniona jest tutaj m.in. od ciężaru usypowego materiału, zaletą jest natomiast fakt, iż urządzenie nie wymaga połączeń elastycznych z elementami zewnętrznymi instalacji. Urządzenia tego typu pracują m.in. w zakładach LFP Leszno, EC Tychy, PEC Gliwice.

Przy pomiarze wagowym podstawowym elementem dozownika jest skompensowany zbiornik posadowiony na trzech przetwornikach tensometrycznych siły. Ilość zastosowanych przetworników tensometrycznych wynika z konieczności uniezależnienia pomiaru masy od środka ciężkości oraz sił bocznych i innych oddziaływań na zbiornik. Kompensacja zbiornika z kolei oznacza uniknięcie sztywnych połączeń zbiornika dozownika z dołączanymi elementami zasypowymi oraz magistralą transportową poprzez zastosowanie odpowiednio dobranych elastycznych kompensatorów. Sygnały z przetworników tensometrycznych podlegają konwersji na

Fot. 1 Dozownik pneumatyczny

postać cyfrową w elektronicznym module wagowym i w postaci jednostek masy przesyłane są do systemu elektronicznego sterującego procesem dozowania. Urządzenie to może pracować zarówno w procesie dozowania sumarycznego, jak i różnicowego. Poprzez odpowiedni dobór elementów pomiarowych, parametrów zbiornika oraz elementów kompensacyjnych można uzyskać bardzo dokładny pomiar ważenia. Zaletą tego urządzenia jest możliwość przesłania odważonego materiału do odległych punktów odbioru, czasem znajdujących się na wyższych poziomach budynku. Pozwala to uniknąć budowania wysokich konstrukcji, koniecznych przy przesypach grawitacyjnych. W systemach dozowania sumarycznego elementem dozującym może być rynna aeracyjna, przenośnik ślimakowy, rynna wibracyjna. Wybór elementu dozującego poprzedzony jest analizą oraz badaniami materiału. Systemy dozowania oparte o dozownik pneumatyczny Polko pracują m.in. w zakładach Franspol Konin, EkoSerw i w wielu innych. Dozowniki pneumatyczne pozwalają na dynamiczne wprowadzenie strugi materiału do procesu, co ma znaczenie np. przy wprowadzaniu nawęglacza do kąpieli metalowej czy łomu paluszków pod lustro wody (fot. 1).

W dozownikach pneumatycznych ważny jest odpowiedni dobór takich parametrów, jak: nadciśnienie w zbiorniku, średnica dyszy eżektora, średnica magistrali transportowej oraz ukształtowanie samej trasy. Przykład wpływu nadciśnienia w dozowniku pneumatycznym Polko na wielkość strugi został przedstawiony na rys. 1. Jak widać, wraz ze wzrostem ciśnienia rośnie wydajność urządzenia. Materiałem, który był dozowany, jest perlit. Na rys. 2 został pokazany histogram dla serii kilku procesów dozowania. Histogram przedstawia proces dla nadciśnienia 0,3 bara. Wolny wypływ pozwala na uchwycenie progu odcięcia materiału maksymalnie blisko zadanej wartości do podania, a co za tym idzie, pozwala na osiągnię-



Rys. 1 Przebieg procesu dozowania dla różnych nadciśnień w dozowniku

cie dużej dokładności. Jak wynika z histogramu, błąd większości procesów nie przekroczył 2 g. Jednakże należy zauważyć, iż perlit jest materiałem o niewielkim ciężarze usypowym i przy innym materiale błąd będzie inny. Brak nadciśnienia w procesie bardzo zmniejsza wielkość strugi, ale

Rys. 2 Histogram wyników dozowania

może powodować też po pewnym czasie zawieszanie materiału w zbiorniku. W niektórych wdrożeniach Polko dozowanie bez nadciśnienia w zbiorniku wykorzystywane jest w fazie dozowania dokładnego.

W niektórych procesach technologicznych wymagane jest wprowadzanie danego materiału do procesu w sposób ciągły ze stałą wydajnością. Dozownik pneumatyczny pozwala na dozowanie materiału w sposób quasi-ciągły z regulowaną wydajnością. System automatyki tego dozownika dzieli czas na okresy minutowe, w których podaje porcje materiału wynikające z wydajności godzinowej, przez pozostały czas podaje tylko powietrze. Układy takie pracują m.in. w odlewniach Krnow, Trniec. Dla ciągłego podawania w czasie stosowane są układy przenośnika ślimakowego sterowanego poprzez falownik oraz układ ezekcyjny. Układy tego typu mogą podawać materiał z bardzo niską wydajnością.

Istnieją również układy technologiczne, gdzie urządzeniem odmierzającym jest zbiornik buforowy czy inne urządzenie, np. mieszalnik.

Oprócz systemów dozowania materiałów sypkich, systemy Polko pozwalają również na dozowanie cieczy. W zakładzie zajmującym się wytwarzaniem przypraw dozowany jest olej roślinny, który jest pneumatycznie wprowadzany do mieszanki. Dzięki

Fot. 3 Przykłady wdrożeń czujników SolidFlow

Podstawowym produktem wykorzystywanym przy namiarowaniu jest urządzenie o nazwie SolidFlow. Pozwala ono na prosty pomiar wielkości przepływu materiałów sypkich zarówno w transporcie pneumatycznym, jak i w przypadku swobodnego spadku. W konsekwencji poprzez sumowanie urządzenie jednocześnie waży ilość przepływającej substancji (fot. 3).

Działanie czujnika oparte jest na wykorzystaniu najnowszych technologii mikrofalowych.

Urządzenie działa na zasadzie licznika, który zlicza ilość poruszających się cząsteczek materiału w jednostce czasu. Stosując selektywną częstotliwość, jednostka zlicza tylko cząsteczki materiału, pomijając cząsteczki czynnika transportującego.

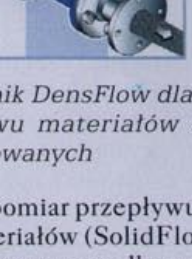
Po zainstalowaniu urządzenie wymaga ka[illegible] ry przeznaczony jest dla większych przepływów do 300 t/h.

Kompletny system pomiarowy składa się z jednego lub więcej czujników oraz jednostki kontrolnej. Sygnał z czujnika „obrabiany" jest przez jednostkę kontrolną i w postaci wielkości przepływu podawany jest na wyświetlacz urządzenia. Urządzenie to może pracować również jako urządzenie odmierzające zadaną porcję materiału i po odmierzeniu zadanej ilości odcinać dopływ. Jednostka kontrolna jest wyposażona w wyjście analogowe 4..20 mA lub 2..10V, co pozwala na podłączenie urządzenia do układów zewnętrznych, np. do nadrzędnego systemu sterowania zakładu.

Podstawową zaletą urządzenia jest pomiar ilości materiału bezpośrednio na liniach transportowych, co pozwala na uniknięcie zbiorników buforo-

±2-5% skalibrowanego
ksymalna wielkość prze-
ego czujnika równa jest
ypadku pomiaru w więk-
icach stosuje się 2 lub

czujnika SolidFlow jest
nsFlow (rys. 3.), który



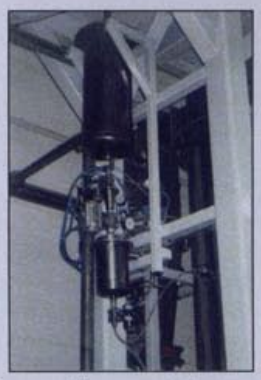
*nik DensFlow dla pomia-
wu materiałów sypkich
wanych*

omiar przepływu bardzo
eriałów (SolidFlow może
y w przypadku wypełnie-
ry transportowej mierzo-
łem), oraz MaxFlow, któ-

Oprócz przedstawionych urządzeń firma SWR Engineering posiada w swojej ofercie również detektor pyłu (ProSens), detektor przepływu materiałów ziarnistych (FlowJam) i detektor obecności materiału (Pro Gap II).

ProSens wykorzystuje zjawisko powstawania ładunków elektrostatycznych wokół cząstek kurzu. Ich wzajemne oddziaływanie z końcówką pomiarową urządzenia powoduje powstawanie niewielkich ładunków elektrycznych, generujących odpowiedni sygnał przekazywany do części elektronicznej. Urządzenie to przeznaczone jest przede wszystkim do wykrywania nieszczelności filtrów, chociaż może być również używane do sygnalizacji np. niedrożności w transporcie pneumatycznym.

Czujnik FlowJam jest stosowany w aplikacjach, w których występuje spadek swobodny materiału, przy transporcie pochyłym lub pneumatycznym. FlowJam jest idealnym urzą-



Fot. 2 Dozownik pneumatyczny oleju roślinnego

dysze, tworząc „mgłę olejową" w mieszalniku, co powoduje równomierne jego rozprowadzenie w mieszaninie składników sypkich.

Ciekawym rozwiązaniem jest dozowanie materiałów sypkich w oparciu o pomiar przepływu z wykorzystaniem urządzeń firmy SWR Engineering.

w granicach
zakresu. Ma
pływu dla
20 t/h. W pr
szych śred
3 czujniki.

Odmianą
czujnik D

*Rys. 3 Czuj
ru przepły
– skondens*

pozwala na
zbitych ma
być stosowa
nia do 80%
nym materi

dzeniem do monitorowania pracy urządzeń, takich jak: podajniki ślimakowe, podajniki celkowe, urządzenia pneumatyczne, przenośniki kubełkowe czy podajniki wibracyjne. Do detekcji materiału system wykorzystuje mikrofale, natomiast ruch jest wykrywany za pomocą efektu Dopplera.

Czujnik Pro Gap II służy do bezdotykowej detekcji materiałów sypkich w metalowych i niemetalowych rurach, zbiornikach, szybach, zsypach itp. Urządzenie to może wykrywać obecność materiałów nie przewodzących (np. tworzywa sztuczne) poprzez szybę lub inny izolator. Taki sposób montażu powoduje, że czujnik jest zupełnie wyłączony z procesu produkcyjnego, co jest szczególnie istotne np. w przypadku pomiarów materiałów agresywnych, ściernych itp. Pozwala to również na stosowanie urządzenia

rowania. Komunikacja taka może być zrealizowana w postaci równoległych linii sygnałowych, izolowanych galwanicznie lub poprzez transmisję szeregową. W przypadkach silnych zakłóceń elektromagnetycznych do transmisji szeregowej wykorzystywany jest światłowód.

Obsługa instalacji technologicznych z procesami dozowania ogranicza się w zasadzie do zadania receptury przewidzianej aktualnie do produkcji, określenia drogi transportu, wprowadzenia ilości cykli itp. oraz wydania sygnału startu. Dostęp do tych operacji użytkownik uzyskuje poprzez interfejs w postaci np. komputera klasy PC lub przemysłowych paneli operatorskich. Komunikacja pomiędzy operatorem a systemem odbywa się z reguły poprzez systemy wizualizacji SCADA, z których wymienić można następu-

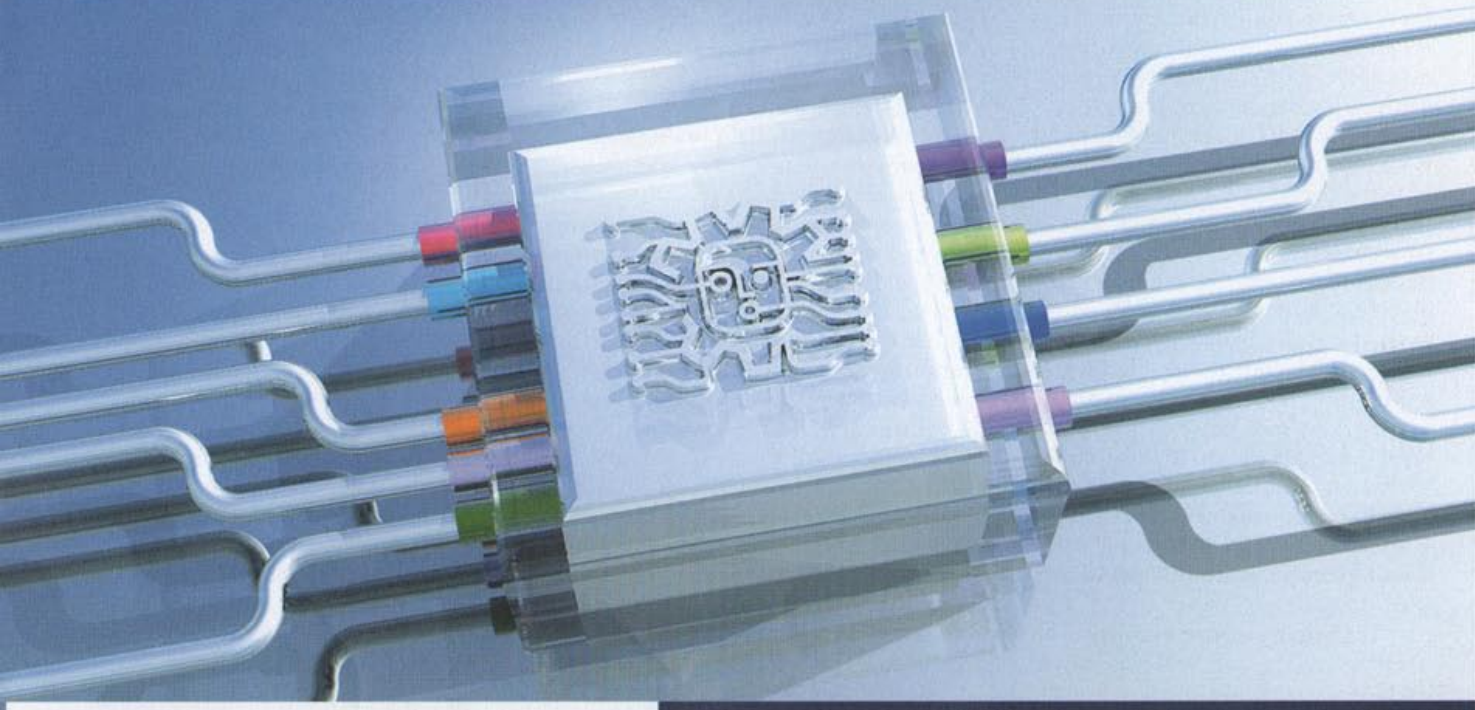
kontrola samego procesu, tak aby nie spowodował on wytworzenia np. wadliwego produktu. Z tego względu bardzo ważny okazuje się dobór odpowiednich urządzeń dozujących na etapie projektu, z uwzględnieniem warunków technologicznych, lokalizacyjnych oraz z uwzględnieniem właściwości samego materiału dozowanego. Dzięki modułowej konstrukcji urządzeń dozujących systemu Polko możliwe jest w miarę proste zaprojektowanie i wykonanie nawet bardzo rozbudowanych linii dozujących z dostosowaniem ich do potrzeb konkretnego klienta.

Chcielibyśmy podkreślić dodatkową zaletę dozownika pneumatycznego Polko – urządzenie to posiada możliwości dynamicznego podawania dozowanego materiału, co w niektórych procesach jest bardzo

INNOWACJE TECHNOLOGIE MASZYNY
POZNAŃ - POLSKA

ITM POLSKA – TARGI TECHNOLOGII JUTRA

19-22.06.2006



PNEUMA

Wystawa specjalna pneumatyki dla przemysłu

Zaprezentuj swoją ofertę wystawcom i zwiedzającym specjalistyczne salony targów ITM POLSKA:

ENERGIA
Salon Energetyki i Gazownictwa

MACH-TOOL
Salon Obrabiarek i Narzędzi

METALFORUM
Salon Metalurgii, Hutnictwa i Odlewnictwa

SURFEX
Salon Technologii Obróbki Powierzchni

LTS TRANSPORTA
Salon Logistyki, Transportu i Spedycji

- ITM POLSKA – największe w Polsce targi nowoczesnych technologii dla przemysłu
- ponad 1000 firm z ponad 30 krajów*
- 21.000 m^2 powierzchni ekspozycyjnej netto (wzrost o 27%)
- 21.000 zwiedzających (wzrost o 30%), w tym liczne grono przedsiębiorców z Europy Wschodniej
- konferencje, seminaria, spotkania biznesowe
- warsztaty, przestrzenie prezentacyjne

** dane z 2005 r.*

OFERTA SPECJALNA
Gotowe stoiska już od (pakiet „powierzchnia + zabudowa") **€ 560**

Promocyjne ceny do **1.02.2006**

Wystawie PNEUMA towarzyszyć będzie specjalistyczna konferencja i prezentacje

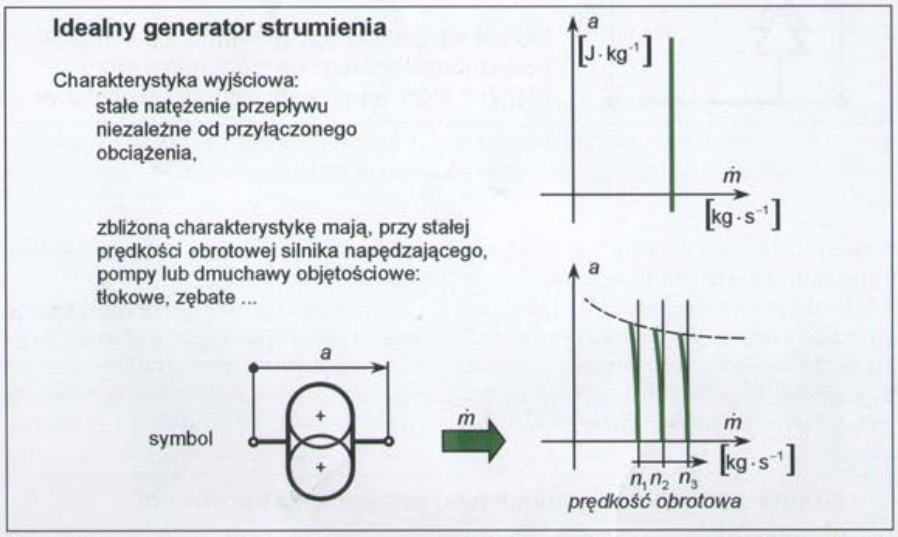
www.itm-polska.pl

Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o., ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań
tel.: 061 869 21 64, fax: 061 869 29 66, e-mail: itm@mtp.pl

Nowoczesne mikropompy do obwodów mikrostrumieniowych

Václav Tesař
Kazimierz Peszyński

Przedstawione przez autorów mikropompy są przeznaczone do generowania przepływu cieczy w obwodach mikrostrumieniowych. Do wprawienia płynu w ruch wykorzystywane są nowoczesne elektroaktywne polimery: w jednym z nich dochodzi do zmiany kształtu membrany w następstwie transportu jonów wywołanego działaniem potencjału pola elektrycznego, w drugim przypadku jest wykorzystany żel elektrostrykcyjny o charakterze kryształu ciekłego.



