

PRZEMYSŁOWE SYSTEMY SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Indeks 337 323

Nowe normy dla pneumatyki

 **wydawnictwo**
LEKTORIUM

ISSN 1426-6644



042

9 771426 664503

Specjalista od uzdatniania sprężonego powietrza

- Filtry
- Osuszacze adsorpcyjne
- Osuszacze ziębnicze





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 tłoczków
- 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.



Czym się ogrzać?



Niepewność związana z bezpieczeństwem energetycznym kraju skłoniła wiele osób do zainwestowania w kominek. Niestety, ceny drewna nagle

bardzo wzrosły i nie ma pewności, czy jest to inwestycja opłacalna. Pozostaje więc druga funkcja kominka – kojenie skołatanych myśli. Przy buzujących płomieniach można snuć refleksje nad tym, co dzieje się wokół, na przykład nad zmianami pór roku.

Była kiedyś ciężka niekończąca się zima. Owinięci w szare palta przemylaliśmy szarymi ulicami i wystawialiśmy w niekończących się kolejkach. Kiedy wreszcie nadeszła długo oczekiwana wiosna, stopniałe śniegi odsłoniły zdewastowaną ziemię, przesiąkniętą paskudztwem wyciekającym z przerdzewiałych cystern. Ale słońce zerkające, jak na dziecinny obrazek, z czystego, błękitnego nieba wbrew wszystkiemu budziło przyrodę do życia. Pojawił się uśmiech i nadzieja, a nawet entuzjazm, nastał czas orki i siewu. Szlachetna, ostrożna praca, z poszanowaniem wszystkiego, co żyje. Zazieleniły się łąny.

Latem jednak wyszło na jaw, że to, co wyrosło na polach, to zielsko. Na gruncie opanowanym przez chwasty pożyteczne uprawy nie odniosły oczekiwanego sukcesu. Okazało się, że środki ochronne stosowane w niewłaściwy sposób nie tylko nie są w stanie zaskodzić głęboko okopanym przetrwałnikom chwastów, ale na dodatek niszczą i zatrują plony. To zaś, co uda się mimo wszystko wyhodować, jest natychmiast żerane przez całe stado tłustych pasożytów. Marne plony zostały więc złupione i przyszło wielkie rozczarowanie, ale także i nauka. Walcząc ze szkodnikami, nie należy tępić pożytecznych organizmów, które rozwijając się i rosnąc w siłę, są najlepszą barierą dla szerzącej się plagi.

Uczciwi ludzie i rzetelni przedsiębiorcy są znacznie bardziej wrażliwi

na zakazy, ograniczenia, bariery biurokratyczne i inne prymitywne formy zarządzania. Państwo zazwyczaj pozornie i bezskutecznie walczy z odrastającą hydrą, marnotrawiąc przy tym olbrzymie środki społeczne i często wylewając dziecko z kąpielą. Jest tym tak zaabsorbowane, że nie zwraca większej uwagi na usuwanie prawdziwych przeszkód w rozwoju. Słynną szarą strefę można byłoby stopniowo zepchnąć na margines i osłabić, gdyby właściwie sprzyjać zdrowej, spontanicznej i masowej aktywności. Dzisiaj, żeby rozpocząć działalność gospodarczą w naszym kraju, trzeba być milionerem, którego stać na wyżywienie armii urzędników, prawników, a jak wielokrotnie się potwierdziło, także polityków. Skąd wziąć ten pierwszy milion? I niech nikt nie mówi, że z banku, bo tych przypada tyle na jednego przedsiębiorcę, że nasuwa się pytanie, z czego one żyją. Wszyscy uczciwi obywatele, którzy akurat mają pracę, płacą wysoką cenę, żeby mogły funkcjonować struktury państwa, organy ścigania, urzędy skarbowe itp. Te urzędy są naszą wspólną własnością i muszą działać na naszą rzecz. Tymczasem wciąż żyją one własnym życiem i, co więcej, stawiają się ponad obywatela, jako władza. Co więc osiągnęliśmy przez te kilkanaście lat?

Teraz mamy polską jesień. Tym razem zamiast „złotej”, jest „wyborowa”. Przy słonecznej pogodzie niewątpliwie cieszą oko masowo spadające czerwone liście. Jednak zasiadając przy kominku, znów zastanawiamy się, czy nasz głos i nasza praca coś znaczą. Czy to, co dzieje się wokół, jest zapowiedzią urodzaju, czy tylko spełnieniem ambicji polityków umiejętnie podsycających i wykorzystujących, tak jak niegdyś, strach przed stonką. Kiedy dorobimy się własnego państwa? Kiedy wiosna w Polsce będzie naprawdę nasza – społeczeństwa?

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 Stasińska

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.

Katowice 2005 _____ 10

BOGE KOMPRESSOREN

Niebieska skrzynka lub powietrze
bez tajemnic _____ 12



domnick hunter na straży jakości
powietrza _____ 14

Doświadczalne charakterystyki
statyczne muskułu pneumatycznego
typu MAS _____ 16

Lotos Oil – Partnerstwo w utrzymaniu
ruchu _____ 20



Niskociśnieniowa sprężarka
odśrodkowa o napędzie bezpośrednim
Atlas Copco typu ZB _____ 21

Tornado – platforma serwisowa _____ 24

Targi TAROPAK 2005 _____ 26

Wybrane zastosowania w odlewnictwie
szybkobieżnego napędu
pneumatycznego _____ 28

Kieleckie rekordy _____ 32

TECHNICON – Gdańsk. Targi Nauki
i Techniki _____ 33

Siła tarcia statycznego w siłowniku
pneumatycznym _____ 34

Cała prawda o kosztach _____ 38

Identyfikacja sił tarcia w serwonapędzie
elektropneumatycznym _____ 40



Modelowanie i programowanie
dyskretnych procesów produkcyjnych
– metoda Grafcop. Część II _____ 44

Co nowego w normach dla pneumatyki.
Część I _____ 48

Badanie parametrów strumienia
dwufazowego w doświadczalnym
dozowniku pneumatycznym
żelazokrzemu Fe Si 75 _____ 52

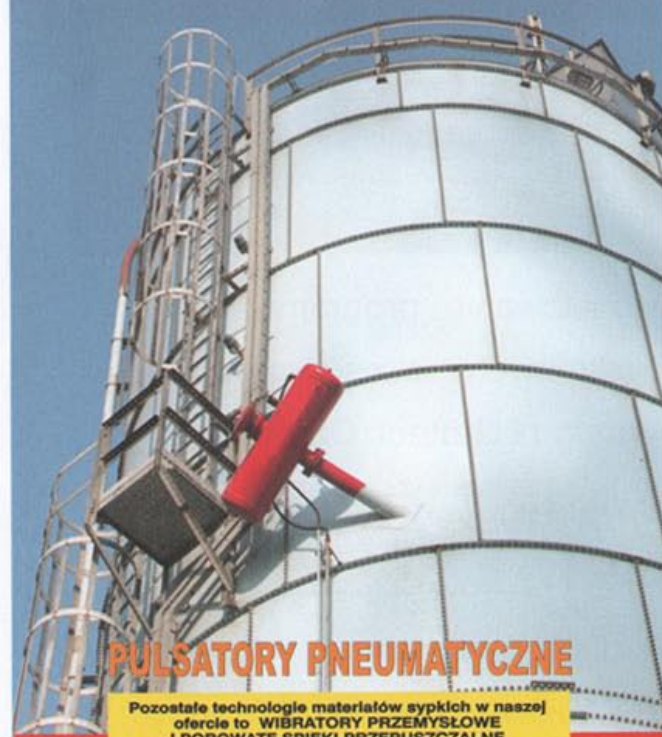


NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

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



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

**Sprężarka ORLIK
serii PKS 17/150 f**

Wysokiej klasy sprężarki firmy ORLIK serii PKS mają szeroki zakres praktycz-



nych zastosowań. Służą jako źródło dla instalacji powietrza w technologiach i technikach pakowania, w serwisach pneumatycznych oraz samochodowych, myjniach i powietrznych urządzeniach odbiorczych, takich, jak: pistolety natryskowe, urządzenia do gwoździowania, zszywacze, wiertarki, szlifierki, młoty, klucze.

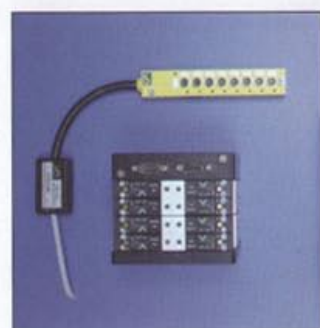
Dużą zaletą tych sprężarek są małe wymagania konserwacyjne, łatwa wymiennalność zużytych podczas eksploatacji elementów oraz aż 3-letnia gwarancja.

Firma Pneumat System z Wrocławia, wyłączny dystrybutor sprężarek tłokowych ORLIK, oferuje oprócz kompleksowej obsługi serwisowej specjalny nowoczesny system monitoringu, dzięki któremu to dostawca, a nie użytkownik, dba o terminowość koniecznych przeglądów serwisowych.

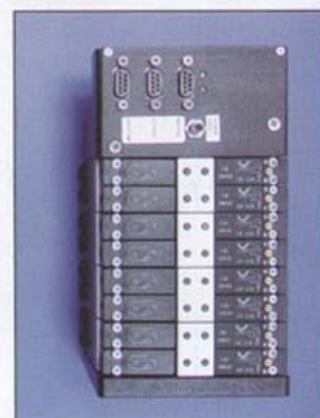
**4hf NETLOGIC
- nowoczesne wyspy
zaworowe**

Tempo rozwoju przemysłu oraz coraz większa komplikacja procesów produkcyjnych, mające na celu uzyskanie produktów najwyższej jakości, wymuszają na producentach komponentów pneumatycznych sięganie do najnowocześniejszych dostępnych technologii. Główne trendy w automatyzacji pro-

cesów to miniaturyzacja elementów wykonawczych oraz integracja systemów sterowania całym procesem produkcji z wykorzystaniem popularnych protokołów wymiany danych, jak: Profibus, DeviceNet czy Ethernet. Firma Vesta stworzyła system pneumatycznych wyspaworowych 4hf NETLOGIC. Sercem układu jest znana już na polskim rynku wyspa zaworowa 4hf, zintegrowana z modułem fieldbus oraz modułami wejść/wyjść. Do bazowej wyspy zaworowej z maksimum 32 cewkami można dołączyć 6 wysp zaworowych po 16 cewek każ-



da, co daje w sumie równoczesne sterowanie aż 128 sygnałami wejść/wyjść. Dzięki tak dużej elastyczności nawet najbardziej skomplikowane układy pneumatyczne można zaprogramować i sterować nimi bez niepotrzeb-



nej rozbudowy układu wysp zaworowych i układu sterowania. Inną istotną cechą systemu 4hf NETLOGIC są niewielkie gabaryty wysp zaworowych. W porównaniu



Próżnia jest jak magia ...

PIAB

Innovators in
Vacuum Technology

POMPY MULTIEŻEKTOROWE AKCESORIA PRÓŻNIOWE PRZYSSAWKI

Bovin 81-327 Gdynia, ul. Wolności 20, tel./fax: (0-58) 621-98-24, 621-99-64
BOVIN - Południe: 0 502-422-300, e-mail: piab@bovin.com.pl

www.bovin.com.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



Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN

Sprężarki
serwis i remonty

TOMPRESS

KOMPRESORY ŚRUBOWE

Instalacje
sprężonego powietrza

zawór spiralny



mechaniczna regulacja
wydajności sprężarek

Autoryzowany przedstawiciel firmy

SULLAIR
THE GREEN INNOVATOR

Zapraszamy

6-9.09.2005 na Targi

Górnictwa, Energetyki i Metalurgii w Katowicach
stoisko 3009 pawilon 3



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

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, szybkozłączka, redukcje, węże,
- » narzędzia pneumatyczne,
- » projektowanie i montaż profesjonalnych sieci pneumatycznych.

**Autoryzowani dystrybutorzy
AIRPRESS w Polsce:**



FRIPOL

86-100 Świecie, Włók 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. Rynekowa 156
tel./fax (061) 652 57 00
e-mail: pneumapol@airpress.pl
71-682 Szczecin
ul. Golińska 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!**

NOWOŚCI TECHNICZNE

z rozwiązaniami z klasycznymi zaworami system 4hf zajmuje o około 1/3 mniej powierzchni. Istotną jest również znaczna redukcja ilości przewodów pneumatycznych i przede wszystkim redukcja ilości elektrycznych przewodów sterujących.

Podstawowe dane techniczne systemu 4hf NE-TLOGIC:

Zasilanie: 24VDC ($\pm 10\%$)
Prędkość transmisji
Profi Bus: 9600bit/s-12Mbit/s
DeviceNet: 125-500kbit/s
Ethernet: 10-100Mbit/s
Przedstawicielem firmy Vesta w Polsce jest firma Pneumat System Sp. z o.o. z Wrocławia.

MOBIL

**- oleje sprężarkowe
od mineralnych do
syntetycznych**

Oleje mineralne RARUS seria 400 zdobyły sobie już mocno ugruntowaną pozycję w świecie, również na rynku polskim (m.in. złoty medal na Międzynarodowych Targach Poznańskich).

Mobil Rarus seria 400 to oleje przeznaczone przede wszystkim do smarowania sprężarek powietrza, a także niektórych gazów technicznych. Oparte są na bazie wyselekcjonowanych, wysokorafinowanych olejów mineralnych, posiadają odpowiednio dobrany zestaw dodatków uszlachetniających. Przygotowane zostały według amerykańskich standardów, przewyższają jakością wymagania normy DIN 51506 dla olejów VD-L.

Coraz powszechniej jednak użytkownicy sprężarek przechodzą na stosowanie olejów syntetycznych. Dla tych, którzy przyzwyczaili się do oleju mineralnego serii Rarus 400, firma Mobil ma ofertę olejów syntetycznych Rarus serii 800 i 1020, spełniających najwyższe aktualnie wymagania jakościowe.

Mobil Rarus 827 i 829 to całkowicie syntetyczne oleje na bazie dwustrów, z małą ilością dodatków, przeznaczone do smarowania wszystkich typów sprężarek powietrza, szczególnie zaś do sprężarek tłokowych pracujących w trudnych warunkach (np. z wysoką temperaturą końcową sprężanego gazu).

Przewyższają wymagania klasy VDL normy DIN 51506 dla olejów sprężarkowych.

Oleje te charakteryzują się odpornością na ścinanie w szerokim zakresie temperatur, zdolnością przenoszenia dużych obciążeń i niską prężnością par w podwyższonych temperaturach. Posiadają także dobrą stabilność termiczną i chemiczną, dobre własności separacji wody i doskonałą odporność na pienienie.

Mobil Rarus 1024, 1025, 1029 to najwyższej jakości oleje na bazie syntetycznych węglowodorów (PAO), zalecane do wszystkich nowoczesnych sprężarek rotacyjnych (łopatkowych, śrubowych) o zwartej konstrukcji, pracujących w bardzo trudnych warunkach i w szerokim zakresie temperatur. Ich nadzwyczajna stabilność termiczna i oksydacyjna sprawia, że są one szczególnie efektywne w sprężarkach śrubowych z wtryskiem oleju chłodzącego.

Oleje Mobil Rarus SHC 1020 przewyższają wg normy DIN 51506 najwyższą klasę VD-L dla olejów sprężarkowych.

Oleje te w najbardziej wymagających warunkach sprężania zapewniają bezpieczną i niekłopotliwą pracę bez konieczności częstych wymian, pozwalają na minimalizowanie nakładów związanych z bieżącym utrzymaniem urządzeń sprężarkowych, a tym samym ograniczenie przeglądów okresowych.

TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

ALUP
Kompressoren

LIDER TECHNOLOGII



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

Oddziały Techniczno-Handlowe:

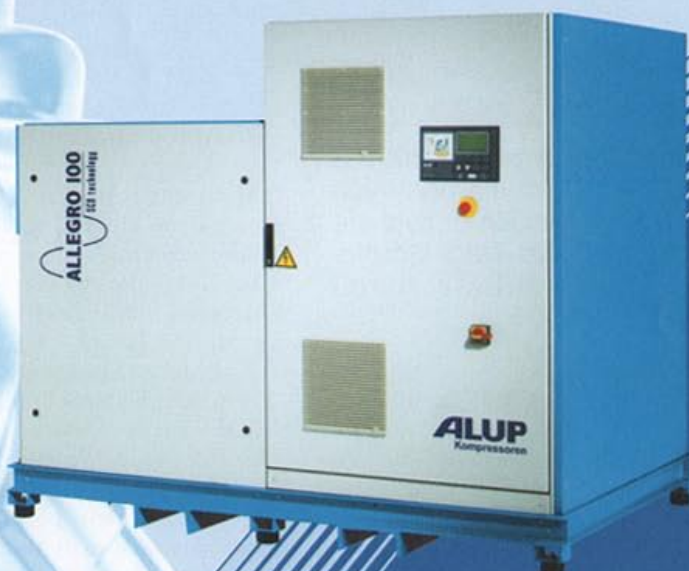
POZNAŃ

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

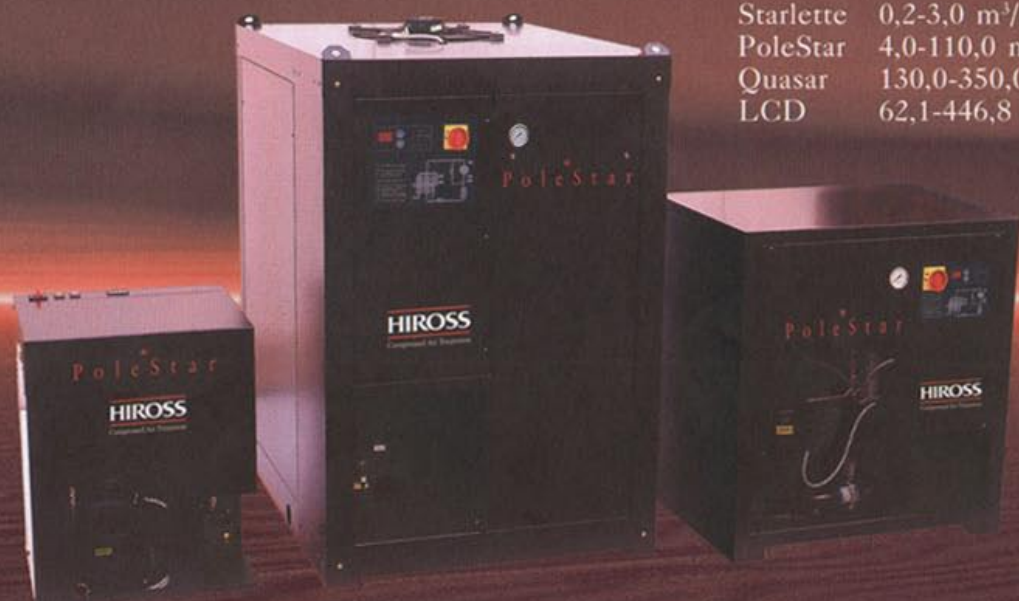


www.kompress.com.pl

HIROSS

Compressed Air Treatment
Osuszacze chłodnicze

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

Katowice 2005

W dniach 6–9 września 2005 r. na terenie Międzynarodowych Targów Katowickich odbyły się Międzynarodowe Targi Górnicztwa, Energetyki i Metalurgii KATOWICE 2005.

Na powierzchni 25 000 m² swoją ofertę zaprezentowało 735 firm z 25 krajów: Austrii, Wlk. Brytanii, Belgii, Białorusi, Chin, Czech, Finlandii, Francji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Japonii, Kanady, Niemiec, Polski, RPA, Rumunii, Słowacji, Słowenii, Szwajcarii, Szwecji, Tajwanu, Ukrainy, USA i Włoch.

Statystyka

Targi przeprowadziły badanie struktury zwiedzających. W ciągu 4 dni targi odwiedziło 23 318 osób, w tym 98% to specjaliści. W porównaniu z poprzednią edycją liczba zwiedzających wzrosła o 37%. Zwiedzający pochodzili z takich krajów, jak: Wlk. Brytania, Białoruś, Chiny, Republika Czeska, Niemcy, Polska, Rosja, Słowacja, Ukraina, Indie, RPA, Nigeria, Francja, Serbia i Czarnogóra.

W zakresie funkcji zawodowych zwiedzających otrzymano następujący rozkład: 31% – właściciele/prezesi/dyrektorzy zarządzający, 45% – średni szczebel kierowniczy, 22% – specjaliści, 5% – pracownicy naukowi, 1% – inni.

Około 97% ankietowanych wystawców stwierdziło, że jest to najważniejsze wydarzenie w branży, 84% wystawców potwierdziło, że targi spełniły ich oczekiwania. Organizatorzy podali również, że zarezerwowano już znaczną część powierzchni targowej: 30% powierzchni wewnętrznej i 50% powierzchni na zewnątrz. Zainteresowanie to dotyczy następujących sektorów: 73% – górnictwo, 12% – energetyka, 15% – metalurgia, 13% – narzędzia (procenty nie sumują się, ponieważ wskazywano na więcej niż jeden sektor).

Rosnące znaczenie targów

Rangę imprezy podkreśliło uroczyste otwarcie, w którym oprócz zarządu targów uczestniczyli m. in.: Wiceminister Gospodarki Piotr Rutkowski, Wojewoda Śląski Lechosław Jarzębski, Marian Jarosz – Wicemarszałek Województwa Śląskiego, Piotr Uszok – Prezydent Katowic, prof. Józef Dubliński – Prezes Światowego Kongresu Górnicztwa, dr Wojciech Bradecki – Prezes Wyższego Urzędu Górniczego, senatorowie, posłowie i przedstawiciele korpusu dyplomatycznego. Według wielu zwiedzających, wystawców i oficjalnych gości, jest to najważniejsza impreza wystawiennicza w Europie dla branży górniczo-metalurgiczno-energetycznej.

Nasze spostrzeżenia potwierdzają zarówno duży ruch zwiedzających na targach, jak i pozytywne opinie wystawców. Najwyraźniej sukces targów katowickich wpisuje się w ogólną wzrostową tendencję targów jako miejsca spotkań specjalistów. Po chwilowym zachłynięciu się możliwościami Internetu, na powrót w kontaktach handlowych znaczenie odzyskuje możliwość spotkania się w jednym miejscu i czasie specjalistów i zainteresowanej publiczności w scenarii urządzeń, pokazów, seminariów itp.

Pneumatyka na targach

Nas oczywiście najbardziej interesowało, jaki był udział w tych targach wystawców z naszej dziedziny, to znaczy dziedziny sprężonego powietrza. Zanotowaliśmy udział kilkunastu firm, których stoiska prezentujemy na załączonych fotografiach. Jak wynika z podanych poniżej rezultatów konkursu targowego, ta dziedzina została zauważona – wyróżnienie otrzymała katowicka firma KOMPRES za prezentowaną sprężarkę Ingersoll-Rand. Dla nas jednak jest oczywiste, że nie była to jedyna ciekawa propozycja w zakresie sprężarek. Bardzo dobrze zaprezentowała się firma PROMET-





GAS Sp. z o.o. z Wrocławia (współpracująca z ukraińskim koncernem Ukrosmetall) ze sprężarką w wykonaniu górniczym, to znaczy przeciwybuchowym, z wszelkimi dopuszczeniami do pracy na dole kopalni. Firma uzyskała odpowiednie certyfikaty na cały typoszereg sprężarek, co jak wiedzą wszyscy zainteresowani, jest nie lada osiągnięciem. Z dużym zainteresowaniem przyglądamy się także postępowi na polskim rynku marki SULLAIR, którą reprezentowała firma TOMPRESS z Dąbrowy Górniczej. Nie uszło naszej uwadze stoisko jednej z najważniejszych w Polsce i na świecie marek w dziedzinie urządzeń do sprężonego powietrza – Atlas Copco, reprezentowanej przez dystrybutorów regionalnych.

Na targach katowickich nie mogło też zabraknąć firm oferujących łopatkową technologię sprężania, gdyż ta zyskuje coraz większe uznanie w kopalniach i przemyśle ciężkim.

Ze sprężarkami łopatkowymi firm Gardner Denver Wittig GmbH oraz Pneumofore można się było zapoznać na wspólnym stoisku firm In-Tech z Warszawy i Centrum Pneumatyki z Mysłowic. Prezentowano przekrój łopatkowego stopnia sprężającego oraz porównania różnych technologii sprężania.

Konkurs Targowy

Spośród 60 firm, które zgłosiły swoje produkty w poszczególnych kategoriach, przyznano następujące nagrody i wyróżnienia:

I. NAPĘDY, STEROWANIE I ZASILANIE ELEKTRYCZNE
EDJAN: Uziemnik szybki Edjan-521 3,6 kV/20 kA – NAGRODA;
EDJAN: Odlącznik z uziemnikiem szybkim Edjan 532 7,2 kV/25 kA – 630 A – NAGRODA.

II. NAPĘDY I STEROWANIE HYDRAULICZNE I PNEUMATYCZNE
Bosch Rexroth Sp. z o.o.: Hydrostatyczny układ napędowy jazdy spycharki kopalnianej typu TD-18-NPH1 – WYRÓŻNIENIE;
KOMPREX: Sprężarka – Ingersoll-Rand – WYRÓŻNIENIE.

III. MASZyny I URZĄDZENIA GÓRNICZE
Zakład Hydrauliki Siłowej HYDRO-MECH Aleksander Pac: Ręczna wier-

tarka udarowa – WYRÓŻNIENIE;
ZAKŁAD MASZYN GÓRNICZYCH GLINIK Sp. z o.o.: Zmechanizowana obudowa podporowo-osłonowa GLINIK 22/47/POZ – WYRÓŻNIENIE;
HUTA STAŁOWA WOLA – TRADING Sp. z o.o.: Spycharka gaśnicowa TD-25M – NAGRODA;
Zabrzeńskie Zakłady Mechaniczne Spółka Akcyjna: Kombajn ścianowy wąskoramienny niski z elektrycznym napędem posuwu KSW-460NE – NAGRODA.

IV. URZĄDZENIA POMIAROWE I CZUJNIKI
HYDAC Sp. z o.o.: Wielofunkcyjny przyrząd pomiarowy HMG 3000 – WYRÓŻNIENIE;
Przedsiębiorstwo Komplektacji i Montażu Systemów Automatyki „CARBO-AUTOMATYKA” S.A.:
Waga taśmociągowa typu ROL-460 Ex – WYRÓŻNIENIE.

V. NAGRODA REDAKCJI miesięcznika „Napędy i Sterowanie”:
Bosch Rexroth Sp. z o.o. – Za wkład w rozwój polskiej technologii, poprzez sprzedaż licencji polskim firmom.
Pewną ciekawostką jest to, że prezesem zarządu MTK jest obcokrajowiec Bruce Robinson, który jednak mówi o targach „nasze”, „u nas w Ka-



towicach” itp. Na razie mówi to po angielsku, ale obiecuje wkrótce nauczyć się języka polskiego. Targi w Katowicach, tak bardzo polskie, są nie w pełni polskie kapitałowo, co jak na razie wychodzi im na dobre. Zresztą jest to zgodne z duchem czasu. Na przykład ogólnie chwalone targi w Czechach zawdzięczają swój sukces również przynależności do większych międzynarodowych konsorcjów wystawienniczych.

BOGE KOMPRESSOREN

Niebieska skrzynka lub powietrze bez granic

Sprężone powietrze z kontenera – to rozwiązanie coraz bardziej popularne wśród klientów. Pozwala zaoszczędzić miejsce i zapewnia znacznie większą elastyczność ustawienia w porównaniu z konwencjonalną sprężarkownią.

Na miejsce wskazane przez klienta dostarczany jest gotowy kontener zawierający kompletny, w pełni połączony funkcjonalnie układ ze sprężarką, osuszaczem, mikrofiltrami, zbiornikiem wyrównawczym, szafą rozdzielczą, ogrzewaniem, oświetleniem itd.

Kontenerowa stacja sprężonego powietrza łączy w sobie zalety kompletnie wyposażonej sprężarkowni z mobilnością i łatwością ustawienia jej w pobliżu obiektów wymagających zasilania w sprężone powietrze. Możliwość dostosowania konfiguracji urządzeń wewnątrz kontenera do różnych wymagań sprawia, że tego typu jednostki znajdują zastosowanie na całym świecie. Są szczególnie przydatne, gdy klient powierza dostawę sprężonego powietrza specjalistycznej firmie. Inżynierowie specjalizujący się w obsłudze tych urządzeń są w stanie zapewnić najwyższe w danych warunkach parametry dostarczanego sprężonego powietrza przy najniższych kosztach.

Obszary zastosowań

O zastosowaniu rozwiązania kontenerowego decydują cztery podstawowe czynniki:

1. Ilość dostępnego miejsca

Zakład sięga po rozwiązanie kontenerowe, jeśli nie dysponuje odpowiednim pomieszczeniem na sprężarkownię albo nie chce uszczuplać powierzchni przeznaczonej pod produkcję. W takim wypadku samodzielna jednostka, możliwa do ustawienia na zewnątrz i wymagająca jedynie podłączenia do elektrycznej sieci zasilającej i sieci odbiorczej powietrza, jest dogodnym i bezproblemowym rozwiązaniem.

2. Koszt powierzchni w nowo budowanych obiektach

Przy projektowaniu nowych obiektów przemysłowych często rezygnuje się z wydzielania dla potrzeb stacji sprężonego powietrza cennego miejsca w halach produkcyjnych. Łatwiejsze, tańsze i korzystniejsze ze względu na warunki pracy jest umieszczenie urządzeń w kontenerze poza halą. W takim wypadku dostawca stacji kontenerowej BOGE może również dostarczyć całe niezbędne orurowanie.

3. Czas użytkowania w danym miejscu

Zdarza się, że dostawa sprężonego powietrza w jakimś miejscu potrzebna jest tylko przez pewien okres. Taka sytuacja może mieć miejsce np. przy okresowo wznowianej produkcji wymagającej sprężonego powietrza



Na łące czy na pustyni? Ze sprężonym powietrzem z kontenera, to już nie problem!

albo przy pracach remontowo-budowlanych. Przenośna sprężarkownia po wykorzystaniu w jednym miejscu może być przeniesiona w drugie.

4. Brak infrastruktury

Sprężone powietrze może też być niezbędne w miejscach oddalonych od jakiegokolwiek infrastruktury, np. przy wydobywaniu surowców naturalnych. Tam zazwyczaj wykorzystywane są duże kontenery, wyposażone w kosztowne urządzenia dodatkowe (generacja azotu, filtry piasku, klimatyzacja). W Arabii Saudyjskiej, Libii czy Nigerii kontenerowe stacje sprężonego powietrza współpracują z generatorami azotu i ze sprężarkami gazu ziemnego.

