

KAESER
KOMPRESSOREN

Nowość - sprężarki śrubowe serii BSD/CSD z bezpośrednim napędem 1:1



KAESER KOMPRESSOREN Sp. z o.o.
tel. (0-px-22) 322 86 65, fax (0-px-22) 322 86 66
Serwis całodobowy KAESER KOMPRESSOREN:
tel. 0-502 22 43 59
<http://www.kaeser.pl>, e-mail: kaeser.poland@kaeser.pl

BOREAS XXL
firmy ultratroc

Mechatroniczny
układ pozycjonowania
czujnika
kontaktronowego

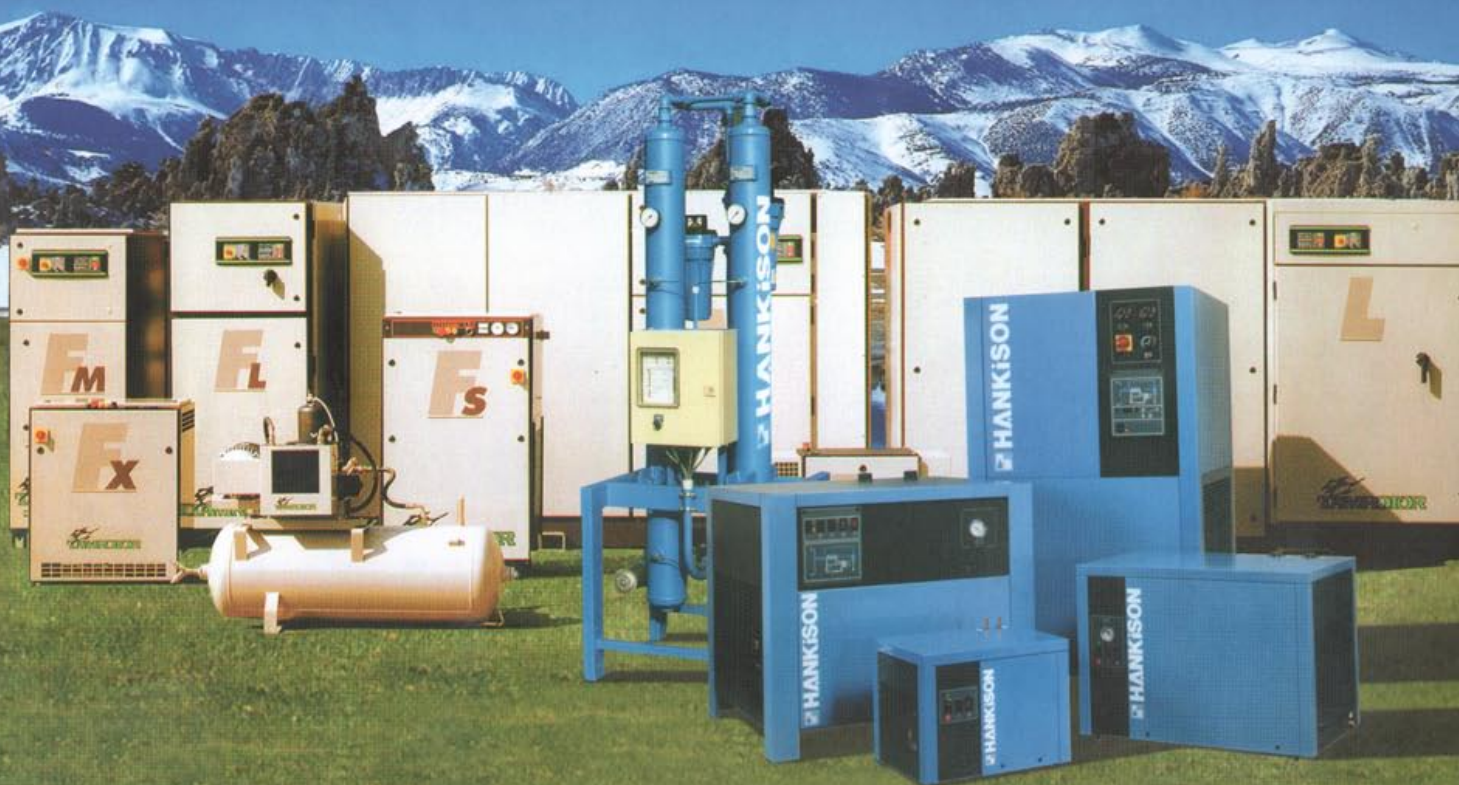
Zestawienie
dostawców osuszaczy
sprężonego powietrza

Nowe sposoby
oszczędności energii
w systemach
uzdatniania powietrza

Pneumatyczny
internet praktyczny

Automatyzacja
chwyty

Niezależne doradztwo



Sprężarki śrubowe o wydajności od 0,5 do 73,5 m³/min
Sprężarki śrubowe bezolejowe z wtryskiem wody do zespołu śrubowego
Sprężarki śrubowe z falownikiem
Układy odzysku ciepła ze sprężarek
Elektroniczne sterowniki zespołów sprężarek
ISO 2001 - System jakości certyfikowany przez Lloyd's Register
Osuszacze żębiczne, membranowe i adsorpcyjne sprężonego powietrza
Filtry sprężonego powietrza
Systemy uzdatniania kondensatu ze sprężarkowni
Zbiorniki wyrównawcze sprężonego powietrza
Projekty sprężarkowni i sieci rozprowadzania sprężonego powietrza
Pomoc w doborze optymalnego rozwiązania
Serwis 24 godziny na dobę
Oryginalne części zamienne
Szkolenie personelu użytkownika
Gwarancja 5 lat na zespoły śrubowe

Z NAMI MASZ WŁAŚCIWE CIŚNIENIE !

Biuro Handlowe RUDA Trading International

ul. E. Zegadłowicza 10

40-555 Katowice

tel./fax +48 32 251 25 53

tel./fax +48 32 757 44 65

tel./fax +48 32 757 26 03

e-mail: bh-ruda@bh-ruda.pl



Oddział Serwisowo-Remontowy

ul. Kopalniana 1

59-101 Polkowice

tel./fax +48 76 848 14 74

tel./fax +48 76 848 14 75

tel./fax +48 76 848 14 76

e-mail: ruda-ost@cuprum.com.pl

Napędy i Sterowanie 2002 _____	10	Zestawienie dostawców osuszaczy sprężonego powietrza na rynku niemieckim Część I _____	25
dominick hunter - filtracja i osuszanie sprężonego powietrza _____	14		



Jakość sprężonego powietrza w nowoczesnych technikach lakierniczych _____	16
---	----

Ekonomiczne aspekty produkcji butelek PET, czyli jak zredukować koszty _____	21
--	----



Boreas XXL firmy ultratroc - krok milowy na rynku osuszaczy ziębnych _____	22
--	----

Związek z własnością – związek z decyzją _____	24
--	----

Skutecznie łączyć naukę z praktyką - (wywiad) _____	28
Nowe sposoby oszczędności energii w systemach uzdatniania powietrza _____	30



Mechatroniczny układ pozycjonowania czujnika kontaktronowego _____	32
--	----

Automatyzacja chwytu _____	35
----------------------------	----

Niezależne doradztwo _____	38
----------------------------	----

Laboratoria pneumatyki Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej _____	41
---	----

Podstawy pneumatyki Część II _____	45
------------------------------------	----

Sterowanie predykcyjne w pneumatycznej technice napędowej Część I _____	48
---	----

Pneumatyczny internet praktyczny _____	52
--	----

Spis rocznika _____	56
---------------------	----

Sport, polityka, pneumatyka



Podobno już niedługo będzie można dobrze pisać o polskiej gospodarce. Tak wynika z nieśmiałyłych jeszcze prognoz, ale przede wszystkim z przekonującą uśmiechu premiera. W oczekiwaniu na te chwile napawajmy się jednak wielkością naszego narodu, która znalazła potwierdzenie na zimowych igrzyskach olimpijskich. Kiedy rok temu Adam Małysz pokazał, jak się odnosi sukcesy, był to ważny moment nie tylko dla niego, ale również dla prezydenta Rzeczypospolitej. Jak wszyscy widzieliśmy, postanowił on sam wziąć sprawy w swoje ręce i dzięki jego radom, Adam nadal „robi swoje”. Myślę, że z podobnego dobrodziejstwa korzysta również Polski Komitet Olimpijski. Ten sam, który miał duży kłopot z rozstrzygnięciem, czy naszemu byłemu prezydentowi, reprezentującemu Europę na otwarciu Igrzysk Olimpijskich, należy się olimpijski kapelusz, czy nie. Na szczęście okazało, że to tylko żarty (trochę podobne, jak nieco wcześniejsze zgubienie hełmu strażackiego w nowojorskim hotelu przez naszego premiera).

Poważnie, to powinniśmy zdjąć czapki z głów przed ekipą szkoleniowców zajmujących się naszymi skoczkami narciarskimi. Udało im się nie zepsuć formy Adama Małysza i zachować właściwą, skromną postawę wobec sportowców i kibiców. Nie wierzę jednak, że szkoleniowcy nie musieli stoczyć walki z działaczami wyższego szczebla, którzy na pewno również czują się zasłużeni. Warto sobie przypomnieć, że

aż w końcu polska piłka znikła na wiele lat z areny międzynarodowej. Jeżeli tak nie stanie się ze skokami narciarskimi, to znaczy, że czegoś się nauczyliśmy.

Sport, zwłaszcza ten wielki, powinien być szkołą dla wszystkich. Nie tylko dla sportowców i zwykłych ludzi, ale również dla polityków i ludzi zajmujących się gospodarką. W gospodarce cywilizowanego świata obowiązują podobne reguły jak w sporcie. Należy do nich szlachetna rywalizacja, której celem jest radość z osiągnięcia coraz lepszych wyników. Idea Unii Europejskiej przypomina ideę olimpijską. Wszyscy mogą być dopuszczeni do rywalizacji, pod warunkiem że dostosują się do jej reguł. Reguły gospodarcze są nieco bardziej skomplikowane niż w sporcie. Stąd wytężona praca, jaką wykonują twórcy UE, którzy rozumieją nasze opóźnienie i starają się nam pomóc. Nieślusny jest pogląd, że Unia czyha na nasze dobro. Musimy więcej energii przeznaczyć na naukę, a mniej na spory. Kłopoty z wykorzystaniem unijnych funduszy nie wynikają jedynie z rzeczywistych problemów merytorycznych (które są przecież nieuniknione), ale przede wszystkim z toczącej się walki o wpływ. Oby tylko nie okazało się, że z tego powodu, tak jak w sporcie, z liderów staniemy się outsiderami.

W naszej dziedzinie, czyli w pneumatyce, również mamy jeszcze wiele do zrobienia. Aby stać się godnym partnerem dla UE, wciąż musimy podążać za światowymi i europejskimi standardami. Postęp technologiczny to coraz bardziej precyzyjne i przyjazne środowisku urządzenie. Na coraz wyższym poziomie stoi jakość podstawowego medium, jakim się zajmujemy, czyli sprężonego powietrza. Niestety, w naszym kraju wciąż mamy duże braki w tym zakresie. Mam nadzieję, że informacje zawarte w „Pneumatyce” pomogą pod

Pneumatyka

REDAKCJA

Redaktor naczelny:
Zdzisław Chrapkiewicz
Dział DTP:
Marcin Kluziak
Edyta Wirt

Współpracownicy:

Andrzej Araszkiewicz
Wojciech Halkiewicz
Arkadiusz Mrokwa
Szymon Sadowski
Konsultacja naukowa
prof. nadzw. dr hab. inż.
Łukasz N. Węsierski

ADRES REDAKCJI

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel. (071) 373 58 95
tel./fax: (071) 373 52 32, 373 59 00
e-mail: pneumatyka@lektorium.pl

WYDAWCA

Wydawnictwo Lektorium
Kierownik wydawnictwa:
Mariusz Makulski

ADRES WYDAWCY

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

DRUKARNIA

Hector

PRENUMERATA

prenumerata@lektorium.pl
Wpłaty można dokonać:
LEKTORIUM Wydawnictwo
ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
Powszechny Bank Kredytowy SA
III oddz. we Wrocławiu
11101620-409910133389
Prenumeratę oprócz redakcji przyjmują:
RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o.o.
KOLPORTER SA
Zlecenia na ogłoszenia i reklamy
prosimy kierować po

będący potentatem w dziedzinie ziębnych osuszaczy sprężonego powietrza, wprowadził na rynek nową grupę tych urządzeń – Boreas XXL. Jako jedyna firma, ultratroc zastosował kompaktową konstrukcję zamkniętą w obudowie szafkowej osuszaczy ziębnych dla dużych przepływów. Dzięki rozwinięciu

wysokiej niezawodności czy też ilości i jakości sprężonego powietrza dostosowanej do aktualnego zapotrzebowania zakładu produkcyjnego.

W złożonym z kilku sprężarek i osuszaczy systemie sprężonego powietrza szczególne możliwości ograniczania kosztów leżą po stronie współpracy kompresorów. Dlatego też firma Kaeser Kompressoren opracowała nadrzędne urządzenie

procesowy system sterowania zapewnia ekonomiczne wykorzystanie energii, przypomina o konieczności serwisowania i diagnozuje awarie.

niezawodne

Najwyższą jakością sprężarek potwierdzają liczne certyfikaty morskich towarzystw klasyfikacyjnych: Lloyd's Register of Shipping, Germanischer Lloyd, Det Norske Veritas, Bureau Veritas. Również NATO wybrało ALUP Kompressoren na dostawcę strategicznego. Firma spełnia także warunki ISO 9001.

Hannover Messe 2002

W dniach 15-20 kwietnia 2002 r. odbędą się jedne z największych, światowych



targów przemysłowych w Hanowerze. Program Zintegrowanych Światowych Targów Przemysłu obejmuje 7 wiodących imprez branżowych.

- Factory Automation (Automatyzacja w fabrykach);
 - CeMAT (Przepływ materiałów i logistyka);
 - MicroTechnology (Mikrotechnologia);
 - Surface Technology (Technologia obróbki powierzchniowej)
 - Energy (Energetyka);
 - SubconTechnology (Podstawy i inżynieria materiałowa);
 - Research and Technology (Badania i technologia).
- Ponad 7 200 przedsiębiorstw z 60 krajów będzie prezentować swoją ofertę na 270 000 m² powierzchni wystawienniczej netto, w 26 halach i na terenach otwartych.
- Przedprzedaż biletów w Polsce prowadzi: Przedstawicielstwo Deutsche Messe ul. Kochanowskiego 27/2 01-864 Warszawa, tel. 022 639 72 53, fax 022 866 75 14, www.hannoverfairspoland.com

Seminarium pneumatyki w Rzeszowie

W dniach 31 stycznia - 1 lutego 2002 w Zakładzie Płynów i Aerodynamiki Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza odbyło się seminarium nt. „Sprężone powietrze – nośnik energii i informa-



cji”. Seminarium odbyło się z inicjatywy firmy Techchem SA z Warszawy i wzięło w nim udział grono pracowników tej firmy. Techchem SA od wielu lat współpracuje z Politechniką Rzeszowską, czego efektem były między innymi wykonane prace dyplomowe, których tematyka zaproponowana została przez firmę. Seminarium rozpoczął dziekan Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa – prof. Feliks Stachowicz. Potem odbyło się szereg zajęć wykładów przeplatanych pokazami w laboratorium zakładu oraz spotkaniami dyskusyjnymi. Poruszone zagadnienia obejmowały tematy: „Sprężone powietrze jako medium robocze”, „Zagadnienie hałasu i wibroizolacji maszyn sprężających”, „Wizualizacja przepływów w tunelu aerodynamicznym”, „Obliczenie strat ciśnienia przy przepływie powietrza”. Seminarium prowadzili: prof. Łukasz N. Węsierski, prof. Tadeusz Knap, dr Piotr Strzeleczyk, mgr Andrzej Miąsik, mgr Zygmunt Szczerba, którzy niejednokrotnie trudne problemy teoretyczne potrafili tak zaprezentować i zobrazować pokazami w laboratorium, że stawały się wręcz oczywiste. Okazuje się, że istnieje duże zainteresowanie pracowników przemysłu rozwiązaniem konkretnych problemów eksploatacyjnych i pomiarów. Ożywiona dyskusja wywiązała się w trakcie omawiania i prezentowania pomiarów takich wielkości, jak prędkość



POWIETRZE – OGROMNA SZANSA!

- Sprężarki śrubowe o wydajnościach od 0,3 do 45,3 m³/min i ciśnieniach do 13 bar
- Sprężarki tłokowe o wydajnościach od 70 do 6200 l/min i ciśnieniach do 35 bar
- Oczyszczanie sprężonego powietrza, rurociągi, wyposażenie

Centrala:
 PNEUMATIK 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
 Lublin (081) 751 83 79
Serwis 24 h: 0 608 445 555



Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN

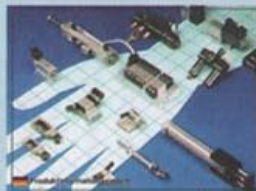


ANDRZEJEWSKI

Rexroth
 Bosch Group



Pneumatyka profesjonalnie



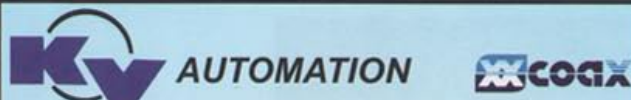
ZAPRASZAMY DO NOWEGO SKLEPU INTERNETOWEGO NA NASZEJ STRONIE:

WWW.ANDRZEJEWSKI.PL

ANDRZEJEWSKI PNEUMATYKA I TECHNIKI AUTOMATYZACJI

BIURA:

Łódź, tel./fax: (042) 657 44 13, 657 58 30
 Warszawa, tel./fax: (022) 634 45 00
 e-mail: andrzejewski@andrzejewski.pl
 www.andrzejewski.pl



Proponuje pełen asortyment elementów pneumatyki

- ★ Silowniki ★ Napędy pneumatyczne ★ Amortyzatory
- ★ Zawory pneumatyczne i elektromagnetyczne
- ★ Zawory coaxialne ★ Złączki ★ Urządzenia podciśnieniowe
- ★ Zespoły przygotowania powietrza



61-655 Poznań, ul. Gronowa 22
tel./fax 061 85 16 919, tel. 061 85 27 649
e-mail: tehabud@tehabud.com.pl
www.tehabud.com.pl

Nasz przedstawiciel:

BDT s.c. 35-310 Rzeszów, ul. Rejtana 36, tel./fax 017 85 02 810 do 12, e-mail: bdt@bdt.npl.pl

HERMETYCZNE SYSTEMY PODCIŚNIENIOWEGO TRANSPORTU MATERIAŁÓW SYPKICH

względami zbliżyć się do europejskiego. W tym numerze sporo miejsca poświęcamy sprężonemu powietrzu. o lektury.

Zdzisław Chrapkiewicz

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych.

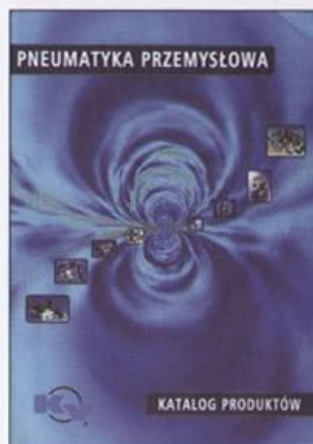
W materiałach nadesłanych redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych. Przedruk tekstów w części lub w całości tylko i wyłącznie za zgodą wydawcy. Artykuły redakcyjne podlegają recenzji.

przepływu oraz ciśnienie powietrza czy też zagadnienia wypływu powietrza ze zbiornika i wynikających stąd zjawisk. Na zakończenie seminarium odbyło się miła uroczystość przekazania przez przedstawiciela firmy Techem SA mgr inż. Krzysztofa Kępczyńskiego, sprężarki łopatkowej Hydrovane dla zakładu Mechaniki Płynów i Aerodynamiki. W ten sposób zakład wzbogacił się o mały, lecz o dużym jak na warunki laboratoryjne wydatku, zespół zasilaający w sprężone powietrze laboratorium i zespoły pomiarowe tunelu aerodynamicznego. Z wielką przyjemnością odnotowujemy takie przypadki współpracy i promujemy taką działalność firmy.

Sprężarki w metrze

Firma Comprot - jedyny polski producent sprężarek o mocach 4-400 kW sfinalizowała kontrakt Kijów-Metrostroj. Aż 4 kompresory śrubowe o mocach 110 kW będą pracowały przy bud-

ki nowatorstwu i ścisłej współpracy z klientami. W Polsce wyłącznym przedstawicielem koncernu KV



Automation Systems jest firma TE-HA-BUD z Poznania. Wszystkie katalogi, doradztwo techniczne oraz konsultacje firmy TE-HA-BUD oferuje bezpłatnie.

Czeski ATMOS podbija rynki

Jak wiadomo, sytuacja na rynku nowoczesnych sprężarek powietrza stała się

Fortuna zdobywał złoto, niezwykle sukcesy święciła również polska reprezentacja w piłce nożnej. Telewizyjni komentatorzy zachwycali się profesjonalnym sztabem szkoleniowców wykorzystujących najnowsze zdobycze techniki (przenośny magnetowid). W miarę upływu czasu do ojcostwa tego sukcesu przyznawało się coraz więcej osób,

niektórymi poziomu europejskiego. Zapraszam

została na rynku czeskim, lecz znacząca większość została wyeksportowana do krajów europejskich (Niemcy, Holandia, Belgia, Francja, Hiszpania), w tym także do Polski. Bardzo dużym sukcesem marketingowym stało się otwarcie hermetycznego rynku amerykańskiego na wyroby czeskiego ATMOS-a. Z rynkiem amerykańskim ATMOS wiąże bardzo duże nadzieje. Równocześnie czynione są próby wejścia na rynek australijski, gdzie pierwsze egzemplarze tych sprężarek są testowane przez użytkowników. Tak więc sukcesów należy szukać nawet tam, gdzie wydawałoby się jest to sprawa niezwykle trudna, wręcz nawet niemożliwa.

Przedstawicielem ATMOS-a w Polsce jest firma KompresBrzeźna.

Nowy Boreas XXL z ultratroc

ultratroc z Flensburga, należący do grupy ultrafilter. pytania osobiście.

Warszawa, ul. Krzysztofa Kolumba 22
tel.: (0 22) 846 62 54 i 868 00 33
e-mail: kompres@kompres.com.pl

www.kompres.com.pl

wydajności między 10 500 a 12 500 Nm³/h. Tak skonstruowane osuszacze pozwalają na zaoszczędzenie ok. 35% powierzchni w stosunku do konstrukcji tradycyjnych. Jest to bez wątpienia milowy krok w rozwoju techniki osuszania ziębniczego dla dużych przepływów.