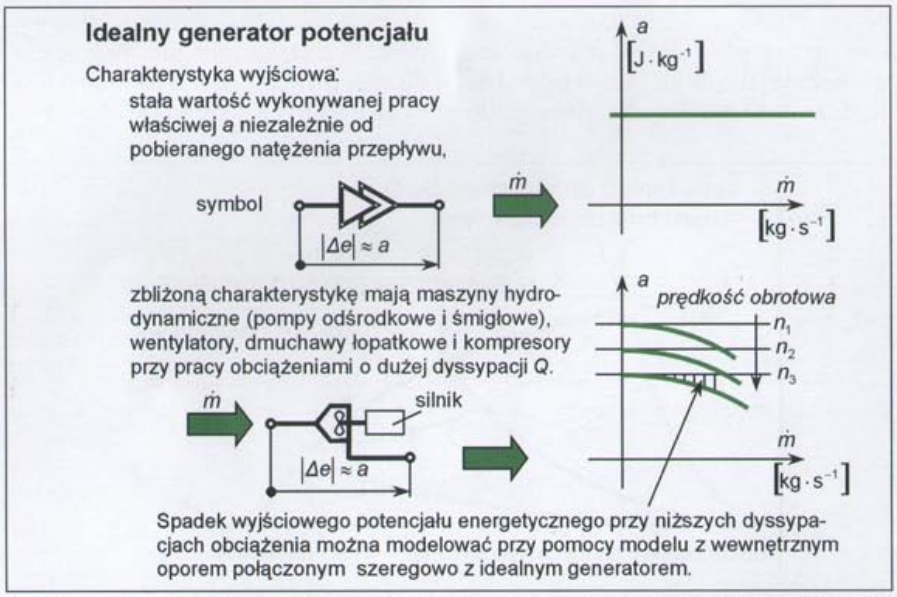
Rys. 1 Pompy typu objętościowego posiadają (przy stałych warunkach na stronie napędu) charakterystykę obciążeniową zbliżoną do idealnego źródła stałego przepływu

Ze względu na fakt różnych zasad hydrodynamicznych, na których bazują obydwa typy pomp, posiadają one różne charakterystyki obciążeniowe podczas pracy w układach mikrostrumieniowych.

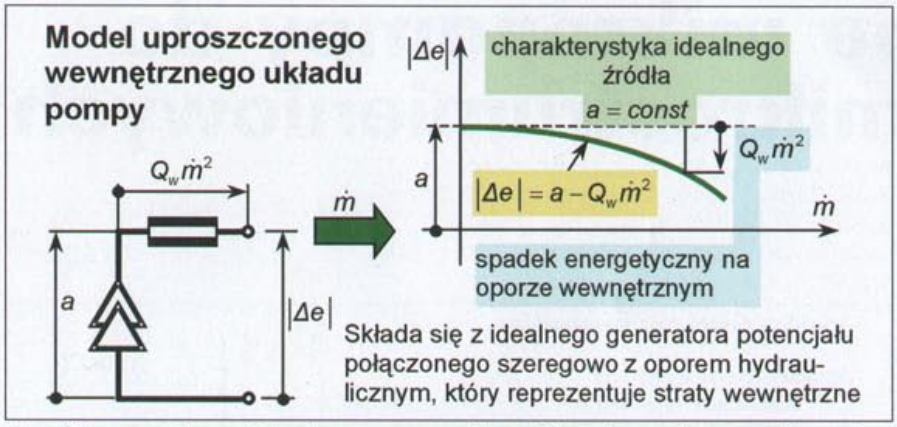
Mikropompy

Strumieniowe układy sterujące i inne systemy produkowane nowoczesnymi technologiami, takimi jak: wytrawianie i dekompozycja (deposited matter) o rozmiarach charakterystycznych rzędu milimetrów i mniejszych, są jedną z najszybciej obecnie rozwijających się dziedzin technicznych [1]. Aby płyn mógł poruszać się w obwodzie mikrostrumieniowym, musi być albo wprowadzany z zewnątrz pod odpowiednim ciśnieniem (tzn. muszą być do dyspozycji odpowiednie ciśnieniowe zbiorniki akumulacyjne), albo jego ruch musi zostać wywołany przez wbudowaną miniaturową pompę (w przypadku cieczy) lub dmuchawę (w przypadku gazów). Na Uniwersytecie w Sheffield, w katedrze Process Fluidics Group pod kierownictwem pierwszego z autorów, są rozwijane dwa typy pomp o odpowiednich ekstremalnie małych rozmiarach. Obydwa są przeznaczone przede wszystkim do aplikacji mikrochemicznych, gdzie ciecze w systemie przechodzą poprzez różnorakie reakcje chemiczne, mogą jednak być tak samo dobrze wykorzystane w najróżniejszych innych aplikacjach techniki mikrostrumieniowej.

W zasadzie pompy (nie tylko dla tych ekstremalnie małych rozmiarów) można podzielić na dwie grupy funkcjonalne. Do pierwszej z nich należą pompy *objętościowe* (rys. 1), które charakteryzują się tym, że przy stałych warunkach panujących na stronie napędowej generowany jest praktycznie stały wydatek, tylko nieznacznie zmieniający się w zależności od obciążenia, czyli ciśnienia panującego na wyjściu. Są to zawsze konfiguracje



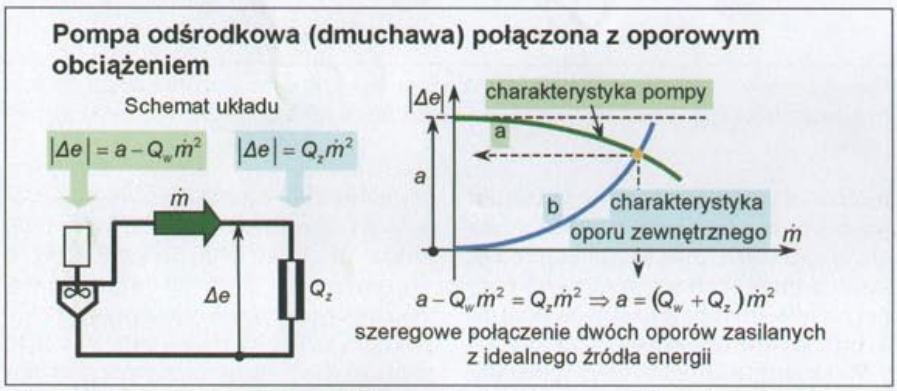
Rys. 2 Charakterystyki pomp typu dynamicznego są zbliżone do idealnego źródła spadku ciśnienia (wobec tego również energii)



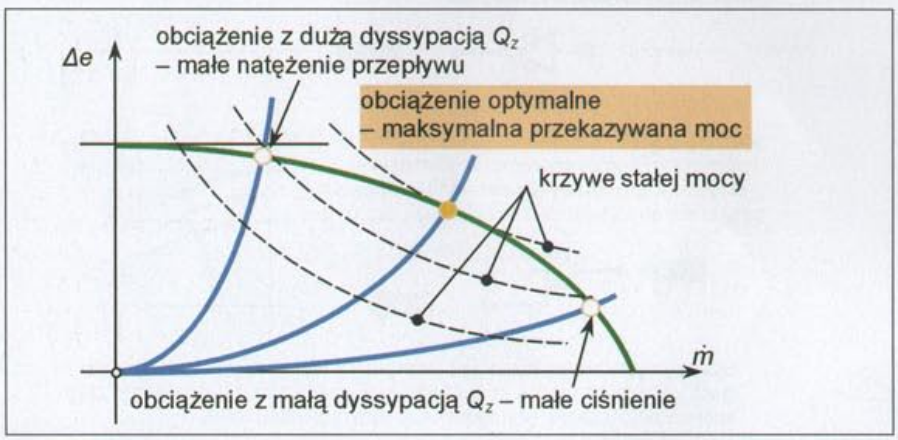
Rys. 3 Lepszy od przedstawionego na rys. 3 model zachowania pomp dynamicznych uwzględnia straty energetyczne na wewnętrznych oporach hydraulicznych pompy

pracujące w powtarzalnych cyklach funkcjonalnych, gdzie w każdym cyklu na wypływie pojawia się praktycznie taka sama ilość płynu. Wymienić tu można przede wszystkim ogólnie znaną zasadę pomp tłokowych, gdzie tłok wywołuje zmienny przepływ, który jest ukierunkowany parą zaworów: ssącym i wypływowym, pracującymi w zasadzie jako diody (łatwy przepływ w jednym kierunku, utrudniony lub całkowicie zamknięty przepływ w drugim kierunku).

Inną zasadą pracy charakteryzuje się drugi typ pomp, który ogólnie nazywany jest pompami dynamicznymi (rys. 2), gdzie jest wykorzystywana energia kinetyczna przykazywana przyspieszanym przepływającym płynom. W dużych pompach najczęściej do tego przyspieszenia dochodzi podczas przepływu przez wirnik, koło łopatkowe lub inny element obrotowy. Obrotowe elementy o wymiarach rzędu milimetrów są jednak trudne do wykonania ze względu na szereg różnych problemów z uszczelnieniem, małą żywotnością i ogólnie dużą mechaniczną wrażliwością. Uwaga w tym przypadku jest raczej skierowana na inny typ: pompy strumieniowe bazujące na wytworzeniu strumienia płynu w dyszy poprzez jego przyspieszenie w dyszy strumieniowej. Znane są pracujące w taki sposób ejektory lub iniektory. Ich zaletą jest działanie bez elementów ruchomych, wymagają one jednak napędu poprzez inny przepływający płyn i wobec czego przesuwają jedynie problem generowania przepływu w inne miejsce. Rozwiązaniem są konstrukcje ze zmiennym dopływem i wypływem w dyszach pierwotnych [2], [3] – czyli generowanie zmiennego strumienia, który następnie jest ukierunkowywany dynamicznymi zjawiskami występującymi podczas przepływu płynu [4], [5]. Mimo analogicznej podstawowej myśli, polegającej na ukierunkowaniu przemiennego ruchu, dynamiczne, strumieniowe zasady pracy różnią się od objętościowych charakterem zachowania w układzie strumieniowym – kształtem charakterystyki obciążeniowej, która ma typowy płaski kształt (rys. 3, 4). Efektywność strumieniowego ukształtowania [6] nie jest zbyt wysoka, a w następstwie tego zauważalny jest wyraźny spadek charakterystyki w miarę wzrastającego natężenia przepływu (rys. 3, 5).



Rys. 4 Znaczenie charakterystyki obciążeniowej: stan w układzie hydraulicznym jest określony punktem przecięcia się charakterystyki pompy i obciążenia

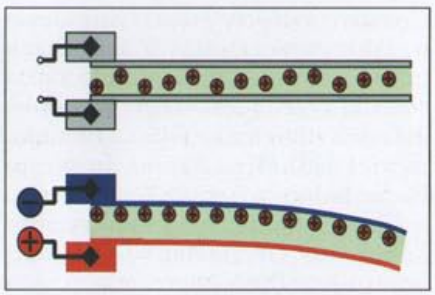


Rys. 5 Charakterystyka obciążeniowa umożliwia określenie optymalnego obciążenia do danej pompy i odwrotnie

Napęd realizowany poprzez elektroaktywne polimery

Mimo że prezentowano mikrodmuchawy z klasycznym mechanicznym napędem – przenoszenie mocy poprzez obracający się wałek, taka konstrukcja jest skrajnie niedogodna dla nowoczesnych procesów mikroprodukcyjnych i wobec tego uwaga jest zwrócona w innym kierunku. Wymienione ukierunkowanie na zasady bazujące na ukierunkowaniu przemiennego przepływu oferują myśl zastosowania bezpośredniego generowania przemiennych przypływów pod wpływem pola elektrycznego.

Mimo że można spotkać mikropompy z klasycznym napędem mechanicznym – przeniesienie mocy poprzez rotujący wałek, taka konstrukcja jest bardzo niewygodna do stosowania we współczesnych procesach

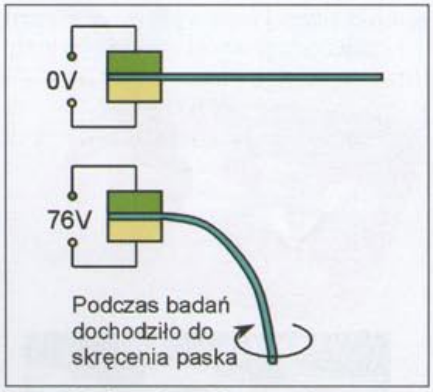


Rys. 6 Zasada deformacji membrany z polimeru w wyniku poprzecznego transportu jonów

mikroprodukcyjnych i dlatego uwaga została zwrócona w innym kierunku. Wzmiankowane już ukierunkowanie na przemienne przepływy przywodzi na myśl pomysł, aby do bezpośredniego generowania przemiennych ruchów mechanicznych wykorzystać działanie przemiennego prądu elektrycznego. Niestety, dotychczas wykorzystywane materiały, np. magnetostrykcyjne lub piezoelektryczne, ogólnie wykazują zbyt małe zmiany objętościowe. Do ich wad można zaliczyć również to, że materiały piezoelektryczne i materiały polikrystaliczne są kruche, posiadają dużą mechaniczną odporność na deformacje (moduł Younga), a wymuszające napięcia elektryczne muszą być znaczne – zazwyczaj rzędu setek wolt. Znane są eksperymenty z wymuszanymi eklektycznie generowanymi cieplnymi efektami objętościowymi, jednak te zjawiska są zbyt wolne w następstwie dużej bezwładności cieplnej – mimo że przy zmniejszaniu rozmiarów aż do wartości mikromilimetrów można stwierdzić, że zjawisko jest bardziej przychylne.

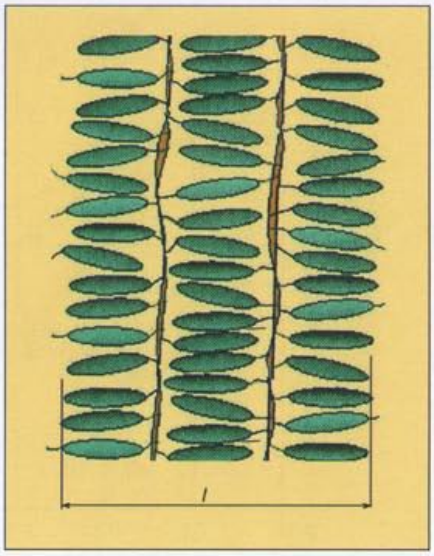
Zmiany kształtu i objętości wywołane oddziaływaniem pola elektrycznego dla niektórych nowo rozwijanych materiałów polimerowych oznaczanych skrótem EAP (ang. ElectroActive Polymer) wydają się bardzo atrakcyjne. Są to materiały organiczne, których badania rozwojowe były w znacznej mierze pierwotnie prowadzone pod kątem upodobnienia do mięśni istot żyjących – w wykorzystywanych praktycznie aplikacjach jest jedna zasada funkcjonalna zupełnie inna, nie chodzi tu o bezpośrednią przemianę energii chemicznej na pracę mechaniczną.