Gotowe kontenery z mniejszymi urządzeniami mogą być dostarczone przez BOGE do klienta w ciągu 4 tygodni, z dużymi urządzeniami – w ciągu 6-10 tygodni.

Artykuł promocyjny
Pneumatik SA



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



Oczyszczanie sprężonego powietrza

domnick hunter na straży jakości powietrza

Nowoczesna technologia wytwarzania sprężonego powietrza przy użyciu sprężarek śrubowych i innych rotacyjnych wkroczyła do przemysłu polskiego kilkanaście lat temu i bardzo szybko wyparła występujące sprężarki tłokowe. Duży skok w niezawodności i jakości wytwarzania sprężonego powietrza wzbudzał zachwyt użytkowników. Nareszcie nie trzeba było co pół roku robić remontu kapitalnego, nareszcie urządzenia pracowały cicho i wydajnie, nareszcie nie było „hektolitów” oleju w sprężonym powietrzu.

Jednak trzeba powiedzieć, że wiele dziesięcioleci poprzedzających epokę współczesnych sprężarek przyzwyczaiło użytkowników sprężonego powietrza do niezbyt wygórowanych wymagań. Zbiornik wyrównawczy i cyklonowy separator wody to często była cała instalacja uzdatniająca powietrze otrzymywane ze sprężarki przed jego wtłoczeniem do instalacji. Pneumatyczne urządzenia odbiorcze też nie były zbyt wyszukane. Ich konstrukcja musiała być odporna na niszczące działanie sprężonego powietrza, a właściwie tego, co w nim się znajduje.

Nowa jakość powietrza

Po zmianie techniki sprężania na bardziej subtelną wielu użytkowników wystarczała w zupełności nowa jakość powietrza. Stopniowo jednak i urządzenia odbiorcze zaczęły być bardziej wymagające. Precyzyjne układy sterowania i napędu, nowoczesne narzędzia pneumatyczne, nowoczesne techniki lakiernicze, produkcja spożywcza, farmaceutyczna i wiele innych dziedzin wymagają sprężonego powietrza o bardzo ściśle określonych parametrach: wydajności, ciśnieniu, wilgot-



ności, czystości i temperaturze. W porównaniu z urządzeniami starszych generacji dzisiejsze sprężarki ze sterowaniem mikroprocesorowym zapewniają bardzo dużą stabilność tych parametrów. Należy jednak wziąć pod uwagę, że sprężone powietrze jest medium niełatwo poddającym się kontroli. O tym, jakie powietrze dotrze do odbiornika, decyduje nie tylko sama sprężarka, ale i wszystkie elementy instalacji.

Co czyha w instalacji?

Przede wszystkim, powietrze nigdy nie jest całkowicie suche. Tylko od ciśnienia i temperatury zależy, czy w danym miejscu instalacji wykopie się woda. Także zawartość oleju w przypadku sprężarek olejowych nie jest zerowa. Emulsja wodno-olejowa, zmienne ciśnienie i temperatura oddziałują zwłaszcza na metalowe elementy instalacji, powodując ich korozję, a w konsekwencji dalsze zanieczyszczenie powietrza. W efekcie cała instalacja pełna jest nagromadzonych osadów czyhających na okazję, by dostać się do urządzenia odbiorczego i je zniszczyć. W wyniku działania tych erozyjnych procesów zmieniają się przekroje i przepustowości poszczególnych odcinków instalacji, przez co zmienia się także rozkład ciśnień i ich zależność od poboru powietrza w różnych punktach. Stanowczo tego za dużo, jak na dzisiejsze urządzenia korzystające ze sprężonego powietrza. Świadomy użytkownik

musi sobie zdawać sprawę, jak kluczowym zagadnieniem jest poprawne uzdatnianie sprężonego powietrza. Nie jest to niestety jednorazowa potrzeba zakupu odpowiednich urządzeń, lecz stały nadzór nad jakością sprężonego powietrza.

Zadanie dla specjalistów

Uzdatnianie to przede wszystkim kwestia ekonomiczna. Zarówno zakup urządzeń uzdatniających, jak i ich utrzymywanie wiąże się z określonymi kosztami. Jednak nieodpowiednia jakość powietrza powoduje znacznie wyższe nakłady z jednej strony na usuwanie awarii, a z drugiej na wzrost kosztów wytwarzania z powodu jego nieoptymalnych parametrów. Tak więc użytkownik sprężonego powietrza powinien zdawać sobie sprawę, jakiego rodzaju sprężone powietrze jest niezbędne w różnych częściach jego instalacji i jakie musi w tym celu podjąć kroki. Zagadnienie to jest na tyle złożone, że optymalny dobór filtrów, odwadniaczy, osuszaczy i regulatorów ciśnienia najlepiej powierzyć specjalistycznej firmie.

domnick hunter – światowy lider

Na świecie jest kilka dużych koncernów zajmujących się ogólnie zagadnieniem osuszania i czyszczenia gazów, w tym powietrza. Jednym z najbardziej znanych i doświadczonych jest domnick hunter. Firma ta została założona w 1963 r. w Newcastle

(Wielka Brytania). Wieloletnie doświadczenie na całym świecie zaowocowało licznymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi i technologicznymi, chronionymi patentami i zapewniającymi najwyższą klasę oferowanych urządzeń.

Dzisiaj **domnick hunter** Group jest międzynarodowym koncernem produkującym i dostarczającym zaawansowane produkty do filtracji, oczyszczania i separacji sprężonego powietrza, gazów technicznych i cieczy dla szerokiego zakresu zastosowań przemysłowych. Ma dziesięć centrów produkcyjnych w Wielkiej Brytanii, Niemczech, Włoszech, Kanadzie i Chinach oraz biura handlowe w 32 krajach. W dziedzinie sprężonego powietrza dysponuje pełną ofertą filtrów zgrubnych, dokładnych, węglowych, sterylnych i specjalnych, osuszaczy adsorpcyjnych z regeneracją na zimno, na gorąco i próżniową, osuszaczy ziębniczych w szerokim zakresie wydajności i separatorów kondensatu umożliwiających właściwą utylizację wydzielonych ze sprężonego powietrza zanieczyszczeń.

domnick hunter w Polsce

Produkty **domnick hunter** są obecne w Polsce od dziesięcioleci. Od 2000 r. działa firma **domnick hunter** Polska z siedzibą w Opacz k. Warszawy. Jej dyrektor Mirosław Kubaś jest jednym z najwyższej cenionych specjalistów w Polsce w zakresie uzdatniania sprężonego powietrza. Firma ta dała się poznać jako pewny partner i doradca klienta. Dysponuje magazynem centralnym w Polsce oraz ogólnopolską siecią serwisową i doradców handlowych. Wspierana przez centralę międzynarodową zapewnia profesjonalne doradztwo, szybkie dostawy, serwis fabryczny, usługi analizy i pomiaru



sprężonego powietrza i innych gazów. Jest gotowa w każdej chwili odpowiedzieć na potrzeby użytkowników sprężonego powietrza. Prowadzi dla nich systematyczne szkolenia.

Seminarium w Sulejowie

Jedno z takich szkoleń odbyło się w dniach 23–24 września 2005 r. w Sulejowie.

Zajęcia prowadzili najwyższej klasy fachowcy, znani szerokiej rzeszy użytkowników sprężonego powietrza.



Wygłoszone referaty:

- Leszek Strzyżewski (pracujący na co dzień w centrali koncernu) – „Ile kosztuje sprężone powietrze?”
- Mirosław Kubaś – „Energooszczędne rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w urządzeniach **domnick hunter**”
- Marek Krauze – „Wykorzystanie uzdatnionego powietrza w przemyśle browarniczym”
- Krzysztof Kornacki – „Przykład praktycznych zastosowań urządzeń **domnick hunter** w przemyśle spożywczym”

Jak na każdym spotkaniu, w którym uczestniczą praktycy, użytkujący sprężone powietrze w przemyśle, dys-

kutowano o wszelkich aspektach codziennej eksploatacji urządzeń i wymieniano doświadczenia. Dzięki przygotowanej przez organizatorów ekspozycji, można się było „namacać” zapoznać się z wieloma produktami z aktualnej oferty firmy. Na zakończenie wszyscy uczestnicy otrzymali certyfikaty uczestnictwa w seminarium.

Trudno sobie wyobrazić tego typu wyjazdowe spotkanie bez części rekreacyjnej. Sceneria hotelu „Pod-



klasztorem”, mieszczącego się w starodawnych zabudowaniach należących niegdyś do klasztoru o.o. cystersów, sprzyjała takim atrakcjom, jak koncert organowy w klasztorze, pokaz walk rycerskich, wieczorek taneczny z elementami dawnej kultury różnych regionów.

Jak na dzisiejsze czasy przystało, nawet w tak dawno zbudowanych obiektach znalazło się miejsce na



współczesny basen, siłownię, saunę, bilard. Wszystko postawione do dyspozycji uczestników seminarium, aż szkoda, że przez te dwa dni nie wystarczyło czasu, by ze wszystkiego skorzystać.

*Artykuł promocyjny
domnick hunter*



Doświadczalne charakterystyki statyczne mięśni pneumatycznego typu MAS

Ryszard Dindorf, Paweł Łaski,
Jakub Takosoglu

Teoretyczne charakterystyki statyczne mięśni pneumatycznych określa się za pomocą równań wyznaczonych z uproszczonych związków geometrycznych i fizycznych. Badania doświadczalne umożliwią weryfikację zależności teoretycznych i wartości współczynników występujących w modelach obliczeniowych oraz określenie własności materiałowych i sprężystych mięśni pneumatycznych. Znajomość tych danych jest konieczna w projektowaniu urządzeń automatyzacji, manipulatorów, protez i ortez z pneumatycznymi „aktuatorami mięśniowymi”.

Mięśnie pneumatyczne mają szerokie zastosowanie w urządzeniach automatyzacji produkcji, w których wymagana jest duża dynamika ruchu przy małym skoku. Dzięki dużej sile początkowej i krótkiemu czasowi odpowiedzi na sygnał sterujący mięśnie pneumatyczne mogą być stosowane jako elementy wykonawcze w różnych procesach technologicznych [1], [4].

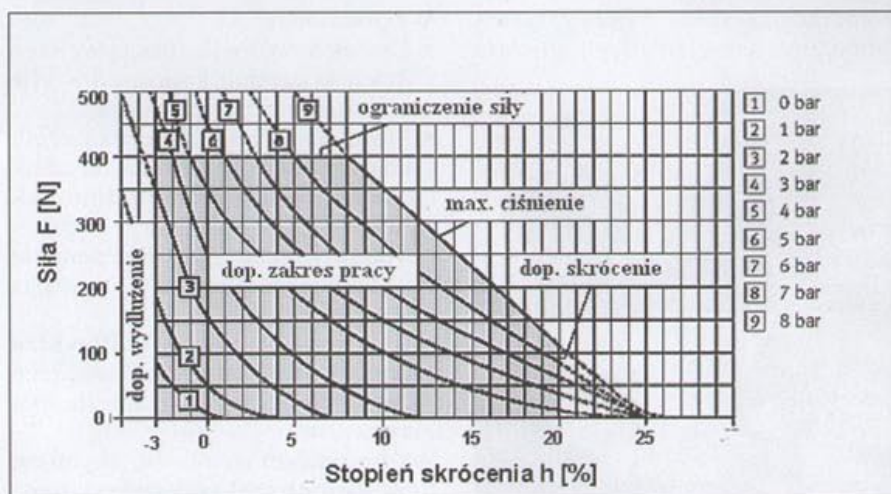
Ponieważ mięśnie pneumatyczne mają dużą wytrzymałość na rozciąganie i zmęczenie oraz są całkowicie szczelne, odporne na starzenie i działanie agresywnych środków chemicznych, mogą być stosowane w miejscach produkcyjnych o dużym zapyleniu (szlifiernia, tartak, cementownia, kopalnia) oraz w miejscach, gdzie wymagana jest bezwzględna czystość (w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym, medycynie, elektronice, mikromontażu).

Firma Festo przedstawiła różne przykłady zastosowania mięśni pneumatycznych jako elementów napędowych

w pojazdach, silnikach korbowych, pompach rolkowych oraz jako elementów wykonawczych (aktuatorów) w maszynach i urządzeniach do automatyzacji produkcji, a także w manipulatorach i robotach o kinematyce szeregowej i równoległej [9]. Niekonwencjonalne przykłady zastosowania mięśni pneumatycznych MAS według projektów Axela Thallemera przedstawiono w książce z serii „Moderne Klassiker” [10]. Projekty Axela Thallemera dotyczą m.in. maszyny powietrznej, elementów przestrzennych konstrukcji architektonicznych, napędu pojazdu miejskiego, amortyzatorów. Niektóre z tych projektów zostały zrealizowane pod nazwami: Airbug, Airhopper, City-Cyc, Aircruiser, Rennflitzer, oraz były prezentowane na Międzynarodowych Targach w Hanowerze (Niemcy) oraz na Międzynarodowych Targach AUTOMATICON w Warszawie. Można podać coraz nowsze przykłady zastosowania mięśni pneumatycznych, np. w laboratorium Kagawa-Kawashima (Tokyo Institute of Technology, Japonia) wykorzystano mięśnie pneumatyczne typu MAS jako aktulatory w ramionach bionicznych, stosowanych do zdalnego sterowania minikoparką [11].

Stanowisko badawcze mięśni pneumatycznych typu MAS

Mięśnie pneumatyczne, nazywane także sztucznymi mięśniami pneumatycznymi (ang. PAM Pneumatic Artificial Muscle), zbudowane są z elastycznej membrany zakończonej elementami złącznymi. Znane są cztery rodzaje mięśni pneumatycznych: pęcherzowe (Fluidic Muscle, PMA „McKibben”, Sleeved Bladder Muscle), workowe (Plated PAM, Flexator, Fiber Muscle, RPM), siatkowe (Yarlot Muscle, ROMAC, Kukoi Muscle), membranowe (Baldwin Muscle, Morin Muscle, Paynter Hyperboloid Muscle, Paynter Knitted Muscle, UPAM). Firma Festo produkuje mięśnie pneumatyczne (Fluidic Muscle) typu MAS o trzech średnicach nominalnych D_n : MAS-10 (10 mm), MAS-20 (20 mm) i MAS-40 (40 mm) oraz o długości nominalnej do $L_n = 9000$ mm. Firma Festo oferuje szereg przyłączy do mięśni MAS: elementy doprowadzenia powietrza do mięśnia (adapтеры promieniowe i osiowe) oraz elementy służące do mocowania mięśni pneumatycznych (główki widelkowe i przegu-



Rys. 1 Katalogowy diagram mięśnia pneumatycznego MAS-10 [Festo]

bowe oraz łączniki). Głowica widelkowa jest elementem łącznym z wyjmowanym sworzniem. Głowica przegubowa jest elementem łącznym z mocowaniem przegubowym. Do połączenia głowicy z adapterem stosuje się stalowy nagwintowany pręt (łącznik), który jest wyposażony w nakrętkę kontruującą.

Do badań doświadczalnych przyjęto muskuł pneumatyczny typu MAS-10-300 ($D_n = 10$ mm, $L_n = 300$ mm), którego parametry zestawiono w tabeli 1. Katalogowe charakterystyki statyczne muskułu typu MAS-10 (niezależnie od długości nominalnej L_n) przedstawiono na diagramie rys. 1 [6]. Teoretyczny zakres pracy muskułów MAS-10 ograniczony jest parametrami:

$$\begin{cases} F=F_{max} & \text{dla } h=h_{max} \\ F=F_0 & \text{dla } h=0 \\ F=0 & \text{dla } h=h_{max} \end{cases} \quad (1)$$

gdzie:

F, F_{max} – siła, siła maksymalna
 h, h_{max}, h_{max} – stopień skrócenia, maksymalny stopień skrócenia.

Stopień skrócenia (względne skrócenie) h muskułu określa się zależnością:

$$h = \frac{L_n - L}{L_n} = \frac{\Delta L}{L_n} 100\% \quad (2)$$

gdzie:

L – długość muskułu,
 L_n – długość nominalna muskułu,
 ΔL – skrócenie muskułu.

Z równania (2) wynika długość L muskułu w zależności od jego względnego skrócenia lub wydłużenia h :

$$L = L_n (1 - h) \quad (3)$$

Uwzględniając ograniczenia określone w tabeli 1, dotyczące dopuszczalnego względnego skrócenia i wydłużenia muskułu MAS-10, obliczono według wzoru (3) dopuszczalne skrócenie L_{dops} oraz dopuszczalne wydłużenie L_{dopw} badanego muskułu MAS-10-300:

$$L_{dops} = 300(1 - 0,2) = 240 \text{ mm} \quad (4)$$

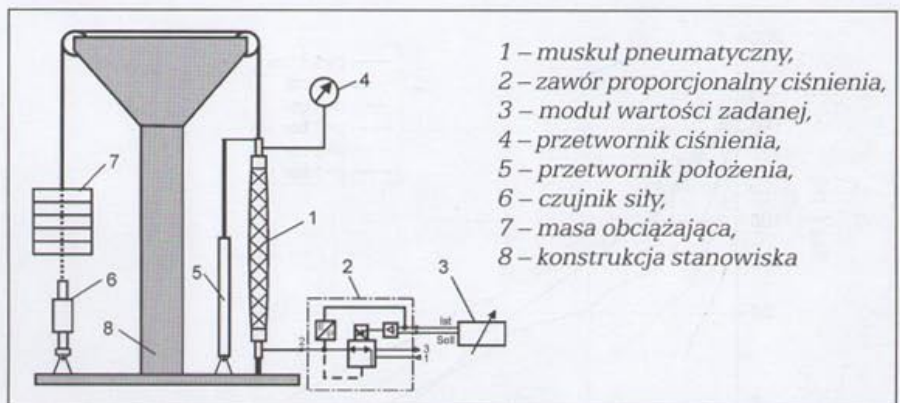
$$L_{dopw} = 300(1 + 0,03) = 309 \text{ mm} \quad (5)$$

Parametry	Wartości
Średnica wewnętrzna D	10 mm
Długość nominalna L_n	300 mm
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p	8 barów
Maksymalny stopień skrócenia h_{max}	20%
Dopuszczalna siła maksymalna F_{max}	400 N
Maksymalne obciążenie bezciśnieniowe G	30 kg
Częstotliwość pracy f	3 Hz
Maksymalna histereza	< 5 %
Dopuszczalna temperatura pracy	+5°C...+60°C
Maksymalne wydłużenie h_{maxw}	< -3 %

Tabela 1 Zestawienie parametrów muskułu pneumatycznego MAS-10-300 [Festo]

Do badań statycznych i dynamicznych muskułów pneumatycznych typu MAS zmodernizowano stanowisko badawcze [8], którego nową konstrukcję przedstawiono schematycznie na rys. 2, a w widoku na fot. 1. Zmiana siły ciągnącej i stopnia skrócenia muskułu MAS-10 polega na regulacji ciśnienia w muskule za pomocą propor-

sterowany sygnałem analogowym napięciowym (od 0 do 10 V), zadanym z modułu wartości zadanej MPZ-1-24DC-SGH-6-SW. W tej wersji zawór jest sterowany bezpośrednio cewką proporcjonalną, a ciśnienie $p = 0-10$ barów na wyjściu zaworu zmienia się proporcjonalnie do zmiany sygnału sterującego. W badaniach zastosowano cyfrowy przetwornik liniowy (prze-



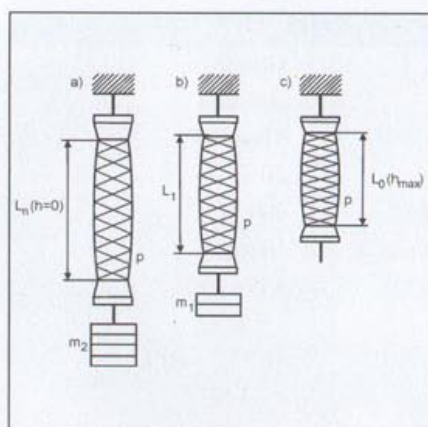
Rys. 2 Schemat stanowiska badawczego muskułów pneumatycznych typu MAS

cjonalnego zaworu regulacyjnego ciśnienia, sterowanego napięciowo u z modułu wielkości zadanej. Na stanowisku badawczym mierzy się ciśnienie p wewnątrz muskułu, długość L muskułu oraz obciążenie od masy m (masowe) lub siły F . Stanowisko badawcze zbudowane zostało z następujących elementów: muskuł pneumatyczny typu MAS-10-300 wraz z osprzętem (Festo), proporcjonalny zawór regulacyjny ciśnienia typu MPPE-3-1/8-10-010 (Festo), moduł wartości zadanej MPZ-1-24DC-SGH-6-SW (Festo), cyfrowy przetwornik liniowy CPL (Electroserv), przetwornik ciśnienia PXW-16 (Peltron), czujnik pomiaru siły typu 3094 (TecSis), zestaw obciążników.

Proporcjonalny zawór regulacyjny ciśnienia MPPE-3-1/8-10-010 jest



Fot. 1 Widok stanowiska badawczego muskułów pneumatycznych typu MAS



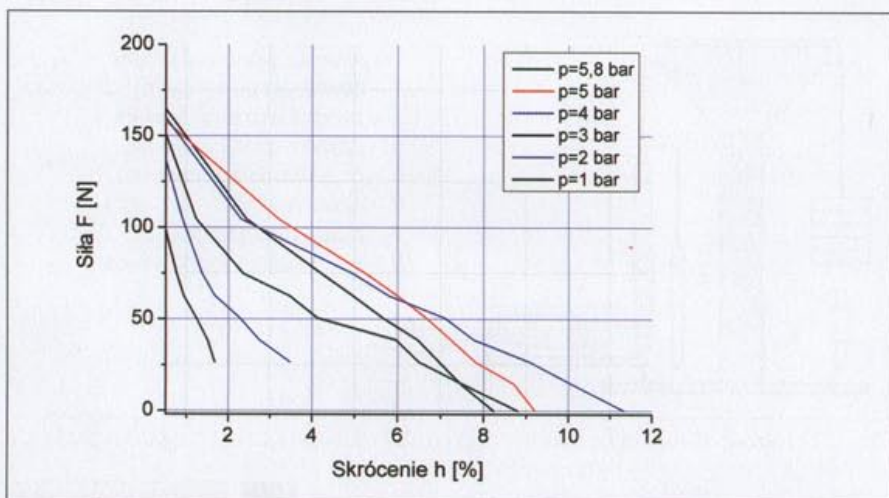
Rys. 3 Zasada wyznaczania charakterystyk izobarycznych mięśni pneumatycznych

sunięcia) typu CPL o zakresie pomiarowym 0,1–150 mm z dokładnością 0,2%. Przetwornik ciśnienia serii PXW-16, ze wskaźnikiem cyfrowym i sygnałem wyjściowym napięciowym 0–10 V, przeznaczony jest do pomia-

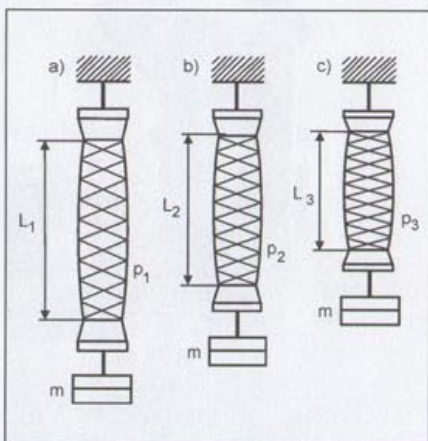
rów nadciśnienia, podciśnienia i ciśnienia absolutnego w zakresie od 0,1 do 16 barów z dokładnością 0,3%. Tensometryczny czujnik siły typu 3094 (TecSis) jest wysokiej jakości czujnikiem tensometrycznym z ogniwem obciążnikowym, przystosowanym do pomiarów siły na ściskanie i rozciąganie w zakresie ± 2 kN z dokładnością 0,5%. Czujnik siły dostarczony został wraz z mostkami kompensacyjnymi Wheatstone'a, z wbudowanym wzmacniaczem dającym uniwersalny sygnał wyjściowy napięciowy 0–10 V.

Badanie własności statycznych mięśnia pneumatycznego MAS

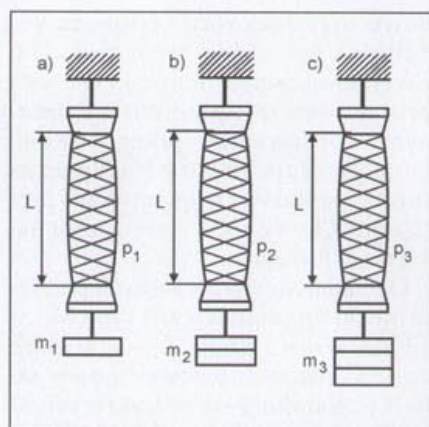
Działanie mięśni pneumatycznych polega na ich napełnianiu sprężonym powietrzem o zmiennym ciśnieniu. Mięśnie te w zależności od ciśnienia sterującego, kurcząc się lub



Rys. 4 Charakterystyki statyczne $F(h)$ mięśnia MAS-10-300 dla $p = \text{const}$



Rys. 5 Zasada wyznaczania charakterystyk izotonicznych mięśni pneumatycznych

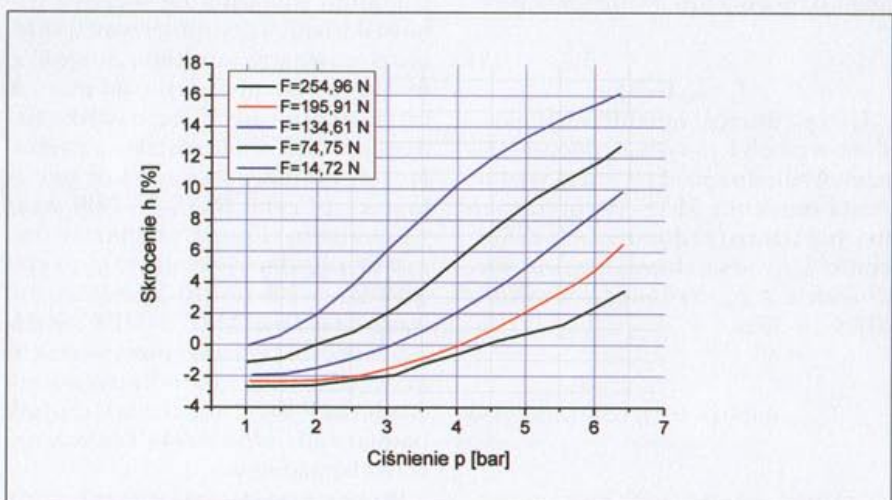


Rys. 7 Zasada wyznaczania charakterystyk izometrycznych mięśni pneumatycznych

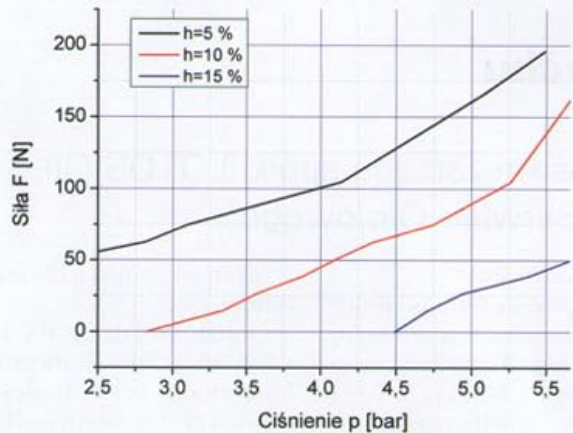
wydłużając, generują zmienną siłę ciągnącą. Badania doświadczalne mięśnia pneumatycznego MAS-10-300, przeprowadzone na stanowisku badawczym przedstawionym na fot. 1, polegały na wyznaczaniu jego charakterystyk statycznych: izobarycznych, izotonicznych i izometrycznych [2], [7]. Aby wyznaczyć te charakterystyki statyczne, mierzono ciśnienie p w mięśniu, długość L mięśnia oraz obciążenie masowe m .

Wyznaczanie charakterystyk izobarycznych

Charakterystyki izobaryczne mięśnia pneumatycznego odpowiadają skurczowi aukstonicznemu mięśnia biologicznego, w którym występują jednocześnie zmiany długości i napięcia mięśnia. Zasadę wyznaczania charakterystyk izobarycznych mięśnia typu MAS przedstawiono na rys. 3. Przy wyznaczaniu tych charakterystyk zmienia się obciążenie masowe $F = mg$ mięśnia dla ustalonego ciśnienia



Rys. 6 Charakterystyki statyczne $h(p)$ mięśnia MAS-10-300 dla $F = \text{const}$



Rys. 8 Charakterystyki statyczne $F(p)$ muskułu MAS-10-300 dla $h = \text{const}$

$p = \text{const}$ w muskule, mierzy się długość L muskułu, a następnie oblicza jego stopień skrócenia h . Charakterystyki statyczne $F(h)$ muskułu MAS-10-300 przedstawiono na rys. 4.

• Wyznaczanie charakterystyk izotonicznych

Charakterystyki izotoniczne muskułu pneumatycznego odpowiadają skurczowi izotonicznemu mięśnia biologicznego, czyli zmianie długości mięśnia przy stałym jego napięciu. Zasadę wyznaczania charakterystyk izotonicznych muskułu typu MAS przedstawiono na rys. 5. Przy stałym obciążeniu masowym $F = mg = \text{const}$ zmienia się ciśnienie p w muskule i mierzy długość L muskułu, a następnie oblicza jego stopień skrócenia h . Charakterystyki statyczne $h(p)$ muskułu MAS-10-300 przedstawiono na rys. 6.

• Wyznaczanie charakterystyk izometrycznych

Charakterystyki izometryczne muskułu pneumatycznego odpowiadają skurczowi izometrycznemu mięśnia biologicznego, czyli stałej długości mięśnia przy wzroście jego napięcia. Zasadę wyznaczania charakterystyk izometrycznych muskułu typu MAS przedstawiono na rys. 7. Dla utrzymania stałego ustalonego stopnia skrócenia $h = \text{const}$ muskułu dostosowuje się ciśnienie p w muskule do obciążenia masowego $F = mg$ muskułu. Charakterystyki statyczne $F(p)$ muskułu MAS-10-300 przedstawiono na rys. 8.