Zespołowa praca – Sigma Air Manager

Od nowoczesnych systemów sprężonego powietrza wymaga się niskiego zużycia energii elektrycznej,



sprężarki powietrza



ALUP Kompressoren

Sprężarki śrubowe o ciśnieniach roboczych od 4 do 15 bar i wydajnościach od 0.4 do 70 m³/min.



ciche

Sprężarki śrubowe pracują cicho i bez wibracji, dzięki temu praca z nimi nie jest uciążliwa.

oszczędne

Procesory system sterujący kontrolują pracę kompresorów, zapewniając kontrolę ciśnienia (+/- 0,1 bar) z czytelną wizualizacją danych eksploatacyjnych stacji sprężarek pozwala w sposób optymalny nadzorować pracę całego układu.

konstrukcji opartej na sprawdzonych już rozwiązaniach dla mniejszych przepływów powstała seria szafkowych osuszaczy dla



CPP „PREMA” SA
ul. Wapiennikowa 90
25-101 KIELCE
tel. (041) 361 95 24
fax (041) 361 91 08

Centrum Produkcyjne Pneumatyki

„PREMA” Spółka Akcyjna

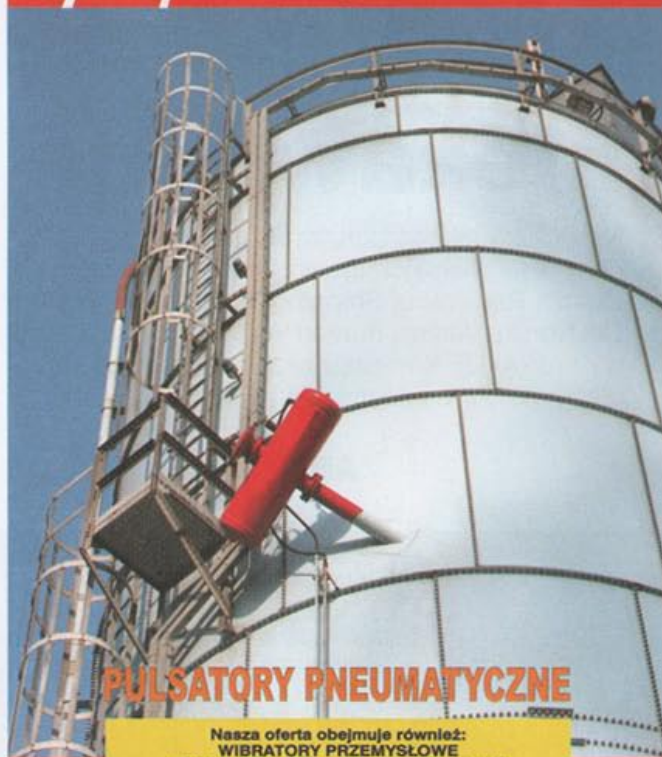
Największy polski producent elementów pneumatyki siłowej i sterującej.

- silowniki pneumatyczne w zakresie średnic od D12 do D320 z elementami mocującymi
- zawory rozdzielające sterowane elektrycznie, mechanicznie i pneumatycznie
- elementy przygotowania sprężonego powietrza
- zawory sterujące kierunkiem i szybkością przepływu sprężonego powietrza
- elementy złączne i przewody
- wyroby specjalne
- doradztwo techniczne



INWET

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji
Spółka Akcyjna



PULSATORY PNEUMATYCZNE

Nasza oferta obejmuje również:
WIBRATORY PRZEMYSŁOWE
I POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE

41-500 Chorzów, ul. Zgrzeblińska 5; telefony: (32) 241 13 09,
246 02 74, fax (32) 247 48 94; tel.kom. (601) 493 435;
<http://www.inwet.chorzow.pl>; e-mail: inwet@inwet.chorzow.pl

Wiadomo, że utrzymywanie za wysokiego ciśnienia sprężonego powietrza w sieci podwyższa koszty eksploatacyjne (1 bar to o 6% zwiększony pobór energii elektrycznej). Czytelny wyświetlacz obsługiwany jest za pomocą kilku przycisków zapewniających prostą obsługę menu. Długoterminowy bank pamięci urządzenia „Sigma Air Manager” umożliwia szybki podgląd wszystkich danych dotyczących historii sprężarek, jak ciśnienie, zużycie sprężonego powietrza czy pobór energii elektrycznej. Niezmiernie ważną zaletą „Sigma Air Manager” jest funkcja tele-serwisu. Przy użyciu modemu wysyła informację o stanie maszyn poprzez Internet lub w postaci SMS. Umożliwi to błyskawiczną diagnostykę całego układu bez względu na odległość. „Sigma Air Manager” jest gotowy kierować zespołem 4, 8 lub 16 maszyn.

Siłownik SMART

Firma Norgren rozpoczęła produkcję pierwszego, zgodnego z normami ISO 6431 i VDMA 24562, zintegrowanego modułu elektropneumatycznego, nazwanego siłownikiem SMART.

W korpusie siłownika, o wymiarach zgodnych z normą VDMA, znajduje się nie tylko tłok, tłoczysko i regulacja tłumienia, ale także czujniki położenia tłoka, zawór sterujący 5/2 lub 5/3 mono- lub bistabilny oraz zawory umożliwiające regulację prędkości. Komunikacja z elementami elektrycznymi, zabudowanymi wewnątrz siłownika, odbywa się poprzez złącze ASI-Bus lub Multipol (wielotytkowe).

W pełni wymienne z innymi siłownikami VDMA, SMART-y obejmują pełen zakres średnic od $\phi 32$ do $\phi 100$.

Skok do 1000 mm oraz prędkość max. do 1,5 m/s czynią je odpowiednimi do większości aplikacji.

Integracja zaworu z korpusem wydatnie skraca czas reakcji siłownika na sygnał sterujący.

Konstrukcja, zawierająca wszystkie niezbędne do pracy siłownika elementy, znacznie upraszcza zamawianie, magazynowanie i instalację układów pneumatyki, ułatwiając zadanie projektantom i monterom. Diagnostyka pracy za pomocą diod LED zamontowanych na korpusie oraz przekazywanie do sterowni informacji pozwalających na skontrolowanie poprawności pracy siłownika sprawiają, iż w przypadku problemów pracownicy utrzymania ruchu, bez prowadzenia długotrwałych procedur sprawdzających, mogą natychmiast stwierdzić, w którym miejscu układu wystąpiła awaria i szybko ją usunąć.

Dzięki zastosowaniu SMART-ów zbędne stają się szafy sterownicze, wyspy zaworowe oraz liczne elementy tzw. osprzętu. Tylko jedno przyłącze



elektryczne i jedno pneumatyczne powodują, że znika pętlanina przewodów elektrycznych i pneumatycznych.

To wszystko sprawia iż SMART, pomimo ceny wyższej w momencie zakupu od analogicznego siłownika klasycznego, po uwzględnieniu oszczędności na projektowaniu, logistyce, administracji i obsłudze pozwala na oszczędności rzędu 25%.

KONKURS

Pneumatyki

Wydawnictwo Lektorium
wydawca dwumiesięcznika „Pneumatyka”
ogłasza drugą edycję

KONKURSU NA PRACĘ Z ZAKRESU NOWYCH ROZWIĄZAŃ ELEMENTÓW I UKŁADÓW PNEUMATYKI ORAZ GOSPODARKI SPRĘŻONYM POWIETRZEM I INNYMI GAZAMI

W konkursie mogą wziąć udział prace licencjackie,
dyplomowe, inżynierskie, magisterskie
i doktorskie obronione w latach 2000-2001

, maszy-
sport itp.
e kolejo-
st bardzo
ulców, a
zamyka-
entowa-
i. Udział
n w kon-
o zostaje
a tym sa-

oobozów narciarskich oraz kilkunastu
oobozów studenckich jako opiekun nau-
ukowy. Dla rodziny również znajduję
czas – a ponieważ mam szczęście mieć
rodzinę umuzykalnioną – wspólne im-
prezy muzyczne, jak również wyjazdy
turystyczne są integralną częścią życia
rodzinnego.

Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz

dobrze bo polskie, szczelne bo z INCO



matycznymi:

Obecnie na świecie panuje tenden-
cja do systemowego podejścia zarów-
no do układów, jak i elementów i ma
to swoje odbicie również w pneuma-
tyce. Producenci starają się klientowi
zaoferować kompletne systemy, skła-
dające się nawet z elementów o róż-
nym nośniku energii, stąd modułowo-
ść budowy i możliwości współpra-
cy różnych komponentów. Innym kie-

matyzacja, napędy plynow
ny sprężające i pompy, tran-
Na przykład w jak transpor-
wym aplikacji pneumatyki j
dużo – począwszy od han-
skończywszy na otwieraniu
niu drzwi. Ale nie jest to pro-
ne pod szyldem pneumaty-
zespołów pneumatycznych
struktury maszyn i urządzeń
od kilku lat mniej więcej r

Napędy i Sterowanie 2002

Targi Gdańskie

Międzynarodowe Targi Gdańskie SA zorganizowały w dniach od 12 do 14 lutego br. połączone targi NAPĘDY I STEROWANIE oraz ELEKTROINSTALACJE. Patronat nad imprezą objęło Ministerstwo Gospodarki, Politechnika Gdańska, Korporacja Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych oraz Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Targi zgromadziły ponad 80 wystawców. Dzięki powiązaniom przedstawicielskim faktyczna liczba firm reprezentowanych na targach była znacznie większa. Kolejnym już VIII Targom Producentów, Kooperantów i Sprzedawców Zespołów Napędowych i Układów Sterowania towarzyszyło VIII Seminarium „Napędy i Sterowanie” 2002.

Od ośmiu lat, w lutym, spotykają się w Gdańsku producenci, kooperanci, sprzedawcy, a także naukowcy zajmujący się techniką napędu i sterowania. Na targach prezentuje się: napęd i sterowanie maszyn, napęd hydrauliczny, pneumatyczny i elektryczny, automatykę układów napędowych w okrętownictwie i energetyce, elektronikę w układach napędowych i sterowania mikroprocesowego. Dziś we współczesnej technice żadna z tych dziedzin nie występuje oddzielnie, wzajemnie się one uzupełniają i przenikają. Dlatego przed laty narodziła się słuszna idea, by specjalistów z tych branż zgromadzić w tym samym terminie i pod jednym dachem.

Spośród około 80 wystawców uczestniczących w targach w tym roku połowa reprezentowała branżę elektryczną i elektroniczną. Technika napędów płynowych miała stosunkowo nieliczną reprezentację. Na tle innych branża pneumatyczna była reprezentowana na targach raczej skromnie.



Fot. 1 Stoisko firmy Bosch Rexroth

Swoje stoiska miały firmy: CPP Prema, Festo, Bosch Rexroth, Univer i Archimedes, który był zlokalizowany na wspólnym stoisku Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych.

Centrum Produkcyjne Pneumatyki Prema SA Kielce, które corocznie uczestniczy w tej imprezie, zawsze prezentuje nowe wyroby. W tym roku na uwagę zasługiwała rodzina siłowników pneumatycznych, wyposażonych w sygnalizację położenia krańcowego i niezawodne czujniki hallotronowe firmy Balluff. W przyszłości planuje się zastąpienie magnesu stałego taśmą magnetyczną. Nową ofertę uzupełnia typoszereg siłowników kompaktowych o zwartej zabudowie i siłownik ISO średnicy 320 mm. Oferta zaworów rozdzielających została rozszerzona o minizawory typu 5/2 ze sterowaniem elektropneumatycznym. Modernizacji uległy też bloki przygotowania powietrza.

Festo to firma posiadająca ugruntowaną pozycję na rynku światowym. Jej oferta obejmuje systemy napędów i sterowań pneumatycznych i elektropneumatycznych do automatyzacji urządzeń i procesów wszystkich branż. Na interesującej ekspozycji pokazano m.in. wyspy zaworowe, a szczególną uwagę przyciągały pracujące manipulatory z pozycjonowaniem zespołów ruchu, świadczące o możliwościach programowania napędu pneumatycznego dzięki o sterownikowi SPC200.

Przedstawiciel handlowy firmy Univer pokazał bogatą ofertę pneumatycznych zespołów napędowych i elementów sterowania. W grupie wystawionych zespołów napędowych na uwagę zasługiwał typoszereg dwu- i trzyczłonowych siłowników teleskopowych oraz rodzina siłowników bez-tłoczkowych i pozycjonerów z hamulcami. Wyrafinowane rozwiązania konstrukcyjne elementów pneumatycznych, a przede wszystkim elementów sterownia stawiają wysokie wymagania klasom czystości sprężonego powietrza. Firma Univer oferuje w tym zakresie zespoły przygotowania powietrza wyposażone w elementy filtrujące w zakresie 0,3 mm.

Przedstawiciel handlowy firmy Bosch Rexroth w swojej ofercie w zakresie pneumatyki przedstawił wybrane elementy do montażu instalacji, zespoły napędowe i przygotowania powietrza oraz filtry z wkładami z włókna szklanego o dokładności filtrowania 0,01 mm.

Uczestnicząca w targach firma Archimedes od wielu lat specjalizuje się w produkcji m.in. narzędzi z napędem pneumatycznym. Bogata gama narzędzi, jaką oferuje firma (szlifierki, frezarki, młotki, wkrętaki, klucze i wiertarki), jest interesującą alternatywą dla narzędzi z napędem elektrycznym.

Corocznie targom towarzyszą semina. W tym roku zorganizowano dwie



Fot. 2 Referat „Sterowanie predykcyjne w technice napędowej” wygłasza dr inż. Mariusz Olszewski

sesje: „Napędy mechaniczne, hydrauliczne i pneumatyczne” oraz „Automatyka napędów elektrycznych i sterowanie elektroniczne”. Przewodniczący Komitetu Naukowego i Organizacyjnego Seminarium, a także organizator sesji „Napędy mechaniczne, hydrauliczne i pneumatyczne”, prof. dr hab. inż. Andrzej Balawender, kierownik Katedry Hydrauliki i Pneumatyki Politechniki Gdańskiej, zaprosił kilka uczelni, a także ośrodków naukowych i firm wdrażających napędy hydrauliczne i pneumatyczne do przygotowania referatów. Do sesji poświęconej napędom mechanicznym, hydraulicznym i pneumatycznym komitet naukowy zakwalifikował 14 referatów. Większość z nich była poświęcona napędom mechanicznym i hydraulicznym oraz zagadnieniom technologicznym. Tylko jeden referat dotyczył sterowania w obszarze pneumatyki.

Na temat sterowania predyktorycznego w technice napędowej mówił dr inż. M. Olszewski z Politechniki Warszawskiej (patrz str. 48). W kontekście prac, które od wielu lat są prowadzone w Instytucie Automatyki i Robotyki PW nad pozycjonowaniem nadążnym pneumatycznego napędu dławienio-

wego z różnymi regulatorami, przedstawił on interesująco koncepcję sterowania predyktorycznego. Koncepcja zakłada przewidywanie zachowania się układu sterowania na podstawie jego zachowań przeszłych. Krótki film, prezentujący porównanie napędu ze sterowaniem nadążnym „klasycznym” i napędu ze sterowaniem predyktorycznym, unaoczniał, że jest to rozwiązanie, które będzie powszechnie stosowane w niedalekiej przyszłości.

Po raz pierwszy formułę seminarium rozszerzono o warsztaty tematyczne, które w tym roku dotyczyły problematyki hydraulicznej, a mianowicie: serwisu olejowego, metodyki pomiaru hałasu urządzeń hydraulicznych i techniki sterowań proporcjonalnych w hydraulice. Należy mieć nadzieję, że ta formuła w przyszłości zostanie rozszerzona o technikę sprężonego powietrza.

Trud włożony przez prof. A. Balawendera i jego zespół w przygotowanie towarzyszącego targom seminarium i warsztatów nie poszedł na marne. Zaproszenie do udziału przyjęło grono naukowców z wielu uczelni i instytutów naukowych, m.in. z Politechniki: Warszawskiej, Wrocławskiej, Śląskiej, Radomskiej, Gdań-

skiej, Łódzkiej, Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku oraz z przemysłu. Interesujące referaty oraz liczne grono słuchaczy świadczą, że ta część imprezy spełniła swoje zadanie.

Organizatorom targów należy życzyć w przyszłości liczniejszego grona zarówno wystawców, jak również zwiedzających. W ciągu ostatnich lat obserwuje się tendencję spadkową – z roku na rok targi z imprezy o zasięgu krajowym przeistaczają się w przedsięwzięcie regionalne. Przyczyn należałoby upatrywać w ogólnym zastoju gospodarki krajowej, gorszej kondycji firm pneumatycznych, w polityce oszczędnościowej i w wyczerpywaniu się funduszy na promocję, co przy stosunkowo wysokich kosztach udziału każe zastanawiać się potencjalnym wystawcom, w której imprezie krajowej o podobnym charakterze uczestniczyć. Odpłatności za udział w seminariach i warsztatach odstraszyły zapewne niejednego potencjalnego słuchacza. Organizatorzy już teraz zapraszali na targi i seminaria za rok i jubileuszowe za dwa lata. Trzeba jednak szybko szukać nowej formuły rozszerzenia tematyki targów, aby je uatrakcyjnić i ożywić.

Józef Niegoda

Pneumat System s.c., 51-121 Wrocław, ul. Baczyńskiego 23

PNEUMAT SYSTEM

e-mail: info@pneumat.com.pl
<http://www.pneumat.com.pl>
<http://www.kriokomora.hg.pl>
 tel./fax (071) 325 18 60
 tel./fax (071) 325 52 84
 tel./fax (071) 325 52 86
 tel./fax (071) 325 52 88

Narzędzia pneumatyczne
 Armatura pneumatyczna

SPRĘŻARKI ŚRUBOWE

Atlas Copco

LODNI

SPRĘŻARKI TŁOKOWE

ficis

ELEKTRA BECKUM E

NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

IR Ingersoll-Rand

Fuji
 © Fuji Air Tools

BeA

MANOMETRY

WIKAI

ARMATURA PNEUMATYCZNA

RIEGLER
 Druckluft-Armaturen

AGNEP
 raccorderie

OPPI
 RIEGLER
 PREMA

pneumatica

FILTRY I OSUSZACZE

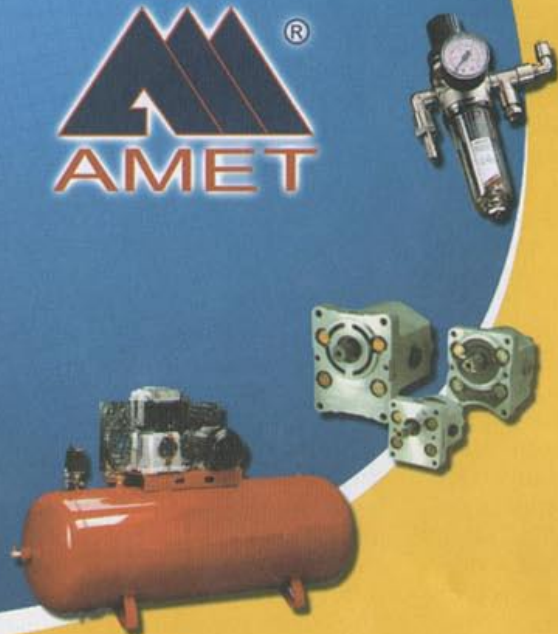
ultrafilter
 submerfiltration

WĘŻE PRZEMYSŁOWE

manuli
 RUBBER INDUSTRIES

HYDRAULIKA · PNEUMATYKA · AUTOMATYKA

AMET[®]



51-130 Wrocław, Żmigrodzka 79
tel. (071) 352-84-41, 372-63-82, tel./fax (071) 352-75-39
www.amet.com.pl e-mail: amet@amet.com.pl



INSTYTUT TECHNOLOGII EKSPLOATACJI
INSTITUTE FOR TEROTECHNOLOGY RADOM

ul. K. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom
tel. (48) (48) 364-42-41; fax 3644760
e-mail: instytut@itee.radom.pl http://www.itee.radom.pl

Czujniki kontaktronowe
do kontroli położenia tłoka
w siłownikach pneumatycznych

do siłowników D12 - D25
typoszeregu ISO 6432



do siłowników D32 - D100
typoszeregu ISO 6431



do siłowników dociskowych
D16 - D100



Certyfikat jakości ISO 9001



**NORGREN
HERION**

Z nami

pneumatyka

jest prosta

IMI International Sp. z o.o. – Oddział Norgren Herion
03-821 Warszawa, ul. Żupnicza 17

tel. (022) 871 7880 biuro@pl.norgren.com
fax (022) 871 7881 www.pl.norgren.com

Przedstawiciele regionalni:
Śląsk: tel. 0603 090 122, fax (034) 357 08 32
Małopolska: tel. 0609 194 388
Wielkopolska: tel. 0607 389 034
Polska Centr.: tel. 0601 289 433

**NORGREN
HERION**





domnick hunter



dh Group Polska Sp. z o.o.,
ul. Ryzowa 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 – filtracja i osuszanie sprężonego powietrza

Skuteczna kontrola kondensatu sprężonego powietrza

Dreny domnick hunter ED z elektronicznym sterowaniem wykrywają kondensat i uruchamiają się tylko w przypadku, gdy się on pojawi. Inteligentne działanie skutecznie zabezpiecza przed zbędnym ułatnianiem się powietrza z instalacji.

Seria drenów domnick hunter ED jest bezspornie rozwiązaniem najbardziej ekonomicznym. Niezawodne i proste w budowie dreny nie mają mechanicznego czujnika.

Inteligentny, objętościowy system pomiarowy działa z każdym typem kondensatu sprężonego powietrza, włą-

czając 100% zawartość oleju, jak i 100% zawartość wody, a także dowolny stopień zemulgowania.

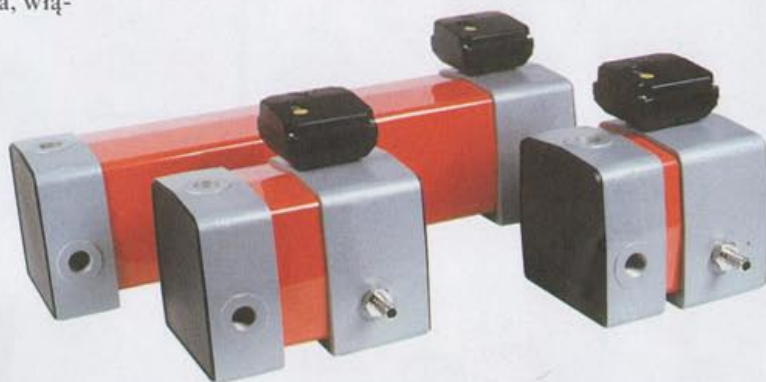
Dreny kondensatu serii ED będą działać nawet w przypadku agresywnych kondensatów bezolejowych, ponieważ są one zabezpieczone przed korozją zarówno wewnętrznie, jak i zewnętrznie.

Praca jest całkowicie automatyczna i nie jest wymagane dostosowywanie do ciśnienia.

Dreny kondensatu ED są niezawodne, łatwe w montażu, stanowią bardzo ekonomiczny sposób usuwania kondensatu i można je dobrać do każdej instalacji i każdego zastosowania.



Fot. 1 Dreny kondensatu ED 100/ED 200



Fot. 2 Dreny kondensatu ED 300/400/500

Przyjazne dla środowiska oczyszczanie kondensatu sprężonego powietrza

Przyjazne dla środowiska i zgodne z przepisami usuwanie kondensatu sprężonego powietrza podwyższa skuteczność instalacji.

Olejowy kondensat może być usunięty z instalacji sprężonego powietrza bezpośrednio do studzienki ściekowej dopiero po uprzednim zredukowaniu zawartości znajdującego się w nim oleju do poziomu odpowiadającego normom prawnym.

Prostym, ekonomicznym i ekologicznym rozwiązaniem jest zastosowanie separatorów oleju z wody domnick hunter serii ES.

Separator oleju/woda ES są zainstalowane jako część systemu gospodarki kondensatem sprężonego powietrza i w łatwy sposób redukują zawartość oleju w zebrany kondensacie. Zastosowanie powyższych urządzeń ułatwia uzyskanie przez zakład normy ISO 14000. Poprzez redukcję zawartości oleju w wodzie do poziomu dozwolonego przez normy, uzyskuje się znaczne ilości czystej wody, aż do 99,9% całej ilości kondensatu. Woda ta może być bezpiecznie usuwana do systemu kanalizacji. Dzięki temu pozostaje tylko niewielka ilość skoncentrowanego oleju przeznaczonego do utylizacji zgodnie z obowiązującymi przepisami i w ekonomiczny sposób.