W dniu dzisiejszym praktycznie do wykorzystania nadają się dwa rodzaje polimerów. Z jednej strony znajdują się te, w których ruchy mechaniczne są następstwem wewnętrznego transportu jonów (podstawowa praca: Oguro i inni, 1992). Oznaczane są one skrótem IPMC (ang. Ion-exchange Polymer – Metal Composites). Jak wynika z tego skrótu, chodzi tu o strukturę warstwową (kompozyt) z polimerem umożliwiającym wewnętrzny ruch jonów pod wpływem elektrycznego napięcia doprowadzanego do metalowej elektrody. Te materiały bez wyjątku wymagają umieszczenia ich w wodzie, ponieważ do uwolnienia ruchomych jonów dochodzi w wyniku hydratacji. Dla pomp nie stanowi to żadnego problemu. Są dostępne za stosunkowo niską cenę, ponieważ odpowiedni polimer jest dostarczany przez koncern DuPont pod nazwą

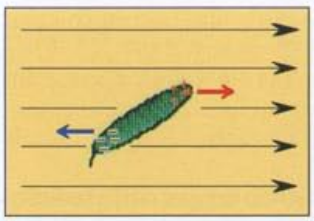


Rys. 7 Zmiany kształtu membrany z materiału „Nafion" firmy Dupont pod wpływem napięcia elektrycznego o wartości dziesiątków wolt

„Nafion" z przeznaczeniem do wykorzystania w ogniwach paliwowych. Folie wystarczy wyposażyć w dwustronnie napylany film metalowy. Są

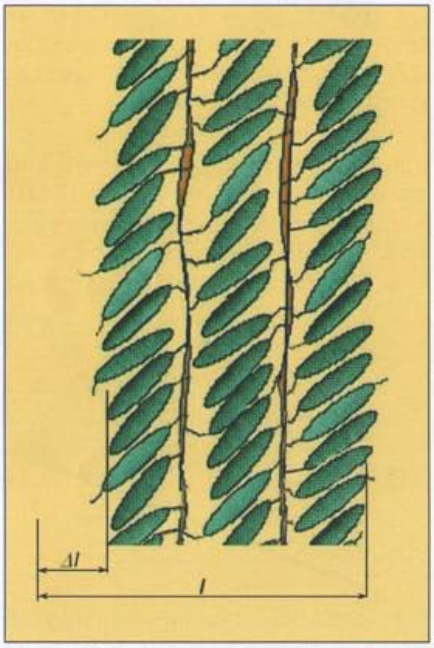


Rys. 8 Schemat struktury żelu elektrostrykcyjnego o charakterze nematycznego ciekłego kryształu



Rys 9 Obrót elementu krystalicznej struktury żelu w polu elektrycznym

zdolne do wykonywania zaskakująco dużych ruchów deformacyjnych (rys. 7) przy stosunkowo małym napięciu wymuszenia 1–5 V. Pracują szybko, zazwyczaj są osiągane częstotliwości rzędu setek Hz. Dla danej mocy mechanicznej masa elementu jest niska, osiąga wartość około 100 kW n a kg.



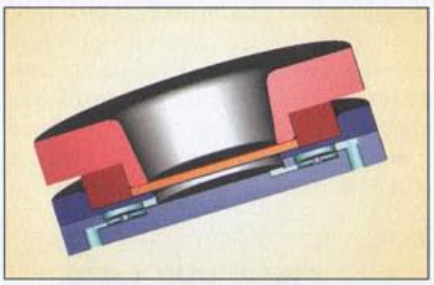
Rys. 10 Względne zmiany długości Δl/l wywołane działaniem pola elektrycznego na ciekłe kryształy mogą sięgać nawet dziesiątków procent

Innym dającym nadzieję typem polimerów elektroaktywnych, które reagują nie tylko poprzez zmianę kształtu, ale również poprzez rzeczywiste zauważalne zmiany objętości, są przede wszystkim żele piezostrykcyjne [7], bazujące często na ciekłych kryształach (rys. 8). Pionierem tego kierunku jest prof. Finkelmann z uniwersytetu we Freiburgu (pierwsze prace w 1981 r.). Do zmian objętościowych dochodzi w zasadzie w wyniku obrotu elementów struktury kryształów (rys. 9) w polu elektrycznym. Mogą osiągać wysoką gęstość mocy, nawet około 100 kW na kg (czyli o dwa rzędy więcej niż dzisiaj normalnie spotykane napędy mechaniczne i tyl-

ko trochę mniej niż mięśnie, gdzie ta wartość wynosi 150÷225 W/kg), ale zmiany są dużo wolniejsze, a potrzebne napięcie wzbudzenia jest dużo większe, zazwyczaj rzędu setek wolt.

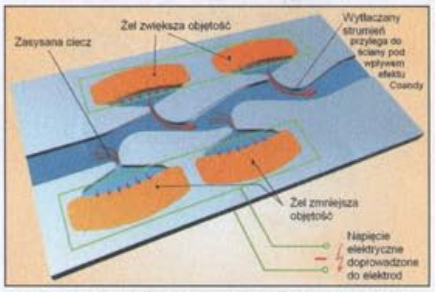
Mikropompa objętościowa

Pierwsza z konstrukcji opracowywanych pod kierunkiem pierwszego



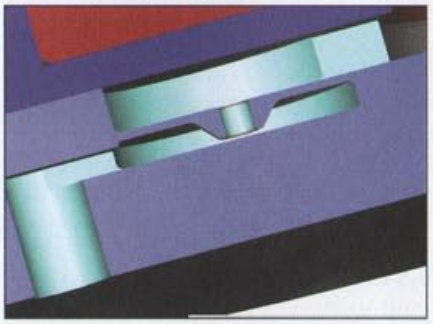
Rys. 11 Opracowywana mikropompa typu objętościowego

z autorów ze współpracownikami wykorzystuje membranę z IPMC w mikropompie typu objętościowego (rys. 11). Odkształcenia membrany zasysają, a następnie wytłaczają płynącą



Rys. 12 Szczegół zaworu ssącego mikropompy z rys. 11

wodę destylowaną z płaskiej komory o kształcie kołowym. Zmienny przepływ wody jest ukierunkowany zaworami (na rys. 12 przedstawiono szczegół zaworu ssącego) z membraną

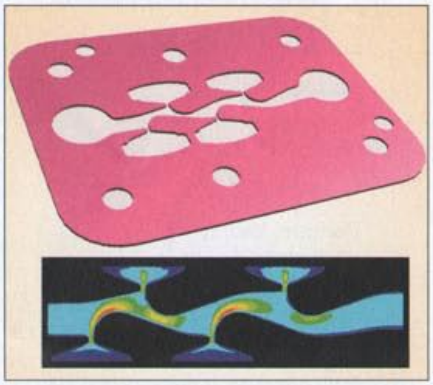


Rys. 13 Zasada działania opracowanej mikropompy typu dynamicznego wykorzystującej efekt Coandy na stronie hydraulicznej oraz żel elektrostrykcyjny na stronie napędu elektrycznego

wykonaną przez trawienie i wyposażoną w centralnie położony występ z przelotowym otworem. Otwór zamykany jest poprzez dotknięcie występu do przeciwległej ściany, w chwili gdy membrana zostanie wygięta w wyniku działania ciśnienia zwrotnego (nadciśnienie w kierunku roboczym ją podnosi, co powoduje ułatwienie przepływu). Zbudowany element jest w stadium badań, podstawowym zagadnieniem jest podwyższenie ciśnienia wyjściowego.

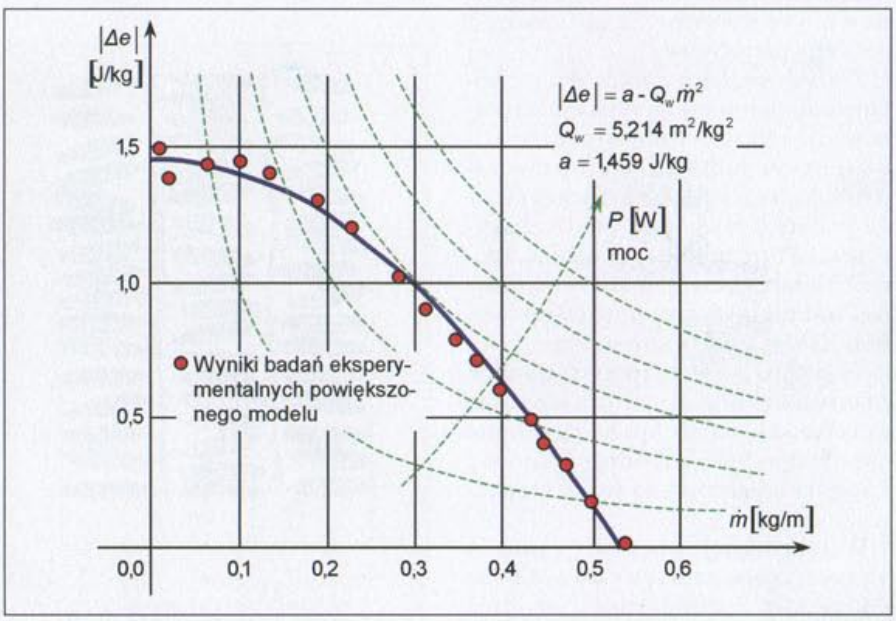
Mikropompa dynamiczna

Ciekawsza jest zasada działania drugiej z badanych konstrukcji. Wykorzystuje się tu efekt ukierunkowania strumienia płynu pod wpływem efektu



Rys. 14 Płytka z komorami pompy strumieniowej wykonana przez laserową obróbkę materiału ceramicznego i przykład wizualizacji pola prędkości w komorze

Coandy, czyli przylgnięcia strumienia do zakrzywionej ściany. Zastosowano już prawie zapomnianą zasadę, opracowaną przez pierwszego z autorów w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku [3], [8] na zlecenie Instytutu Badań Jądrowych w miejscowości Řež w Czechosłowacji (obecnie Republika Czeska). Oryginalne własności tej konstrukcji (brak elementów ruchomych, przenoszenie energii poprzez ruch przemienny przez barierę radioaktywną) miały być wykorzystane do przepompowywania radioaktywnych cieczy podczas przerabiania zużytego paliwa jądrowego. Obecnie proponowany miniaturowy układ ma jednak konfigurację płaską, a przenoszenie energii w wyniku działania przemiennego strumienia powietrza zostało zastąpione bezpośrednim działaniem zmian objętościowych żelu elektrostrykcyjnego. Wykorzystano żel o nematycznym[1] charakterze ciekłego kryształu. Pracami nad tym typem kryształów ciekłych kieruje we wzmiankowanej jednostce badawczej dr Styring. Przy objętościowej kontrakcji żelu do komory roboczej (która pełni rolę cylindra pompy tłokowej) zasysany jest płyn z wszystkich stron, jednak ze względu na ograniczenia powodowane poprzez okoliczne ściany może być brany pod uwagę w zasadzie wpływ tylko od strony dopływowej, natomiast podczas ekspansji żelu i wytłaczania płynu tworzony jest strumień, który przylega do zakrzywionej ściany prowadzącej i jest prowadzony w kierunku strony tłocz-



Rys. 15 Charakterystyka obciążeniowa 100-krotnie powiększonego modelu laboratoryjnego opracowywanej mikropompy

nej pompy. Napęd jest realizowany poprzez dwufazowe napięcia, każda faza jest doprowadzona do jednej pary elektrod pokrywających od góry i od dołu objętość wypełnioną żelem. Przeciwlegle położone, przesunięte komory pracują przy wzajemnym roboczym przesunięciu faz, wobec czego „przekazują" sobie płyn. Konstrukcja pokazana na rys. 14 jest oprócz tego dwustopniowa, pole elektryczne pary elektrod działa na żel w dwóch stopniach funkcjonalnych. Poszczególne stopnie umieszczone w kanale roboczym pompy za sobą tworzą podczas pracy falę przepływową, która przechodzi od ssania do tłoczenia i porywa ze sobą również płyn, który nawet nie musi wpływać do komór roboczych.

Problemem przy ekstremalnie małych systemach strumieniowych są bardzo niskie liczby Reynoldsa [1], wobec czego bardzo małe siły bezwładności w porównaniu z lepkościowymi efektami tarcia, które hamuje ruch cieczy. Stwierdzono jednak dość ciekawą okoliczność, że przy okresowych wymuszeniach są wywoływane w strumieniach płynu wyraźne oddziaływania bezwładnościowe, również przy uśrednionych w czasie niskich wartościach liczby Reynoldsa. Powoduje to, że pompa strumieniowa pracuje lepiej, niż oczekiwano. Jest to zauważalne również przy bardzo małych rozmiarach i małych przepływach. Badania tego zjawiska do chwili obecnej nie zostały zakończone.

Wnioski

Systemy mikrostrumieniowe wymagają opracowania nowych rodzajów pomp, zarówno pod względem technologicznym, jak i ze względu na zasadę działania z uwagi na wymagane bardzo małe ich rozmiary. Opisane, opracowywane dwa typy pomp wypełniają obydwie podstawowe zasady działania, a jednocześnie proponują nowe rodzaje napędu, bazującego na wykorzystaniu mało znanych, ale bardzo obiecujących materiałów polimerowych, zmieniających swój kształt i rozmiary pod wpływem bezpośredniego oddziaływania pola elektrycznego.

Literatura

[1] Tesař V.: Mikrofluidika – technika řízení extrémně malých průtoků (Technika mikrostrumieniowa – sterowanie ekstremalnie małych przepływów). Automatizace str. 388 - 392, rocz. 46, nr 6, czerwiec 2003.

[2] Tesař V., Peszynski K.: No-Moving-Part Fluidic Circulation Pumps, str. 191 Proc of CMR Colloquium, ISBN 83-88066-20-X, Bydgoszcz, Polska, czerwiec 2003.

[3] Tesař V.: Alternáló légárammal mükodtetett folyadék szivattyu – Fluidic Pump Driven by Alternating Air Flow (Pompa strumieniowa napędzana przemiennym przepływem powietrza – język węgierski i angielski), Proc. Pneu-Hidro kollokvium, Gépipari Tudományos egyesület, Györ, Hungary, Sept. 1981.

[4] Tesař V.: Fluidic Jet-Type Rectifier: Experimental Study of Generated Output Pressure, Fluidics Quarterly, Ann Arbor U.S.A, Vol. 14, Nr. 4, Dec. 1982.

[5] Tesař V.: Strhávací účinek střídavého vtoku a výtoku tryskou (Działanie przemiennego wpływu i wypływu przez dyszę) ACTA POLYTECHNICA – Prace naukowe ČVUT – Politechniki w Pradze, cz. 1, (II,1), str. 43, 1991.

[6] Tesař V., Zhong S.: Efficiency of Synthetic Jet Generation, Transactions of the Aeronautical and Astronautical Society of the Republic of China, Vol. 35, No. 1, p. 45-53, Taiwan 2003.

[7] Lehmann W., aj.: Giant Lateral Electrostriction in Ferroelectric Liquid-Crystalline Elastomers, Nature, Vol. 410, p. 447-450, March 2001.

[8] Tesař V.: Čerpadlo nebo dmychadlo, zejména pro dopravu obtížně čerpatelných tekutin (Pompa lub dmuchawa, przede wszystkim do transportu płynów trudnych do przepompowywania). Czechosłowackie świadectwo autorskie, nr 192 082, kwiecień 1976.

[1] *Faza nematyczna (gr. nema – nić) to takie ułożenie cząsteczek ciekłego kryształu, gdy są one zorientowane w tym samym kierunku, lecz ich środki ciężkości nie są uporządkowane.*

dr inż. Kazimierz Peszyński
Akademia Techniczno-Rolnicza
w Bydgoszczy
prof. Václav Tesař
Univessity of Sheffield

Sprężarki śrubowe. Sprężarki tłokowe. Osuszacze, filtry.

CECCATO ARIA COMPRESSA

GENERALNY PRZEDSTAWICIEL CECCATO: P.U.H. "UNIGOODS" spółka jawna
73-110 Stargard Szczec., ul. Wieniawskiego 16/18, **www.unigoods.com.pl**
tel. 091/573 37 35, 573 26 76, fax 091/834 04 90, serwis 0601/78 54 98

Doświadczalne charakterystyki zaworu proporcjonalnego

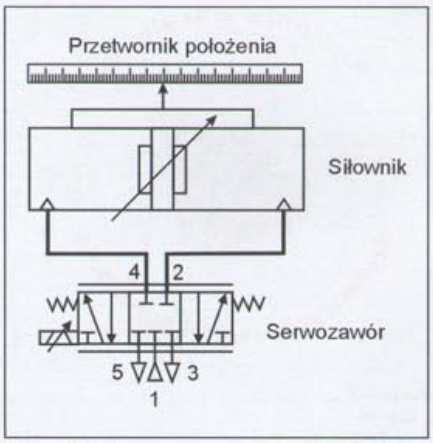
Ryszard Dindorf,
Jakub Takosoglu

W związku z rosnącymi wymaganiami stawianymi serwonapędom pneumatycznym dąży się do opracowania algorytmów sterowania rozmytego FLC (Fuzzy Logic Control) odpornych na zmienne obciążenie masowe oraz zakłócenia zewnętrzne i wewnętrzne [1].

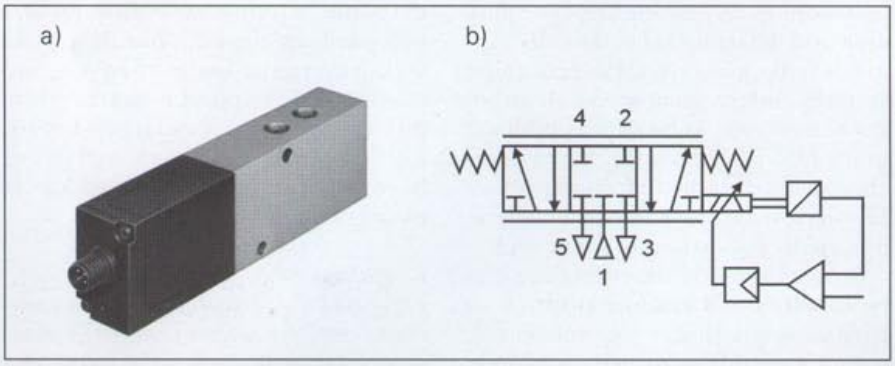
Do zaprojektowania algorytmu sterowania rozmytego FLC konieczna jest wiedza o rzeczywistych parametrach zaworów proporcjonalnych stosowanych w układach regulacji serwonapędów pneumatycznych.