Podsumowanie

Znajomość rzeczywistych charakterystyk statycznych muskułów pneuma-

tycznych jest konieczna w projektowaniu urządzeń automatyzacji, manipulatorów, protez i ortez z „aktuatorami mięśniowymi”. Skurcz mięśni pneumatycznych jest zjawiskiem złożonym, ponieważ zależy od obciążenia, ciśnienia, parametrów geometrycznych i właściwości materiałowych. Przeprowadzono wstępne badania doświadczalne, mające na celu określenie charakterystyk statycznych (izobarycznych, izotonicznych, izometrycznych) muskułu pneumatycznego typu MAS-10-300. Doświadczalne charakterystyki statyczne można porównać z charakterystykami teoretycznymi (obliczonymi według wzorów teoretycznych), charakterystykami komputerowymi (wyznaczonymi za pomocą programu użytkowego *MuscleSim*), charakterystykami katalogowymi (zamieszczonymi w katalogach firmowych). Wyniki badań doświadczalnych można wykorzystać także do weryfikacji wartości współczynników występujących w modelach obliczeniowych. Charakterystyki izobaryczne i izometryczne przedstawione na rys. 4 i 8 obciążone są błędem wynikającym ze sposobu obciążania masowego i histerezy muskułu MAS. Z tego względu najbardziej wiarygodne są charakterystyki izotoniczne przedstawione na rys. 6. Dalsze badania doświadczalne, po zmianie metody obciążania muskułu pneumatycznego, będą koncentrować się na wyznaczeniu sztywności względnej muskułów typu MAS. Wyniki tych badań będą wykorzystane do modelowania dynamicznego węzłów kinematycznych z dwoma przeciwstawnie działającymi (antagonistycznymi) muskułami pneumatycznymi typu MAS [3], [5].

Literatura

- [1] Dindorf R., Łaski P.: Muskuły pneumatyczne. Budowa, parametry, zastosowanie. *Pneumatyka* nr 2, 2003.
- [2] Dindorf R.: Muskuły pneumatyczne. Charakterystyki statyczne. *Pneumatyka*, nr 4, 2003.
- [3] Dindorf R.: Muskuły pneumatyczne. Charakterystyki dynamiczne. *Pneumatyka*, nr 5, 2003.
- [4] Dindorf R.: Muskuł pneumatyczny jako element napędowy. *Napędy i Sterowanie*, nr 7-8, 2003.
- [5] Dindorf R.: Static and dynamic models of pneumatic muscle actuator. *Proc. The 18th International Conference on Hydraulics and Pneumatics, Prague, September 30 – October 1, 2003.*
- [6] Dindorf R.: Model i charakterystyki muskułów pneumatycznych. *Pomiary Automatyka Robotyka* nr 2, 2004.
- [7] Dindorf R.: Wyznaczanie charakterystyk statycznych muskułu pneumatycznego typu MAS. XIV Krajowa Konferencja PNEUMA'2004. Bydgoszcz – Włocławek – Poznań, 14-17 czerwca 2004, *Pneumatyka* nr 4, 2004.
- [8] Dindorf R.: Stanowisko do badania muskułów pneumatycznych typu MAS. *Pneumatyka*, nr 5, 2004.
- [9] Hesse S.: *Fluid Muscle in applications. Blue Digest on Automation.* Festo AG&Co.KG. Esslingen 2003.
- [10] Dale-Hampstead A.: *Der Pneumatische Muskel von Axel Thallemer. Moderne Klassiker.* Verlag form GmbH, Frankfurt am Main 2001.
- [11] Kawashima K. et al: Development of robot using pneumatic artificial rubber muscles to operate construction machinery. *Journal of Robotics and Mechatronics* No. 1, 2004.

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

LOTOS Oil

Partnerstwo w utrzymaniu ruchu

Rozmowa z Leszkiem Stokłosą, prezesem zarządu spółki LOTOS Oil, i Sławomirem Poszeleżnym, szefem Serwisu Olejowego

Firma LOTOS Oil nie tylko produkuje i sprzedaje olej, ale oferuje także bardziej złożone usługi.

Firma produkcyjna, jaką jest LOTOS Oil, aby sprostać wyzwaniom globalnej gospodarki, musi się rozwijać. Dziś nie wystarczy już sprzedawać. Coraz większego znaczenia nabierają usługi oferowane w pakiecie z produktem jako rodzaj premii. Pomimo rosnącego zainteresowania takimi usługami, na ich zaoferowanie mogą sobie pozwolić tylko najlepsi.

Jakie to są usługi?

Kilka miesięcy temu, po wszechstronnych analizach, podjęliśmy decyzję o zaoferowaniu naszym klientom profesjonalnej usługi Serwisu Olejowego. Wyszliśmy z założenia, że klient nie musi wiedzieć wszystkiego o olejach i ich stosowaniu. To rola i miejsce producenta. Chcemy służyć pełną wiedzą o produkcie i jego zastosowaniu, doradzać przy doborze i wykorzystaniu zamienników.

Czy w Polsce jest duże zapotrzebowanie na takie usługi?

W krajach wysoko rozwiniętych trudno dziś znaleźć firmę, która nie korzysta z możliwości tkwiących w serwisie olejowym. Z naszych obserwacji wynika, że również w Polsce zapotrzebowanie stale wzrasta. Z miesiąca na miesiąc przybywa firm, które zlecają spółce LOTOS Oil wykonywanie specjalistycznych usług w ramach takiego serwisu.

Jakie są główne zalety takiego podejścia?

Jest to bardzo użyteczne narzędzie dla naszych klientów i dla nas. Mamy możliwość badania na bieżąco stopnia zużycia maszyn, planowania ich remontów czy innych przerw technologicznych. To jest jak profilaktyka w medycynie. W konsekwencji zawsze tańsza niż leczenie. Dziś eksperci naszej spółki kontrolują pracę wielu maszyn w całym kraju i tym maszynom nie grożą niespodziewane przerwy w ruchu, spowodowane zaniedbaniem ich stanu technicznego.

Co obejmuje Serwis Olejowy?

Trzeba zaznaczyć, że Serwis Olejowy to nie tylko napełnianie maszyn, filtracja, dolewki, próbkowanie, analizy i odbiór olejów zużytych. Idea serwisu oznacza komplementarny system zaprojektowany tak, aby koszty oleju i koszty utrzymania ruchu w długim okresie były jak najniższe. Nasz Serwis Olejowy obejmuje:

DORADZTWO (konsulting) – jako producent jesteśmy gotowi służyć pełną wiedzą o produkcie i jego zastosowaniu, doradzać przy doborze i stosowaniu zamienników;

ORGANIZACJĘ DOSTAW zamówionych produktów z każdego magazynu produkcyjnego w dowolne miejsce na terenie kraju, zarówno w systemie dostaw pełnopojazdowych, jak i dostaw drobnicowych;

NAPEŁNIANIE MASZYN – w razie konieczności dostawę zrealizujemy za pomocą wyspecjalizowanej firmy, zapewniającej także poprawne przygotowanie maszyn do napełnienia i napełnienie spełniające wymogi utrzymania odpowiedniej klasy czystości;

ANALIZY OLEJOWE – wykorzystujemy najnowocześniejsze na Pomorzu laboratorium analityczne Grupy LOTOS, a także laboratorium analiz wibracyjnych o dużym doświadczeniu w diagnostyce wibracyjnej urządzeń. Oferujemy także takie przygotowanie programu analiz i zarządzania ich wynikami, aby możliwa była ocena stanu oleju oraz maszyny;

AUDYTY OLEJOWE pomagające ocenić stan procedur i gospodarki smarowniczej. Są podstawą do podjęcia działań wprowadzających kompleksową gospodarkę płynami w zakładzie, ukierunkowaną na obniżkę łącznych kosztów utrzymania ruchu i gospodarki smarowniczej;

SZKOLENIA – przeprowadzane u klienta w formie jedno- lub dwudniowych sesji wykładowych na temat techniki smarowania, środków smarowych, analiz olejowych, serwisu olejowego. Oferujemy także możliwość uczestnictwa w cyklicznie organizo-

wanych szkoleniach dla grupy różnych odbiorców;

ODBIÓR OLEJÓW PRZEPRAWANYCH – to niezmiernie ważny element serwisu olejowego. Zapewnia profesjonalny odbiór i neutralizację odpadów w sposób bezpieczny dla środowiska.

Dysponujemy specjalistycznymi samochodami, wyposażonymi w nowoczesne agregaty pompowo-filtrujące o różnej wydajności oraz narzędzia analityczne.

Jakiego rodzaju klienci są zainteresowani Waszą stałą opieką?

Trudno byłoby tu wymienić wszystkie zakłady korzystające z naszych ekspertyz. Zwłaszcza że systematycznie ich przybywa. W tej chwili usługi świadczone są między innymi na rzecz Grupy LOTOS i fabryk płyt wiórowych, zakładów oponiarskich, elektrociepłowni. Spółka LOTOS Oil nastawiona jest na długofalową i komplementarną obsługę, współpracę i doradztwo z wszystkimi klientami, którzy rozumieją, że ich urządzenia nie generują dodatkowych kosztów tylko wtedy, gdy działają sprawnie. Gdy zaczynają się psuć – koszty gwałtownie wzrastają.

Pracownicy naszego Serwisu Olejowego nie używają zwrotów „nie można, to się nie uda, tego problemu nie da się rozwiązać”. To doskonale przygotowani praktycy. Jesteśmy przekonani, że tylko w ten sposób możemy oferować wysokiej jakości produkty i usługi dostosowane do bardzo szybko zmieniających się potrzeb i oczekiwań naszych klientów.



Niskociśnieniowa sprężarka odśrodkowa o napędzie bezpośrednim Atlas Copco typu ZB

Poziom wydajności tradycyjnych sprężarek odśrodkowych wykorzystujących standardowe silniki indukcyjne jest ograniczany głównie przez straty mechaniczne powstające przy zmianie przełożenia na wyższe. W celu podwyższenia wydajności, logicznym krokiem – przy opracowywaniu sprężarek następnej generacji – jest wyeliminowanie z systemu napędowego skrzyni przekładniowej.

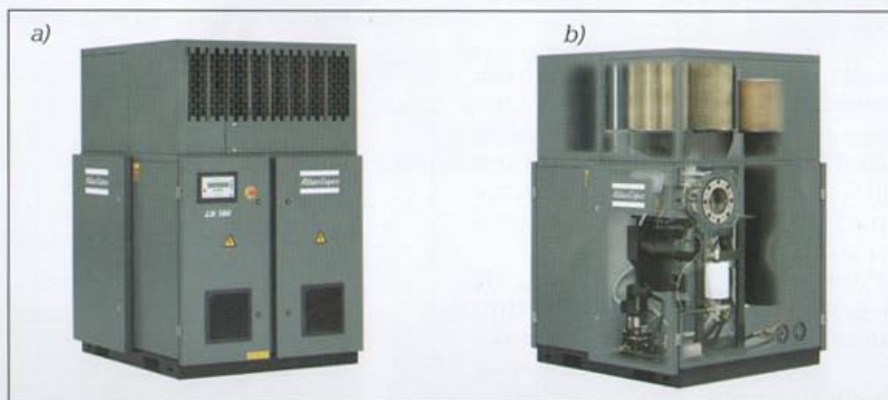
Jednostopniowa, niskociśnieniowa sprężarka odśrodkowa została stworzona dzięki wprowadzeniu technologii napędu bezpośredniego, wykorzystującej bardzo wydajny silnik magnetyczny, technologii łożysk magnetycznych. Wirnik sprężarki jest napędzany bezpośrednio przez wysokoobrotowy synchroniczny silnik magnetyczny (PMSM). Silnik magnetyczny (PMSM) jest sterowany przez szybkozmienny konwerter częstotliwości chłodzony wodą i jest wyposażony w łożyska magnetyczne w celu zagwarantowania bezkontaktowej pracy, podczas której nie występują tarcia i drgania.

Maszyna jest przeznaczona do pracy przy prędkości 45 000 obr./min, przy mocy na wale 175 kW (cykl 24/7, temperatura otoczenia 40°C, temperatura wody chłodzącej 38°C). Całkowita sprawność układu napędowego (stosunek mocy na wale do mocy wejściowej maszyny), biorąc pod uwagę wszystkie straty dodatkowe powstające przy chłodzeniu, wynosi 92,2%.

Sprężarka jest dostępna w czterech wersjach: ZB80, ZB100, ZB120, ZB160. Ciśnienie pracy zawiera się między 0,3 a 1,6 bara(e).

Przepływ powietrza/układ chłodzenia

Powietrze jest zasysane poprzez tłumik hałasu i filtry do wirnika sprężarki.



Fot. 1a) ZB 160, widok z przodu: wlot powietrza, szafki elektryczne, sterownik Elektronikon®;

b) ZB 160, widok z tyłu: moduł sprężarki/silnika, filtry wlotu powietrza, elementy pomocnicze

ki. Sprężone powietrze opuszcza element sprężający w kierunku instalacji użytkownika przez zawór zwrotny.

Sprężarka wyposażona jest w dwa oddzielne układy chłodzenia – wodny i powietrzny. Układ chłodzenia wodą odpowiedzialny jest za chłodzenie silnika elektromagnetycznego i konwertera częstotliwości, a układ powietrzny chłodzi łożyska elektromagnetyczne.

Moduł silnik/sprężarka

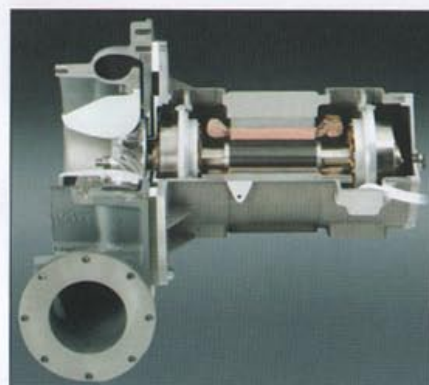
W związku z wyeliminowaniem skrzyni przekładniowej wirnik sprężarki został zamontowany bezpośrednio na wirniku silnika elektrycznego, a więc sprężarka i silnik elektromagnetyczny tworzą jeden zintegrowany moduł – sprężarka/silnik (fot. 2).

Silnik PMSM ma klasyczny dwubiegunowy, trójfazowy stojan i wirnik z zamontowanymi na jego powierzchni stałymi magnesami. Łożyska elektromagnetyczne (dwa łożyska promieniowe, jedno łożysko osiowe) są podzielone na dwa identyczne moduły łożyskowe, każdy złożony z łożyska promieniowego i połówki łożyska osiowego.

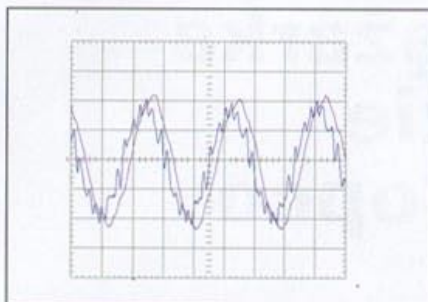
W celu uzyskania bardzo wysokiej wartości energii silnika straty na stojanie silnika są niwelowane przez bar-

dzo efektywne chłodzenie wodą. Jednakże są pewne źródła ciepła, których działania nie można zneutralizować poprzez chłodzenie wodą, np. straty mechaniczne powstające przy tarcu powietrza o powierzchnię wirnika, straty na łożyskach magnetycznych, ciepło procesu sprężania, które jest odprowadzane z wirnika sprężarki na wał silnika. Poza tym pewna ilość sprężonego powietrza jest rozpraszana również w samym silniku. Te straty niwelowane są przez dwie małe dmuchawy gazowe, które zasilane są filtrowanym powietrzem z układu wlotowego powietrza.

Straty w magnesach trwałych powodują dalszy gwałtowny wzrost tempe-



Fot. 2 Moduł sprężarka/silnik



Rys. 1 Kształt fali prądowej przed i po zastosowaniu filtra LC

ratury w wirniku ze względu na to, że ciepła z wirnika nie można łatwo odprowadzić. Dlatego kształt aktualnej fali dla uzwojenia stojana musi być bliski sinusoidy, po to, by ograniczyć straty harmoniczne w magnesach trwałych.

Sinusoidalny kształt fali osiąga się poprzez zastosowanie filtra LC (filtr sinusowy). Dla części C filtra stosowane są standardowe kondensatory prądu zmiennego. Część L jednakże jest częścią robioną na zamówienie. Ze względu na duże częstotliwości przełączeniowe, rdzeń nie może być standardowej struktury warstwowej, ale musi być wykonany z metali spiekanych. Wykres (rys. 1) pokazuje efektywność filtra sinusowego. Przedstawiony jest kształt fali prądowej z konwertera w porównaniu z kształtem fali prądowej przy wejściu do silnika.

Szafy elektryczne i kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

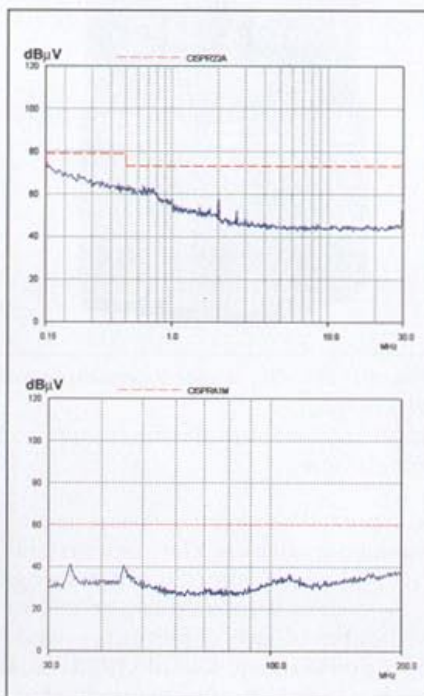
Ze względu na wysoką częstotliwość przełączeniową IGBT, specjalną uwagę w fazie opracowywania zwracano na zgodność z normami EMC, normą EN50081-2 (1993, EMC – emisja) i EN50082-2 (1995, EMC – odporność).

Osprzęt elektryczny został rozdzielony między dwie szafy elektryczne: sterowniczą, stanowiącą część „czystą”, i zasilania, która z punktu widzenia EMC jest częścią „brudną”.

W szafie sterowniczej wszystkie funkcje sterownicze są ze sobą połączone: sterownik całego układu (Atlas Copco Elektronikon), umieszczony na zewnątrz panel sterowania konwertera częstotliwości, sterownik łożysk magnetycznych, jak również przełączniki, przekaźniki, bezpieczniki itp. Szafa zasilania obejmuje elementy napędu: filtr RFI, cewkę dławikową prądu zmiennego, chłodzony wodą konwerter częstotliwości, kondensa-

tory filtra C i filtr L. Filtr RFI umieszczony jest między dwoma szafami, tworząc wejście kabla do cewki dławikowej. Filtr RFI jest doskonale uziemiony. Poza nim nie ma żadnych dużych otworów z szafy elektrycznej na zewnątrz. Kable elektryczne prowadzone do silnika są ekranowane.

Pomiary EMC dotyczące emisji promieniowanej i przewodzonej przynoszą znakomite rezultaty. Rys. 2 pokazuje wyniki przeprowadzonych po-



Rys. 2 a) Emisja promieniowana; b) emisja przewodzona

miarów dotyczących emisji przewodzonej i promieniowanej wraz z poziomem dopuszczalnym, oznaczonym linią przerywaną.

Zabezpieczenie maszyny

Zespół jest sterowany, monitorowany i zabezpieczany przez ogólny sterownik Atlas Copco Elektronikon. Zapewnia działanie alarmów i wyłączników samoczynnych w funkcji odczytów temperatury, ciśnienia i stanów komunikowanych przez konwerter częstotliwości i sterownik łożysk magnetycznych.

W celu przerwania zasilania głównego, w czasie gdy silnik pracuje przy wysokiej prędkości obrotowej, wymagany jest bufor energetyczny pozwalający na bezpieczne zmniejszenie prędkości wirnika.

Układ nieprzerwanego zasilania energetycznego (UPS) byłby zbyt

dużym wydatkiem i wymagałby nieco miejsca dla dodatkowych elementów. Zamiast tego stosowany jest szerokokresowy wejściowy konwerter (WIR) DC/DC. WIR przetwarza prąd o napięciach od 60 V_{DC} do 800 V_{DC} w wymagany do zasilania sterownika łożysk prąd 120 V_{DC}.

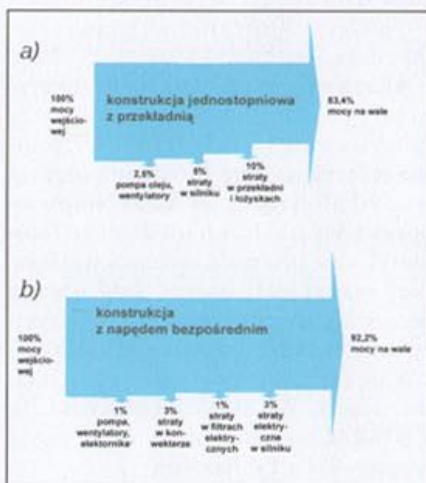
Energia zgromadzona w szynie zbiorczej prądu stałego DC konwertera częstotliwości może być wykorzystana do zapewnienia zasilania, które jest niezbędne, by podtrzymać silnik, dopóki nie osiągnie stosunkowo niskiej prędkości obrotowej, aby przejść na łożyska pomocnicze.

Jednakże istnieje teoretyczna możliwość, że sterownik łożysk jest uszkodzony. W takich przypadkach łożyska pomocnicze muszą zabezpieczać maszynę przed uszkodzeniem. Są one tak zwymiarowane, by zabezpieczyć wirnik w przypadku pewnej liczby nieprzewidywalnych awarii, takich jak np. całkowita utrata sterowania lub zasilania sterownika łożysk podczas pracy przy maksymalnej prędkości obrotowej.

Wydajność

W celu porównania zalet technologii napędu bezpośredniego w stosunku do konwencjonalnej technologii napędu poprzez skrzynię przekładniową turbosprężarki należy wziąć pod uwagę straty dodatkowe układu napędowego.

Wydajność silnika wysokoobrotowego musi być wyjątkowo wysoka (97,5%). W przeciwnym razie nie moż-



Rys. 3 a) Wykres Sankeya dla konwencjonalnego jednostopniowego napędu turbosprężarki; b) wykres Sankeya dla jednostopniowego napędu o wysokiej efektywności dla turbosprężarki

na byliby zapewnić tak zwartej konstrukcji silnika, która jest konieczna
258 07 78, kom. 693 724 769

- Dodatkowe oszczędności energii osiągane dzięki napędowi o zmiennej prędkości obrotowej

dzo mały, dzięki magnetycznymłożyskom

e ISO
ory rozdzielające ZE-ISO-G³/₈

UNE PNEUMATYKI "PREMA" S.A. w KIELCACH

-101 Kielce
(041) 361 91 08
60

www.prema.pl



TEL./FAKS (+48 32) 361 95 24
katowice@prema.pl

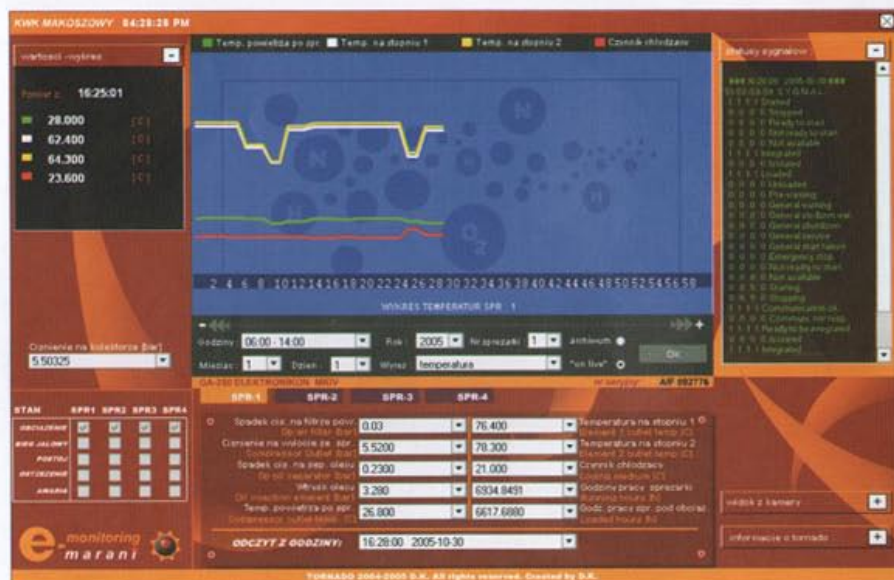
NOWOŚĆ!!!
Siłowniki pneumatyczne z tuleją kształtową, zawieszane

CENTRUM PRODUKCJI
ul. Wapiennikowa 90 20-060 Katowice
tel. (041) 361 95 24, faks (041) 361 95 25
Marketing: (041) 362 20 00
prema@prema.pl

Tornado – platforma serwisowa

W krajach wysoko rozwiniętych outsourcing procesów przemysłowych jest dalece zaawansowaną gałęzią usług. W Polsce temat ten należy wciąż do kwestii nowych, ale dzięki takim firmom jak Marani coraz więcej przedsiębiorstw może przekonać się o jego zaletach.

Na zasadach outsourcingu Marani przejmuje i prowadzi stacje sprężarek w dużych przedsiębiorstwach przemysłowych. Wypracowany przez lata model biznesowy to wyjątkowy sposób łączenia umiejętności developmentu projektów inżynierskich z wiedzą potrzebną do ich sfinansowania, budowy i działalności operacyjnej. W outsourcingu kluczowymi wartościami dla klienta są: niezawodność dostaw sprężonego powietrza, utrzymywanie gwarantowanych parametrów i stałość niskiej ceny przez wiele lat. Zapewnienie klientowi tych wartości wymaga od firmy outsourcingowej posiadania kluczowych kompetencji (core competences of the corporation), definiowanych jako cały zestaw umiejętności i technologii specyficznych dla każdej firmy, wnoszący kluczowy wkład w wartość postrzeganą przez klienta. W Marani budowę kluczowych kompetencji oparto o system Zarządzania Ciągłością Działania (Business Continuity Management – BCM), czyli podejście do prowadzenia działalności operacyjnej w sposób pozwalający na utrzymanie określonego poziomu dostaw sprężonego powietrza w przypadku wystąpienia jakiegokolwiek zakłócenia w funkcjonowaniu procesów. Na BCM w Marani składa się system jakości ISO 9001, wdrożony system zarządzania gospodarką remontową i utrzymaniem ruchu klasy CMMS (MP2 – Datastream Systems) oraz platforma serwisowa „Tornado” – opracowana i wdrożona siłami własnymi Marani.



Rys. 1 Główne okno systemu Tornado

Czym jest Tornado?

System Tornado to rozwiązanie umożliwiające monitoring, wizualizację i sterowanie pracą sprężarek poprzez Internet. Rozwiązanie bazuje na idei portalu internetowego, natomiast sam portal jest rodzajem platformy serwisowej, tzw. centrum dyspozytorskim, pozwalającym zdalnie nadzorować parametry poszczególnych stacji sprężarek, kontrole stanów krytycznych, zmianę parametrów pracy sprężarek zgodnie z życzeniem klienta. Na etapie projektowym przyjęto założenia, które miały odróżnić system od innych podobnych rozwiązań. Jednym z założeń była możliwość kontroli pracy sprężarki z dowolnej lokalizacji za pośrednictwem komputera podłączonego do sieci globalnej, bez konieczności instalacji specjalistycznego oprogramowania. W rezultacie system wymaga jedynie od klienta posiadania standardowej przeglądarki internetowej.

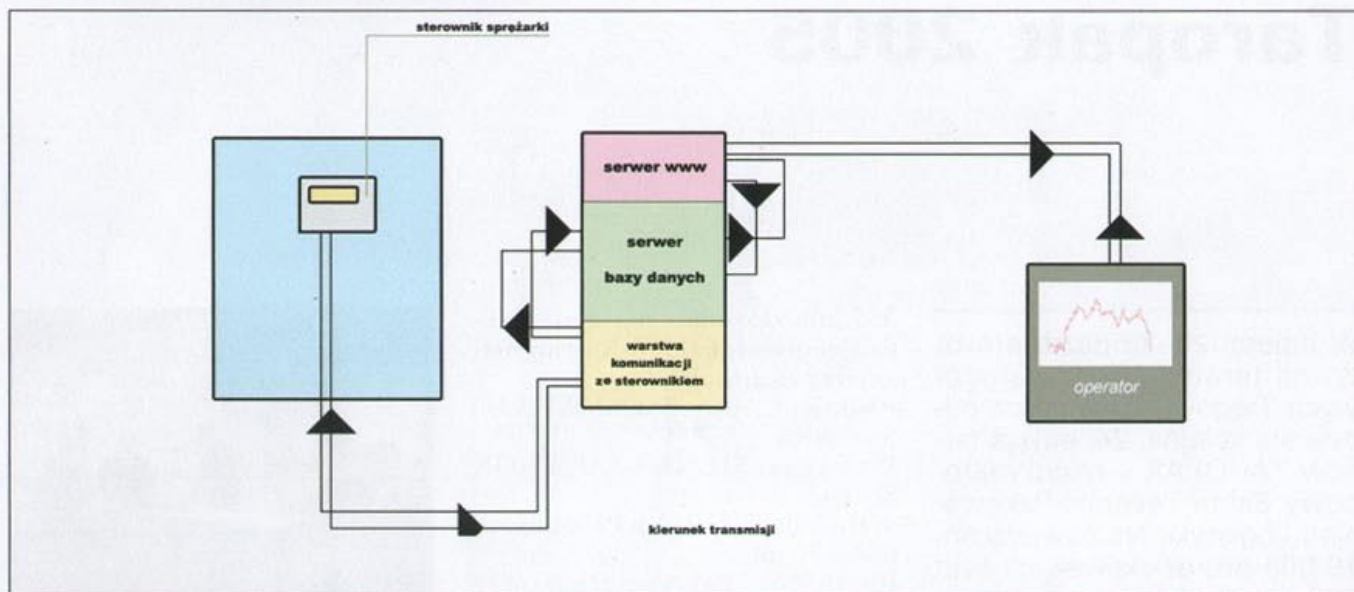
Tornado technicznie

Rozwiązanie bazuje na architekturze klient-serwer. Z jednej strony klient

- przeglądarka internetowa, z drugiej serwer www z zainstalowanym oprogramowaniem. Całość „po stronie” serwera została oparta o platformę systemową Linux. Zalety takiego rozwiązania to niewątpliwie niskie koszty, bezpieczeństwo oraz niezawodność. W rozwiązaniu postawiono duży nacisk na bezpieczeństwo wymiany informacji, dlatego platforma posiada szereg zabezpieczeń. Oto niektóre z nich:

- transmisja pomiędzy klientem a serwerem jest szyfrowana protokołem SSL (Secure Sockets Layer)
- autoryzacja na poziomie serwera www
- autoryzacja na poziomie aplikacji
- w przypadku modułu sterowania do każdej zmiany ustawień parametru obiektu wymagane jest jednorazowe hasło /przy każdej zmianie parametru nowe unikalne hasło/.