Fot. 3 Separator olej/woda ES 2200



Fot. 4 Separator olej/woda ES 2400

Powietrze do oddychania

Ochrona układu oddechowego pracowników przed zanieczyszczeniami ma zasadnicze znaczenie dla ich zdrowia i komfortu pracy. Oczyszczanie do poziomu standardów międzynarodowych umożliwia pracownikom pracę w niebezpiecznych warunkach. **domnick hunter** oferuje pełny zakres oczyszczaczy powietrza do oddychania, przeznaczonych dla jednej lub wielu osób podczas śrutowania, malowania natryskowego i wielu innych zastosowań przemysłowych.



Fot. 5 Oczyszczacze powietrza do oddychania

Filtracja procesowa – klarowanie, stabilizacja i sterylizacja płynów

Dział procesowy firmy **domnick hunter** projektuje i wytwarza wiele produktów do filtracji cieczy, powietrza i gazów używanych w procesach przemysłowych. Dzięki ogromnemu doświadczeniu w zakresie wymagań filtracji oraz elastyczności produktów, **domnick hunter** może zapewnić rozwiązanie do każdego zastosowania. Sprężone powietrze i gazy często muszą być oczyszczone nie tylko z cząstek stałych, lecz także z mikroorganizmów – filtry sterylne **domnick hunter** mogą filtrować z dokładnością do 0,01 mikrona. Dla szerokiego spektrum wymagań filtracji cieczy w ogromnej liczbie procesów produkcyjnych filtry do cieczy zapewniają klarowanie, stabilizację lub sterylizację zgodnie z wymaganymi parametrami.

Standardowy typoszereg urządzeń do filtracji procesowej ma bardzo szeroki zakres, lecz oczywiście w przypadku pojawienia się specjalistycznych wymagań **domnick hunter** może zaprojektować i wyprodukować zbiorniki i sprzęt pomocniczy zgodnie z technicznymi wymaganiami klienta.



Generowanie gazu – praktyczna alternatywa dla butli i małych zbiorników

Generatory azotu **domnick hunter** MAXIGAZ umożliwiają użytkownikowi produkcję azotu o bardzo wysokiej czystości ze sprężonego powietrza bez konieczności stosowania wysokociśnieniowych butli lub dostaw ciekłego gazu.

Azot jest stosowany w następujących dziedzinach: obróbka cieplna metali, produkcja wyrobów z tworzyw sztucznych metodą wtryskową, produkcja elektroniki, w przemyśle chemicznym i wielu innych.

Unikalne, zwarte, modułowe urządzenia znacząco optymalizują powierzchnię produkcyjną i umożliwiają łatwą rozbudowę w zależności od zmieniających się wymagań. Istniejąca instalacja może być łatwo rozbudowana o dodatkowy moduł generatora w celu zwiększenia ilości produkowanego azotu.

Generatory **domnick hunter** MAXIGAZ stanowią ciągle, niezawodne, bezpieczne i ekonomiczne źródło gazowego azotu. Instalacja tych urządzeń jest prosta i nie wymaga zbyt wielu prac związanych z utrzymaniem ruchu.



Fot. 6 Cały szereg laboratoryjnych generatorów azotu i wodoru może być alternatywą dla butli i małych zbiorników

Artykuł promocyjny
domnick hunter - dh Group Polska Sp. z o.o.

Jakość sprężonego powietrza w nowoczesnych technikach lakierniczych

Historia farbowania, malowania i lakierowania rozwijała się prawie równolegle z rozwojem naszej cywilizacji. Równocześnie z postępem w dziedzinie nowych materiałów konstrukcyjnych, nowych lakierów, proszków i technik ich nakładania (np. elektroforetyczne, utwardzanie UV) rozwijają się i udoskonalają nowe techniki antykorozyjne oraz metody przygotowania powierzchni. Obok metod strumieniowościowych, tradycyjnych, takich jak piaskowanie, śrutowanie, rozwija się obróbka zamrożonym CO₂, z użyciem lodu, pod wysokim ciśnieniem wody czy też niekonwencjonalne metody za pomocą promieniowania laserowego albo plazmy.

Zarówno w technikach lakierniczych, jak i metodach przygotowania powierzchni ważną rolę odgrywa główny czynnik technologiczny i energetyczny, czyli strumień sprężonego powietrza. Należy zauważyć, że równocześnie mocno rozwijają się techniki usuwania powłok lakierniczych. W dużej części wady elementów lakierowanych mogą powstać z powodu złej jakości sprężonego powietrza. Dlatego tworzą się kratery, żabie oczka, odpryski i inne charakterystyczne wady powierzchni lakierowanych. W dużej mierze wszystkiemu winna jest woda.

Dlatego decydując się na wprowadzenie nowych technologii lakierowania, czyli wyłożenia bardzo dużych powierzchni na całą linię automatyczną bądź też na pojedynczą kabinę, musimy zdać sobie sprawę, że na początku ciągu technologicznego jest sprężone powietrze. To ono decyduje między innymi o jakości i komforcie malowania, o liczbie braków i kosztach całego procesu produkcyjnego. Czasami dostajemy do konsultacji projekt nowej lakierni bez instalacji sprężo-

nego powietrza albo z adnotacją „sprężone powietrze z sieci ogólnej zakładu”. A sieć ta oznacza powietrze ze starych, zużytych, zaolejonych sprężarek tłokowych. Nieważne, czy jest to brak wyobraźni, czy niedojrzałość techniczna. W tym przypadku musimy ratować się sami.

Klasy czystości powietrza wg ISO 8573-1

Aby uporządkować temat i pomóc potencjalnym nabywcom urządzeń sprężonego powietrza, została stworzona norma ISO 8573-1, która precyzyjnie określa klasy zanieczyszczenia i klasy jakości sprężonego powietrza, dokładnie określa punkt rosy, pozostałość oleju, pozostałość pyłów, pozostałość wody. I tak na przykład klasa 2 to punkt rosy -40°C, pozostałość wody 0,12 g/m³, pozostałość pyłów 1 mikron i 1 mg/m³, pozostałość oleju 0,1 mg/m³ (rys. nr 1).

Właściciele firm i służby techniczne, znając profil produkcji i technologie oraz wymagania jakościowe na podstawie klasy jakości sprężonego powietrza, w sposób precyzyjny określają swoje potrzeby, a tym samym zapewniają dobór odpowiedniego sprzętu.

Woda w instalacji sprężonego powietrza

Prześledźmy teraz, do czego zdolna jest natura, a dokładnie powietrze atmosferyczne w połączeniu z prawami fizyki i pracą nowoczesnych urządzeń sprężających i oczyszczających powietrze. Skąd bierze się woda w powietrzu i co dzieje się z powietrzem po przejściu przez sprężarkę, chłodnicę końcową i osuszacz.

W każdym 1 m³ powietrza znajduje się ok. 140 mln zanieczyszczeń stałych w ilościach od 0,01 do 200 mg/m³ i wielkościach cząstek od 0,001 do 100 mikronów. Około 90% tych zanieczyszczeń to cząstki o wielkości od 0,01 do 10 mikronów, które przechodzą przez filtr wstępny sprężarki. Ponadto 1 m³ miejskiego powietrza zawiera ok.

1 mg oleju, ok. 10-15g pary wodnej. Wykroplony kondensat zanieczyszczony pyłem i olejem wiąże takie gazy, jak CO₂, CO, NOX, stając się przez to agresywną cieczą o pH = 4.

Prześledźmy teraz, jakie ilości kondensatu wydzielają się za sprężarką i osuszaczem:

1. Ile wody wprowadzono do sprężarki o wydajności 200 Nm³/h, ciśnienie abs. = 8 bar?

wydajność sprężarki: V₁ = 200 Nm³/h
ciśnienie na ssaniu: p₁ = 1 bar
temp. powietrza: T₁ = 25°C
wilgotność względna: φ₁ = 80%
ilość wody w 1m³: φ₁ = 22,83 g H₂O/m³
m₁ = V₁ × f₁ × φ₁ = 200 × 22,83 × 0,8 = =3653 g H₂O/h = 3,653 l/h,
czyli tyle wody sprężarka zassała z otoczenia w ciągu godziny.

2. Ile wody pozostało w powietrzu po przejściu przez sprężarkę i chłodnicę końcową?

V₂ = 200 Nm³/h
p₂ = 8 bar
T₂ = 35°C
f₂ = 39,27 g H₂O/m³
φ₂ = 100%

m² = $\frac{V_2}{P_2} \times f_2 \times \phi_2 = 200 \times 39,27 \times 1 = =981,75 \text{ g H}_2\text{O/h} = 0,982 \text{ l/h}$,

czyli tyle pary wodnej pozostało w powietrzu za sprężarką.

3. Wniosek z tego, że powstał kondensat w ilości:

mk₁ = m₁ - m² = 3,653 l/h - 0,982 l/h = =2,671 l/h

4. Powietrze dalej przechodzi przez osuszacz ziębniczy punktu rosy +3°C

V₃ = 200 Nm³/h
p₃ = 8 bar
T₃ = +3°C
f₃ = 5,953 g H₂O/m³
φ₃ = 100%

m₃ = $\frac{V_3}{P_3} \times f_3 \times \phi_3 = 200 \times 5,953 \times 1 = 149 \text{ g H}_2\text{O/h} = 0,149 \text{ l/h}$,

czyli tyle pary wodnej pozostaje w powietrzu po przejściu przez osuszacz ziębniczy.

5. Wniosek z tego, że powstał kondensat w ilości:

Klasa wg ISO 8573.1	Maks. wielkość cząstek stałych [μm]	Maks. koncentracja cząstek stałych [mg/m ³]	Maks. wartość ciśnieniowego punktu rosy [°C]	Maks. koncentracja oleju [mg/m ³]	Maks. zawartość H ₂ O [g/m ³]
I	0,1	0,1	-70	0,01	0,003
II	1	1	-40	0,1	0,12
III	5	5	-20	1	0,88
IV	15	8	+3	5	6,0
V	40	10	+7	25	7,75
VI			+10		9,4

Tabela 1 Klasy czystości sprężonego powietrza

$mk_2 = m_2 - m_3 = 0,982 \text{ l/h} - 0,149 \text{ l/h} = 0,833 \text{ l/h}$

6. Łącznie w układzie wydzieliło się wody

$mk = mk_1 + mk_2$
 $mk = 2,671 \text{ l/h} + 0,833 \text{ l/h} = 3,504 \text{ l/h} \approx 3,5 \text{ l/h}$

Przyjmując, że urządzenia pracują 10 godzin dziennie i 22 dni w miesiącu, można wyliczyć, że:

mk dzień = 35 l
 mk miesiąc = 770 l
 mk rok = 9240 l.

**Firma PNEUMATIK
 – oficjalny przedstawiciel
 BOGE KOMPRESSOREN**

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, trzeba po prostu zbudować profesjonalną stację sprężonego powietrza z prawdziwego zdarzenia. Należy przy tym uwzględnić wymogi jakościowe sprężonego powietrza i wziąć pod uwagę rady i fachowe konsultacje specjalistów z branży. Wiemy już: „co, ile i dlaczego”. Musimy sobie postawić pytanie: „gdzie i dlaczego tak tanio?”

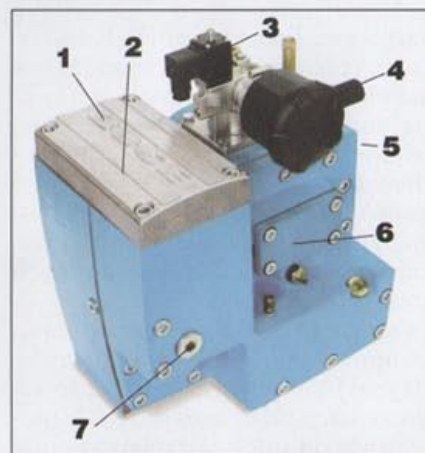
Pragnę Państwu przedstawić firmę PNEUMATIK – autoryzowanego przedstawiciela firmy produkującej sprężarki śrubowe i oferującej pełną gamę innych urządzeń wyposażenia stacji sprężonego powietrza – BOGE KOMPRESSOREN – firmy o stuletniej tradycji rodem z Bielefeldu. Nasze sprężarki pracują w Szkole Malowania Proszkowego POLSVER Łódź; czyścimy i malujemy statki w dokach Gdańskiej Stoczni Remontowej; produkujemy cement w cementowniach NOWINY, RUDNIKI; jesteśmy obecni w hutach cynku, szkła, odlewniach, we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego w Polsce i na całym świecie.

Firma BOGE stara się stale udoskonalać swoje urządzenia. I tak ostatnio na Targach w Hanowerze w 2001 roku wystawiła całą gamę nowych, małych

sprężarek śrubowych serii SL i SLD o mocy silników 2,2 kW do 5,5 kW S i SD o mocy silników 3 kW do 7 kW oraz sprężarki SF i SDF o mocy silników 7,5 kW do 18,5 kW, które z powodzeniem mogą pracować w każdym, nowo powstałym lub modernizowanym mniejszym lub większym zakładzie produkcyjnym, a przede wszystkim w nowoczesnych lakierniach.

**Nowoczesna sprężarka
 kompaktowa BOGE**

Nowa konstrukcja sprężarek śrubowych BOGE wymienionych wyżej typów skomasowała budowę agregatów w obrębie doskonale wytłumionego odlewu grafitu pasemkowego i dzięki temu wyeliminowano zbędną instalację połączeniową i pośrednie części składowe. Jakikolwiek przecieki są praktycznie wykluczone.



Fot. 1 Budowa bloku śrubowego
 1. wkład oddzielający olej, 2. wymienny filtr olejowy, 3. wielofunkcyjny regulator ssania wraz z 2-3 drogowym sterującym zaworem magnetycznym, 4. wytłumiony filtr ssania z papierowym wkładem filtracyjnym, 5. zawór zwrotny ciśnienia minimalnego, 6. stopień sprężania, 7. termostatyczna regulacja ilości oleju,

Wszystkie elementy serwisowane i części zużywalne są łatwo dostępne. Charakteryzuje się cichą, spokojną pracą – minimalny poziom hałasu, całkowity brak wibracji sprawia, że zbędne jest dodatkowe wytłumienie. Idealne do zastosowania dla klienta, do wyboru: w maszynach stacjonarnych i w pojazdach mechanicznych.



Fot. 2 Blok śrubowy możliwości zastosowania dowolnego napędu: 1. napęd bezpośredni, 2. napęd pasowy, 3. napęd silnikiem elektrycznym, 4. napęd hydrauliczny, 5. napęd silnika spalinywego, 6. napęd wałem przegubowym

Dzięki kompaktowej budowie doskonale przystosowana do „ciasnej” zabudowy. Efektywna wydajność: 231 – 1154 l/min;
 zakres ciśnień: 5 – 13 bar;
 moc zasilania: 2,2 – 7,5 kW.
 Sprężarki wyposażone są w nowy system sterowania ARS z wyświetlaniem graficznych symboli i techniką sensora sprężonego powietrza.

**Sprężarki śrubowe
 seria CL i CLD**

Efektywna wydajność: 0,231 – 0,718 m³/min;
 zakres ciśnienia: 10 bar

Sprężarki śrubowe z napędem bezpośrednim: bez napędu pasowego, bez przekładni.



Fot. 3 Sprężarka CL

Sprężarka i silnik są bezpośrednio ze sobą połączone za pomocą sprzęgła dzięki czemu nie występują straty mocy na przekładni.

Kompaktowa budowa umożliwia następujące zastosowania:

- jako agregat sprężarkowy w istniejących stacjach sprężonego powietrza;
- jako zestaw sprężarkowy zabudowany na zbiorniku sprężonego powietrza;
- jako stacja sprężonego powietrza razem z osuszaczem chłodniczym zabudowane na zbiorniku sprężonego powietrza.

Obie wersje można do montować na zbiornikach wyrównawczych poziomych o pojemności 90 l i 270 l.

Sprężarki śrubowe serii S i SD

Moc zasilania: 3,0 do 7,5 kW;
 efektywna wydajność: 0,270 – 1,154 m³/min;
 zakres ciśnienia: 8 – 13 bar.
 Sprężarki śrubowe z opatentowanym systemem GM napędu pasowego



Fot. 4 Sprężarka C i CD

zapewniającym optymalny naciąg paska w każdej fazie pracy.

W ofercie są urządzenia kompaktowe z superwytlumieniem, a także oszczędzające miejsce wersje z zabudowanym na dole osuszaczem chłodniczym.

Sprężarki śrubowe serii SF i SDF

Moc zasilania: 7,5 do 18,5 kW
 Efektywna wydajność: 0,27-2,8 m³/min
 Zakres ciśnienia: 8 – 13 bar

Odnosząca wielkie sukcesy seria SF została rozszerzona o dalsze modele z dolnych zakresów wydajności.

Seria przejściowa (SF 9 – SF 340) obejmuje teraz zakres zasilania od 7,5 do 250 kW i ciśnieniu 8, 10 i 13 bar. Równocześnie wszystkie modele mogą być wyposażone dodatkowo w osuszacz jako seria SDF; w ten sposób bez zajmowania dodatkowego miejsca mamy do dyspozycji osuszone sprężone powietrze.

airoVis – wizualizacja na miarę XXI wieku

Wśród wielu nowinek, które zaprezentowano na Targach w Hanowerze, był airoVis – nowoczesny system wizualizacji pracy sprężarki i całych stacji sprężonego powietrza. System ten umożliwia zmniejszenie ryzyka awarii dzięki stałej dostępności i łatwej kontroli. Najważniejsze parametry i informacje są dostępne 24 h na dobę w trybie on-line. Firma BOGE dostarcza wyposażenie stacji sprężarek łącznie z oprogramowaniem sterowania oraz platformą komunikacyjną, zgodnie z aktualnymi wymaganiami klienta.

airoVis jest standardowym monitoringiem lub wizualizacją skonfigurowaną specjalnie dla zainstalowanych urządzeń.

airoVis idealnie nadaje się jako kompetentna pomoc użytkownika przy szybkim zdalnym zdiagnozowaniu sytuacji przez serwis BOGE niezależnie od miejsca zainstalowania urządzenia.

- Oszczędzajcie Państwo na kosztach personelu obsługującego.
- Oszczędzajcie Państwo na kosztach serwisowania dzięki ciągłej kontroli stanu pracy i utrzymywaniu urządzeń w dobrym stanie.
- Możliwość ciągłej kontroli przez specjalistów praktycznie wyklucza wystąpienie zakłóceń.

Oprogramowanie firmy BOGE airoVis wysyła informacje z urządzenia sterującego sprężarką lub stacją sprężonego powietrza do sieci przedsiębiorstwa. Wszystkie istotne wielkości, takie jak stan pracy czy roboczo-godziny, mogą zostać odczytane. Parametry sterowania mogą być wywoływane i zmieniane. Sygnalizacja o zakłóceniach, przeglądach, stanach awaryjnych wyświetlana jest automatycznie w okienku na monitorze.

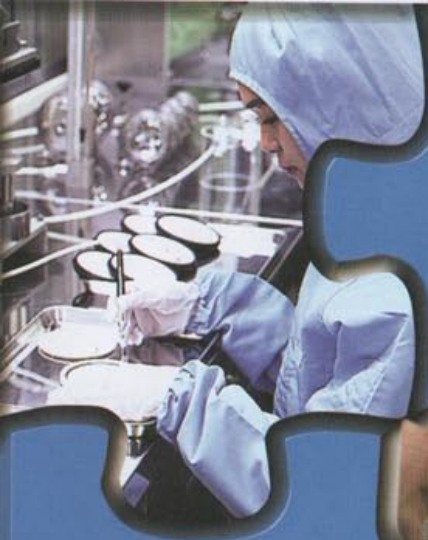
airoVis czyni stację sprężonego powietrza przejrzystą i wspiera autoryzowany serwis oraz użytkownika przy przeglądach, serwisie, diagnozowaniu awarii. Pomaga także utrzymać urządzenia w dobrym stanie technicznym i może mieć wpływ na przedłużenie okresu gwarancyjnego.

- Idealne rozwiązanie dające wiele różnorodnych możliwości – od funkcji kontroli poprzez funkcję zdalnego sterowania (programowania parametrów po wprowadzeniu odpowiednich kodów) aż do prac konserwacyjnych.
- Wyświetlanie wszystkich ważnych informacji o stanie pracy aktywnych i pasywnych elementów sprężonego powietrza, z możliwością wyboru przedziałów czasowych dla 120 wielkości pomiarowych (od 2 minut do 5 dni).
- System airoVis za pomocą Internetu umożliwia kontrolę nad stacją sprężonego powietrza z dowolnego miejsca na świecie.

Jak nowoczesnie wydawać pieniądze?

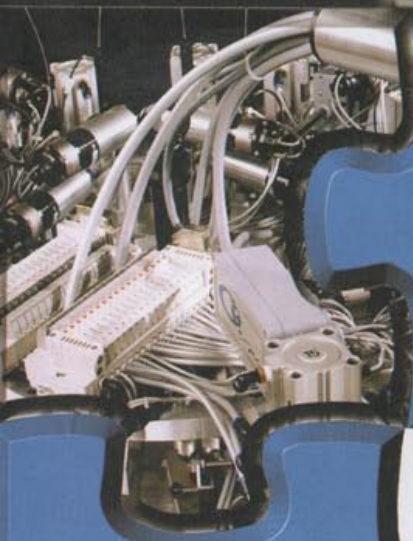
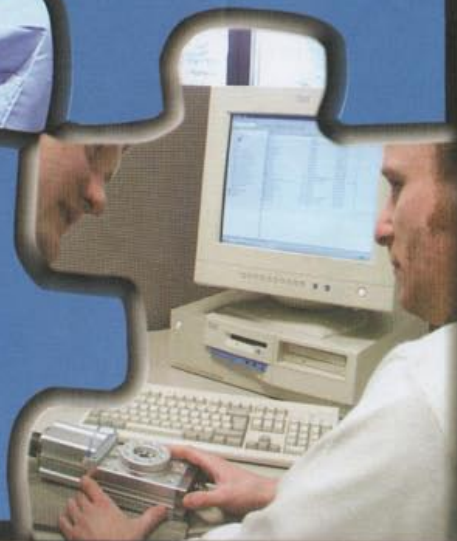
Aby stacja sprężonego powietrza była kompletna (oprócz sprężarki i osuszacza żiębniczego), należy zastanowić się nad uzupełnieniem jej w filtry, zbiornik wyrównawczy, automatyczny spust kondensatu, separator oleju-woda itp. Cała gama sprężarek śrubowych od 0,2 do 50 m³/min, osuszacze żiębnicze +3°C, osuszacze adsorpcyjne od -25° do -70°C, pełny zestaw filtrów. Sterowanie oferuje firma PNEUMATIK SA z centralą w Wysogotowie obok Poznania i przedstawicielstwo w Częstochowie. Od projektu poprzez dostawę, serwis i montaż z oddaniem stacji „pod klucz” – buduj z nami.

Artykuł promocyjny
 PNEUMATIK SA - Częstochowa
 Mariusz Wilk



**Nowatorskie
pomysły**

Usługi



**Wiodące
rozwiązania**



**Siłowniki pneumatyczne
zgodne z normami ISO/VDMA
w obudowie profilowej**

SERIA CP95

- zwarta i lekka obudowa
- udoskonalony zespół nastawnej amortyzacji pneumatycznej
- zwiększona zdolność absorpcji energii kinetycznej
- czujniki położenia całkowicie schowane w tulei siłownika
- ochrona przed pyłem przez szczelne zakrycie taśmą rowków z czujnikami położenia
- wysoka dokładność montażu
- zwiększona sztywność tłoczyska



Światowa technologia w każdym produkcie

Artur Kaczorowski

Rozpoczął pracę w KAESER KOMPRESSOREN w 1995 roku od stworzenia przedstawicielstwa firmy KAESER na terenie Krakowa. Firma miała obsługiwać klientów z terenu Polski południowej. Od tego czasu jest związany z branżą pneumatyki.