Stanowisko badawcze serwonapędu pneumatycznego

Na rys. 1 przedstawiono schemat stanowiska badawczego serwonapędu elektropneumatycznego, w którym elementem wykonawczym (aktuatorem) jest siłownik beztłoczyskowy typu DGPL-25-224 (Festo) o średnicy tłoka 25 mm i długości 224 mm, a elementem sterującym jest zawór proporcjonalny typu MPYE-5-1/8-HF-010-B (Festo). Do pomiaru położenia suwaka siłownika zastosowano magnetostrykcyjny przetwornik położenia typu BTL5-A11-M0600-P-S32



Rys. 1 Schemat serwonapędu elektropneumatycznego



Rys. 2 Zawór proporcjonalny 5/3 typu MPYE: a) widok ogólny, b) schemat sterowania

(Balluff) o długości pomiarowej 600 mm i rozdzielczości mniejszej od 2 µm z wyjściem analogowym (0–10 V). Zawór proporcjonalny MPYE-5-1/8-HF-010-B jest zaworem 5/3 sterowanym napięciowo (0–10 V). Jest to zawór o przepływie nominalnym 700 l/min i czasie przełączania 80 Hz. Widok i schemat sterowania zaworu proporcjonalnego 5/3 typu MPYE przedstawiono na rys. 2. Badania zaworu proporcjonalnego ukierunkowane zostały na wyznaczenie charakterystyk statycznych: przepływowej $q_v=f(U)$ i ciśnieniowej $p=f(U)$, a także czasu odpowiedzi i czasu jałowego zaworu podczas jego przełączania [2].

Wyznaczanie charakterystyki $q_v = f(U)$

Do pomiaru strumienia masowego gazu (powietrza), zgodnie z normą PN-93/M-53950/01 (odpowiednik międzynarodowej normy ISO 5167-1:1991), zbudowano stanowisko badawcze w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach. Na stanowisku tym zastosowano pomiar strumienia masy płynu przez zwężkę pomiarową – kryzę. Widok stanowiska, przystosowanego do wyznaczania charakterystyki przepływowej $q_v=f(U)$ zaworu proporcjonalnego, przedstawiono na fot. 1. Powszechne wykorzystanie przepływomierzy zwężkowych do pomiaru strumienia płynu wynika z prostej metody, dużej dokładności i niskiego kosztu pomiaru, małych gabarytów przepływomierzy oraz niezawodności ich działania. Pomiar strumienia płynu za pomocą przepływomierza zwężkowego ułatwia znormalizowanie metodyki pomiarowej. Podstawowym warunkiem stosowania zwężek pomiarowych jest spełnienie przez nie warunku podobieństwa geometrycznego i hydrodynamicznego. Przepływomierze zwężkowe znajdują zastosowanie w oprzyrządowaniu stanowisk badawczych, a także w praktyce przemysłowej. Strumień masy przepływającego płynu wyznacza się na podstawie pomiaru różnicy ciśnień Δp na zwężce pomiarowej, wykorzystując informacje dotyczące właściwości płynu (gęstości płynu) oraz dane dotyczące wymiarów geometrycznych zwężki pomiarowej i oporów przepływu na zwężce pomiarowej. Do obliczania masowego natężenia przepływu wykorzystano wzór [3]:

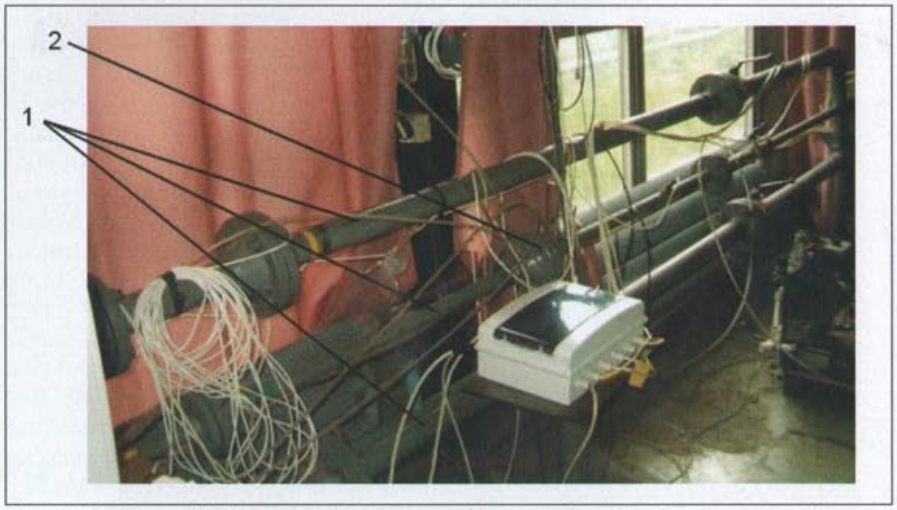
$$q_m = C_d \varepsilon_1 e \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\Delta p \rho_1} \qquad (1)$$

lub

$$q_m = C_d \varepsilon_2 e \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\Delta p \rho_2} \qquad (2)$$

gdzie:
q_m – masowe natężenie przepływu (strumień masy),
C_d – współczynnik oporu przepływu,
ε_1, ε_2 – liczba ekspansji,

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \sqrt{1 + \frac{\Delta p}{p_2}} \qquad (3)$$



Fot. 1 Ogólny widok stanowiska ze zwężką pomiarową: 1 – rury pomiarowe, 2 – zwężka pomiarowa

e – współczynnik bezwymiarowy,

$$e=\frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad (4)$$

d – średnica otworu zwężki w warunkach roboczych,

β – przewężenie zwężki,

$$\beta=\frac{d}{D} \qquad (5)$$

D – średnica wewnętrzna rurociągu w warunkach roboczych,

Δp – różnica ciśnień, $\Delta p = p_1 - p_2$,

p_1, p_2 – ciśnienie płynu przed i za zwężką pomiarową,

ρ_1, ρ_2 – gęstości płynu przed i za zwężką pomiarową, określone dla danego ciśnienia i temperatury, $\rho_1(p_1,T_1)$, $\rho_2(p_2,T_2)$,

Do obliczenia objętościowego natężenia przepływu (strumienia objętości) q_v skorzystano ze związku:

$$q_v=\frac{q_m}{\rho_1}=C_d\varepsilon_1 e\frac{\pi}{4}d^2\sqrt{\frac{2}{\rho_1}\Delta p} \qquad (6)$$

lub

$$q_v=\frac{q_m}{\rho_2}=C_d\varepsilon_2 e\frac{\pi}{4}d^2\sqrt{\frac{2}{\rho_2}\Delta p} \qquad (7)$$

Jak wynika z wzorów (6) i (7), do obliczania objętościowego strumienia przepływu danego płynu (gazu lub cieczy) niezbędna jest znajomość wartości współczynnika przepływu C_d oraz liczby ekspansji ε_1 i ε_2, które zamieszczone są w normie PN-93/M-53950/01 w postaci tablic. Wartość współczynnika przepływu C_d zależy od rodzaju zwężki, liczby Reynoldsa Re_D (odniesionej do średnicy D) oraz przewężenia β, natomiast liczba ekspansji ε zależy do rodzaju zwężki, przewężenia β, stosunku ciśnień p_2/p_1 oraz wykładnika adiabaty κ. Do wyznaczenia charakterystyki $q_v=f(U)$ badanego zaworu proporcjonalnego wykorzystano pomiary wykonane na stanowisku badawczym w OBREiUP w Kielcach oraz wyniki obliczeń objętościowego natężenia przepływu, przeprowadzone za pomocą programu *Wydatki v.2.1*. Okno dialogowe tego programu wraz z wynikami pomiarów przedstawiono na rys. 3. Wyniki te posłużyły do wyznaczenia charakterystyki $q_v=f(U)$ zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/8-HF-010-B, którą przedstawiono na rys. 4.

Wyznaczanie charakterystyki $p = f(U)$

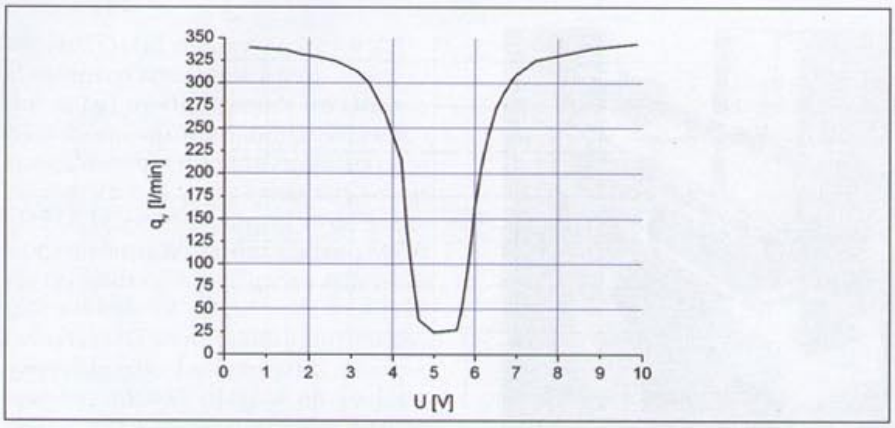
Na rys. 6 przedstawiono schemat stanowiska badawczego do wyznaczania charakterystyk $p=f(U)$ zaworu propor-

W y d a t k i v. 2.1 (cztery kryzy, bary)

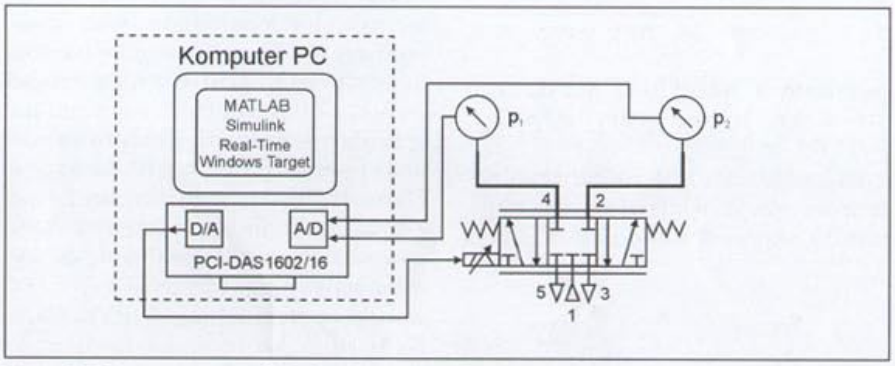
Wprowadź dane, po wprowadzeniu danych naciśnij [ctrl]+[z], zostaną wykonane obliczenia

Nr pomiaru	Ciśn. atmosfery [hPa]	Nr kryzy	Nadciś. przed kryzą [bar]	Ciecz w U-rurce kryzy: r lub w	Δp na kryzie: Słup lewy [mm]	Δp na kryzie: Słup prawy [mm]	Temp przed kryzą [°C]	Temp przed elem [°C]	Nadciśn. p1 przed element [bar]	ciecz w U-rurce (p1-p2): r,w, lub nie	Δp na elemencie: Słup lewy [mm]	Δp na elemencie: Słup prawy [mm]	Nadciśn. p2 za elementem [bar]	Wyniki obliczeń: Nadciśn. p1 przed elementem, [bar]	Natężenie przepływu [m³/h] ANR	Nadciśn. p2 za elementem, [bar]	Spadek ciśnienia na elemencie [bar]	Spadek ciśnienia na elemencie [%]	Stosunek ciśnień ab solutnych [p2/p1]	Y = [dm³/s bar]
1	890	2	6	w	500	505	15,5	15,5	5,95	nie			4,6	5,95	20,3611	4,6	1,35	22,6891	0,80263	0,821
2	890	2	6	w	495	500	15,5	15,5	5,95	nie			4,57	5,95	20,2744	4,57	1,38	23,1933	0,79825	0,817
3	890	2	6	w	490	496	15,5	15,5	5,95	nie			4,55	5,95	20,1959	4,55	1,4	23,5294	0,79532	0,814
4	890	2	6	w	481	475	15,5	15,5	5,95	nie			4,52	5,95	19,9308	4,52	1,43	24,0336	0,79094	0,803
5	890	2	6	w	470	465	15,5	15,5	5,95	nie			4,47	5,95	19,7421	4,47	1,48	24,8739	0,78363	0,796
6	890	2	6	w	455	450	15,5	15,5	5,95	nie			4,4	5,95	19,4677	4,4	1,55	26,0504	0,77339	0,785
7	890	2	6	w	414	421	15,5	15,5	5,95	nie			4,23	5,95	18,8039	4,23	1,72	28,9076	0,74854	0,758
8	890	2	6	w	376	386	15,5	15,5	5,95	nie			4,05	5,95	18,0728	4,05	1,9	31,9328	0,72222	0,728
9	890	2	6	w	285	294	15,5	15,5	5,95	nie			3,55	5,95	16,022	3,55	2,4	40,3361	0,64912	0,646
10	890	2	6	w	225	134	15,5	15,5	5,95	nie			2,36	5,95	12,934	2,36	3,59	60,3361	0,47515	0,521
11	890	2	6	w	65	75	15,5	15,5	5,95	nie			1,75	5,95	8,37061	1,75	4,2	70,5882	0,38596	0,337
12	890	2	6	w	25	33	15,5	15,5	5,95	nie			0,95	5,95	5,506	0,95	5	84,0336	0,26901	0,222
13	890	2	6	w	0	10	15,5	15,5	5,95	nie			0,07	5,95	2,31874	0,07	5,88	98,8235	0,14035	0,093
14	890	2	6	w	4	6	15,5	15,5	5,95	nie			0	5,95	2,31874	0	5,95	100	0,13012	0,093

Rys. 3 Okno dialogowe programu Wydatki v.2.1 do obliczeń objętościowego natężenia przepływu q_v



Rys. 4 Charakterystyka $q_v=f(U)$ zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/7-HF-010-B



Rys. 5 Schemat stanowiska badawczego do wyznaczania charakterystyki p=f(U) zaworu proporcjonalnego

cjonalnego, natomiast ogólny widok tego stanowiska przedstawiono na fot. 2. Do pomiaru ciśnienia na drogach przepływu 1-2 i 1-4 zaworu proporcjonalnego użyto dwóch cyfrowych przetworników ciśnienia serii PXW (Peltron) z wyjściem napięciowym. Krzywą kalibracyjną $p=f(U_p)$ (ciśnienie p w funkcji napięcia wyjściowego U_p) przetwornika ciśnienia PXW przedstawiono na rys. 6.

Regresja liniowa krzywej kalibracyjnej przetwornika ciśnienia PXW określona została wzorem:

$$p=(p_p\pm\delta p_p)+(K_p\pm\delta K_p)U_p \quad (8)$$

gdzie:
p – ciśnienie,
U_p – napięcie wyjściowe z przetwornika ciśnienia PXW,
K_p – współczynnik kierunkowy krzywej kalibracyjnej,
δK_p – błąd obliczenia współczynnika kierunkowego krzywej kalibracyjnej,
p_p – wyraz wolny oznaczający punkt przecięcia krzywej kalibracyjnej z osią p,
δp_p – błąd obliczenia wyrazu wolnego krzywej kalibracyjnej.

Składowe $(p_p\pm\delta p_p)$ i $(K_p\pm\delta K_p)$ regresji liniowej krzywej kalibracyjnej określono przy użyciu programu *OriginPro 7.5*:

$$p_p+\delta p_p=0{,}0019\pm0{,}0018 \quad (9)$$

$$K_p+\delta K_p=\frac{p_p}{U_p}=1{,}6056\pm0{,}0007 \quad (10)$$

Po uwzględnieniu wyników (8) i (9) regresja liniowa krzywej kalibracyjnej przetwornika ciśnienia PXW ma postać:

$$p=0{,}0019\pm0{,}0018+$$
$$+(1{,}6056\pm0{,}0007)U_p \quad (11)$$

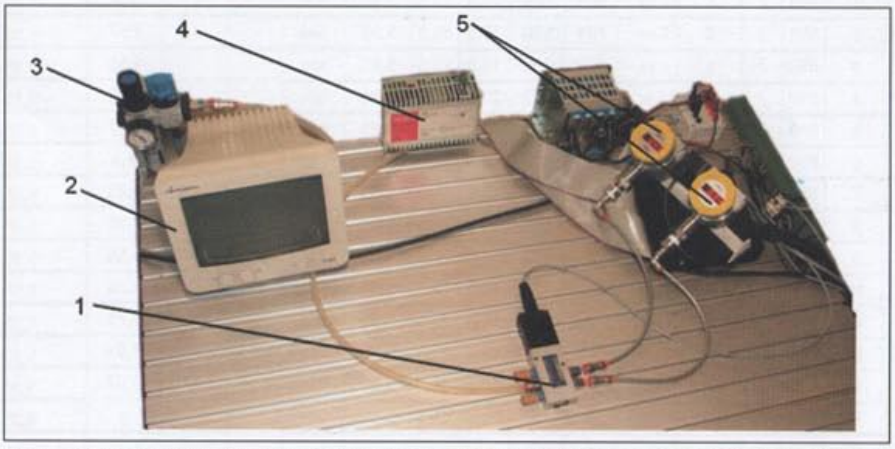
Dane pomiarowe akwizowano za pomocą oprogramowania Real-Time Windows Target pakietu Matlab-Simulink z użyciem 16-bitowej karty AD/DA PCI-DAS 1602/16 firmy Measurment Computing o szesnastu wejściach analogowych i dwóch wyjściach analogowych. W czasie pomiarów zadawano sygnał wejściowy (napięciowy od 0 do 10 V) na cewkę zaworu proporcjonalnego, wykorzystując oprogramowanie Real-Time Windows Target poprzez kartę PCI DAS-1602/16, oraz jednocześnie akwizowano napięcia wyjściowe z przetworników ciśnienia PXW. Korzystając z krzywej kalibracyjnej (rys. 6), wyznaczono charakterystykę $p=f(U)$ zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/8-HF-010-B, którą przedstawiono na rys. 7.