Aplikacja została napisana w języku C. Wykorzystano również języki skryptowe Perl oraz PHP, natomiast nakładkę, czyli moduł wizualizacyjny (to, co operator widzi na ekranie), napisano w ActionScript. Rozwiązanie aktualnie współpracuje z bazą danych MySQL, jednak ze względu na fakt, iż



Rys. 2 Zasada działania systemu Tornado

zastosowano rozwiązania o otwartych źródłach, istnieje możliwość dostosowania rozwiązania potrzeb innych baz danych, np. PostgreSQL. Rozwiązanie dedykowane jest aktualnie dla sterowników ES 100 oraz ES1000 firmy AtlasCopco, jednak istnieje możliwość dopasowania aplikacji do współpracy z dowolną sprężarką wyposażoną w sterownik z zaimplementowanym jednym z popularnych protokołów transmisji. System gromadzi dane z procesu, pozyskując je co określony interwał czasu w bazie danych. Za pobranie danych procesowych, w zależności od zastosowanego rozwiązania, odpowiada oprogramowanie odpowiedzialne za komunikację ze sterownikiem sprężarki. W przypadku sterownika ES 100 transmisja odbywa się przy udziale protokołu MODBUS. Program po odpytaniu sterownika przekazuje pozyskane dane do bazy danych. W przypadku sterownika ES 1000 komunikacja odbywa się poprzez protokół TCP/IP. Oprogramowanie jednocześnie kontroluje, czy nie pojawiło się zgłoszenie zmiany ustawień parametrów sprężarki. W przypadku nadejścia zgłoszenia zmiany parametru program sprawdza poprawność hasła wysłanego od operatora, odpytując bazę danych, a następnie po weryfikacji wykonuje zadaną czynność lub nie. Operator na ekranie monitora widzi aktualne informacje płynące ze sprężarek wprost z bazy danych, ma także możliwość „oglądania” obiektów bezpośrednio z kamery (screenshots). Idee działania systemu pokazano na rys. 2.

Możliwości...

To, jak wiele można zobaczyć w Tornado, zależy w głównym stopniu od ilości danych, jakie można wyciągnąć ze sterownika kontrolującego pracę sprężarki:

- odczyt „online” danych procesowych, takich jak: temperatury, ciśnienia, stany pracy w postaci liczbowej, wykresy
- odczyt „offline” danych procesowych (przeglądanie danych archiwalnych)
- podgląd z kamery (zrzuty obrazu z kamery co 20 sekund)
- sterowanie, zmiana pracy sprężarek, ustawianie wartości poszczególnych parametrów
- ostrzeżenia o nieprawidłowej pracy sprężarki, możliwości wystąpienia awarii itd.

... i korzyści

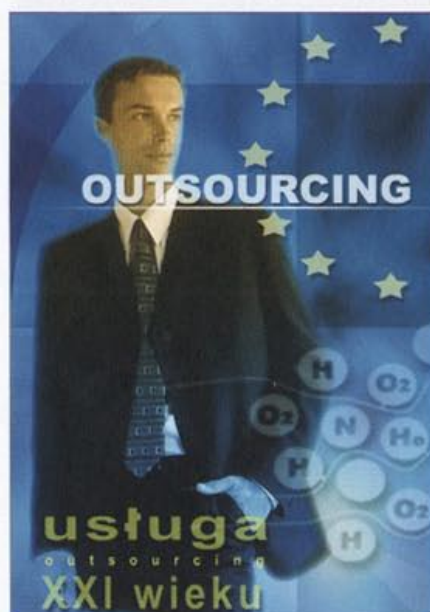
Platforma serwisowa Tornado jest dla klienta i Marani:

- podstawowym narzędziem zarządzania ryzykiem w działalności operacyjnej, pozwalającym zminimalizować prawdopodobieństwo zakłócenia procesu dostaw sprężonego powietrza w wielu sprężarkowniach, rozproszonych w różnych częściach Polski,
- gwarantem utrzymywania uzgodnionego poziomu dostaw usług (Service Level Management),
- narzędziem do optymalnego zarządzania posiadanymi zasobami Marani i klienta oraz rozwojem potrzeb

klienta (Asset and Capacity Management),

- źródłem informacji przy zarządzaniu kosztami (Cost Management), w tym głównie optymalizacji ponoszonych kosztów dostaw sprężonego powietrza w stosunku do otrzymywanych, spodziewanych korzyści w outsourcingu.

Artykuł promocyjny
Daniel Kotarski
Marani Sp. z o.o.



Taropak 2005

W dniach 20–23 października br. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich odbyła się kolejna, 24. edycja targów TAROPAK – Międzynarodowy Salon Techniki Pakowania i Logistyki. Na powierzchni 18 000 m² rozlokowanych było 709 wystawców reprezentujących takie kraje, jak: Austria, Belgia, Białoruś, Chiny, Czechy, Dania, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Indie, Izrael, Litwa, Łotwa, Niemcy, Portugalia, Rosja, Słowacja, Słowenia, Szwajcaria, Szwecja, Tajwan, Turcja, Ukraina, Węgry, Wielka Brytania, Włochy.

Wśród wystawców najliczniejszą grupę (300 wystawców) stanowiły przedsiębiorstwa produkujące maszyny i urządzenia pakujące i do produkcji opakowań. Grupa producentów opakowań liczyła 230 wystawców. Prezentowano przede wszystkim opakowania z tworzyw sztucznych i szkła. Nieco mniej było opakowań z kartonu i papieru. 61 firm reprezentowało branżę logistyczną, a 40 branżę poligraficzną związaną z opakowaniami: maszyny do etykietowania i znakowania towarów, drukarnie i firmy świadczące usługi poligraficzne.

Tematykę targów przybliżą nazwy wyrobów odznaczonych Złotym Medalem MTP:

1. Maszyna drukująco-etykietująca Logomatic 920 II PFRK/804/160 RFID

Producent: LOGOPAK SYSTEME, Niemcy

Wystawca: PPH EWA-BIS Sp. z o.o., Warszawa

2. Przenośna bezkontaktowa drukarka atramentowa EBS 250 HANDJET

Producent: EBSINKJET SYSTEMS POLAND Sp. z o.o., Wrocław

Wystawca: Przedsiębiorstwo MULTI Sp. z o.o., Opole

3. Linia złożona z maszyny naliczająco-ważącej ZWA oraz maszyny pakującej W22

Producent: ABG – PACKMAT A.G., Szwajcaria

Wystawca: SILNY I SALAMON Sp. z o.o., Gdynia

4. Pudełko NIVEA z PP o pojemności 50 ml

Producent: Fabryka Opakowań Kosmetycznych POLLENA S.A., Łaskarzew

5. Pudełko SuperSeal 7200

Producent: SUPERFOS Tenhult AB, Szwecja

Wystawca: SUPERFOS WŁOCLAWEK Sp. z o.o., Włocławek

6. Składany kontener do surowców płynnych „COMBOLIFE 285 BD”

Producent: SCHOELLER ARCA SYSTEMS GmbH, Niemcy

Wystawca: SCHOELLER ARCA SYSTEMS Sp. z o.o., Bytom

7. Torebka stojąca

Producent: REUTHER POLSKA Sp. z o.o., Toruń

8. Wózek widłowy typu Reach – truck R14X – seria X

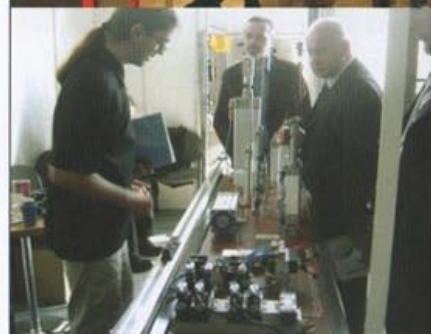
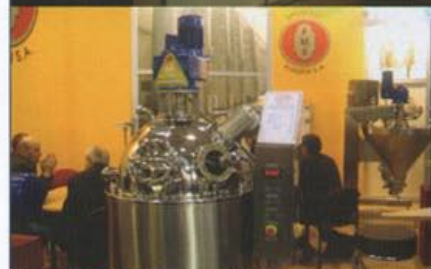
Producent: Linde Material Handling, Wlk. Brytania

Wystawca: Linde Material Handling Polska Sp. z o.o., Warszawa

W dziedzinie opakowań i pakowania sprężone powietrze jest bardzo powszechnie używane, na przykład przy produkcji opakowań szklanych i z tworzyw sztucznych, w zautomatyzowanych liniach pakujących itp. Nic dziwnego, że targi te cieszą się zainteresowaniem firm z naszej branży.

Wśród wystawców wypatrzyliśmy firmy znane z łamów „Pneumatyki”, jak np.: BIBUSMENOS, IOW Trade, CPP PREMA, BOSCH REXROTH, KAESERKOMPRESSOREN, ZORIN METALWORK, NIVELCO, BOVIN, PNEUMAT SYSTEM, SPOMAX, domnick hunter.

Jak na innych targach, tak i tu zauważalna była pozytywna tendencja wzrostu zainteresowania targami w ogóle. Wrażenie to wynikało między innymi stąd, że Targi Taropak odbywały się jak zwykle jednocześnie z Mię-



dzynarodowymi Targami Przemysłu Spożywczego POLAGRA FOOD. Oczywiście przemysł spożywczy jest jednym z największych odbiorców wszelkiego rodzaju opakowań. Obie te imprezy zajmowały wszystkie pawilony Międzynarodowych Targów Poznańskich, a publiczność dopisała jak za „dawnych dobrych czasów”. Tłumy zwiedzających zwały zapewne liczne prezentacje i degustacje żywności i napojów. W końcu jeść musi każdy.



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

rzyszow@prema.pl

KATOWICE:

ul. PORCELANOWA 10 (KOMPLEKS ATAL)

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

W celu porównania zalet technologii napędu bezpośredniego w stosunku do konwencjonalnej technologii napędu poprzez skrzynię przekładniową turbosprężarki należy wziąć pod uwagę straty dodatkowe układu napędowego.

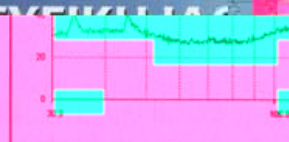
Wydajność silnika wysokoobrotowego musi być wyjątkowo wysoka (97,5%). W przeciwnym razie nie moż-

wiony jest kształt fali prądowej z konwertera w porównaniu z kształtem fali prądowej przy wejściu do silnika.

**Szafy elektryczne
i kompatybilność
elektromagnetyczna (EMC)**

Ze względu na wysoką częstotliwość przełączeniową IGBT, specjalną uwagę w fazie opracowywania zwracano na zgodność z normami EMC, normą EN50081-2 (1993, EMC - emisja) i EN50082-2 (1995, EMC - odporność).

Osprzęt elektryczny został rozdzielony między dwie szafy elektryczne: sterowniczą, stanowiącą część „czystą”, i zasilania, która z punktu wi-

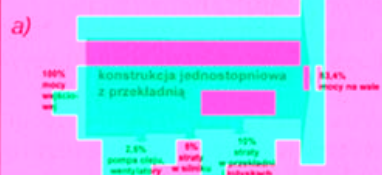


Rys. 2 a) Emisja promieniowania przewodzonego

miarów dotyczących emisji promieniowania i promieniowania zmiennym dopuszczalnym linia przerywana.

Zabezpieczenie m

Zespół jest sterowany, m i zabezpieczany przez og nik Atlas Copco Elektr pewnia działanie alarmó



Wybrane zastosowania w odlewnictwie szybkobieżnego napędu pneumatycznego z samoczynnym zaworem impulsowym

J. Barycki, T. Mikulczyński,
D. Nowak, J. Nowicki

Zaprezentowano nowy szybkobieżny napęd pneumatyczny, charakteryzujący się bardzo dużą dynamiką pracy. Na podstawie wyników badań symulacyjnych i eksperymentalnych stwierdzono, że pozwala on na uzyskiwanie prędkości ruchu tłoka rzędu 15 m/s. Opisano wybrane zastosowania szybkobieżnego napędu pneumatycznego w odlewnictwie.

Napęd szybkobieżny został zastosowany w konstrukcji nowej głowicy do dynamicznego prasowania mas formierskich. Stwierdzono na podstawie wyników badań eksperymentalnych, że prasowanie mas formierskich z użyciem szybkobieżnego napędu pneumatycznego charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką. Szybkobieżny napęd pneumatyczny znalazł także zastosowanie do impulsowego pomiaru wilgotności mas formierskich. Do zalet impulsowej metody pomiaru wilgotności mas formierskich należy zaliczyć: krótki czas pomiaru (ok. 5 s), dużą dokładność pomiaru ($\pm 0,2\%$ H_2O) oraz mały wpływ składu masy formierskiej na dokładność pomiaru wilgotności.

W Laboratorium Podstaw Automatyzacji Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej opracowano typoszereg nowych szybkobieżnych napędów pneumatycznych (SNP) z samoczynnym zaworem impulsowym (SZI), charakteryzujących się bardzo dużą dynamiką wewnętrzną [1,2]. Opracowany napęd umożliwia uzyskiwanie prędkości ruchu tłoka rzędu kilkudziesięciu m/s.

SNP z SZI są produkowane przez OBREiUP w Kielcach. OBR produkuje następujące SNP z SZI:

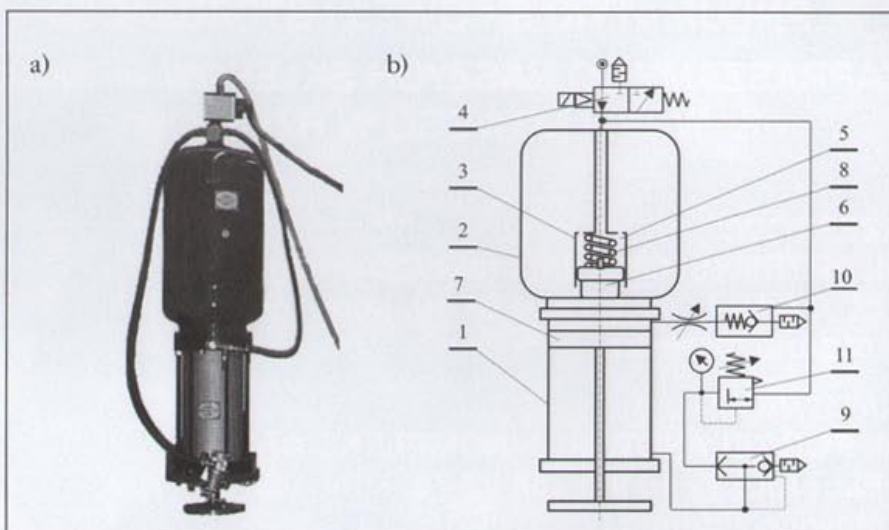
- D125 – S=50-800 mm,
- D160 – S=50-800 mm,
- D200 – S=50-800 mm.

W dalszej części pracy zaprezentowano SNP oraz jego wybrane zastosowania w odlewnictwie.

Szybkobieżny napęd pneumatyczny

SNP z SZI (rys. 1) jest zbudowany z typowego siłownika pneumatycznego oraz zbiornika akumulacyjnego wyposażonego w samoczynny, pneumatyczny zawór impulsowy. Zawór SZI, który charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką wewnętrzną, umożli-

ry (5) ZI (3) z atmosferą i tym samym odejście jego tłoka (6) z pozycji wyjściowej. W tym momencie następuje gwałtowny wzrost siły na tłoku (6) i niemal natychmiastowe otwarcie otworu wylotowego zbiornika akumulacyjnego (2). Efektem bardzo szybkiego otwarcia wylotu zbiornika akumulacyjnego (2) jest gwałtowny wzrost siły na tłoku (7) SNP (1), co powoduje znaczne jego przyspieszenie i w rezultacie uzyskanie przez tłok bardzo dużej prędkości ruchu. Podczas ruchu roboczego siłownika szybkobieżnego jego komora powrotna jest połączona z atmosferą za pomocą zaworu szybkiego spustu (9).



Rys. 1 Szybkobieżny napęd pneumatyczny z samoczynnym zaworem impulsowym: widok ogólny (a), schemat (b)

wia otwarcie, w bardzo krótkim czasie rzędu kilku ms, wylotu zbiornika akumulacyjnego i nadanie bardzo dużej wartości przyspieszenia tłoka rzędu kilkuset m/s^2 .

Zainicjowanie ruchu roboczego SNP wymaga przesterowania zaworu rozdzielającego (4). Zmiana jego położenia powoduje połączenie komo-

Ruch powrotny SNP następuje po ustaniu impulsu sterującego. Jego zanik powoduje samoczynne zamknięcie zaworu impulsowego w wyniku oddziaływania sprężyny (8) na tłok (6). W efekcie tłok (6) wraca do pozycji wyjściowej i zamyka otwór wylotowy zbiornika akumulacyjnego (2). Po zamknięciu wylotu zbiornika akumula-

cyjnego następuje odpowietrzenie komory roboczej SNP za pomocą zaworu zwrotnego sterowanego (10). W tym czasie przesterowanie zaworu (9) umożliwia wycofanie tłoka (7) do pozycji wyjściowej, dzięki doprowadzeniu sprężonego powietrza do komory powrotnej SNP, za pośrednictwem reduktora (11). Po dopełnieniu sprężonym powietrzem zbiornika akumulacyjnego (2) do zadanej wartości ciśnienia jest możliwe wykonanie kolejnego cyklu pracy SNP.

Model matematyczny dynamiki SNP

Przyjmując następujące założenia upraszczające: powietrze jest gazem doskonałym, procesy termodynamiczne mają charakter quasi-statyczny, temperatura powietrza jest stała, nie ma wymiany ciepła między powietrzem w komorach SNP i otoczeniem, opory tarcia w uszczelnieniach są pomijalnie małe, dynamikę SNP można opisać poniższym układem równań różniczkowych:

$$m_1 \frac{d^2 x}{dt^2} = (p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2) + m_1 \cdot g \quad (1)$$

$$m_2 \frac{d^2 y}{dt^2} = F_3 (p_0 - p_3) - c(y + y_0) - m_2 \cdot g \quad (2)$$

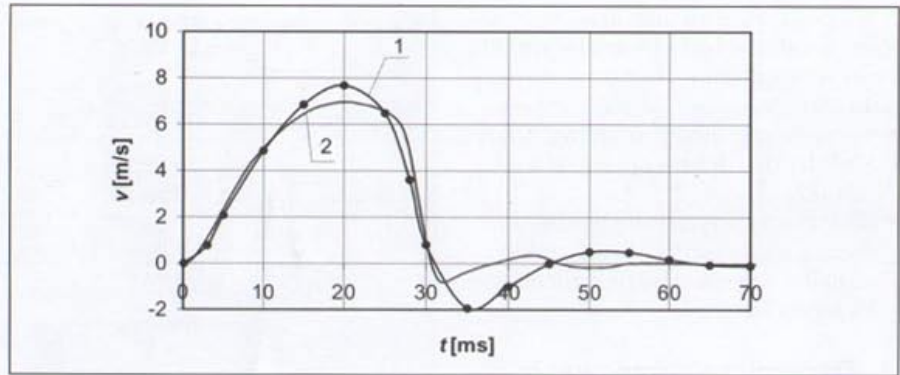
$$\frac{dp_0}{dt} = \frac{\kappa \cdot G_0 \cdot R \cdot T_0}{V_0} \quad (3)$$

$$\frac{dp_1}{dt} = \frac{\kappa}{x} \left(\frac{G_0 \cdot R \cdot T_0}{F_1} - p_1 \frac{dx}{dt} \right) \quad (4)$$

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{\kappa}{s-x} \left(p_2 \frac{dx}{dt} - \frac{G_2 \cdot R \cdot T_2}{F_2} \right) \quad (5)$$

$$\frac{dp_3}{dt} = \frac{\kappa}{s_y - y} \left(p_3 \frac{dy}{dt} - \frac{G_3 \cdot R \cdot T_3}{F_3} \right) \quad (6)$$

w którym: m_1 – masa elementów ruchomych siłownika szybkobieżnego, m_2 – masa elementów ruchomych zaworu impulsowego, x – współrzędna położenia tłoka siłownika szybkobieżnego, y – współrzędna położenia tłoka zaworu impulsowego, y_0 – ugięcie wstępne (montażowe) sprężyny, c –



Rys. 2 Zależności prędkości ruchu tłoka SNP w funkcji czasu wyznaczone na podstawie badań symulacyjnych (1) i eksperymentalnych (2)

stała sprężyny, p_0, p_1, p_2, p_3 – ciśnienie absolutne odpowiednio w komorach: zbiornika akumulacyjnego, roboczej i powrotnej cylindra siłownika szybkobieżnego oraz powrotnej zaworu impulsowego, F_1, F_2 – przekroje tłoka po stronie roboczej (czynnej) i powrotnej (biernej) siłownika szybkobieżnego, F_3 – przekrój tłoka zaworu impulsowego, g – przyspieszenie ziemskie, S – skok siłownika szybkobieżnego, S_z – skok zaworu impulsowego, k – wykładnik adiabaty, G_i – natężenie wypływu powietrza z i-tej komory, R – stała gazowa powietrza, T_i – temperatura powietrza zawartego w danej komorze.

Równania opisują:

• równania (1) i (2) są równaniami ruchu odpowiednio elementów ruchomych (tłoka, tłoczydła i płyty

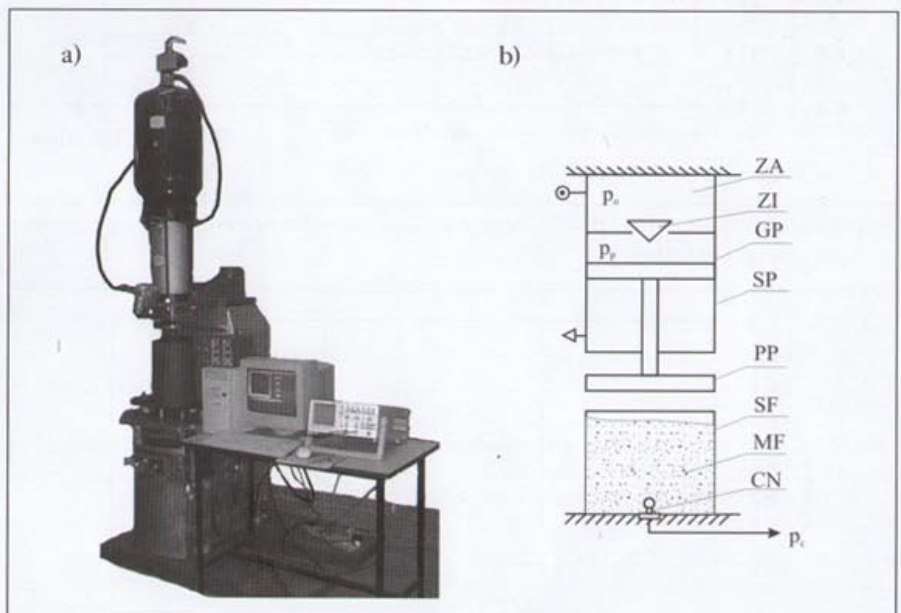
prasującej) siłownika szybko-bieżnego oraz tłoka zaworu impulsowego,

• równania (3) – (6) stanowią modele przemiany gazowej odpowiednio w komorach: zbiornika akumulacyjnego, roboczej i powrotnej siłownika szybkobieżnego oraz roboczej zaworu impulsowego.

Badania osiągow SNP

Badania symulacyjne modelu dynamiki SNP, pozwalające na ocenę jego osiągow, zrealizowano w środowisku Matlab-Simulink.

Na rys. 2 przedstawiono zależności prędkości $v=f(t)$ ruchu tłoka SNP D200x300 mm w funkcji czasu, wyznaczone na podstawie badań symulacyjnych i eksperymentalnych.



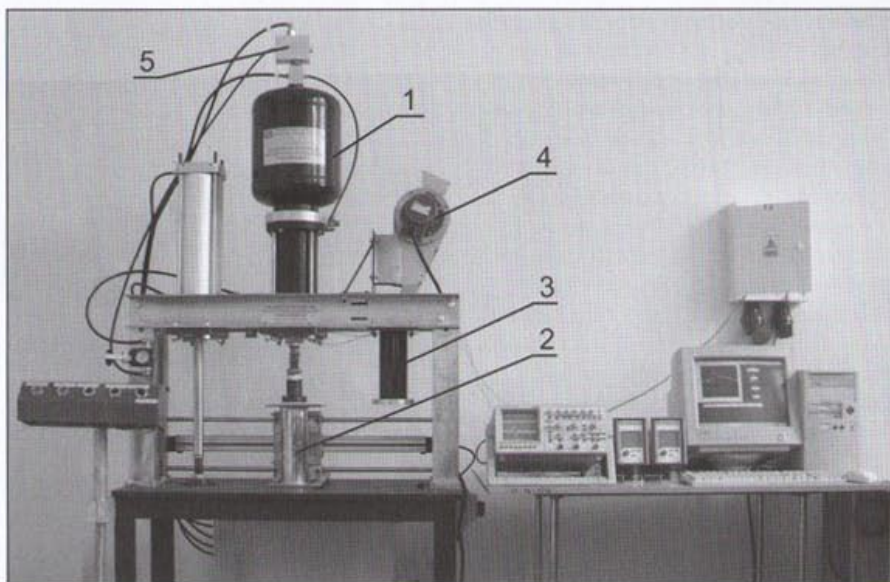
Rys. 3 Stanowisko do dynamicznego prasowania mas formierskich: widok ogólny (a), schemat (b): głowica prasująca GP, zbiornik akumulacyjny ZA, siłownik pneumatyczny SP D200x300 mm, zawór impulsowy ZI, płyta prasująca PP, skrzynka formierska MF, czujnik nacisku całkowitego CN w masie formierskiej, p_0 – ciśnienie początkowe w ZA, p_1 – ciśnienie w komorze powrotnej SP, p_c – nacisk całkowity w masie formierskiej.

Na podstawie analizy przedstawionych wyników badań symulacyjnych i eksperymentalnych można stwierdzić, że:

- opracowany model matematyczny SNP bardzo dobrze opisuje jego dynamikę,
- SNP charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką, świadczy o tym uzyskiwana maks. wartość prędkości ruchu tłoka rzędu 15 m/s.

Dynamiczne prasowanie mas formierskich

Stanowisko do dynamicznego prasowania mas formierskich przedstawiono na rys. 3. Głównymi podzespołami stanowiska są: formierka FKT 65, głowica dynamicznie prasująca z SNP D200x300 oraz zestaw skrzynek formierskich i ramka nadmiarowa. Stanowisko do dynamicznego prasowania mas formierskich jest wyposażone w tor pomiarowy do pomiaru nacisków



Rys. 5 Urządzenie do pomiaru wilgotności mas formierskich metodą impulsową

w zagęszczonej masie formierskiej, który stanowią czujnik ciśnienia typu 601Hz adaptorem cieczowym, wzmac-

niacz ładunku 5001 oraz komputer PC z kartą pomiarową typ TAD05.

- Na rys. 4 zamieszczono zależności:
- zmian ciśnienia prasownia p_p w komorze roboczej SP w funkcji czasu trwania procesu prasowania,
 - zmian nacisków całkowitych p_c w masie formierskiej w funkcji czasu trwania procesu prasowania.

Z zależności pokazanych na rys. 4 można wyznaczyć wartość wytrzymałości masy formierskiej, jaką uzyskuje ona w wyniku dynamicznego prasowania. Wyraża ją wzór

$$R_c = p_u - p_c \quad (7)$$

gdzie:

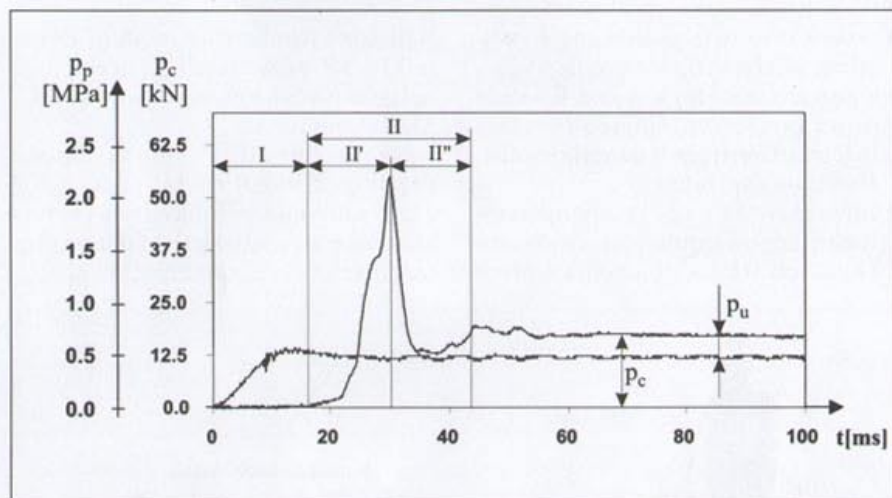
R_c – wytrzymałość masy na ściskanie,
 p_u – nacisk w masie spowodowany jej zagęszczeniem.

Na podstawie analizy mechanizmu dynamicznego prasowania masy formierskiej można stwierdzić, że podstawowym czynnikiem, poza własnościami reologicznymi masy, decydującym o efektach dynamicznego prasowania, jest dynamika głowicy prasującej.

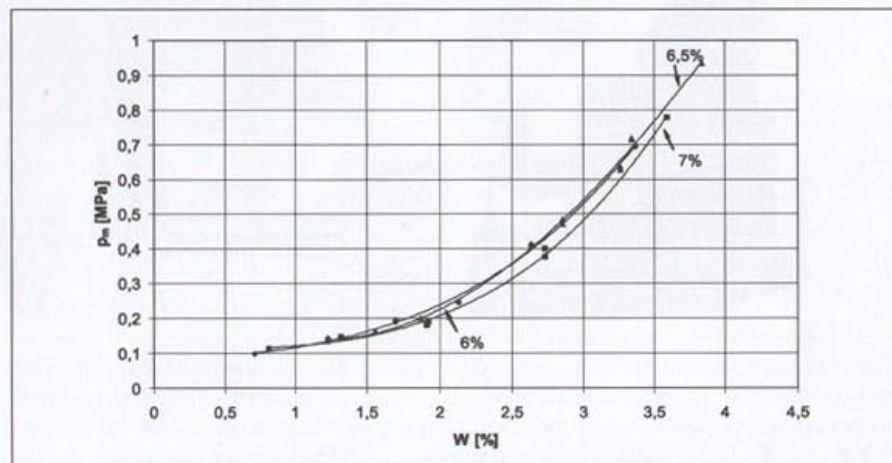
Metoda impulsowa pomiaru wilgotności mas formierskich

Na rys. 5 pokazano widok ogólny urządzenia do pomiaru wilgotności mas formierskich metodą impulsową. Urządzenie jest zbudowane z następujących podzespołów: głowicy dynamicznie prasującej (1), tulei pomiarowej (2), tulei nadmiarowej (3), spulchniarki (4), napędów pneumatycznych S1, S2 i S3, zaworu rozdzielającego (5).