Współautor wielu osiągnięć handlowych firmy KAESER na tym właśnie terenie. Obecnie odpowiedzialny za sprzedaż w Polsce. Swoje bogate doświadczenia handlowe i techniczne stara się przekazywać swoim młodszym kolegom i służyć im pomocą, gdy tylko jest to możliwe.

Lubi szybkość działania i podejmowania decyzji. Stara się wprowadzać zasadę, że nie ma rzeczy niemożliwych. Uważa, że rozwój firmy jest możliwy tylko dzięki ciągłemu rozwojowi zatrudnionych w niej pracowników. Stara się stworzyć ze wszystkich pracujących w firmie ludzi jeden zespół, gdyż tylko to gwarantuje, jego zdaniem, sukces handlowy firmy.



Ukończył Wydział Maszyn na AGH w Krakowie w 1986 roku. Swoją karierę zawodową, a także pierwsze doświadczenia techniczne i handlowe, zdobywał, prowadząc własną firmę.

Interesuje się techniką komputerową, co na obecnym etapie rozwoju techniki w naszej branży jak i firmy KAESER jest bardzo przydatne.

Mieszka w Krakowie, ma 41 lat, jest żonaty. Lubi wypoczywać w górach, szczególnie w zimie, jest entuzjastą narciarstwa.

Krzysztof Kępczyński

Od ponad czterech lat związany z firmą BP Techem S.A. Praca w firmie zajmującej się pneumatyką, a w szczególności sprężarkami łopatkowymi, była i jest dla niego ciekawym wyzwaniem.



Uzyskał solidne wykształcenie inżyniera elektryka na Politechnice Warszawskiej. Pracował poprzednio w spółce Elektrim SA, w Biurze Energetyki w kraju i za granicą. Posiada dużą praktykę handlową i rozległą wiedzę techniczną.

Kierując departamentem sprężonego powietrza, jako cel wyznaczył sobie umocnienie pozycji firmy na rynku oferentów sprężarek łopatkowych w Polsce. Ukończone w ubiegłym roku Studium Podyplomowe z zakresu Zarządzania i Marketingu pomogło mu w opracowaniu strategii rozwoju firmy w warunkach rynkowych nowego tysiąclecia. Zawsze aktywny, ceni sobie zarówno dobrą organizację pracy, jak i dobrą atmosferę.

Departament, którym zarządza to zespół handlowców i serwisantów, którzy dzięki ciągłemu podnoszeniu swoich kwalifikacji poszerzyli dotychczasową działalność o nowe produkty i usługi w zakresie pneumatyki.

Często podkreśla: „Sukces jest wynikiem współpracy całego zespołu”.

Prywatnie uwielbia pracę w ogrodzie i majsterkowanie. Ma 40 lat, jest mężem i ojcem.

Wojciech Halkiewicz

Dyrektor ds. marketingu w firmie Vector Technika Sprężonego Powietrza Sp. z o.o. W 1990 r. ukończył studia na Politechnice Poznańskiej, specjalność maszyny przepływowe.

Przed ukończeniem studiów podjął pracę w Przedsiębiorstwie Innowacyjno Wdrożeniowym Sprężarek ASPOL Sp. z o.o. Pracował najpierw przy montażu sprężarek i jako konstruktor. Następnie jako sales engineer w firmie ASKOM Sp. z o.o., zajmującej się dostawami sprężarek oraz produkcją dmuchaw. Na początku 1993 roku wraz z Piotrem Nowakiem i Marianem Kostenckim utworzyli od zera firmę Vector, będącą dziś w Polsce przedstawicielem firmy Gardner Denver w zakresie dostaw sprężarek, dmuchaw i uzdatniania sprężonego powietrza oraz gazów. Stan dzisiejszy to poważne zaplecze kadrowe, techniczne i magazynowe we własnych obiektach.



Uważa, że odkryli „receptę” na życie zawodowe. Polega to na tym, że grupa kolegów czy przyjaciół znajduje wspólny, pasjonujący sposób na przeżywanie czasu razem. Prawdziwie ważne momenty to radość, gdy taka drużyna wygrywa, i wzruszenie, gdy w trudnych sytuacjach potrafi zachować się dojrzałe i nigdy się nie poddaje.

O obecnym stanie gospodarki mówi: „Jest trudno, ale tu jest nasze miejsce i czas. Musimy robić swoje”. Ma nadzieję na poprawę w ciągu 3 lat. Ma 36 lat, jest żonaty, ma 3 dzieci. Hobby – sport, koszykówka, siatkówka. Muzyka – blues, rock’n roll. Jedzenie – kuchnia włoska. Książki historyczne i historia w ogóle.

Ekonomiczne aspekty produkcji butelek PET, czyli jak zredukować koszty

Polietylenowe butelki i pojemniki do napojów znane jako PET już dawno zdobyły popularność zarówno wśród klientów, jak i producentów. Sprężone powietrze pełni podstawową funkcję przy ich produkcji. Właściwy projekt stacji sprężonego powietrza, przystosowany do indywidualnych potrzeb zakładu, przyczynia się w znacznym stopniu do obniżenia kosztów produkcji, a w rezultacie do zwiększenia zysku ze sprzedaży finalnego produktu.

Proces rozdmuchu i formowania butelek PET wymaga ciśnienia sprężonego powietrza w zakresie od 15 do 43 bar (wysokie ciśnienie), zależnie od fizycznej charakterystyki pojemników oraz grubości ścianki. Dodatkowo do napędu silowników oraz sterowania potrzebne jest sprężone powietrze o ciśnieniu od 7 do 10 bar (niskie ciśnienie). Dlatego firma KAESER KOMPRESSOREN opracowała specjalne rozwiązanie dla tej grupy klientów, umożliwiające ekonomiczną dostawę sprężonego powietrza w tak szerokim zakresie ciśnień. Niskie ciśnienie jest dostarcza-



Fot. 2 Butelki PET

ne przez przynajmniej jedną śrubową sprężarkę powietrza z blokiem o profilu SIGMA wraz z osuszaczem chłodniczym. Wysokie ciśnienie jest realizowane przez sprężarki typu booster (doprężacz) wraz z układem filtrów i urządzeń do odprowadzania i oczyszczania kondensatu. Każdy zestaw do zasilania w sprężone powietrze jest projektowany w zależności od wielkości i liczby butelek, typu maszyn do rozdmuchu, a także możliwości indywidualnego zakładu.

Optimalny dobór urządzeń do wytwarzania i oczyszczania sprężonego powietrza jest możliwy dzięki szerokiemu wachlarzowi produktów firmy Kaeser Kompressoren. Zalety takiego rozwiązania to przede wszystkim wysoka niezawodność całego układu dostarczania sprężonego powietrza, konkurencyjna cena oraz niskie koszty eksploatacyjne. Ponieważ nie trzeba redukować

wysokiego ciśnienia do sterowania, uzyskuje się obniżenie zużycia energii elektrycznej do 22%.



Przykładowy zestaw urządzeń firmy KAESER KOMPRESSOREN do wytwarzania sprężonego powietrza przy produkcji butelek typu PET. Zestaw składa się z śrubowej sprężarki powietrza, osuszacza chłodniczego, sprężarki typu booster, układu sterowania oraz filtracji i oczyszczania kondensatu.

Zachęcam do kontaktu z przedstawicielami KAESER KOMPRESSOREN w Warszawie, Krakowie, Wrocławiu, Poznaniu, Łodzi lub Gdańsku.

Artykuł promocyjny
Kaeser Kompressoren Sp. z o.o.
Robert Ryt



Fot. 1 Zestawy kilku sprężarek typu booster nie muszą zabierać dużo miejsca

BOREAS XXL firmy ultratroc – krok milowy na rynku osuszaczy ziębniczych

Kompaktowa, zamknięta obudowa, łatwa do zainstalowania i cenowo bardzo konkurencyjna – oto główne cechy nowej serii osuszaczy chłodniczych BOREAS XXL firmy ultratroc, w zakresie od 175 do 208 m³/min. Z roczną produkcją 17 000 sztuk osuszaczy ziębniczych ultratroc gmbh z Flensburga jest potentatem na tym rynku. Przepływy kompletnej i szerokiej gamy osuszaczy sięgają od 10 do 25 000 m³/h. Średni zakres przepływów od 1950 do 8750 m³/h firma ultratroc pokrywa od wielu lat sprawdzoną i bardzo udaną serią BOREAS. Zakres większych przepływów od 10 500 do 25 000 m³/h zapewniały dotychczas wyłącznie modele serii BRISA.

Od stycznia 2001 r. specjaliści techniki osuszania chłodniczego z Flensburga rozszerzyli sprawdzoną konstrukcję BOREAS, wprowadzając serię BOREAS XXL o przepływach od 10 500 do 12 500 m³/h, wchodząc tym samym w dotychczasowe zakresy serii BRISA. Te nowe systemy, pomimo ich wysokich wydajności, zostały skonstruowane w zwartej formie szafkowej – jak dotychczas, żadna inna firma nie stosuje takiego rozwiązania.

Historia ultratroc

Fabryka we Flensburgu została założona w 1958 r. pod nazwą Sabroe. Zakład pierwotnie produkował urządzenia chłodnicze dla przemysłu stoczniowego. Przez kolejne lata następował dynamiczny rozwój firmy, poczynając od specjalizacji w dziedzinie osuszaczy chłodniczych od 1965 roku czy wprowadzenia do produkcji w 1976 roku osuszaczy w formie szaf-



kowej. W 1997 roku Sabroe połączyło się z firmą ultrafilter, co dało bazę do dalszego szybkiego rozwoju już pod zmienioną nazwą – ultratroc.

Jakość bez kompromisów

Jeśli chodzi o wytwarzanie sprężonego powietrza, użytkownik z reguły inwestuje w zapasowe wydajności, aby być przygotowanym na możliwe postoje pojedynczego systemu. Przy doborze osuszaczy ziębniczych nie jest to z reguły stosowane. W tym przypadku użytkownik w pełni oddaje się pod opiekę producenta, tj. ufa niezawodności urządzenia. Dlatego oferujemy naszym klientom inteligentną i dojrzałą technologię o najwyższej jakości. „Jeśli chodzi o jakość naszych osuszaczy ziębniczych, to nigdy nie uznawaliśmy kompromisów i również w przyszłości do tego nie dopuścimy. Tak jest i teraz w przypadku serii BOREAS XXL”. Jak mówi dyrektor naczelny ultratroc, Heiner Carstensen: „W tym leży nasza siła przebicia! Od 45 lat to jest podstawą naszego sukcesu.”

BOREAS XXL

Mówiąc o serii BOREAS XXL, mamy na myśli nie tylko uzupełnienie istniejącej serii BOREAS, ale odbieramy ten krok również jako krok milowy w historii rozwoju firmy w ostatnich latach, jak również techniki osuszania ziębniczego dla tak dużych przepływów. Jest to rezultat efektów synergicznych między działalnością rozwojową konstrukcji, go-

spodarki materiałowej i produkcji. Serią BOREAS XXL firma ultratroc wkracza w dolny zakres osuszaczy BRISA i tym samym przejmuje wiodącą rolę w rozwoju kompaktowych, szafkowych systemów dla większych przepływów.

W ten sposób ultratroc oferuje klientom atrakcyjny program poprzez następujące serie:

- BURAN – przepływy od 10 do 1650 m³/min w obudowie szafkowej;
- BOREAS – przepływy od 1950 do 8750 m³/h w obudowie szafkowej;



- BOREAS XXL – przepływy od 10 500 do 12 500 m³/h w obudowie szafkowej;
- BRISA – przepływy do 25 000 m³/h w konstrukcji otwartej.

Udana koncepcja BOREAS-a

Rozszerzenie serii BOREAS na BOREAS XXL bazuje na sprawdzonym rozwiązaniu, wprowadzonym na rynek niemal 20 lat temu, dokładnie mówiąc w 1983 r. To świadczy o technicznie dojrzałym systemie. Dzięki dalszemu rozwojowi systemu budowy modułowej, gdzie wiele dotychczas stosowanych części jest również stosowanych w wersji XXL, ultratroc zdołał obniżyć koszt badań i rozwoju. System budowy modułowej również odnosi się do gabarytów zewnętrznych.

Zaczynając od modelu BOREAS SD 1950 aż do nowego modelu BOREAS SD 12 500 W (chłodzony wodą) z serii XXL, wciąż wzrasta tylko szerokość urządzeń, natomiast wysokość i głębokość pozostają bez zmian. Poza tym wszystkie części mechanicznych ele-



Fot. 2 Bateria wymienników ciepła

mentów regulacji i sterowania pozostają te same poprzez całą serię L oraz XXL. Na przykład gwarantowany punkt rosy 3°C jest osiągany dzięki zwiększającej się liczbie równolegle zainstalowanych odpowiednich wymienników ciepła.

Sprawdzona technologia

Konstrukcja BOREAS-a reprezentuje najwyższy poziom techniki w tej dziedzinie i od czasu rozpoczęcia produkcji została już kilkakrotnie udoskonalona. Najnowsza generacja o przepływach 10 500 i 12 500 m³/h jest budowana od 2001 r. i ponad 500 sztuk zostało zainstalowanych na całym świecie. Tak więc użytkownik, decydując się na BOREAS-a XXL, nabywa dojrzałą technologię, która od lat sprawdza się na całym świecie w ekstremalnych warunkach obsługowych i temperaturowych.

Mimo, iż seria XXL została wprowadzona na rynek dopiero na początku 2001 r. – czyli niemal 12 miesięcy temu – ultratroc i grupa ultrafilter mogą się poszczycić instalacjami referencyjnymi w najróżniejszych strefach klimatycznych świata. Bieżąca wielkość produkcji jednostek XXL to 800 sztuk rocznie – i stale rośnie.

Należy dodać, że BOREAS-y XXL – zresztą podobnie jak wszystkie inne modele BOREAS-a – charakteryzują

się łatwą i szybką instalacją, uruchomieniem i prostą obsługą, czyli zgodnie z hasłem „postawić – podłączyć – używać”.

Stale, profesjonalne wsparcie użytkownika – światowy serwis fabryczny ultrafilter

Serwis i części są dostępne we wszystkich najważniejszych uprzemysłowionych zakątkach świata dzięki sprawnie działającej, globalnej sieci serwisu fabrycznego grupy firm ultrafilter International AG, do której należy ultratroc.

Obecnie w grupie ultrafilter do dyspozycji użytkowników wyrobów z tej dziedziny jest 225 w pełni kwalifikowanych inżynierów serwisowych.

Główne zalety osuszaczy BOREAS:

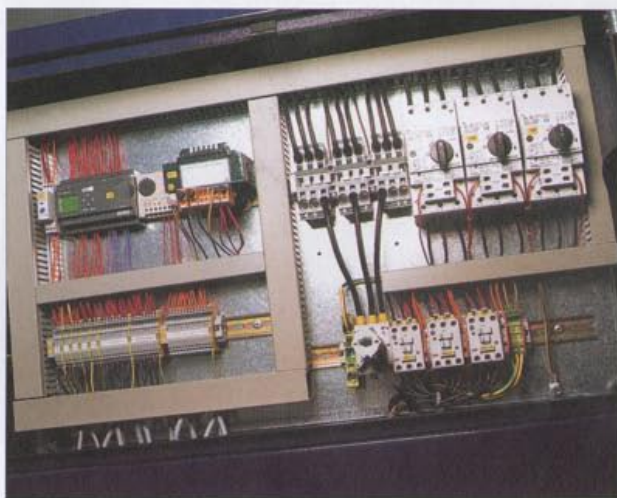
- unikalna, aluminiowa konstrukcja wymiennika ciepła, charakteryzująca się:
 - maksymalną wymianą ciepła;
 - niskim spadkiem ciśnienia dzięki optymalnie dobranym kanałom przepływu powietrza;
 - odpornością na korozję i zabrudzenia.
- procesor SAB 3 jako standardowe wyposażenie osuszacza pozwala na bardzo łatwe w obsłudze monitorowanie parametrów i poprawności działania systemu;



Fot. 3 Układ sprężarek umożliwiający regulację wydajności układu chłodniczego

- elektroniczne, sterowane poziomem kondensatu spusty – również jako standardowe wyposażenie;
- standardowa konstrukcja dla ekstremalnych warunków eksploatacji: temperatury otoczenia do 50° C i temperatury powietrza wlotowego do 60° C;
- niski spadek ciśnienia na kompletnym urządzeniu – jedynie o 0,21 atm;
- możliwość dostarczenia systemu w wersji chłodzonej wodą lub powietrzem.

Dodatkowe zalety modeli BOREAS XXL:



Fot. 4 Układ sterowania z procesorem SAB 3

- efektywna i kilkostopniowa regulacja wydajności cyklu chłodniczego dostosowuje pracę urządzenia do aktualnego obciążenia osuszacza i tym samym optymalizuje zużycie energii;
- stały punkt rosy gwarantowany dzięki zasadzie bezpośredniego chłodzenia;
- programowalny system pamięci sterowania SIEMENS LOGO jako „elektroniczne serce” urządzenia kontroluje wszystkie układy regulujące i sterujące i zapewnia, że wydajność osuszacza w sposób automatyczny zawsze dostosowuje się do aktualnego przepływu (patrz zdjęcie 3);
- kompaktowa budowa – w porównaniu do systemów otwartej budowy przy tych samych przepływach (np. dotychczasowe modele BRISA) udało się skrócić długość urządzenia z ok. 5,1 metra do 3,3 metra;

Oznacza to oszczędność wymaganej powierzchni o około 35% !

Nazwy ultratroc, Buran, Boreas, Brisa, SAB 3 są nazwami zastrzeżonymi podobnie jak logo ultrafilter i ultratroc.

Na podstawie tłumaczenia z Drucklufttechnik nr11-12/2001 Björgulf Meyer

Związek z własnością – związek z decyzją

Z tez przedstawionych w artykule pt. „Odliczanie” („Pneumatyka” nr 6/2001) wynika, że jednym z rozwiązań mających na celu uzdrowienie sytuacji w jednoosobowych spółkach skarbu państwa [JSSP] jest prywatyzacja firmy. Kontynuując ten temat, należy stwierdzić, że choć sama prywatyzacja nie gwarantuje jeszcze sukcesu rynkowego, to tworzący się w jej wyniku związek decyzji z własnością oznacza przekroczenie niedostrzegalnej czasami granicy pomiędzy zarządzaniem „na niby” a zarządzaniem prawdziwym i odpowiedzialnym.

Jednym z mechanizmów charakterystycznych dla firm przynoszących od kilku lat straty (dotyczy to zwłaszcza JSSP) jest manipulowanie przez zarządy tzw. planami gospodarczymi. Jedynym celem tych manipulacji jest zaprezentowanie takich wskaźników, które w oczach rady nadzorczej dadzą zarządowi wiarygodności. Zwykle w końcu i tak okazuje się, że stosunek osiągniętych efektów do ponoszonych nakładów nadal jest niekorzystny. Co gorsze, wszyscy zdążyli się do tego przyzwyczaić, łącznie z właścicielem, czyli państwem, i z reprezentującymi tego właściciela radami nadzorczymi.

Dzieje się tak, ponieważ dla większości zarządów najważniejsze są zabiegi o utrzymanie własnej pozycji i pieniędzy, niż przykra konieczność myślenia kategoriami firmy i zdrowej ekonomii. Zarządy wybierają strategie przetrwania, w których dominują proste oszczędności na telefonach, opakowaniach, samochodach, delegacjach i ludziach (na kosztach osobowych można najłatwiej zaoszczędzić, ale i stracić), chociaż w ten sposób oszczędza się na ogół grosze w stosunku do skali potrzeb. Takie redukcje kosztów to tylko półśrodki, które być może poprawią nieco bieżącą sytuację finan-

sową firmy. Na dłuższą metę jednak nie tylko nie są żadnym ratunkiem, ale odłożonym w czasie, ekonomicznym i finansowym samobójstwem.

Dla właściwie zarządzanej firmy obecne spowolnienie gospodarcze powinno być wyzwaniem, bodźcem do efektywnych reform. Krytyczne spojrzenie na dotychczasową działalność, racjonalne podejście do prostych oszczędności, to tylko wstęp do znacznie szerszej zakrojonych działań, poszukiwania kreatywnych rozwiązań, prowadzących do sukcesu rynkowego. A to, zwłaszcza w zakresie wyrobów zaopatrzeniowych i inwestycyjnych, wiąże się z dotarciem do klienta, wsłuchaniem się w jego potrzeby, nawiązaniem trwałych związków, budowaniem poczucia zadowolenia czy nawet dumy z przynależności do wspólnoty, i uświadamianiem mu, że cena produktu zależy nie tylko od jego jakości, opakowania czy linii wzorniczej, ale też od formy, klasy i kompetencji obsługi.

Są to dziś ogólnie znane wymogi. Subtelna różnica między formami własności zawiera się właśnie w poważnym traktowaniu takich działań. Prawdziwy właściciel, stając wobec faktów rynkowych, bierze je na serio. Rola, jaką tymczasowo wyznaczył mu rynek, nie zawsze odpowiada jego ambicjom, ale na pewno jego obecnym możliwościom. Działa tak, aby te możliwości wykorzystać w 100% i z wiarą, że kiedyś przyjdzie kolej na spełnienie ambicji. Jest w tym miejsce zarówno dla kreatywnego podejścia do pracy, jak i do konsumpcji.

Znane są czynniki sukcesu (poniżej wg PROFITU), którym właściciel prywatnej firmy w pierwszym rzędzie przyporządkowuje działania restrukturyzacyjne: określ cel, licz na siebie, graj w zespole, nie poddawaj się, ciesz się życiem.

Na drugim biegunie jest podejście dominujące u zarządzających JSSP, które najlepiej oddaje maksyma, że interesy można prowadzić, mając zamiast kapitału jedynie nadzieję na przyszłe, iluzoryczne często, zyski. Niezdolność do myślenia kategoria-

mi firmy to marazm, skrajne przejawy niedostosowania oraz niespójna strategia charakteryzująca się zaledwie reagowaniem, mniej lub bardziej udanym, na poszczególne wydarzenia rynkowe. Dbalność o profesjonalizm zarządzania rozbija się (jak to było powiedziane w artykule pt. „Odliczanie”) o kunktatorstwo, niekompetencję i uwikłanie zarządu w „gry związkowe”. W tym wypadku wyznawane i praktykowane przez zarządy czynniki „sukcesu” można określić następująco:

- zaplanuj (przedstaw plan, który zaakceptuje „twoja” rada nadzorcza);
- licz na tolerancje i układy;
- trzymaj się hierarchii;
- nie daj się oderwać od fotela;
- zagarniaj, póki możesz.

Oczywiście przy takiej filozofii zarządzania, jak potwierdzają liczne przykłady z rzeczywistości, firma plajtuje, będąc całkowicie antyinnovacyjna, i niewiele tu pomaga przebrzmiała pozycja krajowego monopolisty. Towarzyszący temu na ogół cichy konflikt zwykle obraca się wokół tej samej osi: zarząd twierdzi, że wynagrodzenia są za wysokie (nie ma oczywiście, na myśli siebie) i stanowią główny składnik kosztów hamujący wzrost, a specjaliści, że są za niskie i sprzyjają bierności i degradacji.