Wyznaczanie czasu odpowiedzi i czasu jałowego

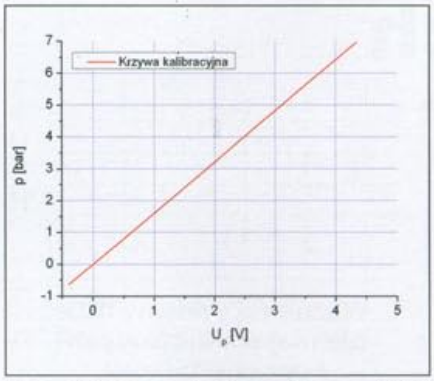
Pomiar czasu odpowiedzi i czasu jałowego zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/8-HF-010-B przeprowadzono na stanowisku badawczym PT-2, którego widok przedstawiono na fot. 3 [4]. Stanowisko PT-2 zostało zbudowane w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu, a obecnie jest użytkowane w laboratorium pneumatyki Zakładu Mechatroniki. Stanowisko PT-2 jest przeznaczone do badania zaworów rozdzielających 3/2, 5/2

Tabela 1 Czasy odpowiedzi i czasy jałowe zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/7-HF-010-B

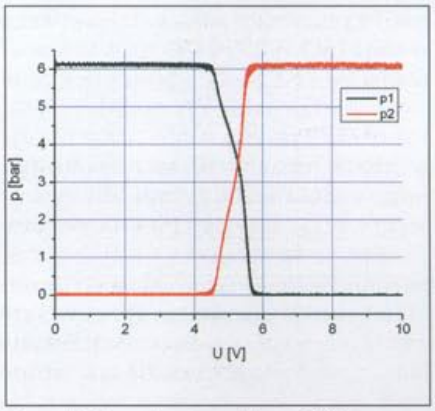
Zadawane napięcia	Czasy odpowiedzi	Czasy jałowe
10V→0V	14,4 ms	2,0 ms
0V→10V	15,1 ms	1,3 ms



Rys. 7 Stanowisko badawcze wyznaczania charakterystyk p=f(U) zaworu proporcjonalnego: 1 – badany zawór, 2 – monitor komputera xPC Target, 3 – zespół przygotowania powietrza, 4 – zasilacz impulsowy, 5 – przetworniki ciśnienia

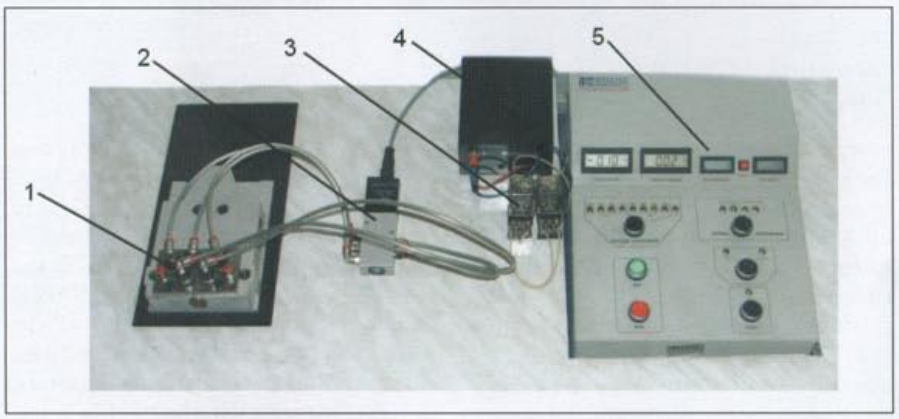


Rys. 6 Krzywa kalibracyjna $p=f(U_p)$ przetwornika ciśnienia PXW



Rys. 7 Charakterystyki $p=f(U)$ zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/7-HF-010-B

oraz 5/3, sterowanych obustronnie pneumatycznie, jednostronnie pneumatycznie z powrotem wymuszonym sprężyną, obustronnie elektromagnetycznie, jednostronnie magnetycznie z powrotem wymuszonym sprężyną. Ponieważ stanowisko to nie było przystosowane do badania zaworów proporcjonalnych, zostało odpowiednio zmodyfikowane do tego celu. Do badania zaworu proporcjonalnego MPYE-5-1/8-HF-010-B konieczne było wykonanie nastawnika napięciowego zaworu, który został podłączony w miejsce pilotów cewek proporcjonalnych. Badania przeprowadzone na stanowisku PT-2 polegały na określaniu czasu odpowiedzi i czasu jałowego podczas przesterowania zaworu. Wyznaczanie czasu odpowiedzi zaworów sterowanych elektrycznie polega na pomiarze przedziału czasu pomiędzy otwarciem (lub zamknięciem) obwodu elektrycznego zasilającego elektromagnes sterujący zaworem, a uzyskaniem na wyjściu określonej wartości ciśnienia. Wyznaczanie czasu jałowego zaworów sterowanych elektrycznie polega na pomiarze przedziału czasu pomiędzy otwarciem lub zamknięciem obwodu elektrycznego zasilającego elektromagnes sterujący zaworem, przy zerowych wartościach wyjściowych ciśnienia (droga przepływu jest wtedy zamknięta). Na stanowisku PT-2 mierzono zmianę ciśnienia wyjściowego (za zaworem) w funkcji czasu oraz natężenie prądu w cewce elektromagnesu sterującego zaworem. Do pomiaru szybkich zmian ciśnienia w czasie wykorzystano przetwornik ciśnienia Minitron MPXG20 o zakresie pomiarowym od 0 do 1 MPa z dokładnością ±1%. Przeprowadzono serię 20 pomiarów przy przełączaniu zaworu proporcjonalnego ze skrajnych położeń, odpowiadających napięciu 0 V i 10 V oraz w kierunku przeciwnym 10 V i 0 V. W tabeli 1 zestawiono średnie wyniki pomiarów eksperymentalnych czasów odpowiedzi i czasów jałowych zaworu proporcjonalnego typu MPYE-5-1/8-HF-010-B. Pomiary przeprowadzone na stanowisku PT-2 są zgodne z metodami zalecanymi przez Europejski Komitet Napędów Hydraulicznych i Pneumatycznych (CETOP) [5].



Fot. 3 Stanowisko PT-2 przystosowane do wyznaczania czasów odpowiedzi zaworu proporcjonalnego: 1 – płyta przyłączeniowa, 2 – badany zawór proporcjonalny, 3 – nastawnik, 4 – zasilacz, 5 – układ elektroniczny

Podsumowanie

Celem przedstawionych badań było wyznaczenie rzeczywistych charakterystyk statycznych: przepływowej $q_v = f(U)$ i ciśnieniowej $p = f(U)$ oraz czasu przesterowania zaworu proporcjonalnego typu MPYE-5-1/8-HF-010-B, a także porównanie tych wyników z danymi producenta (Festo). Rzeczywiste charakterystyki badanego zaworu proporcjonalnego wykorzystano przy projektowaniu regulatora rozmytego FLC (Fuzzy Logic Controler) analizowanego serwonapędu pneumatycznego [2]. Pomiary zostały wykonane na stanowiskach badawczych w OBREiUP oraz w Zakładzie Mechatroniki Politechniki Świętokrzyskiej. Planowane są dalsze badania charakterystyk przepływowych zaworów proporcjonalnych za pomocą przepływomierza masowego U-70 firmy Setaram, który jest obecnie uruchamiany w laboratorium pneumatyki Zakładu Mechatroniki. Przepływomierz ten charakteryzuje się wieloma zaletami, np. wskazania są niezależne od ciśnienia i temperatury gazu, co prowadzi do bezpośredniego pomiaru bezwzględnej wartości natężenia przepływu; wysoki stosunek pomiędzy największym i najmniejszym mierzonym natężeniem przepływu; małe straty ciśnienia; szeroki zakres ciśnień.

Literatura

[1] Dindorf R., Takosoglu J.: Analiza serwonapędu elektropneumatycznego z regulatorem rozmytym, Pneumatyka nr 1/2005.

[2] Takosoglu J.: Analiza i synteza wieloosiowego serwonapędu pneumatycznego z regulacją rozmytą. Praca doktorska. Politechnika Świętokrzyska. Kielce 2005.

[3] Polska Norma PN-93/M-53950/01. Pomiar strumienia masy i strumienia objętości płynów za pomocą zwężek pomiarowych.

[4] Instrukcja stanowiska badawczego PT-2: Stanowisko badawcze do pomiaru czasu odpowiedzi zaworów rozdzielających. Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu.

[5] CETOP RP 82 P: Response time characteristic of pneumatic directional control valves.

dr hab. inż. Ryszard Dindorf, profesor Politechniki Świętokrzyskiej, kierownik Zakładu Mechatroniki, mgr Jakub Takosoglu, doktorant

Co nowego w normach dla pneumatyki

Część II

Wanda Mikołajewska

W poprzednim numerze „Pneumatyki" zwróciliśmy uwagę czytelników na stan i aktualność powszechnie dostępnych Polskich Norm, stosowanych przez producentów i użytkowników pneumatyki. Oprócz znanych norm krajowych, z którymi można zapoznać się w większości bibliotek technicznych, bardzo istotne dla naszej branży są normy międzynarodowe ISO.

Znaczenie norm międzynarodowych i europejskich

Od wielu lat najważniejsze postanowienia dla pneumatki podawane są w normach międzynarodowych przygotowywanych w komitecie technicznym ISO/TC 131, *Fluid power systems*. Polscy specjaliści biorą czynny udział w uzgadnianiu projektów, głównie w wybranych podkomitetach, jak: SC1 *Terminology, classification and symbols*, SC3 *Cylinders*, SC5 *Control products and components*, SC6 *Contamination control*, SC8 *Product testing*, SC9 *Installations and systems*.

W 2004 r., z dniem przystąpienia Polski do Unii Europejskiej, priorytetowe znaczenie nadano normom eurpejskim (EU). I chociaż dla pneumatyki opublikowano tylko jedną normę EN 983 (polski odpowiednik: PN-EN 983:1999), nie można pomijać roli dokumentów europejskich o znaczeniu ogólnotechnicznym, które są systematycznie opracowywane, nowelizowane i publikowane jako nowe normy EN, a zawarte w nich postanowienia i wytyczne muszą być respektowane w krajach członkowskich Unii. Szczególnie ważne są własności i ujednolicone oznaczenia materiałów, zasady rysunku technicznego i sporządzania dokumentacji technicznej, rodzaje, wymiary oraz sposoby oznaczania gwintów itp. Jednakże analizując potrzeby i wymagania branży pneumatyki, należy mieć na uwadze przede wszystkim normy międzynarodowe ISO. W toku prac tej organizacji przewidziane są okresowe przeglądy wszystkich norm, ogłaszane co 5 lat od daty publikacji. W wyniku przeglądów wprowadzane są do norm poprawki, przygotowywane są nowelizacje lub całkiem nowe dokumenty zastępujące dotychczasowe. Aby zwrócić uwagę użytkowników na ten istotny fakt, w przedmowie każdej normy ISO znajduje się stosowana klauzula dotycząca numeru wydania oraz ewentualnych norm unieważnionych. Wszystkie wyżej wymienione prace związane z aktualizacją norm prowadzone są w trybie powszechnego udziału i opiniowania czynnych członków ISO, w tym Polski. Aby właściwie ocenić zakres i tempo prac nowelizacyjnych, należy sobie uświadomić, jak bardzo w ciągu ostatnich lat wzrosły potrzeby rynku i zaostrzyły się stawiane wyrobom wymagania dotyczące jakości wykonania i funkcjonalności, ze szczególnym podkreśleniem bezpieczeństwa użytkowania i ochrony środowiska. Tak jak wspomniano, w dziedzinie pneumatyki problem ten dotyczy głównie dostosowania do norm międzynarodowych ISO, a dla użytkowników każdego kraju członkowskiego również aktualizacji krajowych odpowiedników tych norm. Dla zobrazowania bieżącej sytuacji i ułatwienia korzystania z norm postanowiliśmy na łamach „Pneumatyki" kolejno omówić normy ISO dla pneumatyki, które w wyniku przeglądu zostały znowelizowane lub zastąpione nowymi dokumentami, oraz ich polskie odpowiedniki, które zostały wycofane lub straciły aktualność.

Ważniejsze normy ISO nie mające krajowych odpowiedników

W normie ISO 10099 podano wymagania i opis badań odbiorczych siłowników pneumatycznych. Jej pierwsza wersja ISO 10099:1990 została wprowadzona do Polskich Norm bez żadnych zmian jako PN-93/M-73778. Podczas okresowego przeglądu w 2000 r. przegłosowano nowelizację normy ISO i w 2001 r. opublikowano jej nowe wydanie jako ISO 10099:2001 *Pneumatic fluid power – Cylinder – Final examination and acceptance criteria*. W stosunku do poprzedniej wersji zweryfikowano wartości ciśnień zasilania stosowane podczas badań, wprowadzając:

- dla badań funkcjonalnych ≤ 150 kPa
- dla badań szczelności 150 kPa i 630 kPa.

Najważniejszą jednak zmianą jest dopuszczenie, stwierdzanych w próbie szczelności, niewielkich sumarycznych przecieków (w określonych miejscach). Graniczne wartości przecieków podano w normie w tabeli 1, zamieszczonej poniżej. Wobec powyższych zmian Polska Norma PN-93/M-73778 została zgłoszona do wycofania.

Tabela 1

Średnica siłownika [mm]	8, 10, 12	16, 20, 25	31, 40, 50	63, 80, 100	125,160 200	250, 320
Graniczne przecieki dm^3/h [ANR]	0,6	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0

ISO 8778 to kolejna norma międzynarodowa wprowadzona do PN i wymagająca omówienia. Podano w niej wartości parametrów tzw. atmosfery odniesienia. Powszechnie wiadomo, że w normach i dokumentach technicznych, szczególnie jeżeli zawierają one charakterystyki i metody badań, istotne parametry podawane są w tzw. warunkach znormalizowanej atmosfery odniesienia. Warunki te opisane są poprzez określenie wartości temperatury, wilgotności względ-

nej i ciśnienia, w jakich uzyskiwane są lub do których są odnoszone wyniki badań. Ujednolicenie tych warunków pozwala na porównanie wyników badań i miarodajną, jednoznaczną ocenę wyrobu.

W normie ISO 8778:1990 podano znormalizowane warunki jako:

- temperatura 20°C
- wilgotność względna 65%
- ciśnienie 100 kPa.

Zdefiniowano również pojęcia: atmosfera i atmosfera odniesienia. Krajowym odpowiednikiem normy ISO jest PN-91/M-73703.

W 2003 r. opublikowano znowelizowaną wersję normy międzynarodowej jako ISO 8778:2003 *Pneumatic fluid power – Standard reference atmosphere.* Podane w części zasadniczej normy wartości parametrów znormalizowanej atmosfery odniesienia nie zostały zmienione. Dodano natomiast załączniki informacyjne, w których opisano inne warunki, alternatywne w stosunku do atmosfery odniesienia. Ponadto uszczegółowiono definicje, różnicując (odpowiednio do nowego wydania) pojęcia: atmosfera odniesienia i znormalizowana atmosfera odniesienia. Treść zasadnicza normy międzynarodowej, w której określono wartości parametrów odniesienia, nie uległa zmianie. Tym samym parametry znormalizowanej atmosfery podane w PN-91/M-73703 odpowiadają podanym w nowej normie ISO. Jednak w przypadku korzystania z Polskiej Normy należy pamiętać, że nie jest ona odpowiednikiem aktualnej normy ISO. Zainteresowanym zaleca się zapoznanie z postanowieniami ISO 8778:2003 i powoływanie się na tę normę w dokumentach technicznych.

Odmiany mocowania siłowników i wymiary montażowe ujednolicono w latach 80. ubiegłego wieku, ustanawiając odpowiednio trzy normy międzynarodowe: ISO 6430:1983, ISO 6431:1983 i ISO 6432:1985, które wdrożono do Polskich Norm (jako PN-86/M-73772, PN-85/M-73771 i PN-87/M-73774). W latach 1990–1996 znowelizowano pierwsze dwie z wymienionych norm ISO, czego konsekwencją było opracowanie w Polsce odpowiednich krajowych norm jako:

- PN-ISO 6430:1992 NiSP – Siłowniki z jednostronnym tłoczyskiem do 1000 kPa (10 barów) z mocowaniem nierozłącznym – Średnice od 32 mm do 250 mm – Wymiary montażowe; odpowiednik ISO 6430:1992,
- PN-ISO 6431:1996 NiSP – Siłowniki z jednostronnym tłoczyskiem do 1000 kPa (10 barów) z mocowaniem rozłącznym – Średnice od 32 mm do 320 mm – Wymiary montażowe; odpowiednik ISO 6431: 1992.