Urządzenie zostało wyposażone w tor pomiarowy przeznaczony do po-



Rys. 4 Zależności $p_p = f(t)$ i $p_c = f(t)$ zarejestrowane podczas dynamicznego prasowania masy formierskiej



Rys. 6 Zależności $p_m = f(W)$ dla masy formierskiej z różną zawartością bentonitu Specjal z Żębca

miarów: ciśnienia w komorze powrotnej SNP oraz przyspieszenia stopki prasującej próbkę badanej masy formierskiej.

Do oceny wilgotności jest wykorzystywana zależność $p_m = f(W)$, reprezentująca maksymalną wartość ciśnienia w komorze powrotnej SP głowicy prasującej, uzyskiwana podczas prasowania próbki badanej masy formierskiej, w funkcji wilgotności masy.

Na rys. 6 zamieszczono zależności $p_m = f(W)$ dla masy formierskiej używanej w odlewni DFM ZANAM-LEG-MET w Legnicy.

Pokazane zależności są krzywymi korelacji dla masy formierskiej różniącej się zawartością bentonitu Specjal z Żębca, w zakresie 6,0–7,0%.

Na podstawie analizy zależności $p_m = f(W)$, pokazanych na rys. 6, można stwierdzić, że metoda impulsowa wykazuje małą wrażliwość na zmiany zawartości bentonitu, co stanowi jej istotną zaletę. Świadczy o tym fakt, że zmiana zawartości lepiszcza w masie o 1% powoduje błąd pomiaru wilgotności wynoszący tylko $\pm 0,2\%$ H_2O .

Do podstawowych zalet opracowanej metody impulsowej pomiaru

wilgotności mas formierskich należy zaliczyć: krótki czas pomiaru, wynoszący ok. 5 s, dużą dokładność pomiaru, wynoszącą $\pm 0,2\%$ H_2O oraz małą wrażliwość na zmiany składu masy formierskiej, np. zmiana ilości lepiszcza w masie powoduje błąd pomiaru wilgotności wynoszący tylko $\pm 0,2\%$ H_2O .

Podsumowanie

Szybkobieżny napęd pneumatyczny z samoczynnym pneumatycznym zaworem impulsowym, opracowany w Laboratorium Podstaw Automatyzacji ITMiA PWr, charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką pracy. Elementem decydującym o jego dynamice jest samoczynny zawór impulsowy, który w bardzo krótkim czasie, rzędu kilku ms, powoduje gwałtowne otwarcie wylotu zbiornika akumulacyjnego i przez to bardzo duże przyspieszenie, tłoka napędu rzędu kilkuset m/s^2 . Dzięki swoim zaletom szybkobieżny napęd pneumatyczny może być stosowany do wykonywania procesów wymagających dużych prędkości lub energii ich realizacji.

Wybranymi, praktycznymi zastosowaniami szybkobieżnego napędu pneumatycznego są: głowica do dynamicznego prasowania mas formierskich oraz automatyczne urządzenie do impulsowego pomiaru wilgotności mas formierskich.

Literatura

- [1] Mikulczyński T., Ganczarek M., Więclawek R., Bogdanowicz J.: Szybkobieżny napęd pneumatyczny z samoczynnym zaworem impulsowym. Raporty Inst. Technol. Masz. Automat. PWroc, Ser. PRE nr 8, (2001).
- [2] Barycki J., Ganczarek M., Kollek W., Mikulczyński T., Samsonowicz Z.: Performances of high-speed pneumatic drive with self-acting impulse valve. Mech. Mach. Theory, (2004), vol. 39, nr 6.

inż. Józef Barycki
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Elementów i Układów Pneumatyki
w Kielcach
prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński,
mgr inż. Daniel Nowak,
dr inż. Józef Nowicki
Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej

HIROSS

Compressed Air Treatment
Filtry sprężonego powietrza



filtry Hyperfilter 2000
odwadniacze Hypersep
dreny kondensatu
odolejające kondensatu
chłodnice końcowe:
chłodzone wodą i powietrzem

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

Kieleckie rekordy

XI Międzynarodowe Targi Technologii dla Odlewnictwa METAL, które odbyły się w tym roku w dniach 28–30 września, wraz z towarzyszącymi im V Targami Przemysłowej Techniki Pomiarowej **CONTROL-TECH** i IV Wystawą Technologii, Przetwórstwa i Zastosowania Metali Nieżelaznych **NONFERMET**, odniosły niemały sukces: 3370 m² powierzchni wystawienniczej, 330 firm z 25 państw, kilka tysięcy gości, liczna publiczność.

Targi METAL to od lat jedna z największych imprez wystawienniczych organizowanych przez Targi Kielce, ciesząca się rosnącą z roku na rok frekwencją, a w branży odlewniczej uznawana za jedną z najbardziej prestiżowych w Europie.

– Współpracujemy z największymi firmami i organizacjami branżowymi w Europie, z roku na rok gościmy coraz więcej wystawców. Prawie wszyscy z nich podkreślają, że targi METAL to impreza, na której nie sposób nie być, jeśli chce się naprawdę liczyć w tej branży – mówi Piotr Pawelec, menedżer targów METAL. Firmy zagraniczne, stanowiące blisko połowę wystawców, przedstawiły najnowsze dokonania w projektowaniu i wytwarzaniu urządzeń odlewniczych, supernowoczesne maszyny formierskie i rdzeniarskie, urządzenia do sporządzania mas formierskich, maszyny do odlewania pod ciśnieniem, piece

i materiały wsadowe, maszyny i sprzęt do zalewania form, odlewy żeliwne, stalowe i ze stopów metali nieżelaznych, urządzenia i materiały do oczyszczania, spawania i wykańczania powierzchni odlewów. Po raz pierwszy na targach pokazano m.in. najpotężniejszą, 34-tonową maszynę stosowaną w odlewnictwie.

Na targach prezentują się również instytucje, instytuty, stowarzyszenia, jednostki badawczo-rozwojowe. W tym roku targi odwiedzili m.in. członkowie Europejskiego Stowarzyszenia Odlewniczego, a także stowarzyszeń odlewniczych z Rosji, Ukrainy, Słowenii. Swoje stoiska grupowe miały natomiast firmy z Rosji, Ukrainy i Wielkiej Brytanii. Ścisła współpraca z firmami ze wschodniej Europy zaowocowała decyzją o zagranicznej edycji targów. W przyszłym roku w dniach od 18 do 20 kwietnia w Kijowie odbędzie się zorganizowana przez Targi Kielce ukraińska mutacja targów METAL.

Prezes Niemieckiego Stowarzyszenia Odlewnictwa (DGV) i wiceprezydent Europejskiego Stowarzyszenia Odlewnictwa CAEF dr Arnold Kawlath porównał kielecki METAL do największych w Europie targów odlewniczych GIFA, organizowanych co 4 lata w Niemczech. – To naprawdę imponujące, że kieleckie targi, choć odbywają się czterokrotnie częściej, niewiele ustępują GIFA prestiżem i znaczeniem w tej części Europy – stwierdził.

Tradycyjnie uhonorowano najlepszych wystawców. W tym roku były to firmy: FOSECO POLSKA z Gliwic, MÜNCH-CHEMIE INTERNATIONAL GmbH z Weinheim,



HÜTTENES-ALBERTUSPOLSKA z Lublina, MULTISERW-MOREK z Brzeźnicy, METAULLICS SYSTEMB.V. z Krimpen, SPECODLEW z Krakowa, VOLKSWAGEN POZNAŃ z Poznania, LINDE GAZ POLSKA z Krakowa, BiTech z Piekar Śląskich, NICROMET z Bestwinki. Medale otrzymały natomiast: FRECH POLSKA z Praszki, PRODLEW z Warszawy, DOZAMET z Nowej Soli, EKOMODERN z Ozimka.

Odlewnictwo to dziś jedna z najdynamiczniej rozwijających się dziedzin gospodarki zarówno światowej, jak i krajowej. W Polsce działa około 400 odlewni, a w ubiegłym roku całkowita produkcja krajowych odlewów wyniosła ponad 745 tysięcy ton.

Równoległe z targami METAL organizowane są dwie wystawy bardzo mocno związane z branżą odlewniczą: Wystawa Technologii, Przetwórstwa i Zastosowania Metali Nieżelaznych NONFERMET oraz Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej CONTROL-TECH.

Zorganizowane po raz czwarty targi NONFERMET to obecnie jedyna



impieza targowa w Polsce poświęcona branży metali nieżelaznych. Co roku w halach kieleckich targów goszczą, oprócz polskich, m.in. przedstawiciele firm z Rosji, Słowenii, Czech, Szwajcarii, Niemiec, Szwecji, Turcji, Ukrainy, Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Włoch. Przedmiotem wystawy są nowe technologie, nowoczesne maszyny i urządzenia wykorzystywane w odlewnictwie metali nieżelaznych, głównie stopów aluminium i cynku. W tym roku również ta wystawa mogła się pochwalić frekwencją dwukrotnie wyższą niż podczas poprzedniej edycji – 80 wystawców z 11 krajów.

Równie dobrze rozwija się druga z towarzyszących targom METAL wystaw: Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej CONTROL-TECH, organizowane w tym roku po raz piąty. Mimo iż CONTROL-TECH to targi wyjątkowo specjalistyczne, przyciągają przedstawicieli różnych branż.



Najnowsze techniki i metody pomiarowe są bowiem niezbędne w funkcjonowaniu praktycznie wszystkich gałęzi przemysłu. Na targach prezentowane są m.in.: urządzenia ważące i dozujące, przepływomierze, systemy napędowe, aparatura do pomiaru energii, wilgotności, temperatury powietrza, pompy dozujące, a także wagi przemysłowe, laboratoryjne, hakowe, twardościomierze przenośne i stacjonarne, przyrządy do pomiaru i analizy drgań. W targach wzięło udział 105 firm (w tym 60 zagranicznych) z 11 kra-



jów: Czech, Francji, Izraela, Japonii, Niemiec, Polski, Słowacji, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii, Włoch i Stanów Zjednoczonych. Targom towarzyszyły konferencje i dyskusje panelowe, zorganizowane m.in. przez Główny Urząd Miar i Staropolską Izbę Przemysłowo-Handlową.

Obydwie wystawy – NONFERMET i CONTROL-TECH – są w pełni samodzielnymi imprezami wystawienniczymi, a organizowane w tym samym terminie co targi METAL, znakomicie uzupełniają ich zakres branżowy.

TECHNICON – Gdańsk Targi Nauki i Techniki

Naszym Czytelnikom doskonale znane są Międzynarodowe Targi Gdańskie, a zwłaszcza organizowane od wielu lat targi Napędy i Sterowanie oraz Elektroinstalacje.

W minionym okresie w naszym kraju (i nie tylko) większość imprez targowych musiała się zmierzyć z niekorzystnym połączeniem dwóch zjawisk: zapaści gospodarczej i rozpowszechniania się Internetu. Sens organizowania targów był masowo podawany w wątpliwość. Dotykało to zarówno imprezy uznawane za duże, jak i te mniejsze. Na szczęście, mamy to już za sobą. Po stosunkowo udanym roku 2004 firmy znowu zaczęły dostrzegać niepowtarzalne wartości, jakie w ich działalność wноси prezentacja targowa, i w bieżącym roku większość targów odnotowała poprawę statystyk dotyczących wystawców i zwiedzających. Wszyst-

ko wskazuje na to, że formuła prawdziwego, a nie wirtualnego, spotkania się w umówionym miejscu i czasie przez wszystkich zainteresowanych nie do końca da się zastąpić internetowym substytutem. Targi muszą się przy tym zmieniać, poszukiwać dla siebie obszarów, które na danym etapie rozwoju metod komunikacji nie mogą być zastąpione przez żadną inną formę przekazu. Rok 2005 był więc również rokiem poszukiwań nowej formuły. W przypadku targów gdań-

Technicon

skich, wynikiem tych poszukiwań są pierwsze Targi Nauki i Techniki TECHNICON, które odbyły się w dniach 19 - 21.10.2005. Z założenia są kontynuacją targów „Napędy i Sterowanie”, ale oferują wystawcy i widzowi znacznie więcej. Poszerzone tematycznie o mechatronikę, automatykę i technologie informacyjne oraz

połączone z VI Międzynarodową Wystawą Wynalazków INNOWACJE 2005, mają być miejscem prezentacji i promocji polskiej myśli naukowej i technicznej, wynalazczości oraz innowacyjności. Ma temu służyć bezpośrednia współpraca z Politechniką Gdańską oraz organizacjami technicznymi i stowarzyszeniami wynalazców.

Wyrazy uznania dla organizatorów za trud i determinację we wdrażaniu nowej formuły. Biorąc pod uwagę radykalną zmianę terminu i nazwy targów oraz wyjątkowo w tym okresie silną konkurencję innych imprez targowych, zgromadzenie bez mała 100 wystawców należy uznać za sukces, choć oczywiście możliwości targów są znacznie większe. Liczne prezentacje, spotkania, seminarium naukowo-techniczne i konkurs, intensywnie wypełniły czas targów i były dobrą wróżką na przyszłość. Życzymy organizatorom, by targi zapadły w świadomość potencjalnych wystawców i widzów i by było ich z roku na rok więcej. Zapotrzebowanie na takie targi na pewno jest.

Siła tarcia statycznego w siłowniku pneumatycznym

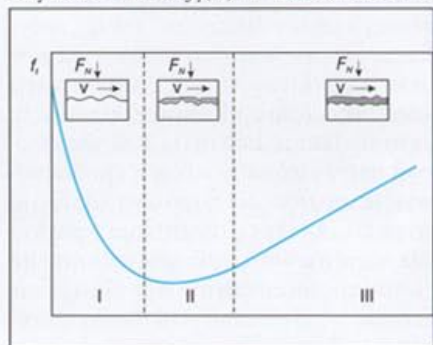
Ryszard Dindorf, Paweł Łaski,
Jakub Takosoglu

Rzeczywiste procesy tarcia w elementach pneumatycznych nie są jeszcze w pełni poznane, dlatego też ich modele matematyczne mają często charakter hipotetyczny. Modele matematyczne i symulacyjne w dość dużym przybliżeniu odzwierciedlają rzeczywiste zjawiska tarcia zachodzące w siłownikach pneumatycznych.

Tarcie w siłownikach pneumatycznych jest zjawiskiem negatywnym, ponieważ powoduje opory ruchu, dyssypację energii, zużycie uszczelnień i zmniejszenie sprawności.

Modele siły tarcia w symulacji napędów pneumatycznych

Tarcie jest procesem złożonym i zmieniającym się w czasie, ma podstawowe znaczenie w modelowaniu dynamiki i symulacji napędów pneumatycznych. Siła tarcia w napędach pneumatycznych zależy od: materiału, kształtu i wymiarów powierzchni trących, rodzaju środka smarnego i uszczelnienia, temperatury, ciśnienia, prędkości poślizgu, czasu bezruchu. Wpływ warstwy smarnej na współczynnik tarcia $f_t(v)$ w zależności od



Rys. 1 Wpływ warstwy smarnej na współczynnik tarcia $f_t(v)$ w stanach tarcia: I – suchego, II – półpłynnego, III – płynnego

prędkości poślizgu w różnych stanach tarcia przedstawiono na rys.1. Widoczny na wykresie rys.1 efekt Stribecka dotyczy zmniejszenia współczynnika tarcia ze wzrostem prędkości w zakresie małych prędkości mniejszych w stosunku do prędkości krytycznej v_k . Podstawowym modelem siły tarcia uwzględniającym efekt Stribecka jest model Hess-Sooma [1]

$$F_t(v) = f_v v + F_k \operatorname{sgn}(v) + \frac{(F_s - F_k)}{1 + \left(\frac{v}{v_k}\right)^2} \operatorname{sgn}(v) \quad (1)$$

gdzie:

F_t – siła tarcia,
 F_s – siła tarcia statycznego (spoczynkowego),
 F_k – siła tarcia kinetycznego,
 v_k – krytyczna (lub graniczna v_{gr}) wartość prędkości wyznaczana doświadczalnie, odpowiadająca minimum na wykresie Stribecka,
 f_v – współczynnik tarcia lepkiego (viskotycznego).

Model Hess-Sooma przedstawiony został przez Pavelescu w postaci modelu wykładniczego:

$$F_t(v) = f_v v + F_k \operatorname{sgn}(v) + (F_s - F_k) \exp\left[-\left(\frac{v}{v_k}\right)^\delta\right] \operatorname{sgn}(v) \quad (2)$$

gdzie:

v_k, δ są parametrami empirycznymi.
W napędach pneumatycznych wykorzystuje się najczęściej wykładniczy model tarcia (2) dla $\delta = 1$ nazywany modelem Tustina. Model Tustina przedstawia siłę tarcia w funkcji prędkości $F_t = f(v)$ jako wypadkową trzech sił: siły tarcia lepkiego F_v , siły tarcia kinetycznego F_k i siły tarcia statycznego F_s [2]:

$$F_t(v) = F_v + F_k + F_s = f_v v + F_k \operatorname{sgn}(v) + F_p \exp\left[-\frac{v}{v_k}\right] \operatorname{sgn}(v) \quad (3)$$

gdzie:

F_p – siła przyczepności (oderwania, zerwania).

Wykładniczy model siły tarcia Tustina został uproszczony przez Von Prochnio dla potrzeb modelowania pneumatycznych układów regulacji metodą funkcji opisującej [3]:

$$F_t = f_v v(t) + \left[F_k + \frac{F_p}{1 + \left(\frac{v}{v_k}\right)^2} \right] \operatorname{sgn}(v) \quad (4)$$

W modelowaniu siły tarcia w napędach pneumatycznych może być przydatny także model Murrenhoffa-Kleina przedstawiany w postaci wielomianu [4]:

$$F_t = f_v |v(t)| + F_k \operatorname{sgn}(v(t)) + F_p \left(1 - \frac{|v(t)|}{v_k} \right)^4 \operatorname{sgn}(v(t)) \quad (5)$$

Program symulacyjny ITI-SIM umożliwia także w modelowaniu i symulacji siłowników pneumatycznych wybór siły tarcia według modelu Stribecka [5]:

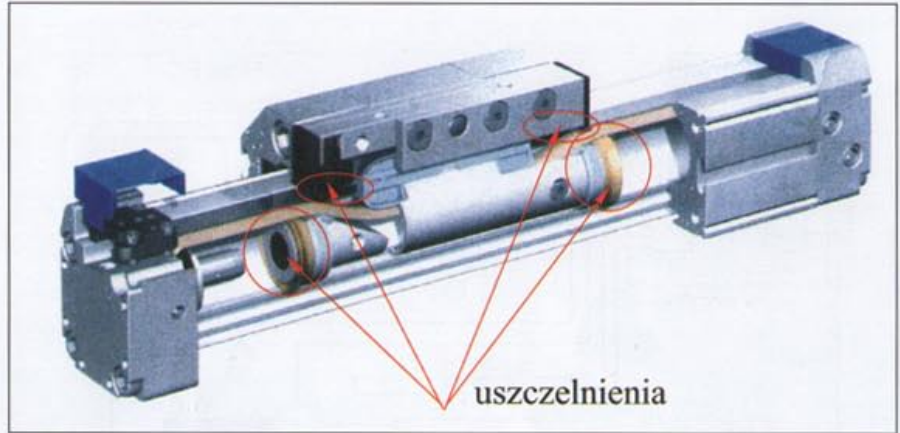
$$\begin{cases} F_t = F_p - \frac{F_p - F_{gr}}{v_k} |\dot{x}| + k_p |\Delta p| & \text{dla } \dot{x} \leq v_k \\ F_t = F_k + k_v |\dot{x}| + k_p |\Delta p| & \text{dla } \dot{x} > v_k \end{cases} \quad (6)$$

gdzie:

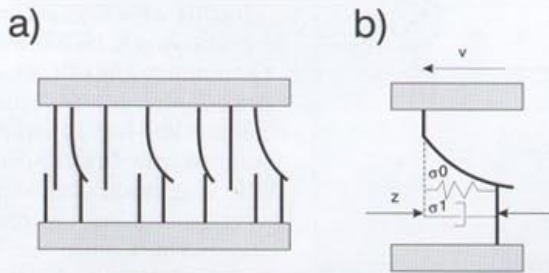
v_k – prędkość krytyczna (graniczna),
 F_p – siła przylegania,
 F_k – siła tarcia kinetycznego (Coulomba),
 $\dot{x}$ – prędkość tłoka siłownika,
 F_{gr} – siła tarcia odpowiadająca prędkości krytycznej v_k ,
 Δp – różnica ciśnień w komorach siłownika,
 k_v – współczynnik siły tarcia zależnej od prędkości v ,
 k_p – współczynnik siły tarcia zależnej od różnicy ciśnień Δp ,

a – wykładnik siły tarcia zależnej od prędkości v , $0 < a < 1$.

Ponieważ modele tarcia oparte na efekcie Stribeck nie są wystarczające do uwzględnienia różnorodności sił tarcia w uszczelnieniach tłoka i tłocyska siłowników pneumatycznych, dlatego stosuje się model LuGre (Lund-Grenoble) [6]. Na rys. 2 przedstawiono interpretację graficzną procesu tarcia według modelu LuGre. Podstawowym założeniem tego modelu jest porównanie procesu tarcia z odrywaniem się (szarpaniem) dwóch powierzchni w postaci szczecin. Jedna ze szczecin jest nieruchoma i ma szcze-



Rys. 3 Przekrój siłownika beztłoczkowego typu DGP (Festo)



Rys. 2 Interpretacja graficzna modelu szczotkowego: a) ogólnego, b) LuGre

cinę sztywną, natomiast druga jest ruchoma i ma szczecinę giętką.

W wielu pracach badawczych podkreśla się konieczność uwzględnienia w modelach sił tarcia siłowników pneumatycznych dwóch składników: pierwszego odpowiadającego ciśnieniowemu zachowaniu ciernemu i drugiego odpowiadającego prędkościowemu zachowaniu ciernemu [7]. Siłę tarcia, wynikającą z oporu ciśnieniowego w uszczelnieniach siłownika pneumatycznego, można zapisać w ogólnej postaci:

$$F_p = k_u f_u \Delta p \quad (7)$$

gdzie:
 F_p – siła tarcia ciśnieniowego,
 k_u – stały współczynnik związany z wielkościami geometrycznymi uszczelnienia,
 f_u – współczynnik tarcia w uszczelnieniach, $f_u(\mu, v, \Delta p)$,
 Δp – różnica ciśnień w komorach siłownika
 μ – dynamiczny współczynnik lepkości,
 v – prędkość ruchu.

Zmiana ciśnienia wzdłuż uszczelnienia, nazywana „ciśnieniem wleczonym”, określona jest indywidualnie dla danego typu uszczelnienia [2]. Analizując procesy tarcia w uszczelnieniach i prowadnicach siłownika pneumatycznego, przyjęto do badań

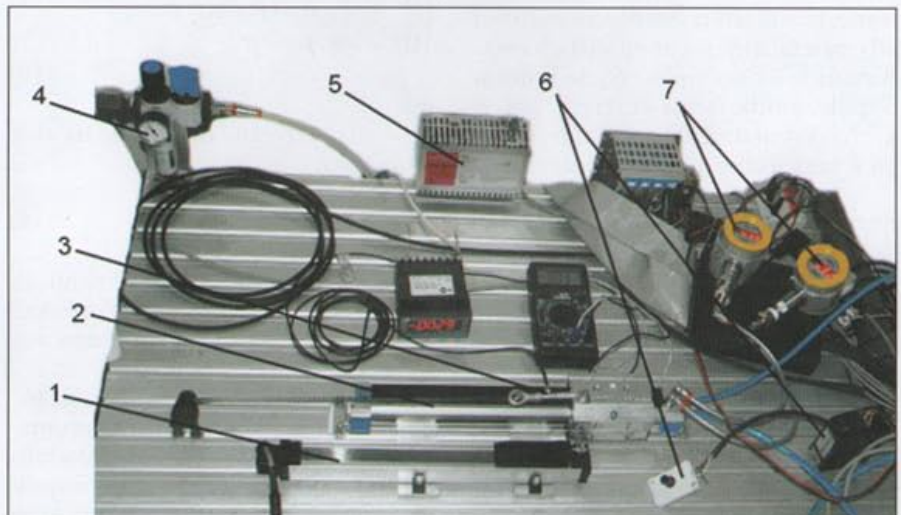
symulacyjnych wzór siły tarcia w następującej ogólnej postaci:

$$F_t = k_0 \exp(-a_0 |v|) + k_1 |v|^{a_1} + k_2 |\Delta p| + k_3 \operatorname{sgn}(v) \quad (8)$$

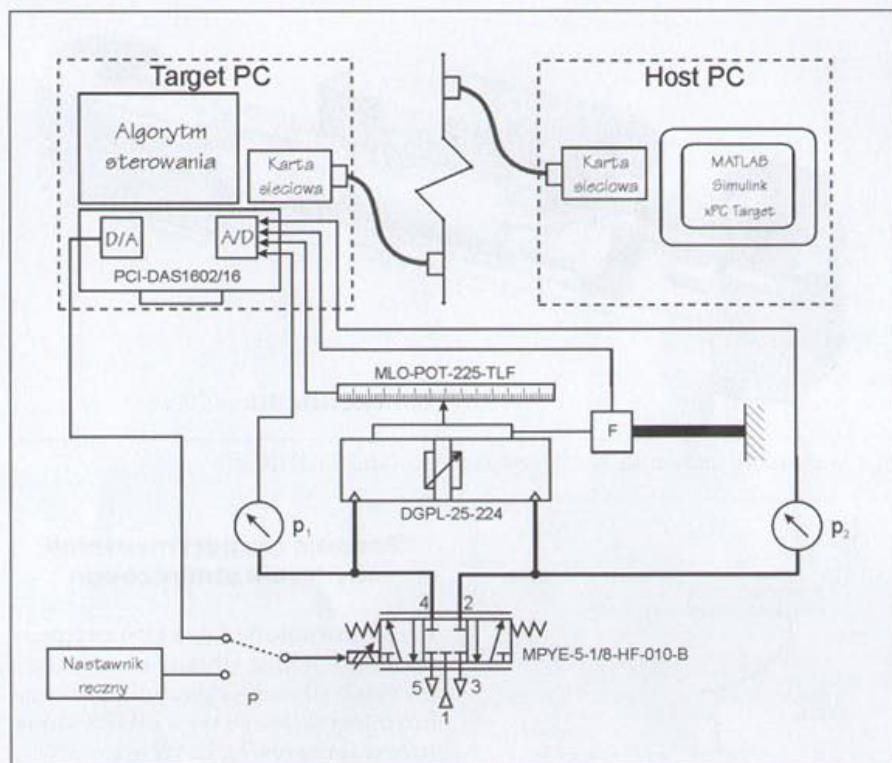
gdzie:
 k_0, k_1, k_2, k_3 – współczynniki sił tarcia wyznaczone doświadczalnie,
 a_0, a_1 – wykładniki sił tarcia wyznaczone doświadczalnie,
 v – prędkość tłoka siłownika.

Badania eksperymentalne siły tarcia statycznego

Przedstawione badania eksperymentalne, dotyczące sił tarcia w uszczelnieniach siłownika pneumatycznego beztłoczkowego typu DGP (widok przekroju na rys. 3), koncentrowały się głównie na wyznaczeniu charakterystyki siły tarcia statycznego i wartości maksymalnej siły tarcia statycznego. Jeżeli tłok siłownika znajduje się w spoczynku ($v = 0$), to występuje faza tarcia statycznego. Wartość siły tarcia statycznego F_s jest równa sumie sił działających na tłok siłownika do chwili przekroczenia wartości siły maksymalnej (rozwinętej) F_{smax} . Wartość siły tarcia statycznego F_s może więc zmieniać się od 0 do F_{smax} ($0 < F_s < F_{smax}$). Maksymalna siła tarcia statycznego F_{smax} jest proporcjonalna do wartości siły nacisku F_{Nu} w uszczelnieniach (prowadniczy) siłownika:



Rys. 4 Widok stanowiska badawczego: 1 – przetwornik położenia, 2 – siłownik beztłoczkowy, 3 – czujnik siły, 4 – zespół przygotowania powietrza, 5 – zasilacz, 6 – nastawnik ręczny zaworu proporcjonalnego, 7 – przetworniki ciśnienia



Rys. 5 Schemat stanowiska badawczego

$$F_{s\max} = f_s F_{Nu} \quad (9)$$

gdzie:

F_s – siła tarcia statycznego,

F_{Nu} – siła normalna,

f_s – współczynnik tarcia statycznego,

$f_s = \tan \rho$,

ρ – kąt pochylenia siły reakcji.

Po przekroczeniu wartości $F_{s\max}$ zaczyna się faza tarcia ruchowego (kinetycznego i lepkiego), której towarzyszy przemieszczanie tłoka siłownika. Jeśli podczas ruchu tłoka siłownika powierzchnie kontaktu nie są smarowane, to siła tarcia jest bliska wartości siły tarcia kinetycznego (da Vinci-Amontona-Coulomba) F_k , w którym współczynnik tarcia kinetycznego $f_k < f_s$. Maksymalną siłą tarcia statycznego $F_{s\max}$ nazywa się również rozwi-

niętą siłą tarcia statycznego. Natomiast w literaturze trybologicznej maksymalna siła tarcia statycznego $F_{s\max}$ odpowiada sile przyczepności, oderwania lub zerwania (ang. Break-away Force, niem. Losbrechkraft), którą w modelach matematycznych (1) – (6) oznaczono jako siłę F_p .

W badaniach sił tarcia F_t w siłowniku pneumatycznym wyróżniono trzy stany: I i II dla stanu tarcia statycznego oraz III dla stanu tarcia ruchowego:

$$\begin{cases} \text{I} & v = 0 & F_t = F_s = F_{st} - F_z \leq F_p \\ \text{II} & v = 0 & F_t = F_{s\max} = F_p \\ \text{III} & v \neq 0 & F_t = F_{r(s)} \end{cases} \quad (10)$$

gdzie:

F_{st} – siła statyczna działająca na tłok siłownika,

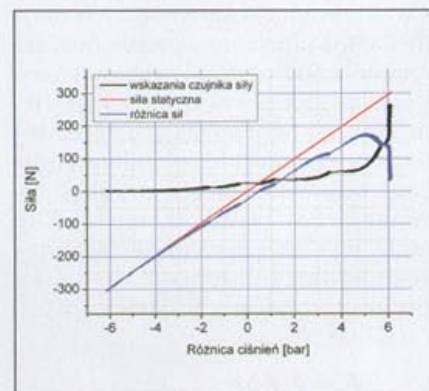
$$F_{st} = A_1 p_1 - A_2 p_2 \quad (11)$$

A_1, A_2 – powierzchnie tłoka siłownika, p_1, p_2 – ciśnienia w komorach siłownika, F_z – rzeczywista siła zewnętrzna według wskazania czujnika siły.