Jeśli w otoczeniu makroekonomicznym nie widać czynników, które mogłyby zdecydowanie odwrócić trend spadkowy, kluczowym problemem staje się to, która część polityki mikroekonomicznej odgrywa rolę głównego hamulca.

Z całą pewnością problemem firmy nie rozwiąże zarząd, który sam jest problemem. W każdym wypadku, jeżeli przedsiębiorstwo typu JSSP ma przetrwać, to kolejne porażki, podważające jego prestiż i wiarygodność, powinny być wystarczającym powodem do zmiany zarządu. Jeżeli konieczne zmiany nie następują szybko, w każdej chwili może się okazać, że nie ma już czego ratować.

Zdzisław Czyszek
zczyszek@wp.pl

Zestawienie dostawców osuszaczy sprężonego powietrza na rynku niemieckim

Część I

W „Pneumatyce” nr 3(22)2000 przedstawiliśmy zestawienie dostawców osuszaczy w Polsce. Większość zawartych tam danych jest nadal aktualna, choć stale następują pewne zmiany związane z postępowaniem technicznym i z reorganizacją firm. Dla polskiego odbiorcy interesujące są także dane z rynku niemieckiego, gdyż reprezentuje on w znacznym stopniu rynek Unii Europejskiej, a wiele tamtejszych firm ma także przedstawicielstwa w Polsce. Zamieszczone poniżej zestawienie pochodzi z czasopisma Drucklufttechnik 11-12/2001 (za zgodą wydawcy).

Firma	rodzaje osuszaczy										Moc przyłączeniowa kW	Straty sprężonego powietrza na regenerację %	Temperatura powietrza na wyjściu osuszacza °C	Temperatura powietrza wejścia osuszacza °C	Spadek ciśnienia na osuszacz bar	Ciśnieniowy punkt rosy na wyjściu osuszacza °C	Wydatek (przepływ) wg DIN ISO 7183 m ³ /min	adsorpcyjne				Uwagi
	regenerowane na zimno z wewnętrznym grzaniem	regenerowane na gorąco z wewnętrznym grzaniem	regenerowane na gorąco z zewnętrznym grzaniem	regenerowane z wyko- rzystaniem ciepła sprężania	inne	złobnicze	złobnicze	złobnicze	złobnicze													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
ABN	x				x		0,36÷43,3 0,16÷60	16	+2	0,25÷0,45	+35 +35	+5÷+28	14,4	0,19÷4,15								
AGT Thermotechnik		x			x		0÷4,3 4,3÷97 0÷50 0÷97 0÷48 97÷200 0÷4,3 0÷1,4 0÷1,0	16 16 45 16 16 16 16 16 16 12	+3 +3 +3 +3 +3 +3 -40 +3 -20/+3	0,15÷0,22 0,19÷0,21 0,15÷0,2 0,15÷0,21 0,15÷0,2 0,2	26 26 26 26 3,5 26		0,17÷0,68 0,77÷11,3 0,17÷3,5 0,17÷10,0 0,17÷5 11,3÷20		¹⁾ obudowa ze stali nierdzewnej ²⁾ do schładzania sprężonego powietrza ³⁾ ze zintegrowanym uzdatnianiem kondensatu ⁴⁾ osuszacz membranowy ze zintegrowanym uzdatnianiem kondensatu							
Airco-KKF	x						0,18÷333,33 0,15÷60	56 16	3 -20 -40 -70	0,1÷0,3 0,3	25 25	35 35	10÷15 10÷15	0,12÷60								
Alup-Kompressoren	x		x				16,6÷200 16,6÷200	16 13	-20 -40 -70 -40 -70	0,3 0,3	35 -40	35 35	<1			chłodzone powietrzem ¹⁾ duże wydajności na zamówienie						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Atlas Copco Kompresoren	X	X	X	X	X	X	0,4-13,8 16,8-43,5 51,0-99,8 0,1-13,3 0,3-63,0 15,6-108 5,3-124,5	13,20 14,20 10,5 10,16 10 11 10,5	+3 +3 +3 -20,-40 -40 -40 do -30	<0,22 <19 <24 <0,2 <0,2 <0,17 <0,37	35 35 35 35 30 35 28	25 25 25 35 37 50 40	15 5 1)	0,2-2,4 3,7-7,7 8,5-18,6 0,003-0,01 0,1-15,8 7,5-36 0,12-1,22	1) bez strat powietrza na regenerację do -70°C 1) osuszacz membranowy
Babatz Kompressorfabrik	X	X	X	X	X ¹⁾	X ¹⁾	0,01-60 4-71 10,8-280 7-690 0,2-280 0,1-40	16 16 16 16 16 16	-40 -40,-70 -40,-70 -30 +3	0,2 0,15 <0,1 <0,1 <0,15	40 35 35 35 35 35	8-10 2,2 2,2	0,06 1,7-29 5,9-114 0,18-25		
Bauer Kompressoren	X						0,1-3,5 (400)	350 (400)	<-20	5	5-45	<-50	5	0,02	
Beko	X				X ¹⁾	X ¹⁾	0,01-2,3 ³⁾ 0,05-40	12,5/16 16/10	4) -20,-40,-70	0,05-0,3 0,05-0,3	do 60 do 50	2) 2)	11-25 10-25	-0,04	1) osuszacz membranowy, 2) identyczna ja na wejściu 3) możliwe łączenie równoległe, 4) stand. +15°C-20°C
Blitz M. Schneider	X		X		X	X	0,17-160 10-350 0,37-580 0,37-34,5 0,37-2,9 0,37-20,0 0,02-6,0 30-350	16 16 16 48 64 210 21 16	-40 -40 +2 +2 +2 +2 -40 -40	0,3 0,3 0,2 0,2 0,2 0,2 0,3 0,3	35 35 35 35 35 35 35 35	15 3	0,03 10-150 0,19-46 0,19-4,15 0,19-0,3 0,19-0,3	inne opcje na zamówienie 1) osuszacz membranowy 2) kombinacja osuszacza złębniczego i adsorpcyjnego	
Boge Kompressoren	X		X ¹⁾	X		X	0,17-146 0,2-30,4 0,08-93,3 6,8-237 11-63 0,2-2,9	16 16 16 10 10 12,5	+3 +7 -70 -40 -30 0-20	0,1-0,4 0,1-0,2 max 0,2	max 60 max 60 max 50 max 40 max 250 max 60	28 28	0,18-3,19 6-21 3-5	0,15-14,5 0,021 4,75-105	dostępne modele do wyższych ciśnień 1) chłodzenie próżniowe 2) osuszacz membranowy
CompAir	X			X	X	X	0,3-8,4 11-110 0,05-124,5 1,7-109 6,6-123 16,5-50	16 16 4/7/10/16 4/7/10,5 10 16	+3 +3 -20/-40/-70 -20/-40/-70 -20/-40/-70 -25	0,1 0,1 0,15 0,15 0,15 0,28	35 35 50 50 50 35	28 28	14 5	0,18-14,5 1,21-10,5 1,1-22 4,76-105	osuszacze energooszczędne
CTA-Deutschland	X X X				X	X	0,42-11,83 14,17-18,33 23,33-63,33 1-7 11-100 0,5-30 5,92-69	16 12 10 16 10 16 16	-40 -40 -40 -20 -20 +3 +3	0,2 0,2 0,2 0,15 0,15 0,2 0,2	35 35 35 35 35 35 35	5-15 5-15 5-15 2-5 2-5	0,06-0,1 0,06-0,1 0,06-0,1 0,3-1,4 2,0-15 0,21-3,99 1,03-4,25		
dill					X ¹⁾		1,5-18,0	30	2)	0,4	60	50	0	0	1) system Termomat 2) 4K powyżej temperatury otoczenia
domnick hunter	X	X		X	X	X	0,08 nieograniczona	10,5 12 16 50	-40-70 +3	0,2	max 50	max 48	4-14	min. 1,1	konstrukcja bez spawów, budowa modułowa, kompaktowa

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
iltz	X	X	X	X ¹⁾			0,1 1÷124 1÷124	16 16 16	max. -70 max. -70 max. -70				10÷17	0,1÷0,2 4,5÷102,0	
	X	X	X	X	X	X ¹⁾	do 0,35 do 0,6	10 10	-70 -40 ²⁾	max. 30	max. 30 max. 51	max. 30	18 13÷20	¹⁾ na zamówienie	
	X	X	X	X	X	X	0,25÷200	200	-40	0,2	35	25	12÷18	0,17÷102	
	X	X	X	X	X	X ¹⁾ X ¹⁾	0,026÷0,06 0,034÷0,25 0,05÷0,3	10 10 10	-40 -20 7	<1 <1 <1	<45 <50 <50	0,0025÷0,025	-22 20 13	¹⁾ osuszacz membranowy ²⁾ atmosferyczny punkt rosy	
mertechnik	X	X	X	X	X	X	0,01÷68 4÷71 10,8÷230 8,3÷667 0,4÷270	16 16 16 16 16	-40 -40 -40 -30 +3 -70	0,15 0,15 <0,1 <0,1 <0,15	<15 35 35 35 35	<35 35 35 46 28	15 2,2 0	0,06 1,7÷29 5,9÷114 0,18÷25	
	X	X	X	X	X	X	0,35÷56,5	20	+3 -25 -40	0,17	max. 55	max. 45	8÷15	0,11÷11,8	
	X	X	X	X	X	X	0,05÷100 4÷96 10÷500 15÷500 0,3÷1,8 2÷27 34÷90 115÷333	16 16 16 16 16 16(10) 10 10	-25÷-70 -25÷-40 -20÷-70 do -40 +3 +3 +3 +3	0,15 0,2 0,1 0,3 0,2 0,2 0,2 0,2	do 50 do 50 do 45 do 40 do 55 do 55 do 55 do 55	5÷20 2÷6 0 0	3,6÷45 10÷350 0,16÷0,52 0,44÷3,70 4,9÷11,0 13÷25	osuszacze zięlnicze bez strat powietrza	
	X	X	X	X	X	X	0,42÷11,83 14,17÷18,33 1÷7 11÷100 0,5÷30 5,92÷69	16 12 16 10 16 10	-40 -40 -20 -20 +3 +3	0,2 0,2 0,15 0,15 0,2 0,2	35 35 35 35 35 35	5÷15 5÷15 2÷5 2÷5	0,06÷0,1 0,06÷0,1 0,3÷14 2,0÷15 0,21÷3,99 1,03÷4,26	osuszacze energooszczędne	
ir Kompresoren	X	X	X	X	X	X	0,08÷145 6,25÷145,8 0,17÷145	16 10 ¹⁾ 16	-20÷-70 -40 ¹⁾					3,3÷75 0,15÷14,5	niski punkt rosy do -70°C lub wysokie ciśnienie na zamówienie
Wittig	X	X	X	X	X	X	0,30÷200	16	-25,-40, -70,+2	0,1÷0,4	35	25	0÷15	0,16÷16,3	specjalne wykonanie na zamówienie
	X	X	X	X	X	X ¹⁾	0,35÷100 0,05÷1,08	16 12							¹⁾ osuszacz membranowy
	X	X	X	X	X	X	0,5÷160 0,25÷51,5 0,07÷160 0,07÷160 6,25÷146	12÷16 16 16 16 16	0 3 -20 -40,-70 -25,-40	0,2 0,2 0,2 0,2	35 35 35 35	25 25 35 35	10 13,5	0,3÷22 0,2÷7 3,3÷75	

Uszczelnienia tłoków OW1
Uszczelnienia tłoków OW3
Pierscienie zgarniające ZZ
Pierscienie prowadzące WFE

WROCŁAWIU
CIENI TECHNICZNYCH
51 (centralny) fax: 071 352-93-33
http://www.inco.wroclaw.pl

e-mail: handel@inco.wroclaw.pl
071 328 92 17 czynny od 7:30 do 19:30

Prace konkursowe należy nadsyłać indywidualnie lub przez uczelnie pod adresem:

Wydawnictwo Lektorium
Dwumiesięcznik „Pneumatyka”
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72,
tel/fax: (071) 373 5232 z dopiskiem „konkurs”
Termin nadsyłania prac - do końca kwietnia 2002 r.
Rozstrzygnięcie konkursu nastąpi na konferencji
PNEUMA 2002 w dniach 20 - 23 czerwca 2001.

Dokładniejsze informacje udzielane są w wydawnictwie.

Uszczelnienia tłoków K, K2, K3
Pakiety uszczelniające DT

ODDZIAŁ WE W
ZAKŁAD PRODUKCJI USZCZ
ul. Obornicka 135, 50-950 Wrocław tel. 071 352-93-33

ODZIAŁ HANDLOWY tel/bezp. 071 352-79-83
SKLEP FABRYCZNY WE WROCŁAWIU - Pl. Strzelecki 12

FRIPOLO Ltd

100 Świecie Wiąg 108 A
052/ 33-12-588, 33-24-573
fax: /052/ 33-12-043
92 Łomianki k/Warszawy
ul. Kolejowa 163/1
tel: /022/ 75-16-163

oferta:

- rurobryki
- tłokowe,
- kalistyczne,
- sprężonego powietrza:
- mikrofiltry itp.)
- reduktory, naoliwiacze,
- redukcje, węże,
- pneumatyczne,
- z elementami TRANSAIR.



XIII KRAJOWA KONFERENCJA

PNEUMA 2002



Komitet organizacyjny zawiadamia

W marcu do uczestników konferencji zostanie rozesłany komunikat nr 3 zawierający m.in. informacje o przyjęciu zgłoszonych referatów oraz nr konta, na które należy wnieść opłaty konferencyjne.

PNEUMATYKA W POLSKIM PRZEMYSŁE

BIALYSTOK - WIGRY
20-23 CZERWCA 2002



Komitet Organizacyjny PNEUMA 2002
Katedra Mechatroniki, Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45 c, 15-351 Białystok
tel. (085) 742 20 41 w. 563, 513; fax (085) 742 11 43
e-mail: pneuma@pneuma.edu.pl, http://www.pneuma.edu.pl

FRIPOL
80
tel: 052-33-12-588

e-mail: fripol@pro.onet.pl

Nasza oferta:

- sprężarki
- sprężarki
- sprężarki sprężonego powietrza
- systemy oczyszczania powietrza (osuszacze, filtry)
- osprzęt pneumatyczny: reduktory, zawieszki, szybkozłącza, narzędzia pneumatyczne
- montaż sieci pneumatycznych



matyce, organizowane przez Politechnikę Warszawską. Na liście znajduje się oprócz wymienionych ośrodków Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Politechniki: w Białymstoku, Gdańsku, Kielcach, Koszalinie, Rzeszowie, Poznaniu, Wrocławiu, oraz Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie. Inne ośrodki, np. Politechnika Łódzka czy Śląska, prowadzą badania w zakresie techniki sprężania, pneumatycznej techniki pomiarowej czy sterowania (wszystkich nie jestem tutaj w stanie wymienić). Jest to znaczący potencjał naukowy, chociaż tematyka badawcza jest bardzo rozproszona. Natomiast takim przeglądem działalności dydaktycznej w zakresie pneumatyki był konkurs na najlepszą pracę dyplomową, ogłoszony przez redakcję *Pneumatyki* w 2000 r., na który wpłynęło 13 prac z 6 ośrodków akademickich.

Jak oceniliby Pan stan techniczny i finansowy ośrodków badawczych i badawczo-rozwojowych w dziedzinie pneumatyki?

W Polsce istnieje tylko jedna placówka naukowo-badawcza zajmująca się pneumatyką w Kielcach – OBRE-iUP. Przetrawił on najtrudniejszy okres transformacji ustrojowej w Polsce, ale jego sytuacja finansowa nie jest najlepsza. Wynika to z absolutnego braku zainteresowania przemysłu działalnością badawczą i coraz skromniejszym finansowaniem działalności przez Komitet Badań Naukowych. Ośrodek utrzymuje się z projektowania i wykonawstwa nietypowych elementów i urządzeń pneumatycznych, ale brak funduszy nie pozwala na odwołanie zaplecza badawczego, dlatego przyszłość ośrodka stoi pod dużym znakiem zapytania. Mimo tak trudnej sytuacji prowadzi nadal prace badawcze, ale w ograniczonym zakresie. Jej znanym i cenionym wyrobem jest tak zwana armatka powietrzna skutecznie usuwająca nawisy materiałów sypekich w zbiornikach.

Jakie są światowe tendencje w dziedzinie konstrukcji i zastosowań urządzeń pneumatycznych?

Obecnie na świecie panuje tendencja do systemowego podejścia zarówno do układów, jak i elementów i ma to swoje odbicie również w pneumatyce. Producenci starają się klientowi zaoferować kompletne systemy, składające się nawet z elementów o różnym nośniku energii, stąd modularność budowy i możliwości współpracy różnych komponentów. Innym kie-

runkiem rozwoju pneumatyki jest tworzenie inteligentnych elementów i układów oraz zdolność transformacji poszczególnych rozwiązań. W zakresie układów nastąpił zwrot ku sieciowości przesyłania sygnałów zarówno pomiarowych, jak również sterujących oraz programowalności działania. Jeśli zaś chodzi o elementy, to standardem staje się wspomniana modularność i dążenie do miniaturyzacji gabarytów. Z tą ostatnią tendencją wiąże się na przykład zwiększenie przepływu nominalnego przy zaworach przy niezmiennych przyłączach, miniaturyzacja połączeń, skrócenie czasu przełączania i wydłużenie trwałości. Ponadto można zauważyć coraz większe nasycenie i uzupełnienie tradycyjnej pneumatyki elektroniką.

Czy w pneumatyczne układy stosowane do mechanizacji i automatyzacji konkurują z urządzeniami elektrycznymi?

Obecnie trudno mówić o konkurencji układów pneumatycznych z elektrycznymi czy elektronicznymi. Każde z nich znalazły swoje miejsce w przemyśle i obejmują swoim zasięgiem inne obszary zastosowań. A rozwój elektroniki przyczynił się do rozwoju układów pneumatycznych i do powstania wspólnych aplikacji, które czasem występują pod nazwą fluidronika. Kryterium wyboru jest racjonalność zastosowania a nie rodzaj medium napędowego, dlatego na przykład napędy w robotach są w większości elektryczne, a manipulatorach ciągle pneumatyczne.

Co Pana zdaniem jest przyczyną stosunkowo słabej reprezentacji tematyki pneumatycznej na targach?

Na ten temat wypowiadałem się już na łamach *Pneumatyki*, między innymi w artykule *Automatyzacja wchłonęła pneumatykę*. W dobie globalizacji łączą się nie tylko producenci różnych dziedzin techniki, ale również pewne branże zanikają wchłonięte przez inne. I tak pneumatyka znajduje się obecnie w takich branżach, jak automatyzacja, napędy płynowe, maszyny sprężające i pompy, transport itp. Na przykład w jak transporcie kolejowym aplikacje pneumatyki jest bardzo dużo – począwszy od hamulców, a skończywszy na otwieraniu i zamykaniu drzwi. Ale nie jest to prezentowane pod szyldem pneumatyki. Udział zespołów pneumatycznych w konstrukcji maszyn i urządzeń pozostaje od kilku lat mniej więcej na tym sa-

mym poziomie, ale nie jest to specjalnie akcentowane, tym bardziej że są to z reguły zespoły elektropneumatyczne i pneumohydrauliczne. Klienta nie interesuje obecnie, jaki jest rodzaj napędu – elektryczny, hydrauliczny czy pneumatyczny – i jakie sterowanie, ale efekt końcowy – realizacja określonego zadania technicznego. Zniknęły więc specjalne hale *Pneumatyka i hydraulika*, co nie znaczy, że zniknęła pneumatyka.

*Jest Pan stałym współpracownikiem *Pneumatyki* od roku 1996. Jak Pan widzi rolę naszego czasopisma w czasach internetu?*

Rola czasopism naukowo-technicznych nadal pozostaje istotna mimo gwałtownego wzrostu znaczenia internetu w komunikacji międzyludzkiej. Internet bowiem oprócz wielu zalet ma, niestety również istotną wadę – niesie ze sobą szum informatyczny, który trudno jest przefiltrować. W tej sytuacji rola niezależnego czasopisma, które prezentuje odpowiedni poziom, jest szczególnie istotna, gdyż dzięki niemu czytelnik ma możliwość zapoznania się z najnowszymi specjalistycznymi informacjami, mogąc jednocześnie szybko porównać i ocenić prezentowany materiał. Niebagatelną rolę odgrywa też mentalność, której nie można tak szybko zmienić. Jak dotąd czasopisma techniczne nie zostały wyeliminowane z rynku i mają swoich wiernych czytelników – inżynierów i techników zatrudnionych w przemyśle, a nasza *Pneumatyka* została uznana przez Komitet Badań Naukowych za ogólnopolskie czasopismo branżowe.

Jest Pan bardzo zapracowany i wiele Pan podróżuje. Jak udaje się to Panu pogodzić z życiem rodzinnym?

Rzeczywiście, nie narzekam na brak pracy i obowiązków, ale to tylko mobilizuje mnie do aktywności. Przez wiele lat pracowałem również społecznie jako instruktor harcerski i opiekun studenckiego koła naukowego i mam na swoim koncie prowadzenie ponad 30 obozów harcerskich oraz kilkunastu obozów studenckich jako opiekun naukowy. Dla rodziny również znajduję czas – a ponieważ mam szczęście mieć rodzinę umiarkowanie – wspólne imprezy muzyczne, jak również wyjazdy turystyczne są integralną częścią życia rodzinnego.

Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz

Nowe sposoby oszczędności energii w systemach uzdatniania powietrza

Osuszacz ziębiczny typu FD750 VSD Atlas Copco

Sprężać i...uzdatnić? Sprężone powietrze jest obecne w wielu gałęziach gospodarki, praktycznie w każdym większym zakładzie produkcyjnym istnieje główna, albo lokalne sieci sprężonego powietrza. Sprężone powietrze jest głównym źródłem zasilania wielu urządzeń.

Sposób na otrzymanie sprężonego powietrza jest prosty – trzeba użyć odpowiedniej sprężarki. W większości przypadków to tylko część drogi do uzyskania odpowiedniego do naszych zastosowań sprężonego powietrza. Powietrze jest zawsze wilgotne i należy się tej wilgoci pozbyć. Można to osiągnąć poprzez uzdatnianie powietrza, czyli jego osuszenie. W praktyce sprowadza się to do stosowania dodatkowych chłodnic, osuszaczy ziębicznych, bądź adsorpcyjnych etc. W większości zastosowań wystarczy instalacja osuszaczy ziębicznych, które zapewniają stały ciśnieniowy punkt rosy na poziomie +2° do +3° C. Dzięki temu możemy zapewnić suche sprężone



śnieniowego punktu rosy na żądanym poziomie. W zależności od warunków atmosferycznych ciśnieniowy punkt rosy może być większy od przyjętego jako standardowy.

Osuszyć?

Zdecydowanie tak. Ale co ze zmieniającymi się w sposób nieprzewidywalny warunkami w naszej sieci powietrznej i w otoczeniu?

Nietrudno osuszyć powietrze, gdy mamy w miarę ustalony jego wydatek i stałe ciśnienie. Niestety, często mamy różne rozbiory powietrza w krótkim czasie, częste wahania ciśnienia w sieci, a jeśli dochodzą do tego duże przepływy powietrza, to sytuacja nie jest już tak komfortowa.

Rozwiązaniem jest urządzenie, które będzie nadążać za tymi zmianami warunków, inaczej mówiąc, będzie się dostosowywać do wymagań panujących w sieci sprężonego powietrza i do tego

najlepiej w sposób płynny.