Normę ISO 6432:1985, dotyczącą mocowania siłowników o średnicach do 25 mm (polski odpowiednik PN-87/M-73774), pozostawiono bez zmian.

W następnych latach, w wyniku kolejnych przeglądów prowadzonych w organizacji ISO oraz nowelizacji norm związanych, uznano za niezbędne opracowanie nowego dokumentu dla siłowników z mocowaniem rozłącznym o średnicach od 32 mm do 320 mm. Dokument ten zastąpił ISO 6431:1996 i został opublikowany w 2004 r. jako ISO 15552:2004.

Reasumując, wg stanu na listopad 2005 r., stopień znormalizowania odmian mocowania i wymiarów montażowych siłowników pneumatycznych przedstawia się następująco.

- ISO 6430:1992 *Pneumatic fluid power – Single rod cylinder, 1000 kPa (10 bar) series with integral mountings, bores from 32 mm to 250 mm – Mounting dimensions*; odpowiednia Polska Norma PN-ISO 6430:1992,
- ISO 6432:1985 *Pneumatic fluid power – Single rod cylinder, 10 bar (1000 kPa) series – Bores from 8 mm to 25 mm – Mounting dimensions*; odpowiednia Polska Norma PN-87/M-73774,
- ISO 15552:2004 *Pneumatic fluid power – Cylinders with detachable mountings, 1000 kPa (10 bar) series, bores from 32 mm to 320 mm – Basic, mounting and accessories dimensions;* brak Polskiej Normy.

Bliższego omówienia wymaga ostatnia z wymienionych wyżej norm ISO. W stosunku do zastępowanego dokumentu, tj. ISO 6431 (jak też odpowiedniej PN), rozszerzono zakres stosowania normy oraz uzupełniono treść zasadniczą. I tak opublikowany w ubiegłym roku dokument ISO 15552:2004 dotyczy zarówno siłowników jedno-, jak też dwustronnego działania. Dodano w nim nowy typ mocowania: ucho z przegubem kulowym (MP6), a usunięto mocowanie za pomocą śrub dwustronnych (MX1). Ponadto uzupełniono normę o wymiary części stanowiących akcesoria do mocowania, jak: sworzeń (AA4) i sworzeń do łożyska przegubowego (AA6), ucho (AB6), widełki (AB7) i jarzmo (AT4).

Jak wspomniano, ISO 15552:2004 nie ma krajowego odpowiednika. Większość głównych wymiarów, które podano w tej normie, nie uległa zmianom w stosunku do określonych w ISO 6431, jednak istniejące rozbieżności, nowe oznaczenia i system wymiarowania oraz zakres normy obligują polskich producentów i użytkowników siłowników pneumatycznych do posługiwania się oryginałem normy ISO. Polska Norma PN-ISO 6431:1996 będzie zgłoszona do wycofania.

Norma ISO 5599-1 odnosi się do zaworów rozdzielających 5-drogowych i jej zakres obejmuje wymiary i tolerancje wykonania płaszczyzn przylegania powierzchni montażowych bez wtyku elektrycznego oraz oznaczenia otworów i dróg przepływu. Norma została wprowadzona do zbioru Polskich Norm jako PN-91/M-73723. W wyniku nowelizacji opublikowano nowe wydanie normy międzynarodowej: ISO 5599-1:2001 *Pneumatic fluid power – Five-port directional control valves – Part 1: Mounting interface surfaces without electrical connector.* Zasadnicza treść, a więc podstawowe wymagania i wymiary płaszczyzn przylegania, nie została zmieniona. Zweryfikowano numery norm związanych oraz sposób przedstawienia rysunkowego, dostosowując do zasad podanych w aktualnych normach międzynarodowych i europejskich. Mimo nowelizacji dokumentu ISO krajowa norma PN-91/M-73723 nie została dotychczas wycofana. Podstawowe wymiary powierzchni montażowych podane w nowym wydaniu normy ISO nie zostały zmienione i są identyczne z określonymi w ww. Polskiej Normie, dlatego krajowi użytkownicy korzystają z niej przy konstruowaniu i montażu zaworów. Trzeba jednak pamiętać, że PN-91/M-73723 jest odpowiednikiem wycofanej normy ISO, dlatego w dokumentach technicznych nie może być przywoływana. Zaleca się powoływanie na normę międzynarodową ISO 5599-1:2001.

ISO 1179:1981 jest dokumentem określającym wymiary gniazd i końcówek stalowych z gwintem rurowym walcowym do ogólnych zastosowań przemysłowych. Przez wiele lat była podstawą przy projektowaniu złączy z gwintem rurowym walcowym do stosowania w elementach pneumatyki. W Polsce na jej podstawie opracowano normę PN-84/M-73783, określającą wymiary gniazd i końcówek gwintowych dla napędów i sterowań pneumatycznych. Po kilku latach,

w wyniku analiz prowadzonych w krajach członkowskich i uzgodnień w komitecie ISO TC 131 uznano, że w elementach pneumatyki do łączników z gwintem rurowym walcowym (wg EN ISO 228-1) można bezpiecznie zmniejszyć wymiary gniazd i końcówek, co pozwoli ograniczyć gabaryty elementów i zespołów oraz uzyskać oszczędności materiałowe. W celu ujednolicenia tych wymiarów opracowano nową normę międzynarodową ISO 16030:2001 *Pneumatic fluid power – Connections – Ports and stud ends*. W normie tej określono wymiary gniazd i końcówek z gwintem rurowym walcowym o średnicach M3, M5, M7 oraz od G1/8 do G2 do stosowania w elementach pneumatyki oraz sposób ich oznaczania. Ponadto w aneksach informacyjnych przedstawiono przykładowe metody uszczelnienia tych połączeń, a także podano inne wymiary dla tych połączeń i dodatkowe informacje dla konstruktorów. Podane w normie wymiary nie są zgodne z wcześniej stosowanymi wg normy ogólnej ISO 1179 (oraz PN-84/M-73783). Ze względu na skrócenie długości gwintu elementy zgodne z ISO 1179 nie mogą być kojarzone z zaprojektowanymi wg nowej normy ISO 16030. Zestawienie porównawcze przykładowych długości gwintów gniazd i końcówek, wg ISO 1179 i ISO 16030, dla typowych, najczęściej stosowanych wielkości gwintów rurowych walcowych przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

	Wg ISO 1179			Wg ISO 16030	
	Długość gwintu			Długość gwintu	
Gwint	wewnętrzny gniazdo (min.)	zewnętrzny końcówka (maks.)	Gwint	wewnętrzny gniazdo (min.)	zewnętrzny końcówka (maks.)
G 1/8	7,4	7,4	G 1/8	6,0	$5,5_{-0,9}$
G 1/4	11,0	11,0	G 1/4	7,0	$6,5_{-1,3}$
G 3/8	11,4	11,4	G 3/8	8,0	$7,5_{-1,3}$
G 1/2	15,0	15,0	G 1/2	9,5	$9,0_{-1,8}$
G 3/4	16,3	16,3	G 3/4	11,0	$10,5_{-1,8}$

Polska Norma PN-84/M-73783 będzie zgłoszona do wycofania, natomiast krajowi producenci i użytkownicy pneumatyki już teraz powinni stosować wymiary wg nowej normy międzynarodowej ISO 16030:2001.

Warto także wymienić inną, związaną z tym zagadnieniem i ostatnio opublikowaną normę ISO 14743:2004 *Pneumatic fluid power – Push-in connectors for thermoplastics tubes*. W dokumencie tym określono wymagania i metody badań łączników wtykowych do rur z tworzyw sztucznych o średnicach zewnętrznych od 3 mm do 12 mm, łączonych do elementów o otworach przyłączeniowych z gwintem wg ISO 16030, do stosowania w układach pneumatycznych. Dla użytkowników szczególnie ważne są podane w normie podstawowe wymagania konstrukcyjne i wymiary przyłączek prostych, kolankowych, trójnikowych oraz kątowych obrotowych. Ta norma również nie ma polskiego odpowiednika, dlatego krajowi producenci i użytkownicy pneumatyki powinni korzystać z oryginału normy ISO.

Na prezentację zasługuje jeszcze jeden, nie wymieniony wcześniej dokument ISO. Jest to norma ISO 6953 dotycząca pneumatycznych zaworów redukcyjnych. Przygotowywana była już w 1980 r. jako dokument dwu częściowy.

- Część I, w której podano parametry i wymagania, jakie powinny być określane przez producenta w dokumentach techniczno-handlowych, opublikowana w 1980 r. i wprowadzona do Polskich Norm jako PN-92/M-73742.
- Część II, w której miały być opisane jednolite warunki i metody badań tych parametrów; ze względu na trudności w trakcie jej opracowywania (brak jednolitego stanowiska krajów członkowskich) przez wiele lat pozostawała na etapie projektu, dlatego nie została wprowadzona do Polskich Norm.

Po osiągnięciu porozumienia i ostatecznym uzgodnieniu treści projektu normy ISO 6953-2 stwierdzono, że wydana wiele lat wcześniej jej I część – norma ISO 6953-1:1980 – wymaga nowelizacji. W 2000 r. opublikowano równocześnie obie części: drugie, poprawione wydanie ISO 6953-1:2000 *Pneumatic fluid power – Compressed air pressure regulators and filter-regulators – Part 1: Main characteristics to be included in literature from suppliers and product marking requirements* oraz nowy dokument ISO 6953-2:2000 *Pneumatic fluid power – Compressed air pressure regulators and filter-regulators – Part 2: Test methods to determine the main characteristics to be included in literature from suppliers*. W części I w stosunku do poprzedniego wydania wprowadzono definicje związane z treścią i uszczegółowiono dane dla wyrobów podawane w dokumentach technicznych. Ponadto w oparciu o opinie producentów zweryfikowano wartości ciśnień nominalnych oraz zakresy regulacji ciśnienia. W części II podano podstawowy zakres badań, parametry badań, w tym zalecane wartości ciśnień zasilania, zakresy ciśnień regulowanych oraz maksymalne wartości natężeń przepływu. Przedstawiono także schematy stanowisk badawczych i opisano przebieg badań.

Wobec wprowadzonych zmian Polska Norma PN-92/M-73742 straciła aktualność i została zgłoszona do wycofania. Tak więc nie ma obecnie Polskiej Normy, w której byłyby podane wymagania i metody badań pneumatycznych zaworów redukcyjnych odpowiadające normom międzynarodowym. Zaleca się korzystanie z oryginałów ISO 6953-1 i ISO 6953-2.

Zainteresowanych postanowieniami norm międzynarodowych wyszczególnionych w artykule zachęcamy do kontaktu z sekretariatem Komitetu Technicznego nr 208 (w OBREiUP Kielce), który posiada kompletny zbiór dokumentów ISO dla pneumatyki. Informujemy również, że w następnej części publikacji przedstawimy kolejne dokumenty międzynarodowe oraz odpowiednie Polskie Normy, w tym dotyczące klas czystości sprężonego powietrza do układów pneumatycznych i określania zawartości zanieczyszczeń.

Wanda Mikołajewska
OBREiUP Kielce

CETOP – szansa dla krajowej hydrauliki i pneumatyki

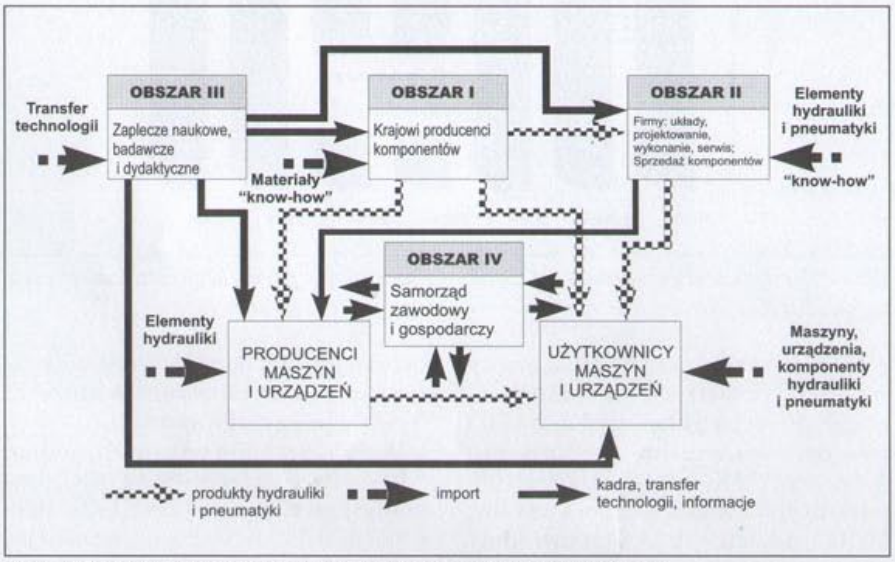
W. Burzyński, H. Chrostowski, Z. Gotartowski, A. Młyńczak, I. Tarasewicz

Tematyka naszego artykułu stanowi kontynuację informacji i zagadnień przedstawianych w numerach „Pneumatyki" 1(44) 2004 i 3(52) 2005 związanych z CETOP.

Zgromadzenie Ogólne Europejskiego Komitetu ds. Hydrauliki i Pneumatyki (CETOP) na posiedzeniu 10 czerwca 2005 r. w Ljubljanie przyznało Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych status członka. Krajowa hydraulika i pneumatyka znalazły się w prestiżowej europejskiej organizacji. Pojawiła się bez wątpienia szansa dla polskiego sektora techniki płynowej, ale także bardzo poważne wyzwanie. Oczywiste zatem są tu pytania o miejsce i rolę krajowego sektora napędów i sterowań hydraulicznych oraz pneumatycznych (rys. 1), firm (dużych, średnich i małych), instytucji prowadzących badania naukowe i prace rozwojowe, kształcących kadrę inżynieryjno-techniczną, organizacji zawodowych i samorządu gospodarczego, a także o miejsce specjalistów zawodowo związanych z techniką płynową.

Odpowiedzi na te pytania wymagają poszukiwań i działań w dwóch zasadniczych kierunkach:

- rozeznania rynku, lepszego niż dotąd, oraz uzyskania pełniejszej wiedzy o firmach, instytucjach, zasadach ich działalności, współdziałania zgodnego ze standardami CETOP;
- włączania się, zorganizowanego i aktywnego, w wybrane obszary działalności, tworzące dla krajowej hydrauliki i pneumatyki odpowiednie nisze rynkowe.

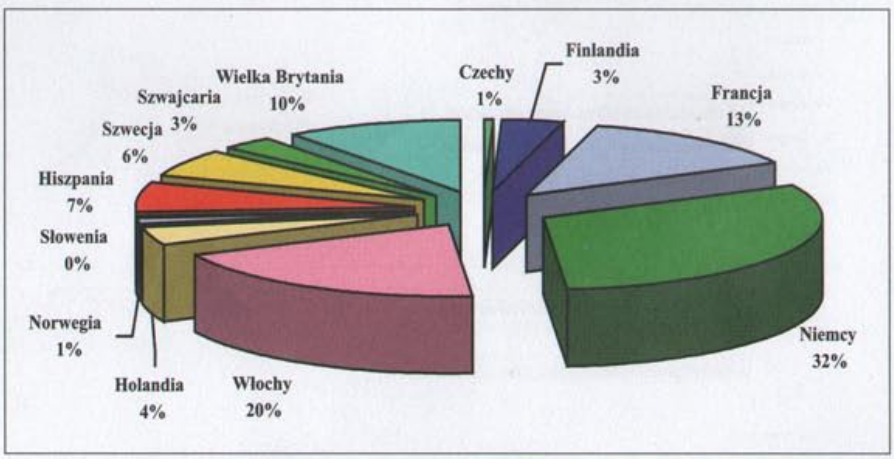


Rys. 1 Struktura krajowego sektora hydrauliki i pneumatyki

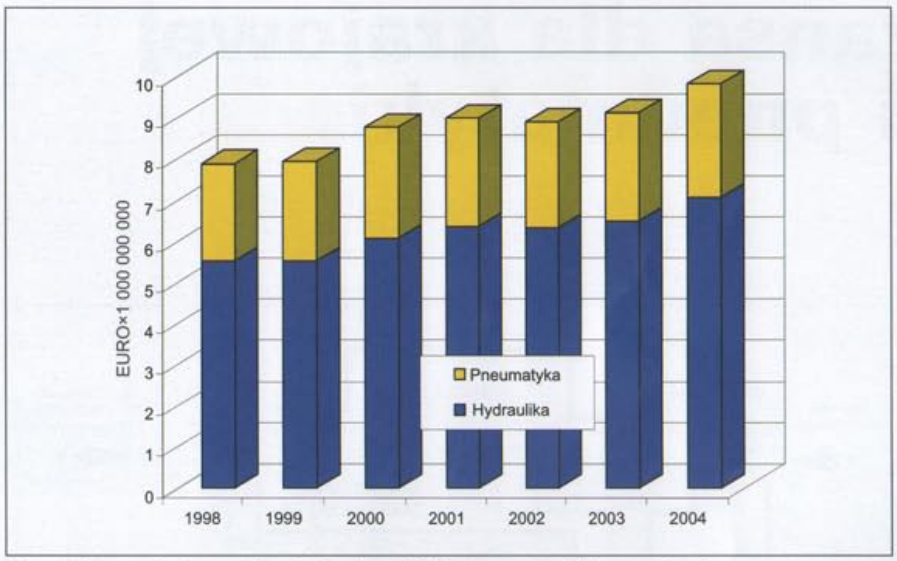
CETOP Europejski Komitet ds. Hydrauliki i Pneumatyki

Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques (*franc.*), czyli CETOP, oznacza europejską, międzynarodową instytucję, będącą platformą komunikowania się, a zarazem organizację patronacką dla narodowych stowarzyszeń firm z branży napędów i sterowań płynowych. CETOP, założony w roku 1962 minionego stulecia, skupia obecnie 15 krajów reprezentowanych przez 16 ich narodowych stowarzyszeń. Reprezentuje ponad 1000 przedsiębiorstw i instytucji, zwłaszcza produkcyjnych, ale też handlowych, które zatrudniają niemal 70 tysięcy pracowników. W roku 2003 szacowano wartość tego rynku (rys. 2) na 10 mld USD. Stanowiło to wówczas 42% udziału w światowej produkcji wyrobów i usług napędowej techniki płynowej. Dla porównania – produkt krajowy brutto w cenach bieżących w Polsce w 2003 roku wynosił 209,6 mld USD. W krajach zrzeszonych w CETOP dominowała produkcja i usługi sektora hydrauliki maszynowej ponad 70% (6,48 mld euro), zaś 2,64 mld euro dotyczyło sektora pneumatyki [5], [6].