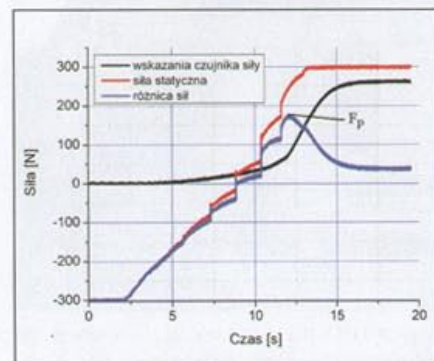
W ramach prowadzonych prac badawczych serwonapędów pneumatycznych zaproponowano doświadczalną metodę wyznaczania współczynników siły tarcia, występujących we wzorze (8). Widok stanowiska badawczego siłownika pneumatycznego przedstawiono na rys. 4, a jego sche-

mat na rys. 5. W skład tego stanowiska badawczego wchodzi:

- siłownik bez tłoczyskowy DGP-25-224 o średnicy tłoka 25 mm i długości 224 mm (Festo),
- zawór proporcjonalny MPYE-5-1/8-HF-010-B sterowany napięciowo w zakresie 0–10 V o nominalnym przepływie 700 l/min i częstotliwości przełączania 80 Hz (Festo),
- potencjometryczny przetwornik położenia MLO-POT-225-TLF z wyjściem napięciowym 0–10 V (Balluff),
- przetworniki ciśnienia serii PXW z wyjściem napięciowym (Peltron),
- czujnik siły 1926.300 (TecSis),
- karta pomiarowa AD/DA PCI-DAS 1602/16 o 8 wejściach oraz 2 wyjściach analogowych, 16-bitowa (Janbit),
- komputery klasy PC Host oraz Target. W komputerze oznaczonym na schemacie jako Host zainstalowano oprogramowanie Matlab/Simulink oraz xPC Target służące do szybkiego prototypowania i sterowania w czasie rzeczywistym. Komputer Target posiada zainstalowaną kartę wejść/wyjść analogowych oraz system Real-Time xPC Target, który akwizuje dane pomiarowe i steruje serwonapędem



Rys. 7 Wykresy sił w funkcji różnicy ciśnień w komorach siłownika



Rys. 6 Wykresy sił w funkcji czasu

pneumatycznym. Komputery Host i Target komunikują się za pomocą protokołu TCP/IP. Praca z pakietem do szybkiego prototypowania polegała na zbudowaniu modelu Simulinka. Do komputera Targeta podłączono stanowisko badawcze za pośrednictwem karty pomiarowej. Na komputerze Host i Target dzięki oprogramowaniu xPC Target możliwa jest wizualizacja pracy analizowanego procesu tarcia w siłowniku pneumatycznym. W początkowej fazie badań eksperymentalnych przeprowadzono pomiary mające na celu wyznaczenie siły przylegania (oderwania, zerwania) w

uszczelnieniach siłownika. Na cewkę zaworu proporcjonalnego zadawano napięcie sterujące w zakresie od 4,5 V do 7 V. Mierzono ciśnienia p_1 i p_2 w komorach siłownika oraz siłę na suwaku siłownika beztłoczkowego. Na podstawie otrzymanych danych pomiarowych wyznaczono charakterystyki dynamiczne składowych sił: siły statycznej $F_{st}(t)$, siły według wskazań czujnika $F_s(t)$ oraz siły tarcia statycznego jako różnicy sił: $F_f(t) = F_{st}(t) - F_s(t)$, które zestawiono na wykresach rys. 6. Na wykresie siły tarcia statycznego zaznaczono wartość maksymalną (F_{fmax}), która odpowiada sile przylegania F_p . Natomiast na rys. 7 przedstawiono wykresy powyższych sił w zależności od różnicy ciśnień Δp w komorach siłownika.

Podsumowanie

Badania tarcia statycznego w siłowniku pneumatycznym umożliwiają określenie zależności siły przylegania od stanu jego uszczelnienia. Na wartość siły przylegania w uszczelnieniach siłownika pneumatycznego wpływa wiele czynników, np. siła promieniowa, geometria i odkształcenia

uszczelnienia, powierzchnia styku, środek smarny, czas postoju siłownika, prędkość przyrostu ciśnienia (impuls ciśnienia) w komorach siłownika [8], [9]. W modelowaniu dynamiki i symulacji siłowników pneumatycznych korzysta się z różnych modeli tarcia, w których występuje siła przylegania F_p . Doświadczalne wyznaczenie tej siły ma duże znaczenie w identyfikacji parametrycznej serwonapędów pneumatycznych. Zaprezentowana część badań doświadczalnych dotyczy tylko sił tarcia statycznego w uszczelnieniach siłownika beztłoczkowego typu DGP. Zaproponowana metoda badań zostanie wykorzystana do wyznaczenia wszystkich współczynników siły tarcia występujących we wzorze (8).

Literatura

- [1] Armstrong-Hélouvry B.: *Control of Machines with Friction*. Kluwer Academic Publisher, Boston 1991.
- [2] Bock E.: *Grundlagen der Dichtungstechnik in der Fluidtechnik*. TU Dresden 2002.
- [3] Beater P.: *Entwurf hydraulischer Maschinen*. Springer Verlag, Berlin 1998.

[4] Murrenhoff H., Goedecke W.-D., Klein A.: *Steuerungstechnik und Mikrorechner-anwendung in der Fluidtechnik*. IFAS, Aachen 2001.

[5] Manual ITI-Sim 3. ITI-SIM GmbH, Dresden.

[6] Olsson H., Åström K.J., Canudas de Wit C., Gäfvert M., Lischinsky P.: *Friction Models and Friction Compensation*. Lund Institute of Technology, Lund, Sweden, 1997.

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

[8] Ebertshäuser H.: *Dichtungen in der Fluidtechnik*. Resch Verlag, München 1987.

[9] Muth A.: *Reibkraftermittlung an pneumatischen Ventilen und Zylinder*. Berichte aus dem Maschinenbau. Shaker Verlag, Aachen 1998.

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



Zwijacz węży serii 882

Dostępny w zakresie:
- 6 mm (1/4") do 10 mm (3/8")
- dł. węży 6 m - 12 m

Zwijacz węży serii 884

Przeznaczony dla ciężkich lub długich węży.
Dostępny w zakresie:
- 12,5 mm (1/2") do 25 mm (1")
- dł. węży 10 m - 30 m



Nederman

IMPROVING YOUR WORKSPACE

Zwijacz węży serii 889

Dostępny w zakresie:
- 10 mm (3/8")
do 12,5 mm (1/2")
- dł. węży 10 m - 20 m



Nederman

Nederman Polska Sp. z o.o.

40-384 Katowice, ul. Ks. Bpa Bednorza 2a-6
tel. (032) 201 97 92; fax (032) 201 83 24
e-mail: info@nederman.pl; www.nederman.pl

Cała prawda o kosztach

Targi w Katowicach, wrzesień 2005. Typowy dzień reprezentacyjny. Wiele rozmów, kilka tematów do zrealizowania w przyszłości. Podchodzi kolejny zainteresowany, z zacięciem studiuje i fotografuje duży poster, gdzie przedstawione jest porównanie sprężarek łopatkowych ze śrubowymi i kosztów ich eksploatacji. Kurtuazyjne pytanie: „W czym możemy Panu pomóc?”

„Jestem przedstawicielem firmy... (w tym momencie pada nazwa znanego producenta sprężarek śrubowych) i bardzo mi się to porównanie nie podoba”. „Proszę bardzo, podyskutujmy”. Niestety, inne obowiązki ka-zały naszemu rozmówcy do tematu wrócić następnego dnia, co już nie nastąpiło. Następnego dnia za to przedstawiciel innego producenta sprężarek śrubowych, w sposób nieco agresywny, twierdził, że nasze porównania są złe, a oni mają zupełnie inne. Niestety, inżynierskiej konfrontacji nie chciał podjąć.

Zamierzeniem tej publikacji nie jest dyskusja o metodach sprężania, lecz o metodach liczenia kosztów eksploatacji sprężarek. Jest to zagadnienie złożone, wymagające uwzględnienia wielu elementów. Przedstawiona tu symulacja jest w istocie proponowaną przez nas metodą zbliżenia się do prawdy o kosztach. Wielu producentów w reklamach, a co gorsza w ofertach, podnosi kwestię oszczędności oferowanych sprężarek. W prze-ważającej części są to puste frazesy przeznaczone dla nieorientowanych klientów. Nasza metoda ma uzmysło-

Parametr	Opis	1	2	3	4
Cena maszyny nowej		105 600 zł	81 700 zł	78 300 zł	116 100 zł
Wydajność	m ³ /h	630	691,2	648	663
Pobór energii (zamierzony)	kWh	79,15	86,72	81,25	80,2
Współcz. spraw. energetycznej	kWh/m ³	0,126	0,125	0,125	0,121
Cena kWh		0,30 zł	0,30 zł	0,30 zł	0,30 zł
Praca: godzin rocznie		8 700	8 700	8 700	8 700
Użytkowanie	lat	10	10	10	10
Serwis	godzin	4 000	4 000	8 000	8 000
Serwis	cena za przegląd	5 280 zł	4 085 zł	3 915 zł	5 805 zł
Ilość serwisów w okresie użytkowania		21	21	10	14
Koszt za serwis łącznie		110 880 zł	85 785 zł	39 150 zł	81 270 zł
Gwarancja na maszynę	lat	2	2	3	5
Gwarancja na stopień	lat	5	2	3	10
Koszt napraw pogwarancyjnych w eksploatacji		95 040 zł	98 040 zł	82 215 zł	29 025 zł
Utrata sprawności	%/8 000 h	0,00	3,00	3,00	0,00
Remont stopnia	po tys. godz.	50 000	24 000	30 000	100 000
Koszt jednego remontu	% ceny zakupu	10	35	35	10
Ilość remontów w okresie eksploatacji		1	2	1	0
Koszty remontów w okresie eksploatacji		10 560 zł	85 785 zł	54 810 zł	0 zł
Podsumowanie kosztów					
Zakup		105 600 zł	81 700 zł	78 300 zł	116 100 zł
Koszt serwisu + remont + naprawy		216 480 zł	269 610 zł	176 175 zł	110 295 zł
Koszt energii		2 065 815 zł	3 001 824 zł	2 812 479 zł	2 093 220
Koszty wszystkie		2 387 895,00 zł	3 353 133,64 zł	3 066 953,91 zł	2 319 615,00 zł
Koszt 1m ³ powietrza		0,0436 zł	0,0828 zł	0,0807 zł	0,0402 zł

Tabela 1 Symulacja kosztów eksploatacyjnych 10-barowych sprężarek o katalogowej mocy silników 75 kW

Identyfikacja sił tarcia w serwonapędzie elektropneumatycznym

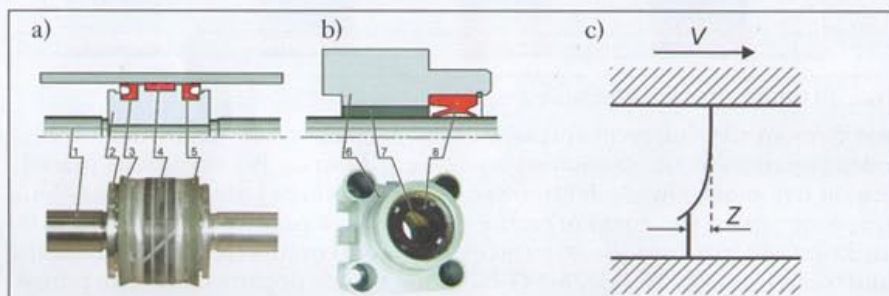
R. Korzeniowski, J. Pluta

Serwonapędy elektropneumatyczne i elektrohydrauliczne stanowią od kilku lat obiekt badań Katedry Automatykacji Procesów AGH w Krakowie.

Badania te prowadzone są w oparciu o modele matematyczne, jak i na obiektach rzeczywistych. Część tych badań ma na celu określenie właściwości statycznych i dynamicznych różnego rodzaju serwonapędów, a także ich kształtowanie. Jednym z problemów, jaki wystąpił podczas modelowania serwonapędów, było opisanie sił tarcia w węzłach uszczelniających. Najbardziej przydatny do tego celu okazał się nieliniowy dynamiczny model tarcia LuGre [2, 3, 4, 5]. Jednak praktyczne wykorzystanie wyników modelowania matematycznego sił tarcia w oparciu o taki model możliwe jest przy założeniu, że dysponuje się wiarygodnymi parametrami przyjętego modelu. W dostępnych publikacjach z trudnością można odnaleźć tylko niektóre z poszukiwanych parametrów i to do konkretnych typów siłowników i węzłów uszczelniających. Można je traktować jako wartości orientacyjne. Wartości parametrów rozważanego modelu tarcia, odnoszącego się do określonego typu siłownika i uszczelnienia, można wyznaczyć na drodze identyfikacji. Algorytm postępowania służący takiej identyfikacji dla układów mechanicznych zaproponował Canudas de Wit w [1]. Po dokonaniu niezbędnych zmian algorytm ten wykorzystano w identyfikacji sił tarcia pneumatycznego siłownika tłokowego z jednostronnym tłoczyskiem. W artykule zaprezentowano poszczególne jego etapy wraz z wynikami pomiarów przeprowadzonych na stanowisku laboratoryjnym.

Opis dynamicznego modelu tarcia

W związku z tarciem występującym w węzłach uszczelniających siłowni-



Rys. 1 Węzły uszczelniające siłownika pneumatycznego i model tarcia: a) uszczelnienie tłoka: 1 – tłoczysko, 2 – tłok, 3 i 5 – uszczelnienia typu U, 4 – pierścień prowadzący tłok; b) uszczelnienie tłoczyska: 6 – pokrywa, 7 – tuleja prowadząca tłoczysko, 8 – uszczelnienie tłoczyska; c) model fizyczny współpracy powierzchni w miejscu ich styku

ka pneumatycznego obserwuje się szereg zjawisk, np.:

- dla bardzo małych przemieszczeń połączenie pomiędzy powierzchniami styku ma charakter sprężysty,
- dla bardzo małych prędkości występuje efekt stick-slip,
- siła potrzebna do zerwania tarcia statycznego F_{cs} zależy od sposobu oddziaływania siły przyłożonej do układu,
- charakterystyka tarcia posiada histerzę.

Do opisu tych zjawisk konieczne jest stosowanie dynamicznego modelu tarcia. Jednym z takich modeli jest opisany w [1] model Lund-Grenoble (LuGre), który stanowi rozwinięcie modelu opracowanego w P. Dahl Aerospace Corporation. Chropowatość powierzchni styku ciał odwzorowano za pomocą włosowatych sprężyn odkształcanych w miejscach styku, co przedstawia rys. 1c.

Dynamiczne właściwości ugięcia z włosowatej sprężyny z rys. 1c opisuje równanie różniczkowe pierwszego rzędu:

$$\frac{dz}{dt} = v - \sigma_0 \frac{|v|}{g(v)} z \quad (1)$$

Siła tarcia F_t wyznaczana jest z zależności:

$$F_t = \sigma_0 z + \sigma_1(v) \frac{dz}{dt} + F_n(v) \quad (2)$$

gdzie:

- pierwsza składowa opisuje siłę potrzebną do zerwania tarcia statycznego z uwzględnieniem sposobu zrywania tego tarcia,
- druga składowa uwzględnia efekt Stribeck, składową dynamicznego tarcia coulombowskiego oraz składową tarcia od ciśnienia w komorach siłownika,
- funkcja $F_n(v)$ opisuje zależność siły tarcia od prędkości unoszenia v , przykładowo:

$$F_n(v) = \sigma_2 v \quad (3)$$

Funkcja $g(v)$ z zależności (1) precyzuje efekt Stribeck poprzez zadeklarowanie wartości siły tarcia statycznego F_{cs} , tarcia dynamicznego F_{cd} oraz prędkości v_s .

$$g(v) = F_{cd} + (F_{cs} - F_{cd}) \cdot e^{-\frac{v^2}{v_s^2}} + F_p(v, p_i) \quad (4)$$

Z uwagi na fakt występowania w węzłach uszczelniających siłownika składowej siły tarcia, zależnej od różnicy ciśnień w jego komorach roboczych, dokonano modyfikacji modelu LuGre. Dla siłownika tłokowego z jednostronnym tłoczyskiem i uszczelnieniami płaszczowymi (rys. 1a i 1b) przyjęto, że siła F_{cd} z wzoru (4) przyjmuje postać:

$$F_{cd} = F_{cd0} + \sigma_{24} D |p_2 - p_4| + \sigma_{40} d |p_4 - p_0| \quad (5)$$

Układ badawczy serwonapędu elektropneumatycznego

Dla przeprowadzenia identyfikacji sił tarcia w węzłach uszczelniających siłownika serwonapędu przygotowano odpowiedni układ badawczy, przedstawiony schematycznie na rys. 2. Obiektem badań jest ustawiony pionowo pneumatyczny siłownik tłokowy 1, połączony przewodami z elektropneumatycznym serwowalwem przepływowym 2, zasilanym ze zbiornika sprężonego powietrza. Tłoczek siłownika obciążono płytą metalową. Pomiar przemieszczenia tłoczyska siłownika zrealizowano bezdoty-

ka zainstalowano przetworniki ciśnienia 3 i 4, podłączone elektrycznie do listwy przyłączeniowej układu pomiarowo-sterującego stanowiska. Akwizycję danych przeprowadzono z wykorzystaniem karty pomiarowo-sterującej PCL 818 HG oraz pakietu MATLAB-Simulink.

Widok badanego serwonapędu zainstalowanego na stanowisku laboratoryjnym zaprezentowano na fot. 1.

Identyfikacja parametrów siły tarcia

Identyfikację parametrów nieliniowego modelu tarcia przeprowadzono

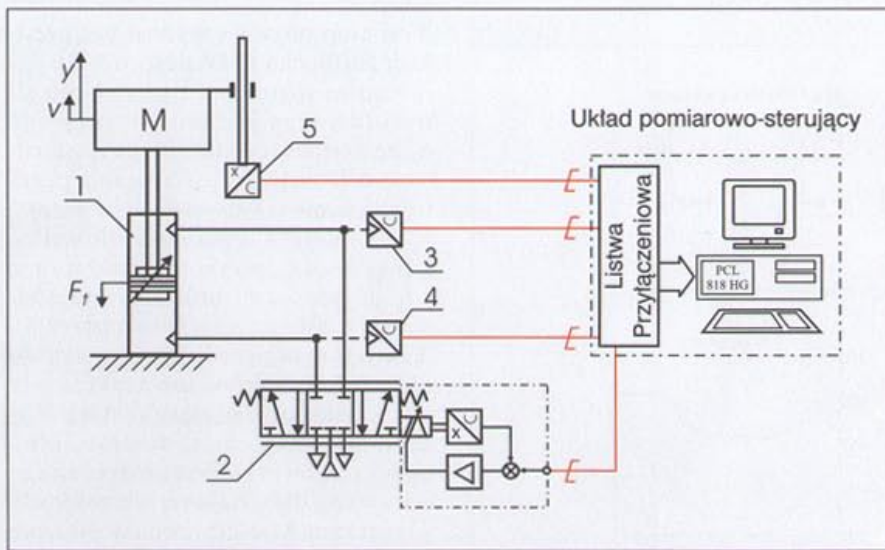
Etap 1 – wyznaczenie masy $\hat{M}$, współczynnika tarcia wiskotycznego σ_2 , wartości siły tarcia coulombowskiego F_c wraz z parametrami σ_{24} , σ_{40} określającymi wpływ ciśnienia na siłę tarcia dla uszczelnień tłoka oraz tłoczyska, Etap 2 – wyznaczenie siły tarcia statycznego F_{cs} ,

Etap 3 – wyznaczenie prędkości Striebecka v_s ,

Etap 4 – wyznaczenie współczynnika σ_0 określającego siłę potrzebną do zerwania tarcia statycznego i współczynnika σ_1 opisującego efekt Striebecka oraz tarcie Coulomba.

Etap 1

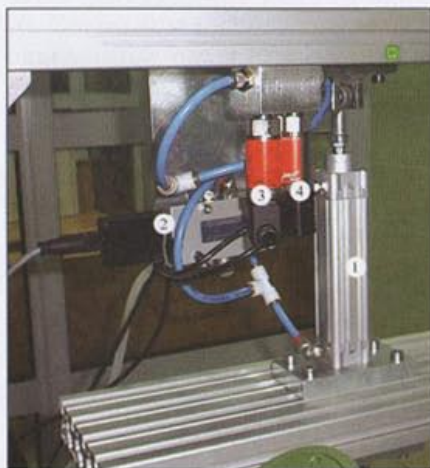
Pierwszy etap wyznaczania parametrów dynamicznego modelu tarcia serwonapędu elektropneumatycznego przeprowadzono dla układu ze sprzężeniem zwrotnym i regulatorem proporcjonalnym. W celu zapewnienia warunków ruchu w zakresie prędkości wielokrotnie większych od prędkości Striebecka wykorzystano sygnał sterujący trójkątny. W trakcie pomiarów rejestrowano przemieszczenie y tłoczyska i ciśnienia p_2 , p_4 w komorach siłownika. Prędkość v i przyspieszenie a tłoczyska oraz siłę użyteczną F_u na tłoczysku wyznaczono na podstawie wielkości zmierzonych (rys. 3). Na wykresie siły (rys. 3) umieszczono krzywą oznaczoną linią przerywaną, wyznaczoną z zarejestrowanych wartości ciśnień, oraz krzywą oznaczoną linią ciągłą, która odpowiada przebiegom siły po odjęciu wartości średniej. Ponieważ siłownik został zainstalowany pionowo, wartość średnia wyznaczonej siły użytecznej odpo-



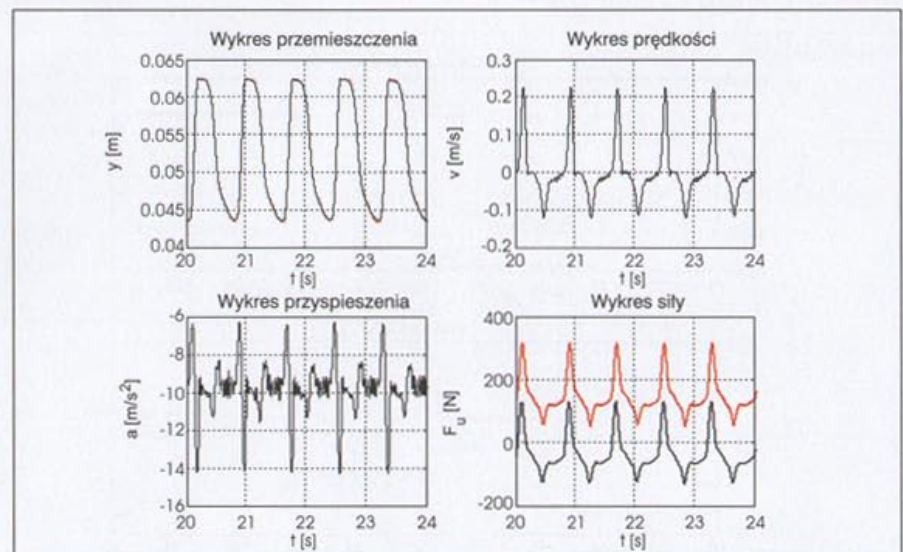
Rys. 2 Schemat układu pomiarowego

kowo za pomocą magnetostrykcyjnego przetwornika przemieszczenia 5. Na wlocie komór roboczych siłowni-

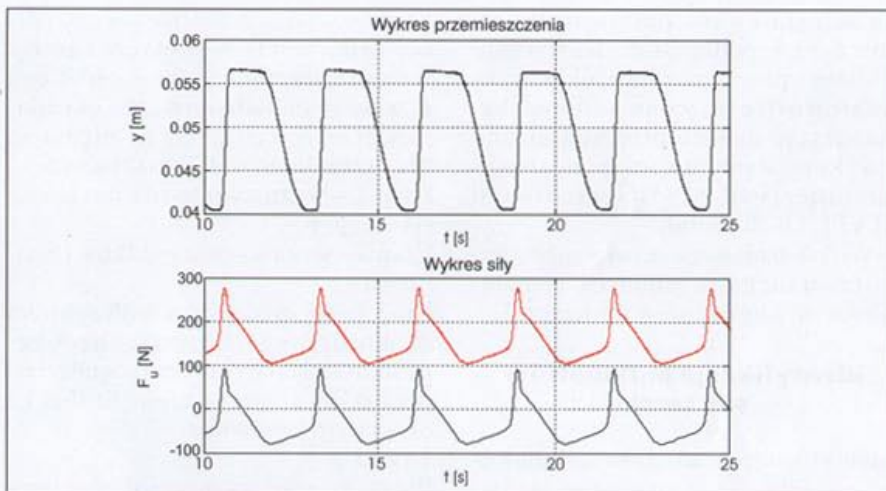
w czterech etapach, postępując według następującego algorytmu:



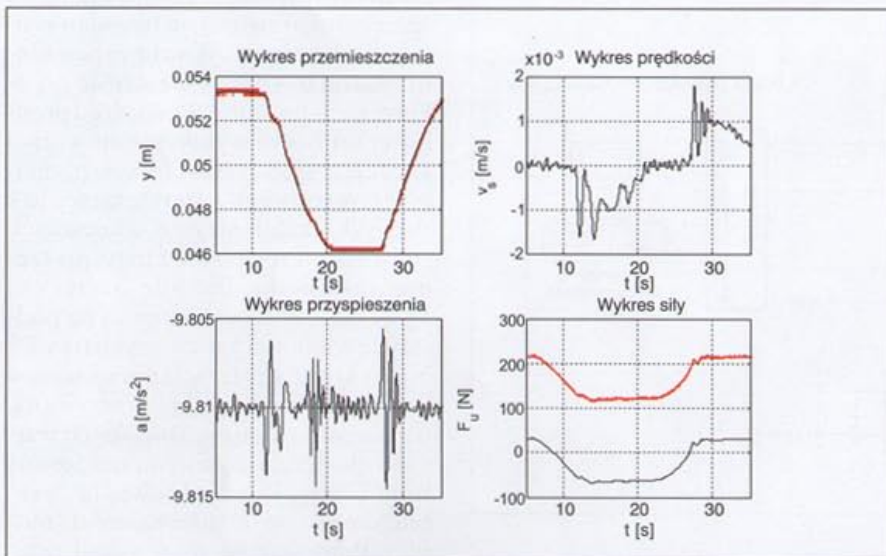
Fot. 1 Widok badanego serwonapędu zainstalowanego na stanowisku: 1 – siłownik pneumatyczny, 2 – serwowalw przepływowy, 3 i 4 – przetworniki ciśnienia



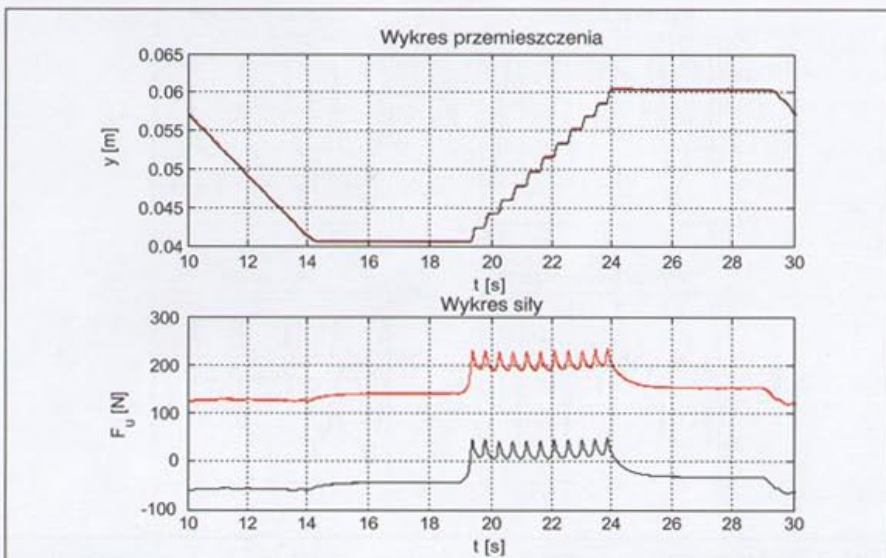
Rys. 3 Wykresy czasowe przemieszczenia y , prędkości v , przyspieszenia a i siły czynnej F_u na tłoku siłownika pneumatycznego dla trójkątnego sygnału sterującego



Rys. 4 Wykresy czasowe przemieszczenia y i siły czynnej F_u na tłoku siłownika dla przypadku drgań granicznych wywołanych nastawami regulatora



Rys. 5 Wykresy czasowe przemieszczenia y , prędkości v , przyspieszenia a i siły czynnej F_u na tłoku siłownika pneumatycznego poruszającego się z prędkością zbliżoną do prędkości Stribeck



Rys. 6 Wykresy czasowe przemieszczenia y i siły czynnej F_u dla przypadku drgań spoczynkowo-poślizgowych

wiada szacowanej wartości siły ciężkości $\hat{M}g$.

Etap 2

W drugim etapie identyfikuje się wartość siły tarcia statycznego F_{cs} . Wykorzystuje się tutaj efekt drgań granicznych spowodowanych nastawami regulatora PI. Po wstawieniu wartości wzmocnień członu proporcjonalnego i całkującego tego regulatora, dla których pojawiły się drgania graniczne, zarejestrowano przemieszczenie tłoczyska, a siłę użyteczną F_u obliczono na podstawie ciśnień p_2 , p_4 w komorach roboczych siłownika (rys. 4). Do wyznaczenia wartości siły tarcia statycznego F_{cs} wykorzystano przebieg siły użytecznej po odjęciu stałej $\hat{M}g$.

Etap 3

Ten etap pozwala wyznaczyć prędkość Stribeka v_s . Po nastawieniu parametrów regulatora PI i zadaniu sinusoidalnego sygnału sterującego o częstotliwości 0,03 [Hz] i amplitudzie 5 [mm] zarejestrowano przemieszczenie tłoczyska i ciśnienia p_2 , p_4 w komorach roboczych siłownika, a prędkość v_s , przyspieszenie a oraz siłę użyteczną F_u obliczono na podstawie wielkości zmierzonych (rys. 5). Tak jak w poprzednich etapach do obliczeń wykorzystano wykres siły użytecznej przesunięty o stałą $\hat{M}g$. Prędkość Stribeka v_s dla tłoka i tłoczyska siłownika pneumatycznego odczytano dla ustalonej wartości siły użytecznej. Mieści się ona w zakresie 0,5 – 1,0 [mm/s].

Etap 4

W ostatnim etapie wyznacza się współczynnik sztywności odkształcenia sprężystego σ_0 i współczynnika σ_1 opisującego efekt Stribeka oraz tarcie Coulomba. Stosując regulator proporcjonalny, zwiększono wartość jego wzmocnienia K_p do momentu uzyskania drgań spoczynkowo-poślizgowych tłoka i tłoczyska. Efekt ten uzyskano tylko przy ruchu w górę. Po zarejestrowaniu przemieszczenia y tłoczyska i wyznaczeniu przebiegu siły F_u na podstawie zmierzonych ciśnień p_2 , p_4 w komorach roboczych siłownika obliczono wartości parametrów σ_0 i σ_1 .