Atlas Copco już od wielu lat produkuje sprężarki z płynną regulacją wy-

datku powietrza. Teraz firma przynosi swoje doświadczenia zdobyte przy sprężarkach na osuszacze ziębiczne.

Rezultatem tych doświadczeń jest pierwszy z tej serii osuszacz ziębiczny typu FD 750 VSD (Variable Speed Drive) przewidziany na przepływ do 750 l/s.

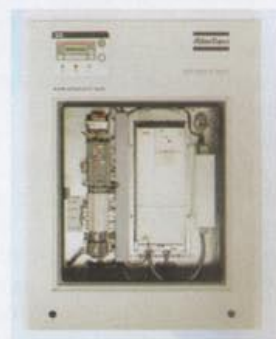
Jak to działa?

Utrzymywanie ciśnieniowego punktu rosy na stałym poziomie przy zmien-



Fot. 1 Osuszacz FD 750 VSD

powietrze w instalacji. Osuszacz ziębiczny gwarantuje utrzymywanie ci-



Fot. 2 Wbudowany wewnątrz osuszacza przetwornik częstotliwości

nych warunkach otoczenia jest realizowane przez przetwornik częstotliwości, sterujący pracą agregatu chłod-

niczego. Zmiana warunków przepływu powietrza w sieci powoduje aktualne dostosowanie się do nich osuszacza. Reakcja jest tu o wiele szybsza niż w przypadku konwencjonalnych osuszaczy ziębnych bez płynnego sterowania częstotliwością.

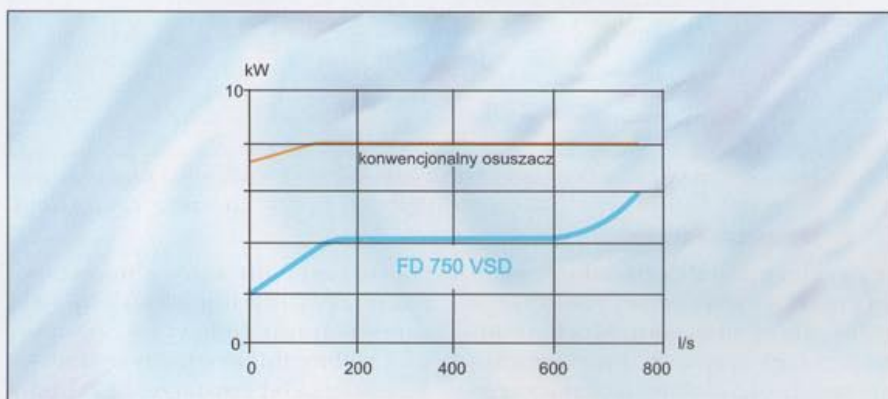
Przetwornik jest wbudowany wewnątrz osuszacza.

Pozornie z zewnątrz osuszacz VSD nie różni się od dotychczasowych wersji osuszacza typu FD. Zauważalną zmianą jest panel sterujący z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym, podobny do mikroprocesorowego sterownika Elektronikon znanego już ze sprężarek Atlas Copco.

Osuszacz posiada trzy tryby pracy:

- utrzymywanie stałego punktu rosy (+3°C) niezależnie od zmian warunków pracy;
- „Economy”, czyli utrzymywanie ciśnieniowego punktu rosy (20°C) poniżej temperatury otoczenia;
- „Maksymalne oszczędności”, czyli utrzymywanie ciśnieniowego punktu rosy (12°C) poniżej temperatury otoczenia.

Oszczędności są pokazywane na wyświetlaczu.



Rys. 3 Porównanie zużycia energii konwencjonalnego osuszacza FD 700 i osuszacza FD 750 VSD

Korzyści?

Podobnie jak w przypadku sprężarek, zmienna i płynna regulacja gwarantuje duże oszczędności. W przypadku osuszacza ziębnego FD 750 VSD oszczędności w zużyciu dostarczonej energii wynoszą ok. 25% w porównaniu z tradycyjnymi osuszaczami ziębnymi bez płynnej regulacji. Są to różnice rzędu 4 kW, a przy niewielkich przepływach nawet więcej (rys. 3). Uzyskane w ten sposób oszczędności to wymierny efekt ekonomiczny. Wytworzone w ten sposób, przy niewielkim koszcie suche sprężone powietrze zapewnia odpowiednią ja-

kość produktu końcowego. Brak kondensatu w instalacji to również brak korozji w sieci sprężonego powietrza

oraz mniejsze nieszczelności i straty sprężonego powietrza przez nią wywołane. Do wyposażenia standardowego osuszacza typu FD 750 VSD należy zaliczyć m.in. elektronicznie sterowany spust kondensatu.

Kiedy więc użyć osuszacza VSD?

Przeznaczeniem osuszacza typu VSD są wszystkie instalacje sprężonego powietrza, a w szczególności te w których warunki pracy osuszacza często się zmieniają. Osuszacze VSD są tutaj niezastąpione. W 90% wszystkich



Fot. 4 Osuszacz ziębnicy typu FD 750 VSD Atlas Copco

instalacji sprężonego powietrza mamy do czynienia ze zmiennym rozchodem sprężonego powietrza. Najlepszym więc rozwiązaniem jest zastosowanie osuszacza VSD, który w sposób płynny reagować będzie na zmienne warunki.

Dane techniczne :

Wydajność:	750 l/s
Długość:	1750 mm
Szerokość:	1070 mm
Wysokość:	1500 mm
Ciężar:	450 kg

Atlas Copco wprowadziło na rynek całą gamę sprężarek opartych na technice zmiennej regulacji wydajności (VSD). Aktualnie posiadamy zarówno sprężarki olejowe np. GA30VSD, GA37VSD, GA50VSD, GA75VSD, GA90VSD, GA180VSD jak i bezolejowe np. ZT37VSD, ZR160VSD, ZR315VSD. Dotychczasowe doświadczenia wykazują, że najbardziej ekonomicznym sposobem sprężania jest technologia VSD. Teraz wiemy już, że w przypadku osuszaczy ziębnych opartych na tej technologii, to również duże oszczędności energii.

Artykuł promocyjny
Atlas Copco
mgr inż. Cezary Skrzypiński

Mechatroniczny układ pozycjonowania czujnika kontaktronowego

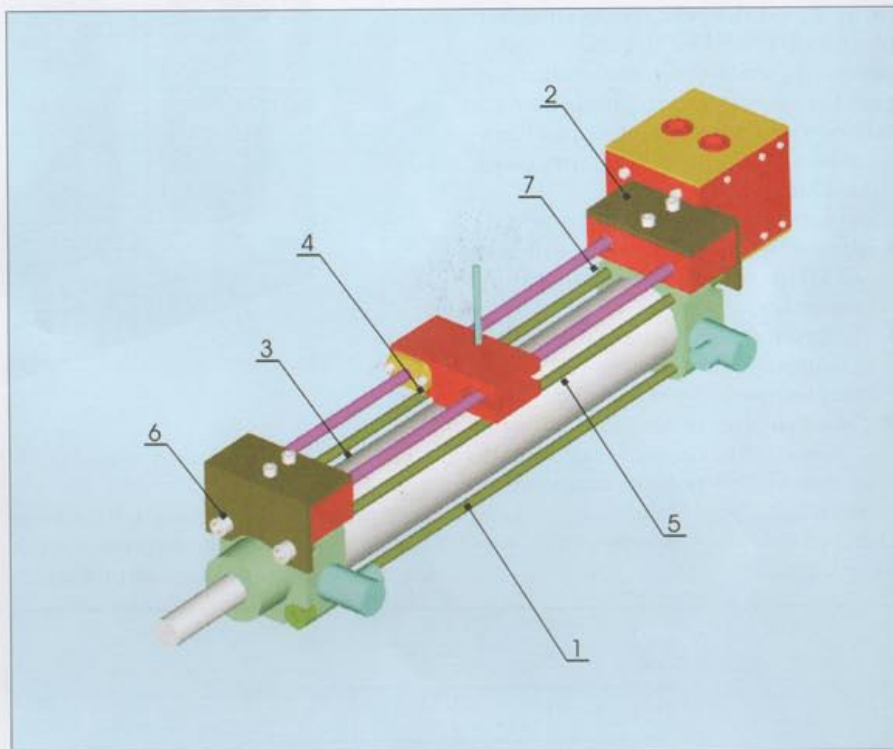
Mechatronizacja rozszerza możliwości wykorzystania klasycznych czujników kontaktronowych w układach sterowania siłownikami pneumatycznymi.

W pneumatyce napędowej kluczowym zagadnieniem jest pozycjonowanie tłoczyska siłownika w zadanym położeniu. W tym celu stosuje się układy sterowania wykorzystujące rozmaite czujniki położenia tłoka. Zdecydowana większość to czujniki dyskretne, informujące sygnałem dwustanowym, że tłok siłownika osiągnął (lub nie) dane położenie. Chcąc zmienić wysunięcie tłoczyska, należy każdorazowo dostosować położenie czujnika mocowanego na siłowniku. Ręczna regulacja położenia takiego czujnika w przemysłowych warunkach eksploatacji może być często utrudniona, czasochłonna czy wręcz niebezpieczna dla obsługi. Dostępne są oczywiście czujniki liniowe montowane na siłownikach lub specjalizowane siłowniki z wbudowanymi układami pomiaru wysunięcia tłoczyska. Zaawansowane technicznie i kosztowne czujniki liniowe, wymagające jednocześnie analogowych układów sterowania, są niejednokrotnie rozwiązaniem wykraczającym poza potrzeby konkretnego układu.



Fot. 1 Układ pozycjonowania czujnika zamontowany na siłowniku D40

Opracowany w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu mechatroniczny układ pozycjonowania czujnika jest alternatywnym i oryginalnym rozwiązaniem łączącym prostotą



Rys. 1 Komputerowy projekt układu pozycjonowania: 1 – siłownik pneumatyczny, 2 – zespół napędowy, 3 – śruba napędowa, 4 – suwak z czujnikiem, 5 – prowadnica suwaka, 6, 7 – oprawy

tego zwykłego czujnika kontaktronowego z możliwością zdalnej zmiany jego położenia na siłowniku. Mechatronizacja polega na synergicznym połączeniu możliwości elektromechanicznego układu napędowego, sterowania elektronicznego oraz oprogramowania.

Opis konstrukcji

Konstrukcja układu jest oparta na wykorzystaniu tradycyjnego napędu liniowego „śruba-nakrętka” do przemieszczania czujnika kontaktronowego wzdłuż cylindra siłownika (rys. 1). Na siłowniku (1) jest zamocowany układ mechaniczny, w skład którego wchodzi: zespół napędowy z silnikiem krokowym (2), śruba napędowa (3) oraz suwak (4). W suwaku jest zamontowany czujnik kontaktronowy reagujący na pole magnetyczne wytwarzane przez magnes osadzony w tłoku siłownika. Suwak „bezluzowo” współpracuje ze śrubą napędową

poprzez zamontowany w nim zespół nakrętek. Prowadnica walcowa (5) zapewnia prostoliniowy ruch posuwowy z zachowaniem właściwego odstępu czujnika od powierzchni cylindra siłownika. Prowadnica i śruba pociągowa są podparte i bazowane w oprawach (6, 7).

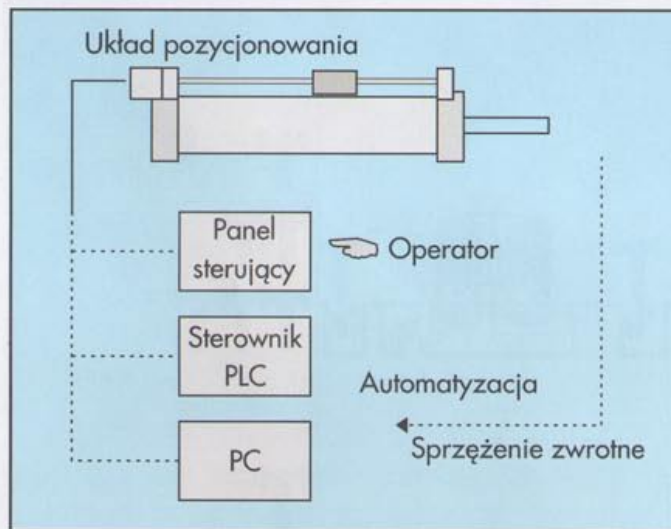
Obrót śruby napędowej wywołuje przesuw suwaka ściśle zależny od liczby wykonanych obrotów przez wałek silnika. Pracę silnika krokowego nadzoruje elektroniczny układ sterujący.

W ramach podjętych prac badawczo-rozwojowych określono parametry układu, m.in. ze względu na wymagane dokładności pozycjonowania czujnika oraz szybkości przesuwu. Przyjęto, że dokładność pozycjonowania 0,1 mm jest całkowicie wystarczająca i wynikająca przede wszystkim z dokładności detekcji pola magnetycznego przez sam kontaktron. Uznano także, że przesuw czujnika w trakcie regulacji z prędkością około 5 mm/s

spełnia wymagania dla układów regulacji napędów pneumatycznych. Zastosowana śruba napędowa posiada gwint o skoku 0,75 mm.

Sterowanie układu

Silnik krokowy napędzający układ przesuwu czujnika wymaga zastosowania wyspecjalizowanego układu scalonego sterującego jego pracą. Taki



Rys. 2 Schemat blokowy układu sterowania

opracowany prosty sterownik został zmontowany na miniaturowej płycie drukowanej i jest umieszczony przy silniku we wspólnej obudowie. Sterownik silnika posiada funkcje: start/stop, zmiany kierunku obrotów oraz wyboru wartości kroku. Układ może być zasilany ze źródła o napięciu 12V lub 24V. Sterowanie przesuwem czujnika może być realizowane zdalnie przez operatora bezpośrednio z pulpitu lub też zautomatyzowane w układzie sterownika programowalnego lub systemu komputerowego (rys. 2). Podstawowy układ sterowania silnika krokowego nie zawiera enkodera. Aby podwyższyć precyzję pozycjonowania, można zastosować typowy enkoder zliczający obroty wałka silnika i umożliwiający bardzo dokładne przełączenie zadanej wartości przesuwu czujnika na kroki silnika. Oprócz sterowania z otwartą pętlą jest możliwe także zbudowanie systemu ze sprzężeniem zwrotnym, wykorzystując sygnał z układu wykonawczego.

Wyniki badań

Celem badań było eksperymentalne określenie dokładności oraz powtarzalności pozycjonowania opracowanego układu. Program badań uwzględ-

niał m.in. określenie wyżej wymienionych parametrów dla różnych kroków silnika, wartości zadawanych przemieszczeń oraz położenia suwaka względem cylindra siłownika. Badania zrealizowano w Laboratorium Kontroli Jakości ITeE, posiadającym certyfikat sytemu jakości ISO 9001 wydany przez TÜV. Do badań zastosowano maszynę pomiarową Mistral firmy DEABROWN & SHARP z głowicą REISHAW PH10M. Gwarantowana dokładność pomiarowa takiego zestawu wynosi $\pm 2 \mu\text{m}$. Cały proces pomiarowy w zakresie sterowania, archiwizacji i obróbki danych był skomputeryzowany.

Uzyskane wyniki badań potwierdziły wysokie parametry opracowanego urządzenia. Wartość średnia dokładności pozycjonowania z serii pomiarów wynosi w przybliżeniu 0,016 mm. Powtarzalność układu pozycjonowania wyniosła także około 0,016 mm. Badania zrealizowano dla układu bez enkodera silnika, czyli o potencjalnie większych błędach pozycjonowania.

Uzyskane wyniki badań potwierdziły wysokie parametry opracowanego urządzenia. Wartość średnia do-

kładności pozycjonowania z serii pomiarów wynosi w przybliżeniu 0,016 mm. Powtarzalność układu pozycjonowania wyniosła także około 0,016 mm. Badania zrealizowano dla układu bez enkodera silnika, czyli o potencjalnie większych błędach pozycjonowania.

Podsumowanie

Opracowany układ przetestowano w przykładowych aplikacjach. Podstawowy walor rozwiązania to możliwość zdalnej i prostej regulacji położenia czujnika na siłowniku. Urządzenie, zapewniając wysokie wymagania dokładności regulacji, posiada jednocześnie cechy określane mianem „low cost”, czyli niskich kosztów wytworzenia i eksploatacji. W opracowanym układzie pozycjonowania można wykorzystać zarówno czujniki kontaktronowe, jak i inne czujniki reagujące na pole magnetyczne (indukcyjne, Halla).

Instytut Technologii Eksploatacji
w Radomiu
dr inż. Tomasz Giesko
dr inż. Andrzej Zbrowski

KOMPRESORY I NARZĘDZIA

KOMPRESORY ŚRUBOWE AIRBLOK



KOMPRESORY ŚRUBOWE SERIA TKI



KOMPRESORY TŁOKOWE OLEJOWE



KOMPRESORY TŁOKOWE BEZOLEJOWE



OSUSZANIE I FILTRACJA

NARZĘDZIA PNEUMATYCZNE

KOZPROWADZANIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

AUTORYZOWANE PUNKTY SERWISOWE:

CZĘSTOCHOWA ZUH PRECYZER
Mieczysław Uziolo
42-208 Częstochowa, ul. Okrzei 82/88
tel.: 0602 272 024

GDYNIA PASCAL - FILIA
81-537 GDYNIA, ul. Łużycka 9
tel.: (058) 622 90 68, 622 97 80

KOSZALIN PNEUMATICA
75-016 KOSZALIN, Jamno 109
tel.: (094) 341 35 13

LUBLIN ATM TECHNIKA
20-711 LUBLIN, ul. Loury 4 A
tel.: (081) 527 62 35, 526 02 03

OLSZTYN EKO-TECH
10-229 OLSZTYN,
al. Wojska Polskiego 30a
tel./fax: (089) 535 71 18

POZNAŃ ERKOMP
60-324 POZNAŃ, ul. Marcelesińska 96
tel.: (061) 867 44 31 w. 324
0602 188 045

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

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

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

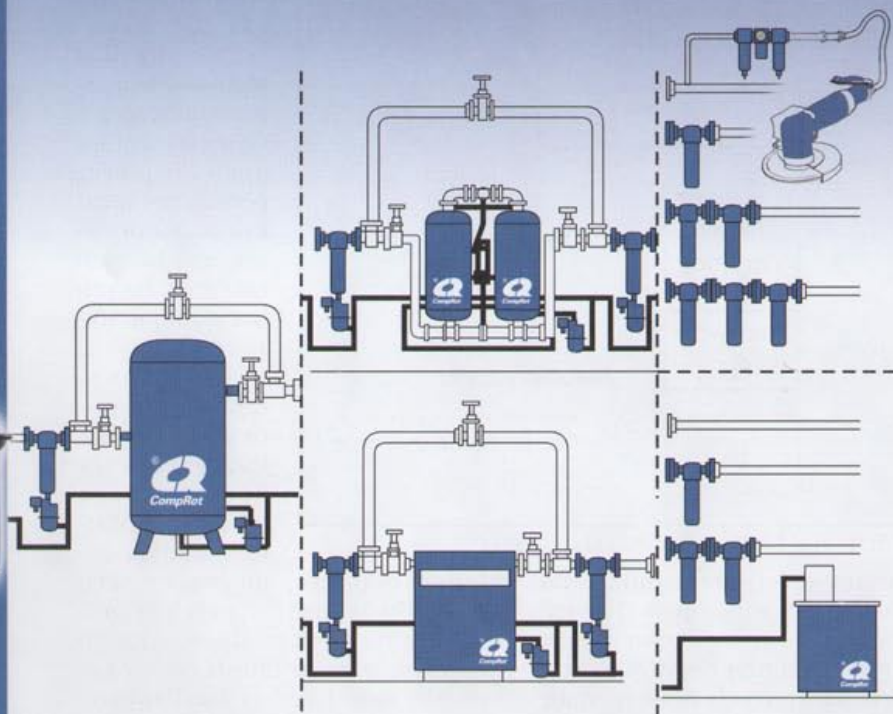




Jedyny polski producent sprężarek o mocach 4–400 kW
zaprasza do nowotwartego

Internetowego Salonu Obsługi Handlowo-Technicznej

Sprężarki
filtry
osuszacze
separatory



Nasz Partner



Europejski
Fundusz
Leasingowy

<http://www.efl.com.pl>
infolinia: 0 800 566 800

Kompleksowy system
uzdatniania sprężonego powietrza

www.comprot.com.pl

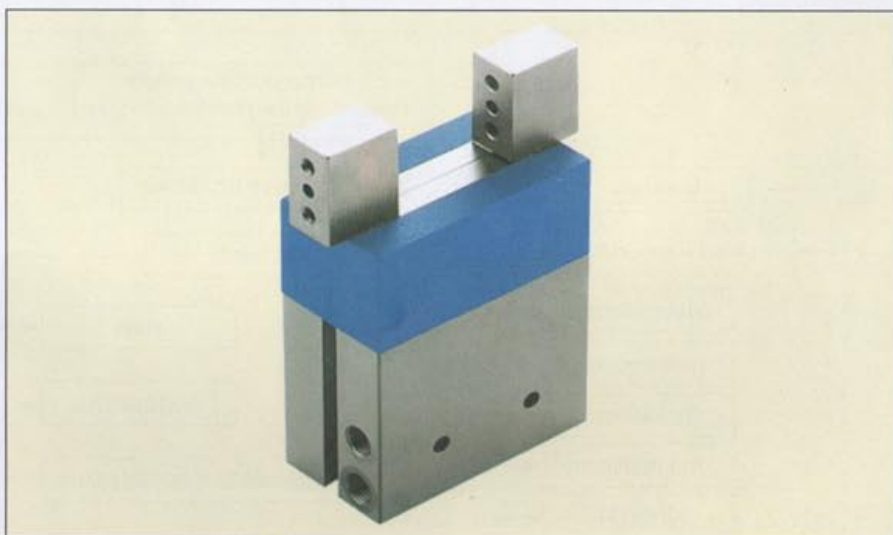
CompRot Sp. z o.o.
53-608 Wrocław
ul. Robotnicza 72
tel./fax (071) 373 59 00
e-mail: comprot@comprot.com.pl
www.comprot.com.pl

Dobór urządzeń do instalacji sprężonego powietrza
„jednym kliknięciem”

Automatyzacja chwytu

W poprzednim artykule (PNEUMATYKA 6/2001), dotyczącym mechanizacji i automatyzacji chwytu jako efekторы zostały przedstawione siłowniki krótkiego skoku – dociskowe. Jest to przykład możliwości odbierania stopni swobody detalom poddawany obróbce w celu ich mocowania. Poza klasycznym bazowaniem i ustaleniem pozycji przedmiotu można wyobrazić sobie potrzebę manipulowania nim w trakcie obróbki bądź procesu wytwórczego (transport).

Do realizacji zadań transportowych służą różnego typu manipulatory. Zadaniem tej maszyny roboczej jest sterowanie ruchem części chwytnej zwanej kiścią lub chwytakiem [1]. Manipulator jest tak doskonały jak jego chwytak [2]. Wykonania chwytaków różnią się pomiędzy sobą wieloma cechami. Systematyczny podział przedstawiono na rysunku 1 [3]. Wybór konstrukcji kiści



Fot. 1 Chwytak pneumatyczny z równoległym prowadzeniem szczęk

jest adekwatny do zadań powierzanych maszynie. Jednym z najprostszyc typów kiści jest ta, która wykonuje operacje otwierania – luzowania obiektu oraz zamykania, czyli chwytania obiektu. Jest to wystarczające do przenoszenia narzędzi bądź wykonywania różnego rodzaju zadań transportowych detali i produktów. Zadanie transportowe polega na [3]:

- pobraniu (uchwyceniu) obiektu manipulacji,
- trzymaniu obiektu w czasie transportu,
- uwolnieniu obiektu w miejscu docelowym.