Istotną cechą rynku krajów CETOP jest wzrostowa tendencja sprzedaży tak w produktach hydrauliki, jak i pneumatyki (rys. 3).



Rys. 2 Udział krajów stowarzyszonych w CETOP – sprzedaż krajowa hydrauliki i pneumatyki w 2003 roku w wysokości 9,12 mld euro [5]

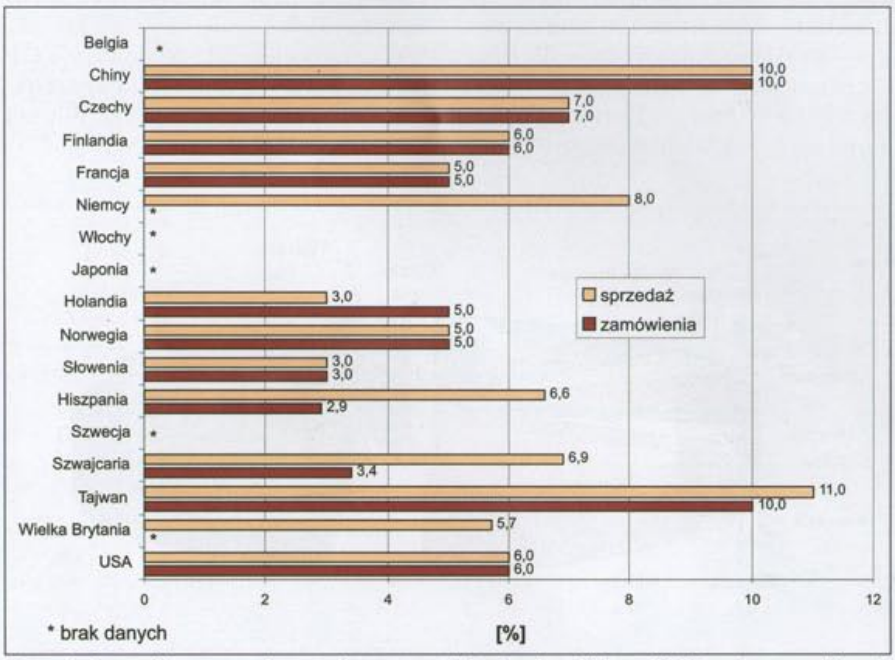


Rys. 3 Sprzedaż produktów hydrauliki i pneumatyki przez kraje stowarzyszone w CETOP [5]

Udział krajów stowarzyszonych w CETOP w światowym rynku techniki płynowej o wartości 24 mld USD jest dominujący i wyniósł w 2003 roku 42%, przy 34% udziału USA i 16% udziału Japonii i, co warto podkreślić, już 6% udziale Chin. Odpowiednio w wyrobach hydrauliki udział CETOP wyniósł 44%, w wyrobach pneumatyki 41% [5], [6].

Niezwykle ważną rolę w analizach i opracowaniach Komisji Ekonomiczno-Marketingowej oraz Komisji Technicznej CETOP stanowi prognozowanie tendencji rozwoju rynku w poszczególnych krajach i nowych obszarach technologicznych. Przykładem tego mogą być dane dotyczące dynamiki sprzedaży w obszarze hydrauliki (rys. 4) i pneumatyki (rys. 5).

Wyroby techniki płynowej, zgodnie z klasyfikacją poziomów techniki opublikowaną przez OECD w 1995 roku, można zaliczyć w większości do „średniowysokiej techniki", w której udział środków informatyki i elektroniki jest znaczący. Potwierdzają to prognozy udziału elementów elektrohydraulicznych w globalnej sprzedaży hydrauliki (rys. 6). Wzrost z 4% w 2005 roku do 14% w 2010 r. zwiastuje już niedługo prymat mechatroniki-hydrotroniki nad rozwiązaniami klasycznymi. Jest to wyraźnie widoczne w prognozie zapotrzebowania na poszczególne komponenty elektroniczne elektrohydrauliki (rys. 7). Więcej informacji o danych rynkowych oraz formach działalności CETOP można znaleźć w [2], [3], [4], [5], [6].



Rys. 4 Przewidywana dynamika sprzedaży hydrauliki w 2005 roku w różnych krajach w stosunku do roku 2004 [6]

Korporacji mapa drogowa do CETOP

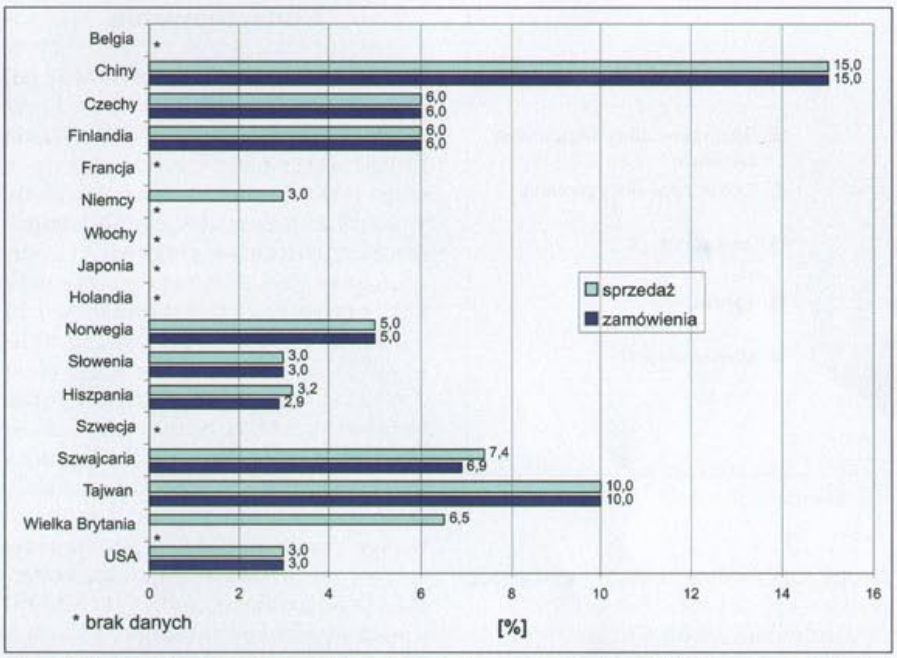
Przyjęcie Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych do CETOP poprzedzały liczne działania. Na szczęście towarzyszyła tym zabiegom aktywna i życzliwa postawa wielu osób z obu układających się stron. Na tej drodze najważniejsze punkty to:

- 13 marca 2003 r. – rozmowy informacyjno-sondażowe Zbigniewa Gotartowskiego (firma BIBUS-MENOS) z Zarządem Korporacji,
- czerwiec 2003 r. – potwierdzenie obustronnej gotowości do rozmów,
- 30 i 31 października 2003 r. w Warszawie poszerzone robocze posiedzenie Rady Prezydenckiej CETOP z udziałem przedstawicieli Korporacji,
- styczeń 2004 – uzupełnienie informacji o polskim sektorze techniki płynowej,
- maj 2004 – informacja o Zgromadzeniu Ogólnym CETOP we Florencji,
- 16–18 maja 2005 r. we Wrocławiu udział Prezydenta CETOP Amadio Bolzaniego w Międzynarodowej Konferencji „Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne 2005",
- 25 maja 2005 r. – oficjalne zaproszenie Korporacji do członkostwa w CETOP,
- 1 czerwca 2005 r. – oficjalna pisemna deklaracja Korporacji o przystąpienie do CETOP,
- 10 czerwca 2005 r. w Ljubljanie Zgromadzenie Ogólne CETOP (8–10.06.2005) na wniosek Prezydenta A. Bolzaniego przyjęło Korporację do Europejskiego Komitetu ds. Hydrauliki i Pneumatyki.

Działanie CETOP w Polsce w 2006 roku

Rok 2006 ma szanse być przełomowym w procesie zbliżenia działalności krajowego sektora techniki płynowej i struktur Europejskiego Komitetu ds. Hydrauliki i Pneumatyki za pośrednictwem dwóch przygotowywanych spotkań:

- Walne Zgromadzenie CETOP odbędzie się w dniach 7–9 czerwca 2006 r. w Krakowie



Rys. 5 Przewidywana dynamika sprzedaży pneumatyki w 2005 roku w różnych krajach w stosunku do roku 2004 [6]

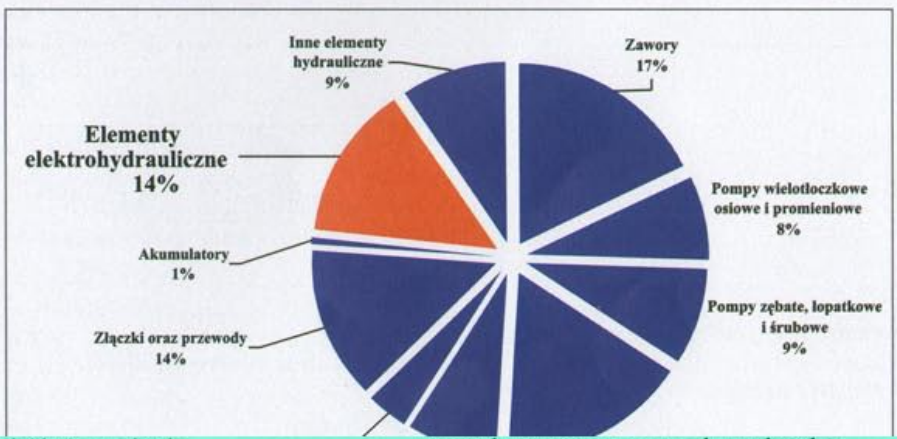
Poprzednie takie posiedzenie w Ljubljanie w dniach 8–10 czerwca 2005 r. przyjęło uchwałę, że miejscem kolejnego spotkania będzie Kraków, a gospodarzem nasza Korporacja. Spotkania takie, zgodnie ze statutem, odbywają się raz w roku i są dla tej organizacji formą najważniejszą. Uczestniczą w nich przedstawiciele wszystkich organizacji członkowskich, szefowie komisji roboczych i oczywiście Rada Prezydencka: prezydent, poprzedni prezydent, wiceprezydenci oraz sekretarz generalny.

Wstępny ramowy program spotkania w Krakowie obejmuje posiedzenia robocze: Komisji Ekonomiczno-Marketingowej, Komisji Technicznej oraz Komisji ds. Edukacji.

Najważniejszą częścią będzie oczywiście Walne Zgromadzenie przedstawicieli 16 organizacji członkowskich z 15 krajów. W programie przewiduje się odpowiednio dużo czasu dla zaprezentowania możliwości technicznych i rynkowych sektora techniki płynowej kraju gospodarza.

Uważamy, że będzie to okazja szczególna dla zaprezentowania krajowego przemysłu, ośrodków naukowych i dydaktycznych oraz naszych branżowych mediów. Wydaje się, że o turystycznej atrakcyjności Krakowa również nie wolno nam zapominać.

- Międzynarodowe Targi Katowickie – Hydraulika, Pneumatyka, Sterowanie HPS' 2006 – Katowice 18–21 października 2006 r.



kładników sypkich.

Ciekawym rozwiązaniem jest dozowanie materiałów sypkich w oparciu o pomiar przepływu z wykorzystaniem urządzeń firmy SWR Engineering. pozwala na pomiar przepływu bardzo zbitych materiałów (SolidFlow może być stosowany w przypadku wypełnienia do 80% rury transportowej mierzonym materiałem), oraz MaxFlow, któ-

Organizatorzy Targów HPS'2006 wystąpili z inicjatywą objęcia honorowego patronatu przez CETOP nad nadchodzącą edycją Targów Hydrauliki, Pneumatyki i Sterowania. Zaproszenie zostało wstępnie przyjęte, obecnie trwają uzgodnienia spraw organizacyjnych z udziałem naszej Korporacji jako członka CETOP. Należy przewidywać, że CETOP będzie prezentował się na specjalnym odrębnym stoisku, gdzie będzie można uzyskać informacje z pierwszej ręki, a także nawiązywać kontakty z innymi organizacjami członkowskimi i tworzącymi je firmami. Przedstawiciele władz CETOP będą uczestniczyć w różnego rodzaju spotkaniach i dyskusjach, a specjaliści reprezentujący komitety problemowe wezmą czynny udział w seminarium naukowo-technicznym.

Uważamy, że będzie to znakomita okazja do zapoznania się z działalnością i możliwościami tej europejskiej organizacji, niezależnie od przynależności do Korporacji.

Kształcenie kadr w zakresie techniki płynowej

Problem przygotowania kompetentnych kadr w obszarze hydrauliki i pneumatyki był dla CETOP w ciągu ostatnich kilku lat zadaniem strategicznym. Opracowano i przyjęto koncepcję, zgodnie z którą w krajach członkowskich, pod auspicjami organizacji członków CETOP, będą powstawały centra edukacyjne kształcące wg jednolitych wymagań specjalistów w trzech zasadniczych obszarach (rys. 8):

- hydraulika maszyn mobilnych (MH),
- napędy i sterowania hydrauliczne w urządzeniach przemysłowych (IH),
- napęd i sterowanie pneumatyczne (P).

Kształcenie będzie się odbywać na trzech poziomach. Na każdym poziomie brane są pod uwagę jedynie kwalifikacje i zakres osiągnięć. Jednak każdy następny stopień charakteryzuje wyższy poziom wiedzy, pogłębione zrozumienie problemu i zastosowania.

Poziom 1. Programy dostarczają podstawową wiedzę ze szczególnym naciskiem na główne zasady: prawa i zależności, czynności wykonywane przez element, obsługę i poznanie [illegible] matycznym.

Czujnik FlowJam jest stosowany w aplikacjach, w których występuje spadek swobodny materiału, przy transporcie pochyłym lub pneumatycznym. FlowJam jest idealnym urzą-

HIROSS

Szanowni Czytelnicy!