Wyniki badań laboratoryjnych

W wyniku przeprowadzonej procedury badawczej wyznaczono wartości parametrycznego modelu tarcia dla siłownika pneumatycznego o średnicy tłoka $D=32$ [mm], średnicy tłoczyska $d=12$ [mm] i maksymalnym sko-

ku 100 [mm]. Zidentyfikowane wartości zamieszczono poniżej:

$$\begin{aligned} \hat{M} &= 19,6 \text{ [kg]} & F_a &= 80,2 \text{ [N]} \\ \sigma &= 9,8 \text{ [N/m]} & v_i &= 0,5 \div 1 \text{ [mm/s]} \\ F_{ad} &= 182,6 \text{ [N]} & \sigma_0 &= 2,03 \cdot 10^4 \text{ [N/m]} \\ F_{ad} &= 186,5 \text{ [N]} & \sigma_1 &= 2,5 \cdot 10^3 \text{ [N/m]} \\ \sigma_{24} &= 0,024 \cdot 10^6 \text{ [m]} & & \\ \sigma_{30} &= 0,011 \cdot 10^6 \text{ [m]} & & \\ F_{is} &= 93,1 \text{ [N]} & & \end{aligned} \quad (6)$$

Podsumowanie

Zaprezentowana metoda wyznaczania parametrów tarcia w węzłach uszczelniających siłownika pneumatycznego jest metodą typu offline. Do przeprowadzenia identyfikacji nie jest konieczna specjalistyczna aparatura pomiarowa. Wykorzystano tutaj typowe przetworniki przemieszczenia i ciśnienia. Wyznaczone wartości parametrów tarcia stanowią oszacowanie wartości rzeczywistych. Podczas wielo-

krotnie powtarzanych eksperymentów zaobserwowano znaczną rozbieżność w wartościach uzyskiwanych parametrów. Trudno ustalić wszystkie czynniki mające wpływ na rozbieżność uzyskiwanych wartości, przy czym do najważniejszych z nich zaliczyć należy czas postoju tłoka. Wyznaczone w wyniku identyfikacji parametry sił tarcia mogą być wykorzystane do różnych celów, jak np.: w modelowaniu, do oceny oporów ruchu oraz do diagnostyki urządzeń z siłownikami pneumatycznymi. Postępując według tej samej procedury, można przeprowadzić identyfikację sił tarcia również w serwonapędach elektrohydraulicznych.

Literatura

- [1] Canudas de Wit C. (In collaboration with: K. J. Aström, and M. Sorin): *Slides of the Workshop on Control of systems with friction. Material of the Workshop presented at the IEEE Conference on Control Applications CCA'99, August 22-27, Hawaii, USA 1999.*
- [2] Korzeniowski R., Kowal J., Pluta J.:

The Influence of the Friction Force Model on Results of Modelling and Simulation Tests of an Active, Electropneumatic Vibration Isolation System. Archives of Control Sciences, Volume 13(XLIX), 2003, No. 3, pp. 289-301.

[3] Pluta J., Korzeniowski R.: *Electropneumatic Servodrive Simulation Tests Comparison With Viscous and LuGre Models of Friction. ICCS'2003.*

[4] Pluta J., Korzeniowski R.: *Elektropneumatyczny generator drgań. Badania symulacyjne z wybranymi modelami tarcia. Pneumatyka 4(41)2003, ISSN 1426-6644, s. 41-47.*

[5] Pluta J., Korzeniowski R.: *Modeling of electropneumatic servodrive taking into account dynamic model of friction. Proceedings of The 18th International Conference on Hydraulics and Pneumatics, Prague, Czech Republic, 2003, ISBN 80-02-01567-3, pp. 469-478.*

Roman Korzeniowski, Janusz Pluta
AGH w Krakowie,
Katedra Automatykacji Procesów

Powietrze. Na całym świecie.

**Gardner
Denver**



Najtańsi w eksploatacji.

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



Modelowanie i programowanie dyskretnych procesów produkcyjnych – metoda Grafpol

Część II

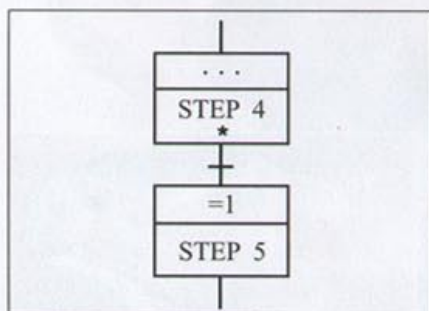
Wacław Kollek,
Tadeusz Mikulczyński
Daniel Nowak, Rafał Więclawek

W poprzednim artykule zaprezentowano metodę Grafpol modelowania dyskretnych procesów produkcyjnych i programowania sterowników logicznych PLC. Zdefiniowano algorytmy: procesu – sieć Grafpol GP oraz sterowania – sieć Grafpol GS. W tym artykule zostaną opisane reguły modelowania sieci Grafpol procedur występujących w algorytmach dyskretnych procesów produkcyjnych.

Reguły modelowania sieci Grafpol algorytmów procesu i sterowania

Reguła 1

Zmiana stanu układu sterowania, a w ślad za tym procesu, jest reprezentowana w sieci Grafpol przez spełnienie



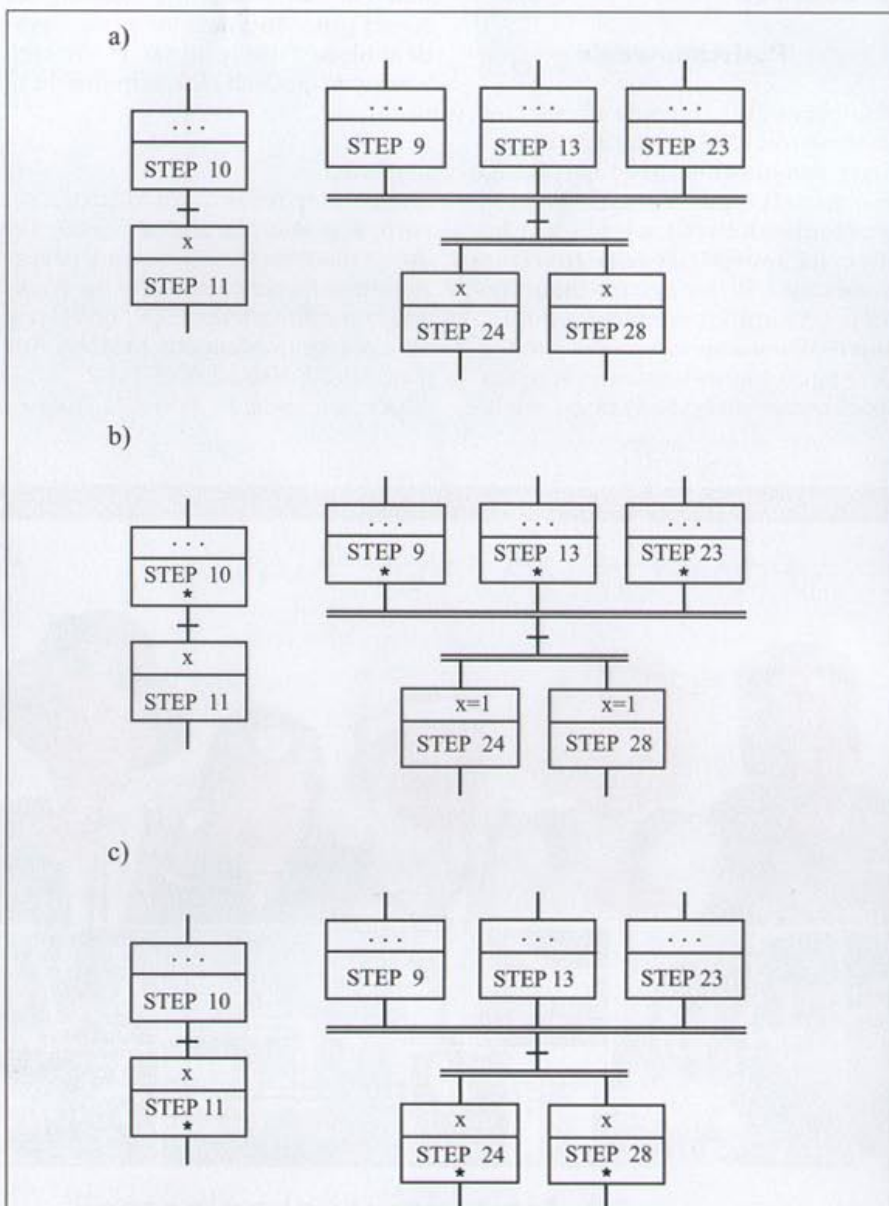
Rys. 1 Ilustracja graficzna spełnionej tranzycji

nie tranzycji. Tranzycja została spełniona wtedy, gdy:

- etapy poprzedzające tranzycję są aktywne i zostało zakończone ich wykonywanie,
- warunek logiczny określający tranzycję ma wartość logiczną 1.

Ilustrację graficzną reguły 1 zamieszczono na rys. 1.

Efektem spełnienia tranzycji jest



Rys. 2 Graficzna ilustracja dynamiki tranzycji: tranzycja niespełniona (a), tranzycja spełniona (b), zmiana stanu sieci Grafpol (c)

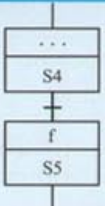
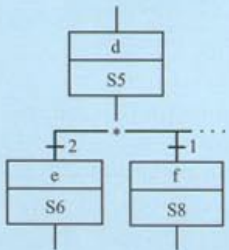
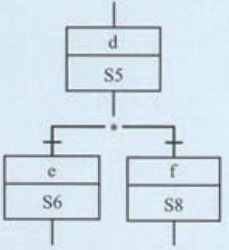
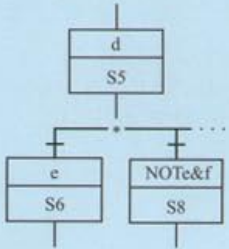
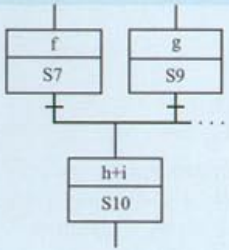
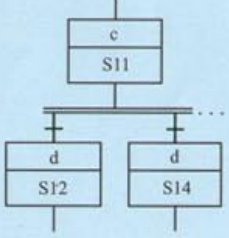
zmiana stanu sieci Grafpol, tzn. zmiana aktywności etapów sieci. Określa ją reguła 2.

Reguła 2

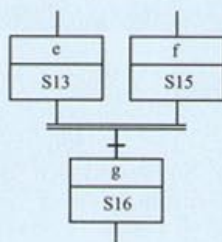
Spełnienie tranzycji w sieci Grafpol GS powoduje, że:

- w stan nieaktywny przechodzą wszystkie kroki poprzedzające tranzycję,
 - w stan aktywny przechodzą wszystkie kroki następujące po tranzycji.
- Ilustrację graficzną reguły 2 pokazano na rys. 2.

Tabela 1 Reguły modelowania kroków i przejść siecią Grafcop

Nr	Przykład	Reguła
1		<i>Zmiana kroku w procedurze sekwencyjnej</i> Przykład Przejście od realizacji kroku S4 do kroku S5 następuje tylko wtedy, gdy S4 jest aktywny i warunek $f = 1$.
2a		<i>Realizacja wyboru procedury sekwencyjnej</i> Wybór procedury sekwencyjnej, oznaczony za pomocą gwiazdki (*), określa pierwszeństwo wyboru od lewej do prawej strony. Przykład Przejście od realizacji kroku S5 do kroku S6 następuje tylko wtedy, gdy S5 jest aktywny i warunek $e = 1$. Przejście od kroku S5 do S8 jest możliwe tylko wtedy, gdy S5 jest aktywny i warunki: $f = 1$ i $e = 0$.
2b		<i>Realizacja wyboru procedury sekwencyjnej</i> Wybór procedury sekwencyjnej, który reprezentuje (*) oraz numerowane gałęzie, wskazuje na zadeklarowane przez użytkownika pierwszeństwo wyboru. Gałęzie o niższym numerze mają wyższy priorytet. Przykład Przejście od realizacji kroku S5 do kroku S8 następuje tylko wtedy, gdy S5 jest aktywny i warunek $f = 1$. Przejście od kroku S5 do kroku S6 następuje tylko wtedy, gdy S5 jest aktywny i warunki: $e = 1$ i $f = 0$.
2c		<i>Realizacja wyboru procedury sekwencyjnej</i> Wzajemne wykluczanie realizacji procedur sekwencyjnych realizowane przez użycie funkcji NOT. Przykład Przejście od realizacji kroku S5 do kroku S6 następuje tylko wtedy, gdy S5 jest aktywny i warunek $e = 1$. Przejście od kroku S5 do S8 jest możliwe tylko wtedy, gdy etap S5 jest aktywny i warunki: $f = 1$ i $e = 0$.
3		<i>Zakończenie realizacji procedur sekwencyjnych</i> Każdą sekwencję kończy warunek określony przez przejście umieszczone nad linią poziomą. Przykład Przejście do realizacji kroku S10 jest możliwe wtedy, gdy krok S7 jest aktywny i warunek $h = 1$ lub gdy krok S9 jest aktywny i warunek $i = 1$.
4a		<i>Współbieżne rozpoczęcie realizacji procedur sekwencyjnych.</i> Współbieżne rozpoczęcie realizacji procedur sekwencyjnych określa tranzycja rysowana podwójną linią. Przykład Przejście od realizacji kroku S11 do kroków S12, S14... następuje wtedy, gdy krok S11 jest aktywny i warunek $d = 1$. Po równoczesnej aktywacji kroków S12, S14,... realizacja każdej sekwencji staje się niezależna.

4b

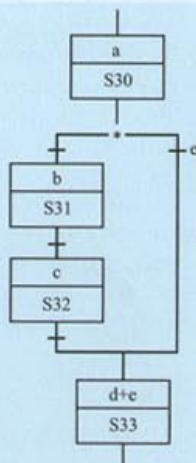


Współbieżne zakończenie realizacji procedur sekwencyjnych

Współbieżne zakończenie wykonywania procedur sekwencyjnych określa tranzycja oznaczona podwójną linią.

Przykład

Przejsie od realizacji kroków S13, S15,... do kroku S16 następuje wtedy, gdy S13, S15,... są aktywne i warunek $g = 1$.

5a
5b
5c

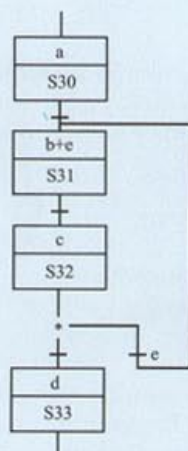
Pomijanie realizacji procedury sekwencyjnej

Pominięcie realizacji procedury sekwencyjnej jest reprezentowane przez gałąź nie zawierającą etapów.

Warianty 5a, 5b i 5c odpowiadają opisom podanym w regule 2a, 2b i 2c.

Przykład

Przejsie od realizacji kroku S30 do kroku S33, z pominięciem realizacji kroków S31 i S32, następuje wtedy, gdy S30 jest aktywny i warunki: $b=0$ i $e=1$.

6a
6b
6c

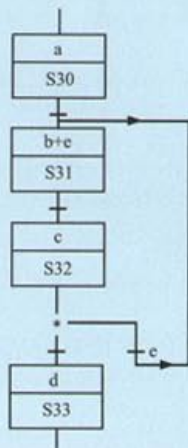
Cykliczna realizacja procedury sekwencyjnej

Cykliczna realizacja procedury sekwencyjnej jest reprezentowana przez gałąź powracającą do początkowego kroku tej procedury. Warianty 6a, 6b i 6c odpowiadają opcjom podanym w regule 2a, 2b i 2c.

Przykład

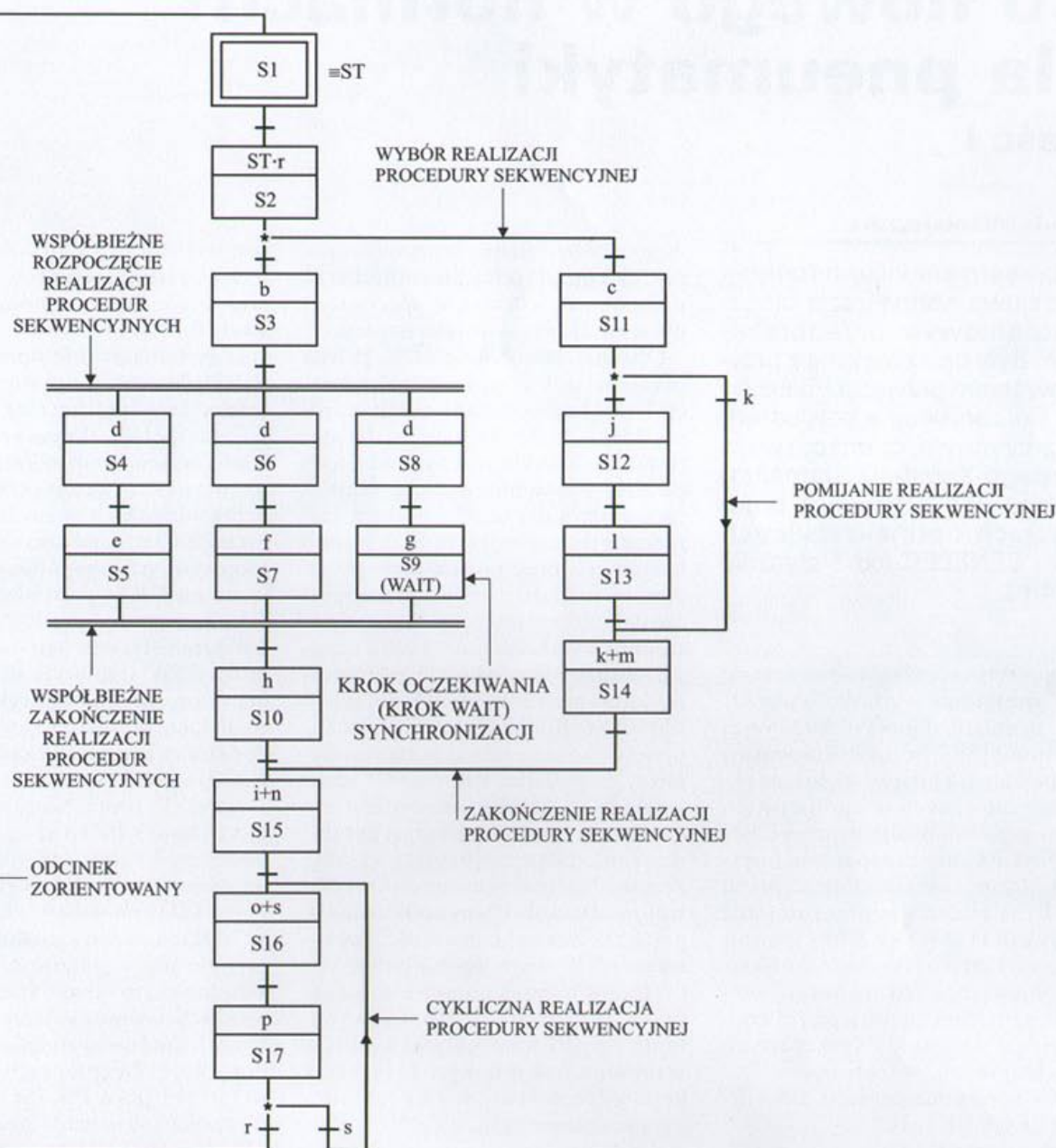
Przejsie od realizacji kroku S30 do kroku S31 następuje wtedy, gdy krok S32 jest aktywny i warunki: $d=0$ i $e=1$.

7



Oznaczanie kierunku przepływu sygnału

Dla lepszej czytelności modelowanych procedur siecią Grafpol można umieszczać znaki „- < -” lub „- > -” do określenia kierunku przepływu sygnałów.



Rys. 3 Ilustracja zastosowania reguł modelowania kroków i przejść siecią Grafpol GS

Reguły modelowania procedur algorytmów procesu i sterowania

Reguły notacji etapów (kroków) i przejść procedur występujących w algorytmach procesów (sterowania) przedstawiono w tabeli 1.

Zastosowanie reguł podanych w tab. 1 do zapisu procedur występujących w algorytmach dyskretnych procesów produkcyjnych zilustrowano na rys. 3.

prof. dr hab. inż. Wacław Kolek
Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej

prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński
mgr inż. Daniel Nowak
dr inż. Rafał Więclawek
Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej

Co nowego w normach dla pneumatyki

cześć I

Wanda Mikołajewska

Na przestrzeni kilku ostatnich lat krajowa normalizacja ulegała stopniowym przeobrażeniom. Były one związane z przygotowaniem przyjęcia Polski do Unii Europejskiej, a bezpośrednio z czynnym członkostwem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w europejskich organizacjach normalizacyjnych CEN i CENELEC (od 1 stycznia 2004 r.).

Podstawowym zadaniem stało się spełnienie warunku wprowadzenia do zbioru Polskich Norm co najmniej 80% liczby dokumentów europejskich. Dotyczy to dokumentów opracowanych w europejskich organizacjach normalizacyjnych CEN i CENELEC oraz Europejskim Instytucie Norm Telekomunikacyjnych ETSI (na podstawie porozumienia z PKN z dnia 25 marca 2003 r.), w stosunku do których te organizacje określiły obowiązek ich wprowadzenia na szczeblu danego państwa i równoczesnego wycofania sprzecznych norm krajowych. Mogą to być:

- EN – norma europejska (CEN/CENELEC lub ETSI),
- ETS – norma ETSI,
- HD – dokument harmonizacyjny CENELEC.

Przy czym normy dotyczące pneumatyki opracowywane są tylko w Komitecie europejskim CEN. Zakres niezbędnych „przedakcesyjnych” działań przygotowawczych do zrealizowania w ciągu niespełna 2 lat i tempo przygotowań zmusiły Polski Komitet Normalizacyjny do szukania nowych, dotychczas nie stosowanych w Polsce rozwiązań. Po licznych dyskusjach postanowiono, że najlepszą drogą do spełnienia wyżej opisanego warunku członkostwa będzie wprowadzanie norm europejskich tak zwaną metodą uznania. Polega ona na bezpośrednim uznaniu za Polską Normę (bez jakichkolwiek zmian) normy europejskiej,

w języku oryginału. Wprowadzenie normy europejskiej powinno także powodować wycofanie sprzecznej normy krajowej, o ile taka istnieje.

Obecnie, jako członek UE, Polska ma obowiązek krajowej implementacji każdej opracowanej normy europejskiej w ściśle określonym dla niej terminie. Zwykle jest to 6 miesięcy od daty udostępnienia EN. Najkorzystniejsza dla użytkowników jest metoda tłumaczenia. Jednak tempo krajowych prac normalizacyjnych przy tej metodzie, spowalniane jeszcze ograniczeniami finansowymi, pośrednio wynikającymi z braku zaangażowania przemysłu, nie gwarantuje dotrzymywania obowiązujących terminów. Biorąc pod uwagę możliwości wykonawcze oraz potrzeby krajowej gospodarki, PKN uznał, iż ze względu na zakres tematyczny nie każda norma europejska musi być tłumaczona. Dlatego przyjęto zasadę, że wszystkie normy europejskie będą wprowadzane do PN metodą uznania, przez tak zwane „ogłoszenie” (*announcement*). Wybrane według przyjętych kryteriów normy europejskie, po zapewnieniu środków finansowych, będą tłumaczone na język polski w terminach określonych przez dany komitet techniczny w zaakceptowanym programie prac.

Prace normalizacyjne w dziedzinie pneumatyki

Dla pneumatyki nadal jest tylko jedna norma europejska EN 983:1996, wprowadzona do Polskich Norm metodą tłumaczenia jako PN-EN 983:1999 *Bezpieczeństwo maszyn – Wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów hydraulicznych i pneumatycznych – Pneumatyka*. Istotne dla branży postanowienia i wymagania określone są przede wszystkim w normach międzynarodowych ISO. Szeroko rozwinięta współpraca Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z organizacją ISO i czynny udział krajowych specjalistów w pracach komitetów technicznych przez wiele lat owocowały sukcesywnym

uzupełnianiem zbioru Polskich Norm o nowe pozycje, opracowywane jako odpowiedniki norm międzynarodowych. Również w dziedzinie pneumatyki systematycznie opracowywano Polskie Normy wprowadzające dokumenty ISO (najczęściej jako identyczne, metodą tłumaczenia). Przez wiele lat zbiór norm krajowych dla pneumatyki zawierał aktualne wdrożenia wszystkich norm ISO. Jednak już od 2003 r., tj. od czasu rozpoczęcia intensywnych przygotowań do członkostwa w UE i wprowadzenia priorytetu dla norm europejskich, proces ten był systematycznie hamowany. Pomimo iż w ISO publikuje się coraz więcej norm dla pneumatyki, krajowa działalność normalizacyjna w tej branży przeżywa widoczny zastój. Jeszcze w 2000 r. przekazano do ustanowienia 5 nowych Polskich Norm wprowadzających normy ISO pod ogólnym tytułem: *Napędy i sterowania pneumatyczne – Ogólne zasady dotyczące układów*, która zastąpiła dotychczasowy dokument PN-ISO 4414:1994).

Zgodnie z zasadami, do których stosuje się normalizacja europejska (uznanymi przez Polskę z chwilą uzyskania członkostwa w CEN/CENELEC), bezpośredni wpływ na opracowywanie norm powinni mieć ich użytkownicy, a więc w przypadku naszej branży przede wszystkim podmioty gospodarcze zajmujące się wytwarzaniem i eksploatacją elementów i urządzeń pneumatycznych. Ich przedstawiciele powinni brać czynny udział we wszystkich etapach prac, uczestnicząc w grupach roboczych. Dzięki temu mogą wpływać na treść postanowień zgodnie ze swoim doświadczeniem i posiadaną wiedzą oraz odpo-

wiednio do swoich potrzeb. Taki udział pozwala ingerować w treść postanowień norm, które mogą stać się przyjaznym narzędziem dla rozwoju krajowej gospodarki. Dlatego to właśnie użytkownicy norm powinni zarówno inicjować prace normalizacyjne w interesujących ich tematach, jak też finansować ich realizację. Takie podejście nie znalazło jeszcze w Polsce szerokiego zrozumienia, a z pewnością nie jest powszechne w branży pneumatyki. Dotychczas wszystkie koszty opracowań normalizacyjnych z tego zakresu pokrywano z budżetu PKN. Obecnie, po ukierunkowaniu krajowej działalności normalizacyjnej na wprowadzanie norm europejskich i przy braku finansowego udziału w pracach normalizacyjnych innych podmiotów (np. krajowego przemy-

Zgodnie z zaleceniem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego normy takie powinny być sukcesywnie wycofywane. I tak w 2005 r. zgłoszono wniośki o wycofanie 2 Polskich Norm:

- PN-92/M-73742 NiSP – *Zawory redukcyjne sprężonego powietrza – Podstawowe parametry i wymagania podawane w dokumentach techniczno-handlowych* (wprowadza ISO 6953-1:1990, aktualna norma ISO 6953-1:2000 nie ma krajowego odpowiednika),
- PN-93/M-73778 NiSP – *Siłowniki pneumatyczne – Badania odbiorcze* (wprowadza ISO 10099:1990, aktualna norma: ISO 10099:2001 nie ma krajowego odpowiednika).

W tabeli 1 wymieniono pozostałe dokumenty ze zbioru Polskich Norm z zakresu „Napędy i sterowania pneumatyczne” (komitet techniczny ISO TC

zanieczyszczeń występujących w powietrzu roboczym stosowanym w urządzeniach pneumatycznych (część 1 normy), a w konsekwencji również metod pomiaru zawartości zanieczyszczeń poszczególnych rodzajów (części 2 i 3 normy ISO). O rozpiętości tego zagadnienia świadczy szeroki wachlarz prowadzonych uzgodnień i nowy zakres znowelizowanej normy. Wniesione zmiany sprawiły, że wcześniejsza norma składająca się z 3 części została zastąpiona dokumentem 7-częściowym. Dla polskich użytkowników konsekwencją powyższych prac w ISO jest brak Polskiej Normy zawierającej aktualnie stosowane kryteria oceny i sposób oznaczania klas czystości sprężonego powietrza, a zatem konieczność posiłkowania się oryginałem ISO. Krajowe odpo-

Tabela 1 Polskie normy wymagające aktualizacji

Numer	Tytuł normy	Wprowadza ISO	Aktualna norma ISO
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	ISO 6431:1992 (wycofana, zastąpiona nową normą)	ISO 15552: 2004
PN-90/M-73060	NiSHiP – Pierścienie uszczelniające o przekroju kołowym – Wymiary i oznaczenia wymiarów	ISO 3601-1:1988	ISO 3601-1: 2002
PN-91/M-73703	NiSP – Znornalizowana atmosfera odniesienia	ISO 8778:1990	ISO 8778: 2003
PN-91/M-73723	NiSP – Zawory rozdzielające 5-drogowe – Płaszczyzny przylegania powierzchni montażowych bez wtyku elektrycznego	ISO 5599-1:1989	ISO 5599-1: 2001
PN-84/M-73861	NiSHiP – Złącze elektryczne trójstykowe ze stykiem ochronnym – Charakterystyki i wymagania	ISO 4400:1985	ISO 4400: 1994
PN-93/M-73862	NiSHiP – Złącze elektryczne dwustykowe ze stykiem ochronnym – Charakterystyki i wymagania	ISO 6952:1989	ISO 6952: 1994

ślu), z roku na rok zmniejsza się liczba nowych Polskich Norm dla pneumatyki, w tym ważnych dla tej dziedziny polskich odpowiedników norm międzynarodowych ISO.

Aktualność krajowych norm – prace w ISO

Konsekwencją wyżej opisanej sytuacji jest stopniowa dezaktualizacja zbioru Polskich Norm. Wg stanu na początek br. w krajowym zbiorze było 9 norm dla pneumatyki (odpowiadających normom ISO opracowanym w komitetach TC 131 i TC 118), które ze względu na nowe wydania norm międzynarodowych straciły aktualność. Kilka następnych pozycji z naszego zbioru czeka to w najbliższym czasie – odpowiednie normy ISO są w końcowych etapach nowelizacji.

131), które obecnie kwalifikują się do weryfikacji lub powinny być wycofane.