Zadaniem chwytaka jest unieruchomienie obiektu manipulowanego w taki sposób, aby w czasie transportu, na skutek powstawania sił bezwładności i sił odśrodkowych, nie zmienił on



- Sprężarki śrubowe
- Sprężarki tłokowe
- Osuszacze, filtry
- Przemysłowe systemy schładzające wodę w obiegu zamkniętym



GENERALNY PRZEDSTAWICIEL CECCATO: P.U.H. „UNIGOODS” s.c.

73-110 Stargard Szczeciński, ul. Wieniawskiego 16/18, tel. 091/573 37 35, 573 26 76, fax 091/834 04 90, serwis 0601/78 54 98, www.unigoods.com.pl

PUNKTY HANDLOWE: Bydgoszcz tel. 052/343 35 68, Łódź tel. 042/682 62 52, Gorzów tel. 095/722 39 93, Poznań tel. 061/866 58 65, Olsztyn tel. 089/535 71 18

przypadkowo swojego położenia względem układu odniesienia związanego z chwytakiem. Unieruchomienie to realizowane jest na dwa sposoby:

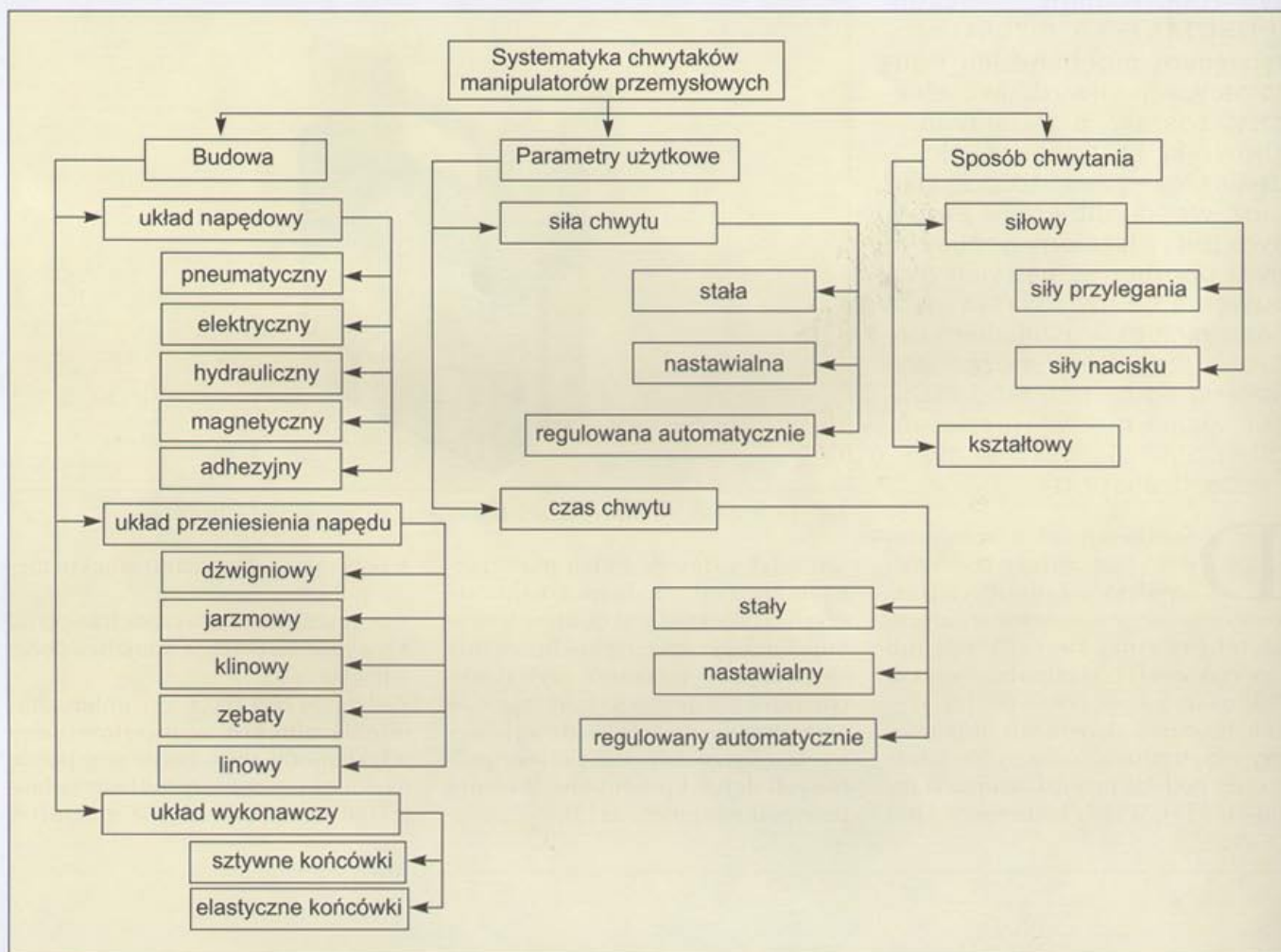
- chwytanie siłowe,
- chwytanie kształtowe.

Chwytanie siłowe polega na wytworzeniu pola sił działających na obiekt, chwytanie kształtowe zaś na odebraniu obiektowi stosownej liczby stop-

kujące manipulatory nie dołączają do podstawowego wyposażenia maszyny struktur realizujących chwyt. Jednym z powodów jest ten, o którym wspomniano wcześniej, drugim zaś konieczność wykorzystania manipulatora jako nośnika narzędzia technologicznego. W procesach spawania, zgrzewania, cięcia, malowania, lakierowania i innych znalazły

Uchwycenie obiektu jest uwarunkowane wieloma czynnikami; niektóre z nich wymieniono poniżej:

- właściwości chwytnego manipulowanego obiektu,
- właściwości chwytnego chwytaka,
- błąd wzajemnego usytuowania obiektu i chwytaka w miejscu pobrania,
- parametry dynamiczne przemieszczania chwytaka.



Rys. 1 Systematyka chwytaków manipulatorów przemysłowych.

ni swobody w zależności od wymagań.

Dla realizacji podstawowych zadań manipulatory są wyposażane w różnorodne chwytaki. Duża zmienność obiektów manipulacji sprawia, że około 65% obecnych zastosowań tych maszyn roboczych [3] wymaga opracowania końcówki dedykowanej. Jedynie w około 35% procesów wytwórczych wykorzystywane są chwytaki, w które standardowo wyposaża się manipulatory. Niektóre firmy produ-

zastosowanie specjalnie do tego celu zaprojektowane narzędzia mocowane na manipulatorach. W kieleckim Centrum Laserowych Technologii Metali do prowadzenia promienia lasera ciała stałego wykorzystywany jest manipulator o sześciu stopniach swobody. Do utwierdzenia głowicy laserowej z soczewkami ogniskującymi wykonano do tego celu gniazdo zamocowane na ostatnim członie manipulatora.

Można także wyróżnić właściwości obiektu, które mają wpływ na uchwycenie. Są to:

- masa,
- położenie środka ciężkości,
- moment bezwładności,
- własności geometryczne,
- sztywność.

Podstawowe parametry chwytaka oraz jego pracy również warunkują poprawny proces chwytu. Do najważniejszych można zaliczyć:

- geometrię elementów chwytających,
- siłę rozwijaną przez napędy kiści,
- czujniki zabudowane na chwytaku.

Chwytki pneumatyczne

Do napędu mechanizmów chwytających stosuje się różnorakie postaci energii. Najpowszechniejszą z nich jest energia sprężonego powietrza [3]. Blisko 80% produkowanych chwytaków manipulatorów przemysłowych korzysta z napędu pneumatycznego. Jeszcze większy procent rozwiązań tego typu stosowany jest w chwytakach, w których układ wykonawczy oparty jest na końcówkach elastycznych.

Kilku producentów elementów pneumatyki siłowej ma w swojej ofercie standardowe rozwiązania przeznaczone do zadań manipulacyjnych oraz transportowych. Często chwytaki te zamontowane są na siłownikach pneumatycznych, stanowiąc w ten sposób element składowy prostego manipulatora. W stosowanych obecnie napędach liniowych korzysta się z możliwości łączenia kilku jednostek, tworząc w ten sposób manipulatory współrzędnościowe „XYZ”. W nich również spotyka

się chwytaki pneumatyczne jako uzupełnienie manipulatora.

Chwytki pneumatyczne posiadają zwartą, kompaktową budowę. Wypozażone są w gniazda do dołączania elementów dodatkowych, np. czujników położenia. Mogą być stosowane do chwytania wewnętrznego bądź zewnętrznego w zależności od końcówek chwytanych zastosowanych w urządzeniu.

Jako przykład rozwiązania konstrukcyjnego przedstawiono na fot. 1 chwytak pneumatyczny niemieckiej firmy FESTO Sp. z o.o. [4]. Chwytnak wyposażony jest w dwie szczęki. Jego napęd stanowią dwa siłowniki z tłokami o średnicy od 10 do 35 mm. Tryb pracy siłowników dwustronnego działania z sygnalizacją położenia określony jest jako równoległy. Przystosowany jest do zasilania ciśnieniem od 0,2 MPa do 0,8 MPa i do temperatury otoczenia od 5°C do 60°C. Maksymalna siła ścisku to zakres 27 N ÷ 390 N. Czas otwarcia (zamknięcia) szczęk wynosi od 10 ms do 60 ms, a częstotliwość cyklu roboczego – 4 Hz. Zakres ruchu roboczego kształtuje się w przedziale od 15 mm do 79 mm. Powtarzalność (dokładność) jest inie więk-

sza niż 0,02 mm. Do wytworzenia korpusu elementu wykorzystano aluminium. Pokrywę wykonano z poliamidu, natomiast szczęki ze stali wysokostopowej.

Literatura

- [1] Miller S.: „Teoria Mechanizmów i Maszyn”, Politechnika Wroclawska Wroclaw 1996.
- [2] Spong M.W. I Vidyasagar M.: „Robot Dynamics and Control”, John Wiley & Sons Inc., 1989.
- [3] Olszewski M. i inni: „Manipulatory i roboty przemysłowe”, WNT Warszawa 1992.
- [4] Katalog produktów firmy FESTO 2001.

* * *

Pragnę podziękować Panu Profesorowi Leszkowi Płoneckiemu za uwagi do powyższego tekstu oraz firmie FESTO Sp. z o.o. za udostępnienie materiałów.

Mariusz Janusz-Bielecki
Centrum Laserowych Technologii
Metali im. Henryka Frąckiewicza
Politechniki Świętokrzyskiej i Polskiej
Akademii Nauk

HIROSS

Compressed Air Treatment Filtry sprężonego powietrza



filtry Hyperfilter 2000
odwadniacze Hyperseper
dreny kondensatu
odolejacze 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

Niezależne doradztwo

W naszym kraju działalność niezależnych firm doradczych nie jest jeszcze wystarczająco rozwinięta. Dotyczy to między innymi doradztwa technicznego w zakresie urządzeń przemysłowych. Duże zakłady, planując zakup urządzenia, korzystają z wiedzy i doświadczenia własnych służb. Mniejsze nie mają tej możliwości i łatwo mogą stać się ofiarą określonych zabiegów marketingowych, stosowanych przez konkurujące firmy dostawcze. Bez pomocy niezależnych specjalistów nabywca ma małą szansę na dokonanie właściwego wyboru. Artykuł ten zachęca do korzystania z porad takich specjalistów, gdyż koszt ich zatrudnienia jest dużo niższy niż straty wynikające z niewłaściwych decyzji zakupu urządzeń.

Oto przykład, z życia wzięty. Nie przedstawiamy danych firm ani cen. Wartości będą podane w jednostkach umownych [ju]. Rzecz wydarzyła się w centralnej Polsce, mniej więcej 6 tygodni temu.

Pewna firma, zwana tu inwestorem, postanowiła zakupić nowe urządzenie do swojej instalacji sprężonego powietrza. Brak doświadczenia i wiedzy teoretycznej spowodował, że oferty, skierowane do czterech dostawców, zawierały zdecydowanie przesadzone wymagania, zarówno co do wielkości urządzenia, jak i jego rodzaju. W odpowiedzi inwestor otrzymał cztery oferty na urządzenia o wartościach od 90-115 ju. W wyniku wstępnej, pobieżnej analizy do dalszych rozmów inwestor wybrał dwóch dostawców, kierując się między innymi pozycją rynkową dostawców oraz na ich gotowością do obniżenia ceny o 20%. Na tym etapie wartość kontraktu zawierała się już w granicach 70-80 ju. In-

westor prowadził dalsze analizy, rozważając także prawidłowość określenia warunków wstępnych. Jednak rozważania te przestały być istotne, kiedy w trakcie negocjacji jeden z dostawców, firma postrzegana pozytywnie przez inwestora, zaoferowała dalsze ustępstwo cenowe. Kontrakt został zawarty. Cena ostateczna to 60 ju i... około 8 ju kosztów eksploatacji rocznie!

Jak wspomniano, w rzeczywistości potrzeby inwestora są mniejsze. Analiza przeprowadzona na miejscu już po rozmowach wykazała, że jego problemy można było rozwiązać inną metodą. Wówczas koszty wyniosłyby: inwestycja – 45 ju – liczona w cenach detalicznych tych samych dostawców, roczne koszty eksploatacji – do 3 ju.

Na podstawie tego przykładu – z pewnością nie jednostkowego w skali kraju – po-

ższą jakość i materiały musimy więc zapłacić. Aby znaleźć odpowiedź, musimy zagłębić się zarówno w sferę ekonomii, jak i sztuki negocjacji – do czego gorąco zachęcam wszystkie zainteresowane strony.

Dlaczego w tym przypadku dostawcy dążyli do wygrania kontraktu wyłącznie poprzez obniżanie cen, a nie przez dokładną ocenę potrzeb inwestora? Czy jest to stała praktyka u wszystkich dostawców?

To pytanie jest zdecydowanie łatwiejsze. Dostawcy określają swoją strategię w zależności od rangi inwestora, wielkości kontraktu oraz potencjalnych korzyści z dalszej współ-



stawić można kilka pytań, na które postaram się tutaj częściowo odpowiedzieć.

Czy dostawca, obniżając cenę o ponad 30%, sprzedał swój towar ze stratą? A może początkowa ofertowa cena była u wszystkich mocno wygórowana?

Odpowiedź na to pozostawiam wszystkim zainteresowanym stronom: inwestorom i dostawcom. Podstawowym celem działalności każdej firmy jest maksymalizacja zysku. Z drugiej zaś strony, każde rozwiązanie w technice ma także swoją wartość. Za wy-

pracy. Zatem mamy klientów „ważnych” i „mniej ważnych” lub nawet „nieważnych”, różne więc będzie podejście do każdej z tych grup. Ilość czasu, jaką handlowiec może poświęcić każdemu klientowi, będzie uzależniona od przynależności klienta do grupy, bowiem czas ten przekłada się bardzo wymiennie na zysk firmy i handlowca. W tym konkretnym przypadku inwestor nie należał do grupy „najważniejszych” dla żadnego z dostawców. Był też przywiązany do tradycyjnych i stereotypowych przekonań, co dodatkowo utrudniało kontakt. Nie mógł więc liczyć

na pełne zaangażowanie dostawców i rzetelną, szeroką współpracę z nimi. Istnieją przykłady dobrej obustronnej współpracy nawet z mniej znaczącym klientem, ale najczęściej taki klient skazany jest na ponoszenie wymiernych strat finansowych, wynikających z braku fachowej wiedzy i specjalistycznej opieki doradczej.

Dlaczego inwestor tak źle ocenił swoje potrzeby? Czy mógł to zrobić trafniej?

Możliwości inwestorów w zakresie poprawnego określenia własnych potrzeb są bardzo zróżnicowane. Z jednej strony będziemy mieli do czynienia z dużymi zakładami posiadającymi własne i wyspecjalizowane służby energetyczne, z drugiej zaś z mniejszymi lub nawet bardzo małymi zakładami, gdzie właściciel musi podejmować takie decyzje. W większości przypadków inwestor nie posiada odpowiedniej, fachowej wiedzy dla prawidłowego określenia celu, często brak mu podstaw teoretycznych. Tematyka sprężonego powietrza jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną, obejmującą szeroki zakres – od jego wytwarzania do prowadzenia prawidłowej gospodarki. Umiejętność jednoczesnego przeanalizowania wszystkich elemen-

tów tego układu, odpowiednie uszeregowanie ich ważności, szczególnie zwrócenie uwagi na aspekt finansowy – to czynniki pozwalające trafnie określić funkcję celu i warunki graniczne. Problemem jest również brak możliwości dokładnego poznania przez inwestora tematyki gospodarki sprężonym powietrzem. Brakuje zarówno czasu, jak i dostępnej literatury (pozytywnym wyjątkiem jest „Pneumatyka”, ale potrzeby są tu zdecydowanie większe). Z tych powodów w większości przypadków inwestor wymaga opieki już na etapie przygotowania oferty. Niestety, jednak często nie zdaje sobie z tego sprawy i przez wiele lat ponosi koszty swojej niewiedzy.

Ten stan mógłby się zmienić, gdyby istniała szersza wymiana poglądów pomiędzy użytkownikami, a także większa popularyzacja i ułatwiony dostęp do podstawowych wiadomości o technice wytwarzania i gospodarki sprężonym powietrzem. Dzisiejsze środki komunikacji umożliwiają rozpowszechnianie użytecznych informacji, których próżno by szukać w reklamówkach dostawców.

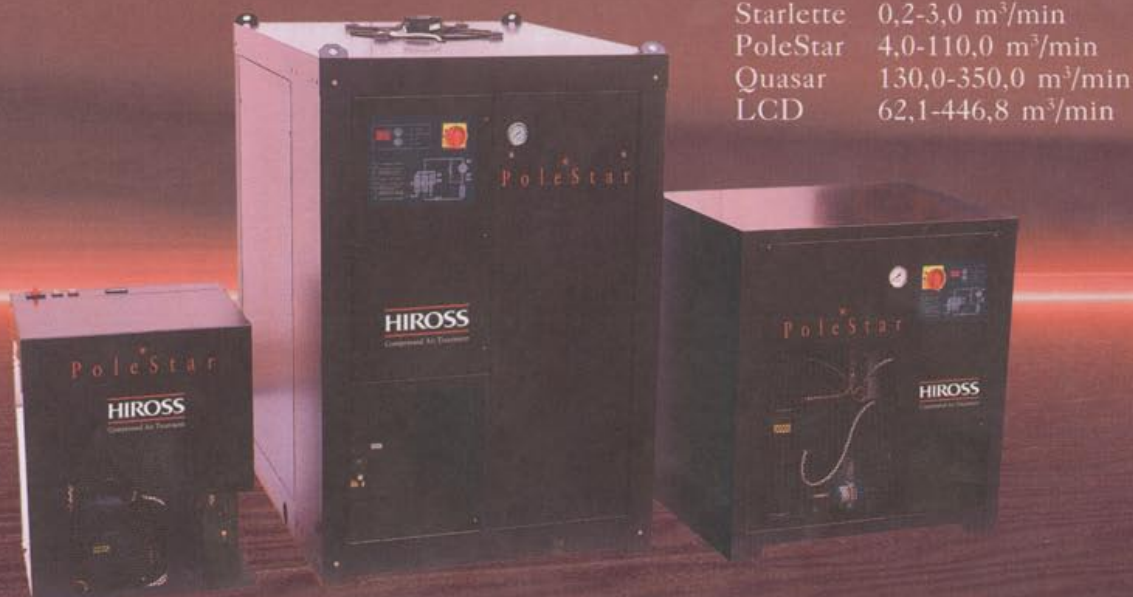
Czy w ostatecznym rachunku wygrywa inwestor mający luksusowe urządzenia za niską cenę,

nawet przy ich wysokich kosztach eksploatacji?

Odpowiedź jest jedna – nie. Ale niestety większość kupujących bierze pod uwagę głównie koszty zakupu, a nie późniejszej eksploatacji. Oprócz tego, jeśli inwestor widzi, jaki udało mu się wynegocjować upust, przestaje sensownie kalkulować resztę – osiągnął już znaczny stopień zadowolenia. A przecież w sprężonym powietrzu właśnie koszty eksploatacji odgrywają główną rolę: są kilkukrotnie wyższe niż sama inwestycja i musimy je podnosić latami. Nawet 30% upust na początku nie wyrówna strat związanych z dochodzącą do 5-10% różnicą w stałych kosztach eksploatacji (energia, serwis itp.). Każda inwestycja w sprężone powietrze ma strategiczne znaczenie dla przedsiębiorstwa, musi więc być analizowana w aspekcie wieloletnim: szczegółowo opracowane kryteria wyboru metody, urządzeń, dostawców. Cóż nam po Mercedesie, nawet okazjnie kupionym, skoro nie stać nas na paliwo i opłatę ubezpieczenia od jego realnej wartości? Będzie on dla nas rzadziej okazją do pochwalenia się, częściej przyczyną zmartwień. Ale w Polsce niezbyt często myśli się właśnie w taki sposób. Czas wreszcie go odrzucić, bo przegramy z tańszą konkurencją.

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

Czy wygrywa dostawca, wprowadzając niewiele lub nawet nic nie zarabiający na początku, lecz liczący na dochód z eksploatacji?

W tym konkretnym przypadku dostawca wygrał. Jednak nie zawsze tak będzie się dziać. Z pewnością dochód dostawcy związany z wieloletnim okresem serwisowania jest mocniejszą pozycją w budżecie firmy niż jednorazowa sprzedaż. Jednak większość poważnych inwestorów ceni sobie firmy oferujące rzetelną i uczciwą współpracę, nie nastawioną ani na sprzedaż za wszelką (czytaj: niską) cenę, ani na wieloletnią „eksploatację” nabywcy. Sprzedaż powinna wiązać się z pozyskaniem na wiele lat nowej firmy. Wówczas nawet trudne sprawy wynikające na przykład z eksploatacji lub gwarancji są łatwiejsze do rozwiązania dla obu stron. Dostawca zapewni sobie również odpowiednią pozycję, jeśli klient będzie się rozwijał, a jego potrzeby będą rosły.

Pojawia się w tym miejscu wątpliwość, czy także w obecnej, trudnej sytuacji gospodarczej w kraju, w warunkach dużej konkurencji, taka postawa dostawcy jest dla niego korzystna pod względem ekonomicznym. Moim zdaniem – tak, choć dotyczy to firm rzeczywiście najlepszych.

Jakie powinny być działania inwestora, by miał on pewność, że zastosowane rozwiązania są uzasadnione ekonomicznie?

Ten temat jest oczywiście bardzo obszerny, opisany w bogatej i fachowej literaturze INWESTORZE I UŻYTKOWNIKU, pamiętaj o tym, że:

- Twoja wiedza nie zawsze jest dostateczna. W końcu nikt z nas nie musi znać się na wszystkim. Prędkość i zakres zmian w dzisiejszej technice zmusza nas do specjalizacji i korzystania z doradców: informatycznych, reklamowych, finansowych i innych. Dokładnie tak samo jest w technice sprężonego powietrza, tym bardziej iż koszty jego wytworzenia są znaczne, każda pomyłka kosztuje więcej niż profesjonalne doradztwo.
- Jeśli zdecydowałeś się już samemu rozwiązać problem, zacznij od informacji podstawowych, fachowych, potem dopiero zajrzyj do reklamówek dostawców. Poszukaj literatury (np. przejrzyj archiwum „Pneumatyki”), sprawdź, co znajdziesz w internecie – trzeba przyznać, iż znajduje w nim mnóstwo rzeczowych wiadomości. Zastanów się, czy z handlowcem, który zna temat,

możesz rozmawiać konkretnie nie tylko o cenach i warunkach zakupu, lecz także o technicznych szczegółach rozwiązań.