Wiedza przekazywana w „Pneumatyce" od początku jej istnienia często jest unikatowa, nie do znalezienia nigdzie indziej. Dlatego niejednokrotnie prosili nas Państwo o pomoc w poszukiwaniu określonych tematów w archiwalnych numerach „Pneumatyki". Niestety nie zawsze możemy spełnić te prośby, zwykła lista artykułów też nie jest tu pomocna ze względu na ogromna ich liczbę i różny stopień ich aktualności. Samych artykułów dotyczących bezpośrednio sprężarek jest blisko 400. Możemy jedynie wysyłać odpłatnie kopie wskazanych przez Państwa artykułów, lub całe archiwalne numery „Pneumatyki". Mamy nadzieję, że pomoże Państwu zamieszczony tu wybór artykułów zarówno redakcyjnych, jak i promocyjnych, które jak się nam wydaje, nie straciły aktualności.

wydanie „Pneumatyki"	Artykuły w Pneumatyce temat: Sprężarki		
	Tytuł	Autor i/lub firma	Ilość stron
3/96	Zanim kupisz nową sprężarkę	Wojciech Halkiewicz, Vector	3
3/96	Normalizacja wydajności sprężarek	Atlas Copco	2
3/96	Jaką sprężarkę wybrać?	Andrzej Araszkiewicz	2
4/96	Granice stosowania sprężarek śrubowych	Dieter Ventzki	6
4/96	Pomoc w rozwiązywaniu problemów – propozycje firmy VECTOR	Vector	2
4/96	Regulacja wydajności sprężarek	Dariusz Jaszczak	3
4/96	Sprężanie gazów palnych – przykłady ich zastosowania	Gerhard Ochsner	1
2/97	Najnowsze trendy w przemyśle sprężarkowym	Adam Matusiakiewicz	4
2/97	Zestawienie dostawców sprężarek		3
2/97	Linia sprężonego powietrza o ciśnieniu 4,0 Mpa z PPS Airpol	Kazimierz Bogdański, Robert Dawid	2
3/97	Na wysokich obrotach	Andrzej Araszkiewicz	2
3/97	Bilanse sprężonego powietrza w procesach modernizacyjnych	Bogdan Zagańczyk, Multi-Tech	3
4/97	Prawidłowy zestaw sprężarek	Werner K. Weidner Drücklufttechnik	2
4/97	Żywotność sprężarek śrubowych	Atlas Copco	2
1/98	Jak określać zużycie sprężonego powietrza	Werner Neumann	1
1/98	Regulacja obrotów a bieg jałowy sprężarki	Arnold G. Stapel, Thomas Schoppl	1,5
1/98	Optymalizacja kosztów sprężania powietrza	Adam Matusiakiewicz	3
1/98	Sprężarki rotacyjne w praktycznym zastosowaniu	Norbert Barlmeyer	3
2/98	Hankinson International – Inteligentne uzdatnianie sprężonego powietrza od 50 lat	Michał Adamiecki, Biuro Handlowe Ruda	1,5
2/98	VSD – oszczędność energii ponad 35%	Waldemar Szymański, Atlas Copco	4
2/98	Efektywne instalacje sprężonego powietrza	Wojciech Halkiewicz	2
3/98	System automatycznego gromadzenia danych o pracy zespołu sprężarek	Franciszek Kubera, Atlas Copco	2
3/98	Sprężarki w transporcie pneumatycznym i rozładunku materiałów sypkich	Wojciech Halkiewicz	2
3/98	Usterki kompresorów – część 1	Dariusz Jaszczak	3
4/98	Gdzie duży nie może...	Andrzej Araszkiewicz	2
4/98	Wszystko w jednej obudowie	Marek Brociek, Atlas Copco	3
4/98	Koszty wytwarzania sprężonego powietrza	Wojciech Halkiewicz	3

4/98	Systemy zasilania sprężonym powietrzem	Łukasz N. Węsierski, Robert Jakubowski	4
4/98	Usterki kompresorów - część druga	Dariusz Jaszczak	3
4/98	Sprężone powietrze w górnictwie	Mariusz Makulski	1
5/98	Bezolejowe sprężarki typu SIERRA	Janusz Bosakirski	2
5/98	Nowa generacja sprężarek śrubowych serii GA3030-45, Atlas Copco	Waldemar Szymański, Atlas Copco	3
5/98	Koszty wytwarzania sprężonego powietrza. Odsłona druga	Andrzej Araszkiewicz	2
5/98	Usterki kompresorów – część trzecia	Dariusz Jaszczak	3
5/98	Zasady wyboru dostawcy sprężarek śrubowych – porady	Grzegorz Ciesielski	1
1/1999	Niskociśnieniowe i bezolejowe sprężarki Atlas Copco, seria ZE/ZA	Marek Brociek, Atlas Copco	2
1/1999	Oszczędność energii – oszczędność środowiska. Nowa śrubowa sprężarka Atlas Copco o zmiennej prędkości obrotowej	Marek Brociek, Atlas Copco	2
1/1999	Jak pomóc sprężarce „zarobić na siebie"? Odzysk ciepła w sprężarkach rotacyjnych	Wojciech Halkiewicz	2
1/1999	Usterki kompresorów – część IV	Dariusz Jaszczak	3
2/1999	Bezolejowe sprężarki Atlas Copco z wirującym zębem	Maciej Fedyna, Atlas Copco	2
2/1999	Regulacja wydajności sprężarek – część 1	Wojciech Halkiewicz	2
2/1999	Sprężone powietrze najwyższej jakości	CompAir Polska	2
3/1999	Sprężarki odśrodkowe typu CENTAC	Janusz Bosakirski	2
3/1999	Sprężarka Atlas Copco – GA75HE-7,5 - większa wydajność	Waldemar Szymanski, Atlas Copco	1
3/1999	Sprężarki bezolejowe – kwestia zdrowego rozsądku	Marek Brociek	3
3/1999	Regulacja wydajności sprężarek – część 2	Wojciech Halkiewicz	3
4/1999	Pneumatyka na kółkach	Dariusz Jaszczak	3
4/1999	Sprężarki dla pojazdów szynowych – kolej stawia wysokie wymagania	Atlas Copco	2
4/1999	Systemy wielosprężarkowe ze sterownikiem nadrzędnym	Wojciech Halkiewicz	3
4/1999	Regulacja wydajności sprężarek – część 3 – promieniowe sprężarki przepływowe	Andrzej M. Araszkiewicz	4
5/1999	Sprężarka o zmiennej wydajności współpracująca w zespole sprężarek	Arkadiusz Mrokwa, Atlas Copco	2
5/1999	Sprężarki śrubowe w Polsce w służbie kolei od 1984 roku	Wojciech Halkiewicz	2
5/1999	Sprężarki z Czech – „Atmos Chrast 1899-1999, 100 lat tradycji i doświadczeń". Przez innowację techniczną do sukcesu w dziedzinie sprężania powietrza	Kompres	1
1/2000	Cztery w jednym, czyli nowy typoszereg sprężarek śrubowych serii GA Atlas Copco	Marek Brociek, Atlas Copco	1
2/2000	GA30 VSD. Oszczędność energii – oszczędność środowiska. Kolejne i nieostatnie słowo Atlas Copco w technologii zmiennej prędkości obrotowej	Waldemar Szymański, Atlas Copco	2
2/2000	Sprężarki amerykańskiej firmy Sullair	Wimtec	3
2/2000	Uwagi dotyczące instalacji zasilania sprężonym powietrzem	Jerzy Tyrycha	4
3/2000	Lato w sprężarkowni	Wojciech Halkiewicz	3
3/2000	Regulacja wydajności sprężarek – część 4 – sprężarki łopatkowe	Andrzej M. Araszkiewicz	3

4/2000	Kupić używane urządzenie czy też nie?	Wojciech Halkiewicz	2
4/2000	Więcej mocy, czyli sprężarki na 2 kołach	Andrzej M. Araszkiewicz	2
5/2000	Opłacalne wytwarzanie sprężonego bezolejowego powietrza – to nie jest kwestia systemu sprężarek	Erwin Ruppelt, Kaeser Kompressoren	3
5/2000	Zastosowanie sprężarek do rozładunku wagonów	Piotr Pawlukiewicz, CompRot	2
5/2000	Racjonalizacja eksploatacji sprężarek	Ryszard Piątkowski	3
3/2001	PETPACH Atlas Copco. Kompleksowy system bezolejowego i sprężonego powietrza o ciśnieniu do 40 bar (e)	Rafał Gajewski, Atlas Copco	2
3/2001	(Po) co to jest. Przemiennik częstotliwości w sprężarce	Andrzej M. Araszkiewicz	3
3/2001	Nowe turbosprężarki Garden Denver	Garden Denver Kompressoren	1
4/2001	Powłoka wirników śrubowych GHH-RAND	Karl-Heinz Gilfert, GHH-Rand	3
4/2001	Na drogi i bezdroża... Kaeser Kompressoren	Robert Lesiński, Kaeser Kompressoren	2
4/2001	Zestawienie producentów sprężarek		
5/2001	Zestawienie producentów sprężarek – część 2		2
5/2001	Z brzytwą na sprężarki, czyli o granicach stosowania maszyn łopatkowych	Andrzej M. Araszkiewicz	3
6/2001	Sensacja na rynku sprężarek	Wimtec	2
6/2001	Jak najtaniej rozdmuchać PET	Józef Nosowski	2
6/2001	Kompletny system sprężonego powietrza dla warsztatu i małej firmy	Atlas Copco Polska	2
1/2002	Ekonomiczne aspekty produkcji butelek PET, czyli jak zredukować koszty	Kaeser Kompressoren	1
2/2002	Podstawowe zasady doboru sprężarek	Tomasz Górczyński	3
3/2002	Mattei w Polsce. Kompresory przenośne	Multi-Mac	1
3/2002	Podstawowe zasady doboru sprężarek. Część druga	Tomasz Górczyński	4
4/2002	Zadbajmy o sprężone powietrze w warsztacie	Tomasz Gorczyński	5
4/2002	Wysokie ciśnienie – LMF	Edbu	3
5/2002	Oszczędzamy sprężone powietrze	Tomasz Gorczyński	2
6/2002	Atlas Copco – nowe kierunki rozwoju techniki sprężonego powietrza	Zdzisław Chrapkiewicz	3
6/2002	Kilka uwag o sprężarkach używanych	Tomasz Górczyński	3
6/2002	Sprężone powietrze do zasilania wydmuchiwarek butelek PET	Kazimierz Bogdański, Airpol	2
1/2003	Jaką sprężarkę wybrać?	Wojciech Halkiewicz, Vector	2
1/2003	Niskociśnieniowe bezolejowe sprężarki śrubowe serii ZE/ZA Atlas Copco	Rafał Gajewski, Atlas Copco	2
2/2003	Tradycja i nowoczesność: sprężarki GD Wittig	Andrzej Morawski, Biap	3
3/2003	Sprężarka śrubowa GX teraz od 2,2 kW	Atlas Copco Polska	2
3/2003	Zestawienie sprężarek przewoźnych		4
5/2003	Techniki wytwarzania sprężonego powietrza - część 1	Tadeusz Mikulczyński, Rafał Więcławek, Politechnika Wrocławska	5
5/2003	Dmuchawy to też sprężarki	Andrzej Szczepanik	2
5/2003	Nowe trendy w sposobach wytwarzania sprężonego powietrza	Bogdan Noga, PPHU Kompress	2,5
5/2003	Tłokowe, śrubowe, łopatkowe sprężarki dla górnictwa	Jerzy Szweda, Marian Krzymiński, Andrzej M. Araszkiewicz	3
6/2003	AERZEN – sprężarki i dmuchawy	Aerzen Polska	1

6/2003	Odkryj sprężarki bezolejową typu Nirvana	Ingersoll-Rand	2
6/2003	Kupując sprężarkę, kupujemy też serwis	Tomasz Górczyński	2
6/2003	Techniki wytwarzania sprężonego powietrza – część druga – sprężarki śrubowe (1)	Tadeusz Mikulczyński, Rafał Więcławek, Politechnika Wrocławska	3
1/2004	Techniki wytwarzania sprężonego powietrza – część II – sprężarki śrubowe (2)	Tadeusz Mikulczyński, Rafał Więcławek, Politechnika Wrocławska	3
2/2004	UNIGY - hamulec kosztów dla każdego zakładu	Mirosław Gruschka, Ingersoll-Rand	2
2/2004	Śrubowe sprężarki bezolejowe firmy AIRPOL	Airpol	2
2/2004	Sprężarki gazowe firmy Comprot	CompRot	2
2/2004	Problem sprężonego powietrza „z głowy"	Marani	2
2/2004	Techniki wytwarzania sprężonego powietrza – część II – sprężarki śrubowe (3)	Tadeusz Mikulczyński, Rafał Więcławek, Politechnika Wrocławska	3
2/2004	Praca niestateczna sprężarek przepływowych	Władysław Kryłłowicz, Tomasz Borzęcki, Politechnika Łódzka	3
3/2004	Sprężarki łopatkowe – część 1	Rafał Więcławek	1
4/2004	Analiza awarii sprężarek przepływowych	Władysław Kryłłowicz, Radomir Magiera, PolitechnikaŁódzka	3
4/2004	System sprężonego powietrza zakładu farmaceutycznego	Jerzy K. Mikołajczak, Jan Suwalski, Politechnika Wrocławska	3
5/2004	Atlas Copco VSD – po prostu najlepsze	Atlas Copco	3
5/2004	Technika wytwarzania sprężonego powietrza. Sprężarki łopatkowe – część II	Tadeusz Mikulczyński, Rafał Więcławek Politechnika Wrocławska	3
6/2004	IR SOLUTIONS pełne rozwiązanie dla klientów	Ingersoll-Rand, Mirosław Gruschka	2
6/2004	Geneza sprężarek przekładniowych	Władysław Kryłłowicz, Dorota Ciepielewska, Politechnika Łódzka	3
1/2005	Przykład analizy kosztów wytwarzania sprężonego powietrza	Tomasz Górczyński	4
2/2005	Techniki wytwarzania sprężonego powietrza – część IV – Sprężarki promieniowe	Tadeusz Mikulczyński, Rafał Więcławek Politechnika Wrocławska	4
3/2005	Problematyka modernizacji sprężarek przepływowych	Władysław Kryłłowicz, Tomasz Borzęcki, Radomir Magiera, Politechnika Łódzka	3
4/2005	Niskociśnieniowa sprężarka odśrodkowa o napędzie bezpośrednim Atlas Copco typu ZB	Daniel Kotzian, Atlas Copco	3

Sprężarki CRS 132

Mimo wzmożonej aktywności producentów zagranicznych, CompRot Sp. z o.o. od lat utrzymuje czołową pozycję w branży pneumatycznej i ochrony środowiska na rynku polskim. To zasługa nie tylko wysokiej klasy oferowanych produktów, ich trwałości oraz umiarkowanie niskich cen, lecz przede wszystkim stałej gotowości do dzielenia się z klientami naszą wiedzą i doświadczeniem.
Od roku 1991 produkujemy i dostarczamy urządzenia do sprężania powietrza i gazów:

- kompresory śrubowe olejowe z urządzeniami do kompleksowego uzdatniania powietrza;
- kompresory śrubowe bezolejowe – jako jedyny polski producent;
- kompresory do przetłaczania gazu ziemnego, biogazu itp.
- osłony i obudowy dźwiękochłonno-izolacyjne dla wszelkiego typu urządzeń;
- komory kriogeniczne – nowy produkt z zakresu high-tech, opracowany przy wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii oczyszczania i suszenia powietrza. Osiągnięcie temperatury do -160 °C umożliwia przeprowadzanie specjalistycznych zabiegów krioterapii w centrach sportowych i rehabilitacyjnych.

CompRot®

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

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

Europejski Fundusz Leasingowy

Nasz partner

Medale i wyróżnienia

Branża pneumatyczna w Polsce

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

Spis reklam

Okładka

I ---------- TOMPRESS
II ---------- Deltech
III ---------- domnick hunter
IV ---------- Lotos

Airpress ---------- 10
AMET ---------- 7
Atlas Copco ---------- 6, 8, 9
Bovin ---------- 10
CompRot ---------- 56
Hiross ---------- 14, 51
Inwet ---------- 10
Laska ---------- 3
MTP ---------- 34
Pneumatik SA ---------- 7
Pneumat System ---------- 15
Prema ---------- 27
Sauer ---------- 14
Unigoods ---------- 39
Wittig ---------- 13

Artykuły promocyjne

Ingersoll-Rand ---------- 18
Pneumatik SA ---------- 11
In-Tech ---------- 12

Zapraszamy do prenumeraty dwumiesięcznika „Pneumatyka”

Poniższy druk polecenia przelewu/wpłaty gotówkowej służy do zapłaty za prenumeratę dwumiesięcznika „Pneumatyka” oraz jego archiwalnych egzemplarzy. Prosimy o wycięcie i uważne wypełnienie druków.
Prenumerata może być rozpoczęta w dowolnym momencie.
Cena prenumeraty: prenumerata roczna (6 egz.) 45,00 zł, prenumerata półroczna (3 egz.) 22,50 zł, wydanie bieżące 7,50 zł, wydanie archiwalne 5,00 zł.Wszystkie ceny zawierają VAT i obejmują koszty wysyłki.
Wystawienie faktury i wysyłka zamówionych egzemplarzy następuje po wpłynięciu na nasze konto należnej kwoty lub po otrzymaniu potwierdzenia zapłaty.
Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel. (071) 798 59 46, fax (071) 798 59 47 e-mail: prenumerata@lektorium.pl.

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

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

Wydawnictwo Lektorium
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72

zł gr

Zamawiam prenumeratę "Pneumatyka"

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

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

podpis

Adres zamawiającego:

tel.

NIP

stempel dzienny

opłata

Polecenie przelewu / wpłata gotówkowa

nazwa odbiorcy: WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.: 53-608 WROCŁAW ROBOTNICZA 72

l.k. | nr rachunku odbiorcy: 95 1060 0007 6000 0409 9101 3389

waluta: WP* PLN | kwota

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

nazwa zleceniodawcy

nazwa zleceniodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Opłata:

pieczęć, data i podpis(y) zleceniodawcy

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

Wydawnictwo Lektorium
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72

zł gr

Zamawiam prenumeratę "Pneumatyka"

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

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

podpis

Adres zamawiającego:

tel.

NIP

stempel dzienny

opłata

Polecenie przelewu / wpłata gotówkowa

nazwa odbiorcy: WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.: 53-608 WROCŁAW ROBOTNICZA 72

l.k. | nr rachunku odbiorcy: 95 1060 0007 6000 0409 9101 3389

waluta: WP* PLN | kwota

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

nazwa zleceniodawcy

nazwa zleceniodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Opłata:

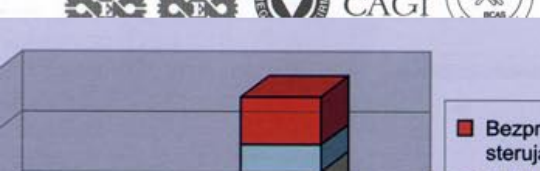
pieczęć, data i podpis(y) zleceniodawcy

domnick hunter

dh Group Polska Sp. z o.o.,
ul. Ryżowa 87, 05-816 Opacz k/Warszawy,
tel. (022) 723 03 67, fax (022) 723 03 68
e-mail: info@dhgroup.pl

Oczyszczani

Podsumowanie



Krajowy sektor techniki płynowej, jak cała gospodarka, jest w fazie olbrzymich zmian związanych z wejściem Polski w struktury UE. Odnosi się to

2500
2000