W dziedzinie pneumatyki wykorzystywane są również normy ISO i ich krajowe odpowiedniki należące do zakresu prac komitetu TC 118, który zajmuje się wytwarzaniem i jakością sprężonego powietrza. Szczególnie ważny jest dokument, w którym określono czystość powietrza (klasy czystości) oraz metody badań zawartości zanieczyszczeń. Jest to znana użytkownikom norma opublikowana jako arkuszowa, pod wspólnym numerem ISO 8573, dla której w latach 1995 – 2001 opracowano polskie odpowiedniki. Jednakże podczas ostatnich okresowych przeglądów kolejnych części normy ISO 8573 zgłaszano wiele istotnych uwag oraz propozycji zmian i uznano za konieczną ich nowelizację. Uwagi dotyczyły kwalifikacji

wiedniki oraz informacje o nowych częściach i realizowanych pracach nowelizacyjnych omawianej normy przedstawiono w tabeli 2.

Sytuację krajowej normalizacji pogarsza fakt, że w ISO, w tym we współpracujących z nami komitetach, cały czas odbywają się okresowe przeglądy norm i wprowadzane są zmiany. Należy tu wymienić odpowiedniki krajowe kilku powszechnie wykorzystywanych norm ISO dla pneumatyki napędowej i sterującej, które w br. są na etapie nowelizacji. Wyszczególniono je w tabeli 3.

Ponadto trzeba zwrócić uwagę na dwie inne Polskie Normy dla pneumatyki, opracowane w latach 80. Wg powyżej opisanych kryteriów dokumenty te nie kwalifikują się do wycofania (nie są odpowiednikami unieważnionych norm ISO), ale pod wzglę-

Tabela 2 Polskie normy i aktualne normy ISO dotyczące czystości sprężonego powietrza

Numer	Tytuł normy ^{*)}	Wprowadza ISO	Aktualna norma lub prace w ISO
PN-ISO 8573-1:1995	Sprężone powietrze ogólnego stosowania – Zanieczyszczenia i klasy czystości	ISO 8573-1: 1994	ISO 8573-1 :2001 ISO 8673-1:2001 /Popr. 1:2002/
PN-ISO 8573-2:1996	Sprężone powietrze ogólnego stosowania – Metody badań stosowane do określania zawartości oleju w postaci aerozolu	ISO 8573-2: 1996	Na etapie nowelizacji; ISO/DIS w trakcie głosowania
PN-ISO 8573-3:2001	Sprężone powietrze ogólnego stosowania – Metody badań stosowane do pomiaru wilgotności	ISO 8573-3: 1999	ISO 8573-3:1999; analizowane wyniki z przeglądu normy ISO 8573-4:2001
Brak krajowych odpowiedników opublikowanych norm ISO	Compressed air – Part 4: Test methods for solid particle content (<i>Sprężone powietrze – Metody badań stosowane do określania zawartości cząstek stałych</i>)		
	Compressed air – Part 5: Test methods for oil vapour and organic solvent content (<i>Sprężone powietrze – Metody badań stosowane do określania zawartości par oleju i rozpuszczalników organicznych</i>)		ISO 8573-5:2001
	Compressed air – Part 6: Test methods for gaseous contaminant content (<i>Sprężone powietrze – Metody badań stosowane do określania zawartości zanieczyszczeń gazowych</i>)		ISO 8573-6:2003
	Compressed air – Part 7: Test methods for viable microbiological contaminant content (<i>Sprężone powietrze – Metody badań stosowane do określania zawartości zanieczyszczeń w postaci żywych mikroorganizmów</i>)		ISO 8573-7:2003
	Compressed air – Part 8: Test methods for solid particle content by mass concentration (<i>Sprężone powietrze – Metody badań stosowane do określania zawartości cząstek stałych jako stężenie masowe</i>)		ISO 8573-8:2004
	Compressed air – Part 9: Test methods for liquid water content (<i>Sprężone powietrze – Metody badań stosowane do określania zawartości wody w postaci cieczy</i>)		ISO 8573-9:2004

^{*)} dla części normy 1, 2 i 3 podano tytuły użyte w polskich odpowiednikach norm
Tytuły części 4 – 9 podano w wersji oryginalnej, a w nawiasach ich robocze tłumaczenia

dem merytorycznym nie odpowiadają aktualnym wymaganiom. Są to:

- PN-84/M-73760 NiSP – *Pakowanie, przechowywanie i transport – Ogólne wymagania* (opracowana w 1984 r. na podstawie ówczesnej normy RWPG - ST SEV 3586-82),
- PN-84/M-73783 NiSP – *Gniazda i końcówki z gwintem rurowym walcowym – Wymiary* (opracowana na podstawie ISO 1179:1981).

W pierwszej z nich określone są warunki i wymagania odnoszące się do pakowania, przechowywania i transportu wyrobów. Normy te kiedyś obowiązywały w Polsce ze względu na nasze członkostwo w RWPG. Drugą z wymienionych norm została opracowana na podstawie normy ISO ogólnego stosowania:

ISO 1179:1981 *Pipe connections, thread to ISO 228/1, for plan and steel and other metal tubes in industrial applications*, z zawężeniem zakresu stosowania do pneumatyki. W latach 80. standaryzacja wymiarów gniazd i końcówek gwintowych dla rozwijającej się w Polsce produkcji elementów pneumatyki była potrzebą chwili, a nie było stosownej normy ISO. Dlatego uznano za celowe przyjęcie znormalizowanych wymiarów wg normy ogólnej ISO 1179 i opracowano wymienioną wyżej Polską Normę, ograniczając jej postanowienia do celów pneumatyki napędowej i sterującej. W ciągu ostatnich kilku lat znacznie wzrosła liczba opracowywanych norm ISO, również z zakresu pneumatyki.

Między innymi w 2001 r. opublikowano nowy dokument: ISO 16030:2001 *Pneumatic fluid power – Connections – Port and stud ends*; w br. dodano poprawkę ISO 16030:2001/Adm 1:2005. W normie tej określono wymiary oraz podstawowe wymagania dla gniazd i końcówek przyłączeniowych gwintowanych w elementach pneumatyki. Dokument nie ma odpowiednika krajowego. Jest obecnie w oryginale stosowany przez polskich producentów i zaspokaja w swoim zakresie potrzeby pneumatyki. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że łączniki wykonane wg tej normy międzynarodowej nie mogą być kojarzone z gniazdami i końcówkami wg ISO 1179 i ISO 7-1. Z tego względu norma ISO 1179 (i jej odpo-

Tabela 3 Polskie normy odpowiedniki nowelizowanych norm ISO

Numer	Tytuł normy	Wprowadza ISO	Status aktualny normy ISO
PN-ISO 5598:1985	NiSHiP – Terminologia	ISO 5598: 1985	ISO/DIS 5598; etap 40.60; rozesłana propozycja nowelizacji
PN-ISO 1219-1:1991	NiSHiP – Symbole graficzne i schematy układów – Część 1: Symbole graficzne	ISO 1219-1: 1991	ISO/NP. 1219; etap 10.99; zgłoszona propozycja zmian i opracowania jako nowego tematu
PN-ISO 1219-2: 1998	NiSHiP – Symbole graficzne i schematy układów – Część 2: Schematy układów	ISO 1219-2: 1995	ISO 1219-2:1995; analizowane wyniki z przeglądu
PN-ISO 6301-2:2000	NiSP – Smarownice sprężonego powietrza – Część 2: Metody badań stosowane do określania danych podstawowych podawanych w dokumentach techniczno-handlowych	ISO 6301-2: 1997	ISO/DIS 6301-2; propozycja ISO/DIS na etapie opiniowania
PN-92/M-73770	NiSP – Elementy pneumatyczne – Wyznaczanie charakterystyk przepływowych	ISO 6358:1989	Propozycja opracowania nowej normy arkuszowej; na etapie opiniowania, jako ISO/CD, arkusze 1 i 2

wiednik PN-84/M-73783) nie powinna być stosowana w pneumatyce; dla konstrukcji opracowywanych od 2001 r. należy korzystać z normy ISO 16030. Warto również nadmienić, że w toku bieżących prac w ISO rozpoczęto nowelizację normy ISO 1179. Planowane jest jej opublikowanie jako dokumentu ogólnego stosowania, w formie normy arkuszowej, jak niżej.

- ISO/DIS 1179-1 *Connections for general use and fluid power – Ports and stud ends with ISO 228-1 threads with elastomeric or metal-to-metal sealing – Part 1: Threaded ports*
- ISO/DIS 1179-2 *Connections for general use and fluid power – Ports and stud ends with ISO 228-1 threads with elastomeric or metal-to-metal sealing – Part 2: Heavy-duty (S series) and light-duty (L series) stud ends and elastomeric sealing (type E)*

- ISO/DIS 1179-3 *Connections for general use and fluid power – Ports and stud ends with ISO 228-1 threads with elastomeric or metal-to-metal sealing – Part 3: Light-duty (L series) stud ends with sealing by O-ring with retaining ring (types G and H)*
 - ISO/DIS 1179-4 *Connections for general use and fluid power – Ports and stud ends with ISO 228-1 threads with elastomeric or metal-to-metal sealing – Part 4: Stud ends for general use only with metal-to-metal sealing (type B)*
- W obecnej chwili nie przewiduje się wykorzystywania ww. normy ISO w pneumatyce. Dlatego istniejąca norma PN-84/M-73783 będzie jednym z kolejnych krajowych dokumentów zgłoszonych do wycofania.

Niniejszy artykuł wprowadza w zagadnienie aktualności zbioru krajowych norm wykorzystywanych w pneumatyce napędowej i sterującej. W na-

stępnych numerach PNEUMATYKI będą kolejno prezentowane nowe normy ISO oraz charakteryzowane zmiany i uzupełnienia wprowadzone podczas nowelizacji. Oczekujemy, że podmioty zainteresowane normami lub zgłaszanymi projektami dokumentów międzynarodowych zadeklarują chęć merytorycznego, a także finansowego włączenia się w odpowiednie krajowe prace normalizacyjne. Dodatkowe informacje na temat konkretnych norm lub projektów można uzyskać przez bezpośredni kontakt z Komitetem Technicznym Nr 208 w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Elementów Układów Pneumatyki w Kielcach.

Wanda Mikołajewska
OBREiUP Kielce



Badanie parametrów strumienia dwufazowego

w doświadczalnym dozowniku pneumatycznym żelazokrzemu Fe Si 75

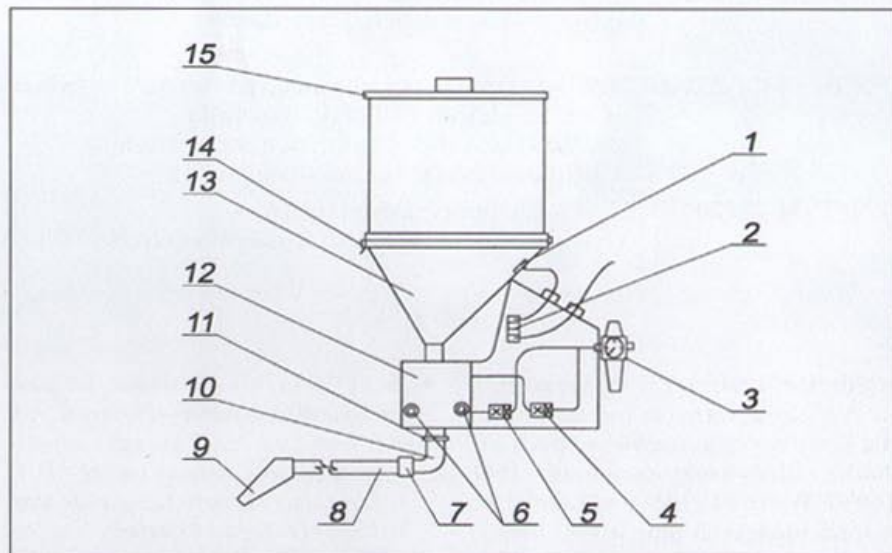
J. Dańko, D. Marszałik,
A. Sroczynski

W referacie przedstawiono jedno z licznych zastosowań transportu pneumatycznego – tym razem w doświadczalnym, pneumatycznym dozowniku do rozdrobnionego żelazokrzemu FeSi 75, podawanego do form odlewniczych w celu osiągnięcia efektu wtórnej modyfikacji żeliwa. Na podstawie prowadzonych badań ustalono zakresy wartości roboczych takich parametrów, jak: natężenie wypływu fazy stałej, siły naporu dynamicznego oraz gęstości, prędkości i koncentracji objętościowej dwufazowej strugi (powietrze – faza stała).

Dortychczasowe badania parametrów strumienia dwufazowego mogą bazować albo na równoległym pomiarze natężenia przepływu fazy stałej i gazu, albo też na wykorzystaniu dynamicznych właściwości strumienia. Ten drugi sposób został na razie zastosowany tylko w maszynach dmuchowych do oznaczania gęstości, prędkości i koncentracji [1]. Interesujące byłoby sprawdzenie możliwości zastosowania tego sposobu do określenia parametrów strumienia dwufazowego o mniejszym stężeniu fazy stałej, mającego zastosowanie w pneumatycznych dozownikach żelazokrzemu. W związku z tym zostały przeprowadzone badania [2], których wyniki scharakteryzowano w niniejszej publikacji.

Główne i pomocnicze parametry strugi dwufazowej: powietrze – faza stała

Jak wykazano w pracach [1-3], dla potrzeb praktycznych można przyjąć, że w strumieniu powietrze – faza stała wielkościami wpływającymi na uzyskanie zagęszczenia masy oraz na rze-



Rys. 1 Zespół dozujący: 1 – czujnik poziomy, 2 – złącze elektryczne, 3 – regulator ciśnienia z filtrem, 4, 5 – elektrozawory, 6 – śruby mocujące, 7 – łączniki, 8 – rurka transportowa, 9 – końcówka, 10 – łącznik, 11 – łącznik, 12 – głowica dozująca, 13 – zbiornik modyfikatora, 14 – klamra, 15 – pokrywa

czywisty czas procesu zapełniania wnętrza technologicznej są:

- natężenie wypływu fazy stałej,
- wartość siły oddziaływania dynamicznego strumienia dwufazowego.

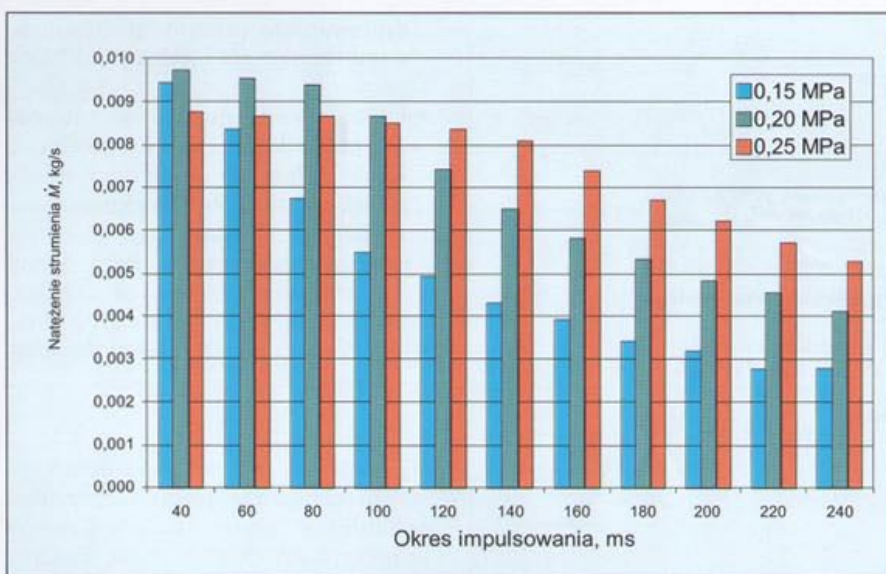
Wielkości pomocnicze strumienia powietrze – faza stała, analizowane w kategoriach transportu pneumatycznego, przede wszystkim uwzględniają:

- gęstość strumienia dwufazowego lub wielkości bezpośrednio związane z gęstością (koncentracja lub stężenie objętościowe bądź ciężarowe fazy stałej, porowatość),
- uśrednioną prędkość obu faz składowych strumienia piaskowo-powietrznego,
- prędkość poślizgu fazy stałej oraz wzajemny stosunek prędkości fazy stałej i gazowej w strumieniu wypływającym z komory nabożowej do rdzennicy.

Badania własne

Zespół dozujący dozownika został przedstawiony na rys. 1 [2]. Sprężone powietrze doprowadza się do głowicy dozującej (12) przez elektrozawory

AZ1 (4) i AZ2 (5). Wartość ciśnienia powietrza jest ustalana za pomocą filtra – reduktora (3), wyposażonego w manometr. Modyfikator jest wysypywany do dwuczęściowego zbiornika. Część buforowa zasobnika (13) jest połączona przegubowo z częścią buforową i zabezpieczona przed otwarciem klamrą (14). Dno nadstawki stanowi siatka o oczku 2 mm. Siatka zapobiega przedostawianiu się do korpusu dozownika elementów o większych wymiarach, które mogłyby zablokować jego pracę. Zasobnik zamknięty jest pokrywą (15). Poziom modyfikatora kontrolowany jest przez czujnik poziomy (1). Modyfikator transportowany jest z korpusu dozownika do strugi metalu rurką transportową (8), połączoną z korpusem łącznikami (7), (10), (11). Strugę modyfikatora kształtuje końcówka wylotowa (9). Podawany w strumieniu powietrza modyfikator napiera na membranę czujnika pośrednio poprzez dźwignię wzmacniacz siły. Wzrost ciśnienia przetworzony na sygnał elektryczny jest po wzmożeniu przesłany do



Rys. 2 Natężenie strumienia w funkcji okresu impulsowania

komputera PC, gdzie w postaci cyfrowej zostaje zapisany w pamięci.

Warunki prowadzenia prób

Badany dozownik wyposażony był w zbiornik zasadniczy modyfikatora zdolny pomieścić 10 kg materiału. Do sterowania elektrozaworami wykorzystano komputer klasy PC ze specjalnie napisanym programem zastępującym typowy sterownik elektroniczny.

Dla całego zakresu badań przyjęto stały czas dozowania wynoszący 10 sekund. Okres impulsowania podlegał zmianie w zakresie od 40 ms do 240 ms ze skokiem co 20 ms. Zmiana ciśnienia roboczego sprężonego powietrza do badań została przyjęta w trzech zakresach: 0,15 MPa, 0,2 MPa i 0,25 MPa, co wynikało z wcześniejszych badań [2, 3].

Wyniki badań

Charakterystyki wydajnościowe dozownika dla zakresu zmienności okresu impulsowania od 40 ms do 240 ms ze skokiem co 20 ms przedstawiono graficznie na rys. 2.

Przykładowe wyniki pomiarów siły naporu dynamicznego oraz obliczonych wartości pomocniczych parametrów strumienia dwufazowego: prędkości, gęstości i koncentracji objętościowej, zamieszczono w tabeli 1.

Na rys. 3 przedstawiono przebieg siły naporu dla wartości ciśnienia 0,25 MPa w funkcji okresu impulsowania. Daje się zauważyć, że dla okresu impulsowania od 40 ms do 100 ms można dokonać wyraźnego rozgraniczenia amplitudy poszczególnych zapisów. Dla okresów impulsowania od 120 ms do 240 ms wykresy się zlewają i od-

czyt wartości dla poszczególnych okresów impulsowania jest mało miarodajny.

Analiza wyników badań

Dokonując analizy wyników, można stwierdzić, że wraz ze wzrostem okresu impulsowania niezależnie od ciśnienia następuje spadek wydajności dozowania, ale spadek ten zaczyna się tym później (dla większych wartości okresu impulsowania), im większe jest ciśnienie powietrza. Jest to zrozumiałe, gdy uwzględni się fakt, że wzrost okresu impulsowania oznacza mniejszą ilość elementarnych zadozowań materiału w jednostce czasu.

Charakteru prędkości nie można analizować indywidualnie, lecz wspólnie z przebiegiem siły naporu strumienia, która decyduje o obliczonej wartości C_{str} .

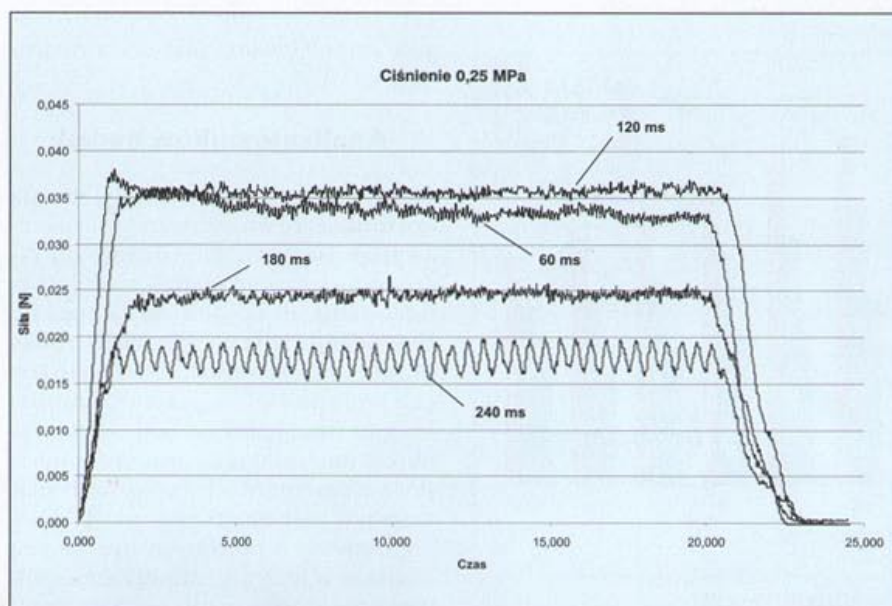
Gęstość strumienia podawanego materiału jest stosunkowo niska i waha się w granicach od $6,893 \text{ kg/m}^3$ do około $25,532 \text{ kg/m}^3$, wartość ta zmienia się dynamicznie w czasie dozowania materiału sypkiego. Prędkość podawania fazy stałej nie przekracza 5 m/s, natomiast koncentracja objętościowa, informująca o stosunku objętości przenoszonego materiału do objętości powietrza, mieści się w granicach od 0,0019 do 0,0096, czyli wynosi od około 0,4–1,5% gęstości usypowej FeSi75 w stanie przyjętym do badań (1700 kg/m^3 dla frakcji 0,6–0,8 mm) [2].

Wnioski

- Zrealizowane badania uzasadniają dalsze poszukiwania optymalnych rozwiązań tego sposobu pomiaru,

Tabela 1 Wyniki obliczeń parametrów strumienia dla ciśnienia 0,25 MPa

Impuls [ms]	m [g]	M [kg/s]	P_d [N]	ρ_{str} [kg/m ³]	μ [m ³ /m ³]	C_{str} [m/s]
40	87,642	0,00876	0,039	17,642	0,0064	4,393
60	86,633	0,00866	0,035	19,236	0,0070	3,982
80	86,645	0,00866	0,026	25,532	0,0095	3,001
100	85,028	0,00850	0,034	18,803	0,0068	3,999
120	83,635	0,00836	0,036	17,181	0,0062	4,304
140	80,856	0,00809	0,031	18,648	0,0068	3,834
160	73,823	0,00738	0,026	18,535	0,0067	3,522
180	67,087	0,00671	0,025	16,244	0,0058	3,652
200	62,188	0,00622	0,023	14,868	0,0053	3,698
220	57,071	0,00571	0,022	13,091	0,0046	3,855
240	52,798	0,00528	0,018	13,694	0,0048	3,409



Rys. 3 Przebiegi czasowe siły naporu dynamicznego dla różnych okresów impulsowania

właściwości i parametrów strumienia dwufazowego (gaz i faza stała) w celu jego wdrożenia do zastosowań technicznych. Przykładem takich zastosowań może być dozowanie pyłu węglowego w celu nawęglania stopów żelaza lub dozowanie modyfikatora, gdzie natężenie przepływu jest przy obecnej technice pomiarowej oceniane jako wartość średnia za cały okres dozowania, co nie uwzględnia ewentualnych wahań tego parametru w rzeczywistym przebiegu procesu.

- Badany układ pozwala na łatwą regulację wydajności dozownika za pomocą tylko dwóch parametrów, jaki-

mi są okres impulsowania oraz ciśnienie powietrza. Dzięki takiemu sposobowi regulacji można go używać w przemyśle, gdzie jest potrzeba dozowania modyfikatora w sposób mało kłopotliwy.

- Istniejący układ pomiarowy trzeba potraktować jako prowizoryczny, bardziej ilustrujący zasadę pomiaru siły naporu dynamicznego niż wartości możliwych do uzyskania wydajności dozowania. W przypadku zastosowań przemysłowych wartości siły naporu będą prawdopodobnie większe o dwa rzędy wielkości, co pozwoli na bezpośredni pomiar siły naporu z wyeli-

minowaniem członów pośrednich, a tym samym na bardziej dokładny pomiar.

- Układ stwarza możliwość automatycznej blokady wypływu powietrza w przypadku, gdy ustaje wypływ fazy stałej, co może być wykorzystane w takich przypadkach, gdy przepływ samego powietrza jest niepożądany (np. chłodzenie metalu w układzie wlewowym i zbiorniku głównym, chłodzenie oraz utlenianie powierzchniowe).

Literatura

- [1] Dańko J.: Właściwości dwufazowego transportu pneumatycznego strumienia powietrzno-piaskowego w maszynach dmuchowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Mechanika z. 128, Gliwice (1997), (27 - 28. 11. 1997), s. 7-15.
- [2] Marszałik D.: Badanie parametrów strumienia dwufazowego w doświadczalnym dozowniku pneumatycznym żelazokrzemu. Praca dyplomowa magisterska (promotor J. Dańko), WOAGH, Kraków (2005).
- [3] Jasiński W.: Projekt i realizacja dozownika materiałów drobnopięknych, a szczególnie żelazostopów. Praca dyp. inżynierska, WOAGH, Kraków (2002).

prof. dr hab. inż. Józef Dańko,
mgr inż. Dariusz Marszałik,
mgr inż. Adam Sroczyński
AGH w Krakowie
Wydział Odlewnictwa

Sprężarki śrubowe. Sprężarki tłokowe. Osuszacze, filtry.



GENERALNY PRZEDSTAWICIEL CECCATO: P.U.H. "UNIGOODS" spółka jawna
73-110 Stargard Szczeciński, 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



MB-PNEUMATYKA jest firmą rodzinną działającą w branży pneumatyki motoryzacyjnej i przemysłowej

PNEUMATYKA MOTORYZACYJNA

- projektowanie, produkcja i sprzedaż złącz wtykowych do pneumatycznych układów hamulcowych
- projektowanie, produkcja i sprzedaż pneumatycznych systemów do drzwi autobusowych
- produkcja i sprzedaż elementów pneumatyki do drzwi autobusowych (siłowniki, zawory itp.)

PNEUMATYKA PRZEMYSŁOWA

- automatyzacja i modernizacja procesów produkcyjnych
- serwis układów pneumatycznych maszyn i urządzeń
- sprzedaż elementów

Firma jest laureatem wyróżnień oraz tytułów przyznawanych w wielu prestiżowych konkursach. Otrzymała nominację do Godła Promocyjnego Teraz Polska oraz dwa złote medale na targach Motor Show: za złącza hamulcowe (2003) oraz system drzwi otwieranych na zewnątrz (2005). Posiada certyfikat PN-EN ISO 9001:2001.

MB-PNEUMATYKA Sp. z o.o.

ul. Armii Krajowej 75
66-100 Sulechów
mb-pneumatyka@mb-pneumatyka.pl
www.mb-pneumatyka.pl
tel. (068) 385 37 31, 385 24 55
fax (068) 385 20 43





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 przetwarzania gazu ziemnego, biogazu itp.
- osłony i obudowy dźwiękochłonna-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.



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



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

Okladka

I	Marani
II	Deltech
III	Atlas Copco
IV	Lotos

Airpress	8
AMET	6
Atlas Copco	23
Bovin	7
CompRot	56
dhGroup	13
Hross	9, 31
Inwet	6
Laska	3
MB-Pneumatyka	55
Nederman	37
Pneumatik SA	7
PPHU Kompress	9
Prema	27
Tompress	7
Unigoods	54
Wittig	43

Artykuły promocyjne

domnick hunter	14
Atlas Copco	21
Marani	25
Pneumatik SA	12
In-Tech	38

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

nazwa odbiorcy
WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.
53 - 608 WROCŁAW ROBOTNICZA 72

I.k. **nr rachunku odbiorcy**
95 1060000760000409910133389

W P **PLN** **kwota**

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

nazwa zleciiodawcy

nazwa zleciiodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Oplata:

pieczęć, data i podpis(y) zleciiodawcy

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

nazwa odbiorcy
WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.
53 - 608 WROCŁAW ROBOTNICZA 72

I.k. **nr rachunku odbiorcy**
95 1060000760000409910133389

W P **PLN** **kwota**

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

nazwa zleciiodawcy

nazwa zleciiodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Oplata:

pieczęć, data i podpis(y) zleciiodawcy



Urządzenia uzdatniające sprężone powietrze



Kompletne rozwiązania

Jakość sprężonego powietrza ma kluczowe znaczenie dla procesu produkcji i samego produktu końcowego. Urządzenia uzdatniające sprężone powietrze z szerokiej oferty Atlas Copco pozwalają usunąć olej, wodę i inne zanieczyszczenia tak, by spełnić wymagania normy ISO 8573.1. Poczynając od filtrów, poprzez osuszacze i odwadniacze, Atlas Copco może być Państwa dostawcą zoptymalizowanych systemów sprężonego powietrza.



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

Spełniamy Twoje potrzeby kompleksowo



**Coraz więcej branż, coraz więcej maszyn, coraz więcej potrzeb
- LOTOS Oil daje Ci zawsze tą samą pewność stosowania.**

Polski przemysł zmienia swoje oblicze. Pojawiają się najnowocześniejsze technologie, a w ślad za nimi maszyny i urządzenia wymagające szerokiej gamy specjalistycznych środków, zapewniających ich długotrwałe użytkowanie. **LOTOS Oil**, lider rynku olejów i środków smarowych, poszerzył swoją ofertę o nowe, specjalistyczne

produkty dla przemysłu. To najwyższej jakości produkty: oleje przekładniowe, hydrauliczne, hydrauliczno-przekładniowe, turbinowe, sprężarkowe, maszynowe, oleje do obróbki metali, smary i inne. Jednocześnie prowadzimy prace nad jeszcze bardziej kompleksową ofertą produktów.

Nie ryzykuj – zaufaj pewnemu Partnerowi. Sprawdź naszą poszerzoną ofertę!

Kontakt:

tel. (0 32) 215 30 65, (0 12) 622 44 97
tel. kom. 505 121 148, 505 121 153

LOTOS Oil SA, ul. Elbląska 135, 80-718 Gdańsk
tel. (0 58) 308 72 56, fax (0 58) 308 73 56
e-mail: info@lotosoil.pl, www.lotosoil.pl