- Zawsze staraj się zebrać opinie innych użytkowników o ich doświadczeniach. Każdy uczy się na błędach, ale znacznie korzystniej jest robić to na cudzych błędach. Ktoś już przed Tobą na pewno rozwiązał ten problem. Sprawdź w internecie, może tam znajdziesz opinie innych o dostawcach, dobrych rozwiązaniach, zaś jeśli sam masz takie – podziel się z innymi, np. na łamach „Pneumatyki”. Pozwól innym uniknąć Twoich błędów.
- Zbierając opinie innych użytkowników, postaraj się znaleźć ich samodzielnie, a nie tylko korzystając z list referencyjnych. Dopiero wówczas będzie to możliwie obiektywna ocena o dostawcy oraz możliwości lokalizacji jego urządzeń.
- Bardzo dokładnie zastanów się, co potrzebujesz: jeśli masz mało powietrza, to może po prostu popraw gospodarkę powietrzem – zlikwiduj nieszczelności, sprawdź urządzenia i narzędzia. Masz problem z kondensatem – zacznij od sprawdzenia poprawności instalacji. Powietrze jest zaolejone – sprawdź sprężarkę, zanim kupisz dodatkowe filtry. Wiele najlepszych rozwiązań znajdziesz po prostu wtedy, gdy dokładnie przyjrzyj się temu, co dzieje się ze sprężonym powietrzem w Twoim zakładzie.
- Nie trać czasu na poszukiwanie gotowych wzorów czy metod. Każde przedsiębiorstwo jest inne, ma swoją specyfikę, która decyduje o sposobie podejścia do rozwiązania problemów sprężonego powietrza. Dlatego w zapytaniach do dostawców staraj się przedstawić swój problem, a nie wyłącznie pytać o cenę. Wykorzystaj wiedzę dostawców i pozwól im „popracować” bardziej kompleksowo. Im więcej zbierzesz takich ofert, tym większa będzie Twoja wiedza i zobaczysz, jak różne są metody rozwiązań. Wśród nich jest też ta najodpowiedniejsza. Nie do końca prawdziwa jest zasada „tanie – zle, drogie – dobre”.
- Zbierz oferty wszystkich dostawców: tych największych i tych najmniejszych. O tym, jakie rozwiązanie zastosować, nie decyduje ranga dostawcy, ceny jego urządzeń, lecz Twój rachunek ekonomiczny. Dlatego też ich oferty muszą być jak najpełniejsze i zawierać wszyst-

kie elementy mające wpływ na kształtowanie się kosztów eksploatacji – najlepiej w okresie 3-5 lat od momentu rozpoczęcia inwestycji. Najpierw porównaj te koszty, dopiero potem dołóż do nich cenę zakupu. Zwracaj szczególną uwagę na wielkość oferowanych urządzeń i rzeczywiste potrzeby – duże i tanie zużyją więcej energii, za którą Ty płacisz!

- **Najważniejsze:** kiedy już wszystko zebrałeś, poznałeś i wiesz już dokładnie, czego potrzebujesz, zanim zdecydujesz się podpisać kontrakt, pomyśl: **A MOŻE ZATRUDNIĆ NIEZALEŻNĄ FIRME?** Niezwiązaną z dostawcami, fachową, mogącą wykorzystać całą profesjonalną wiedzę dla Twoich potrzeb. Zysk z jej zatrudnienia będzie wymierny w każdym kolejnym roku eksploatacji. Dodatkowo zyskasz cenny czas na zajęcie się zagadnieniami, w których to Ty jesteś najlepszym fachowcem, gdzie możesz wypracować zdecydowanie większe efekty!

Nie wszystkie zagadnienia dotyczące poruszonego tematu mogły być tutaj przedstawione. Artykuł ma spowodować, aby inwestorzy i użytkownicy sprężonego powietrza stosowali najefektywniejsze rozwiązania. Brak wymiany poglądów między użytkownikami oraz brak ich wiedzy powodują, iż rynek sprężonego powietrza jest w istocie rynkiem dostawców, szczególnie w zakresie mniejszych rozwiązań. Dlatego myślę, iż kolejnym celem zarówno „Pneumatyki”, jak i firm niezależnych, jest zdecydowanie aktywniejsze uczestnictwo w rozwijaniu wiedzy i pomocy tym przedsiębiorstwom, które dziś są zdane wyłącznie na siebie z możliwościami popełnienia błędów, nie rzadko bardzo kosztownych. Stwórzmy forum wymiany doświadczeń pomiędzy użytkownikami, nauczmy się odróżniać rzetelną i fachową informację od reklamy, którą bowiem oprócz niezależnej firmy, profesjonalisty jest w stanie powiedzieć, czy lepsza jest sprężarka śrubowa, czy łopatkowa, czy tłokowa? Czy zastosować osuszacz firmy X, czy firmy Y – jakie są faktyczne różnice pomiędzy nimi i które rozwiązanie będzie korzystniejsze? Jestem przekonany, iż ani inwestor, ani firma dostawcy nie odpowiedzą na takie pytania obiektywnie.

*mgr inż. Tomasz Górczyński
biuro@sprezarki.com.pl*

Laboratoria pneumatyki Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej znajdują się dwa laboratoria zajmujące się techniką pneumatyczną. W tym numerze „Pneumatyki” zostaną przedstawione stanowiska Laboratorium Podstaw Automatykacji, a w kolejnym – stanowiska Zakładu Napędów i Automatyki Hydraulicznej.

Laboratoria pneumatycznych elementów i układów napędowych są zlokalizowane w Laboratorium Podstaw Automatykacji Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji oraz w Zakładzie Napędów i Automatyki Hydraulicznej Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Laboratoria są wyposażone w stanowiska dydaktyczne i badawcze, na bazie których można projektować i testować sekwencyjne układy sterowania (np. stykowo-przełącznikowe, pneumatyczne, elektropneumatyczne) procesami realizowanymi przez napędy pneumatyczne oraz modelować procesy dyskretne i programować sterowniki PLC (Programmable Logic Controller).

W laboratoriach dostępne jest także oprogramowanie umożliwiające komputerowe wspomaganie projektowania układów sterowania oraz stanowiska komputerowe wraz z oprogramowaniem, przeznaczone do prezentacji i symulacji pracy układów i elementów pneumatycznych.

Pneumatyczne układy napędowe, obok hydraulicznych i elektrycznych, to podstawowy rodzaj układów stosowanych do mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Ze względu na jego znaczenie, napęd i sterowanie pneumatyczne oraz jego zastosowanie do mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych ma (niezmiennie od kilkudziesięciu lat) odzwierciedlenie w programach nauczania na wszystkich kierunkach Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej.

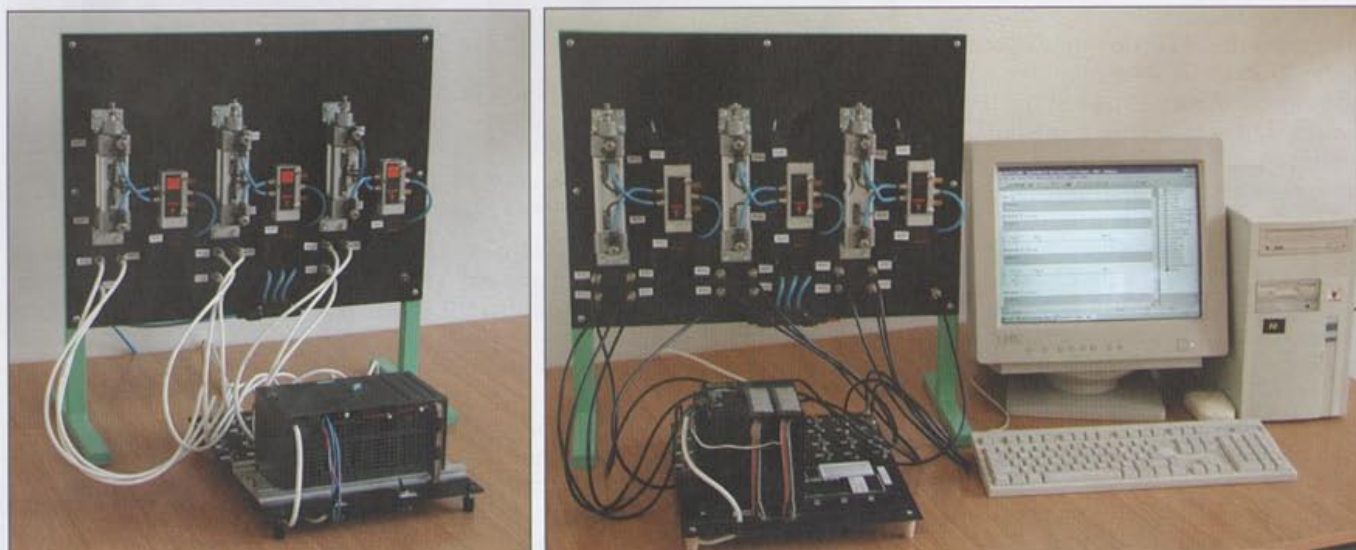
W Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji prace z zakresu zastosowania pneumatyki do mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych były realizowane w Zakładzie Mechanizacji i Automatykacji Odlewnictwa kierowanym przez prof. Zdzisława Samsonowicza. Obecnie ten kierunek badań jest kontynuowany i rozwijany w Laboratorium Podstaw Automatykacji kierowanym przez prof. Tadeusza Mikulczyńskiego.

Stanowiska dydaktyczne

Wszystkie stanowiska dydaktyczne i badawcze w Laboratorium Podstaw Automatykacji zostały wykonane przez jego pracowników w ramach prac własnych oraz projektu badawczego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

Stanowiska laboratoryjne umożliwiają projektowanie i testowanie sekwencyjnych układów sterowania dyskretnych procesów produkcyjnych realizowanych przez napędy pneumatyczne oraz modelowanie procesów dyskretnych i programowanie sterowników PLC (Programmable Logic Controller). Do syntezy klasycznych układów sekwencyjnych oraz do programowania sterowników PLC są stosowane metody MTS i GRAFPOL opracowane w Laboratorium Podstaw Automatykacji. W prezentowanym laboratorium pneumatyki są prowadzone zajęcia z podstaw automatyki, automatyzacji procesów produkcyjnych oraz z pneumatycznymi układami napędowymi.

W Laboratorium Podstaw Automatykacji są stanowiska przeznaczone do syntezy układów sekwencyjnych i programowania sterowników PLC z następującymi zespołami napędowymi:



Fot. 1 Stanowiska z pneumatycznymi zespołami napędowymi i sterownikami: Simatic S7-300 (a), 90-30 Ge-Fanuc (b)

- Siłownik pneumatyczny i zawór rozdzielający jednostronnie sterowany elektromagnetycznie (fot. 1a).

- Siłownik pneumatyczny i zawór rozdzielający dwustronnie sterowany elektromagnetycznie (fot. 1b).

- Siłowniki pneumatyczne sterowane wyspą zaworową (fot. 2)

oraz stanowiska modelowe wybranych procesów technologicznych realizowanych napędami pneumatycznymi (fot. 3).

Tablice pokazane na fot. 1a i 1b zostały wyposażone w trzy zespoły napędowe: siłownik dwustronnego działania oraz zawór rozdzielający jednostronnie sterowany elektromagnetycznie (pneumatycznie) (fot. 1a) i dwustronnie sterowany elektromagnetycznie (pneumatycznie) (fot. 1b). Do sygnalizacji położenia tłoków siłowników zastosowano elektroniczne czujniki zbliżeniowe. Do budowy prezentowanych stanowisk użyto elementów firmy Hoerbiger-Origa. Wszystkie sygnały wyjściowe i wejściowe procesu (elementów napędowych) są wyprowadzone na tablicy do złącz BNC. W tej technice zbudowano wszystkie stanowiska będące na wyposażeniu laboratorium. Podobnie wszystkie sygnały wyjściowe i wejściowe sterowników PLC zostały podłączone do złącz BNC. Dzięki temu dowolny sterownik PLC może sterować dowolnym stanowiskiem w laboratorium.

Przykładowo do sterowania układu pokazanego na fot. 1a został zastosowany sterownik Simatic S7-300 firmy Siemens, natomiast do układu pokazanego na fot. 1b, sterownik serii 90-30 firmy Ge-Fanuc.

Stanowisko pokazane na fot. 2 wyposażono w osiem siłowników dwustronnego działania DSNU-20-100p-A z elektronicznymi czujnikami położenia oraz w wyspę zaworową CPV-10. Do budowy stanowiska zastosowano elementy i podzespoły firmy Festo. Do sterowania tym stanowiskiem został przykładowo zastosowany sterownik S7-200 firmy Siemens.

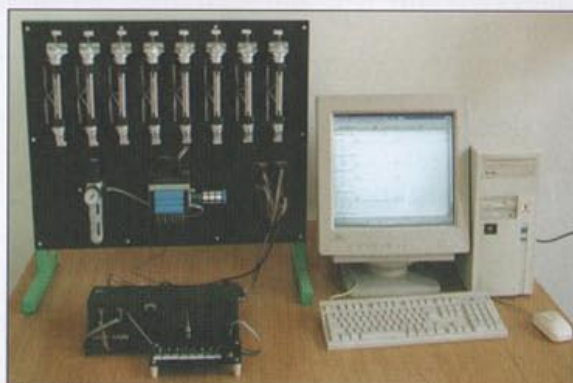
Dzięki przyjętej konfiguracji elementów napędowych rozmieszczonych na prezentowanych stanowiskach oraz dzięki możliwościom sterowników PLC, można programować, testować i diagnozować różne algorytmy sterowania – od prostych do bardzo złożonych. Zwiększenie stopnia złożoności programowanych algorytmów sterowania wymaga od programującego coraz to większego zasobu wiedzy z obszaru modelowania i programowania procesów produkcyjnych. Tak

przyjęty system budowy stanowisk laboratoryjnych umożliwia kształcenie studentów na dowolnym poziomie modelowania i programowania dyskretnych procesów produkcyjnych.

Do programowania sterowników PLC są wykorzystywane komputery PC, a programy użytkowe są zapisywane w następujących językach: IL (listy instrukcji), LD (logiki drabinkowej), FBD (schematów blokowych) i GRAFPOL. Stosowanie metod MTS i GRAFPOL do modelowania procesów i programowania sterowników PLC umożliwia modelowanie dowolnych procedur algorytmów procesów jak: sekwencyjne, współbieżne, czasowe i mieszane oraz projektowanie sekwencyjnych układów sterowania lub programowanie sterowników PLC.

Na fot. 3 przedstawiono stanowiska prezentujące modele wybranych dyskretnych procesów produkcyjnych. Na fot. 3a pokazano model procesu sortowania części, natomiast na rys. 3b – model procesu dozowania materiałów sypkich. Do budowy stanowisk użyto następujących elementów: siłowniki dwustronnego działania, zawory rozdzielające dwustronnie sterowane elektromagne-

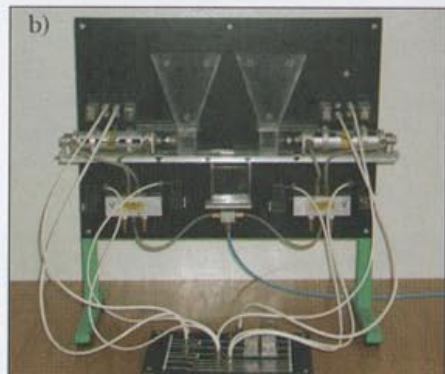
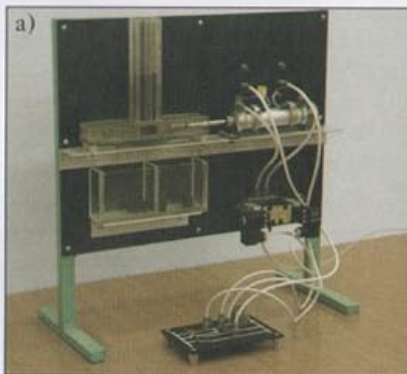
kształtu, części są podawane do jednego z dwóch gniazd, których kształty odpowiadają pobieranym częściom. W jednym skrajnym położeniu tłoczyska siłownika, odpowiadającemu usytuowaniu jednego gniazda pod zasobnikiem, jest pobierana część o jednym kształcie, natomiast w drugim skrajnym położeniu część mająca inny kształt. Kolejny ruch tł-



Fot. 2 Stanowisko z pneumatycznymi siłownikami i wyspą zaworową

czyska siłownika powoduje przemieszczenie gniazda kasety z częścią nad otwór wylotowy i podanie jej do odpowiedniego zbiornika.

Na fot. 3b przedstawiono stanowisko prezentujące model procesu objętościowego dozowania materiałów sypkich. Dozowanie poszczególnych materiałów sypkich jest realizowane w następujący sposób: wysuw tłoczyska si-



Fot. 3 Stanowiska modeli dyskretnych procesów produkcyjnych: sortowania części (a) i dozowania materiałów sypkich (b)

tycznie i kontaktronowe wskaźniki położenia. Stanowiska wykonano z elementów i podzespołów pneumatycznych produkowanych przez OBR Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach.

Proces sortowania części (fot. 3a) jest realizowany w następujący sposób: wysuw tłoczyska siłownika powoduje przemieszczenie związanej z nim kasety, która pobiera z zasobnika pojedynczą część. W zależności od

łożnika związanego z odpowiadającym mu dozownikiem kasetowym powoduje jego przesunięcie nad otwór wylotowy i zadozowanie materiału. Wsuw tłoczyska siłownika powoduje przemieszczenie dozownika pod zasobnik i jego grawitacyjne napełnienie.

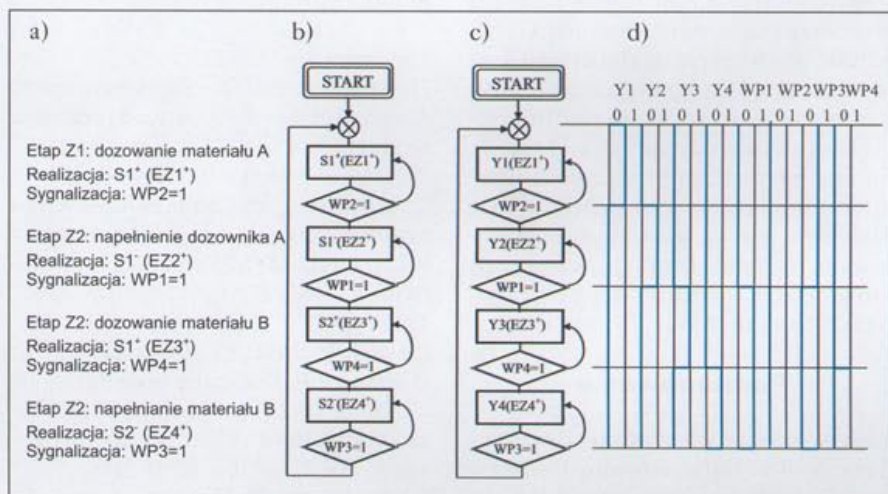
Na opisanym stanowisku jest możliwa realizacja różnych wariantów dozowania materiałów sypkich jak: dozowanie różnych porcji materiałów lub dozowanie materiałów z uwzględ-

nieniem opóźnień technologicznych koniecznych do całkowitego opróżnienia poszczególnych dozowników. Przykład modelowania i programowania wybranego wariantu algorytmu procesu dozowania materiałów sypkich zostanie opisany w następnym rozdziale pracy.

Jak wcześniej wspomniano, do projektowania sekwencyjnych układów sterowania jest stosowana metoda MTS, która pozwala na syntezę klasycznego, stykowo-przeźnikowego układu sterowania. Modele takich układów zaprojektowanych metodą MTS i wykonanych w technice stykowo-przeźnikowej zastosowano przykładowo do sterowania stanowisk pokazanych na fot. 3. Podobnie jak w przypadku sterowników PLC sygnal-

wane w kilku etapach. W pierwszym etapie jest wyznaczany, na podstawie schematu funkcjonalnego, opis słowny procesu. W drugim etapie jest budowany, na podstawie opisu słownego, algorytm procesu w postaci sieci operacyjnej, która stanowi graficzno-analityczny model matematyczny algorytmu procesu. W kolejnym etapie otrzymuje się algorytm sterowania (sieć działania) w wyniku przyporządkowania etapom procesu zmiennych wyjściowych układu sterowania, które sterują ich wykonywaniem. Na podstawie sieci działania wyznacza się przebiegi sygnałów we/wy, a ich analiza umożliwia realizację pamięci i wyznaczenie równania schematowego. Równanie schematowe może być wykorzystane do

Główną zaletą metody GRAFPOL jest to, że nie wymaga ona modelowania zależności przyczynowo-skutkowych realizacji poszczególnych etapów elementarnych procesu. Wynikają one wprost z algorytmów procesu i sterowania, które są budowane na podstawie precyzyjnego opisu słow-



Rys. 1 Etapy syntezy metodą MTS układu sterowania procesem dozowania materiałów sypkich: opis słowny algorytmu procesu (a), model matematyczny algorytmu procesu-sieć operacyjna (b), model matematyczny algorytmu sterowania-sieć działania (c), przebiegi sygnałów we/wy (d)

ły wejściowe i wyjściowe tych układów zostały wyprowadzone do złącza BNC, dlatego możliwe jest stosowanie takich układów do sterowania dowolnego stanowiska laboratoryjnego.

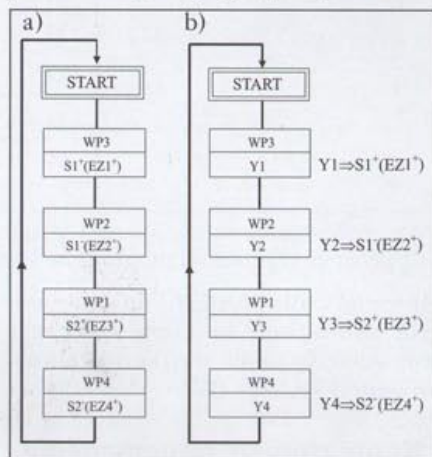
Synteza klasyczna sekwencyjnych układów sterowania – metoda MTS

Do syntezy układów sterowania napędami zaprezentowanymi w poprzednim rozdziale są stosowane metody MTS i GRAFPOL. Metoda MTS [1,2,3,4,7] pozwala na projektowanie równań schematowych sekwencyjnych układów sterowania niezależnie od liczby wejść i wyjść, i to zdecydowanie odróżnia ją od dotychczas znanych metod syntezy układów sekwencyjnych. Projektowanie równań schematowych metodą MTS jest realizo-

budowy stykowo-przeźnikowego układu sterowania lub do programowania (np. w języku LD) sterownika PLC. Zastosowanie metody MTS do syntezy układu sterowania procesu dozowania materiałów sypkich zilustrowano na rys. 1.

Modelowanie procesów dyskretnych i programowanie sterowników PLC – metoda Grafpol

Kolejną metodą syntezy układów sterowania procesów dyskretnych, opracowaną w Laboratorium Podstaw Automatyki, jest metoda GRAFPOL [1,5], która może być stosowana do modelowania dowolnych (skończonych) dyskretnych procesów produkcyjnych i do programowania dowolnych, obecnie produkowanych sterowników PLC.



Rys. 2 Algorytm procesu (a) i algorytm sterowania (b) procesu dozowania materiałów sypkich zapisanych siecią GRAFPOL

nego. Co więcej, zależności te są konieczne i wystarczające do realizacji procesu zgodnie z założonym przebiegiem, a więc mają postać minimalną.

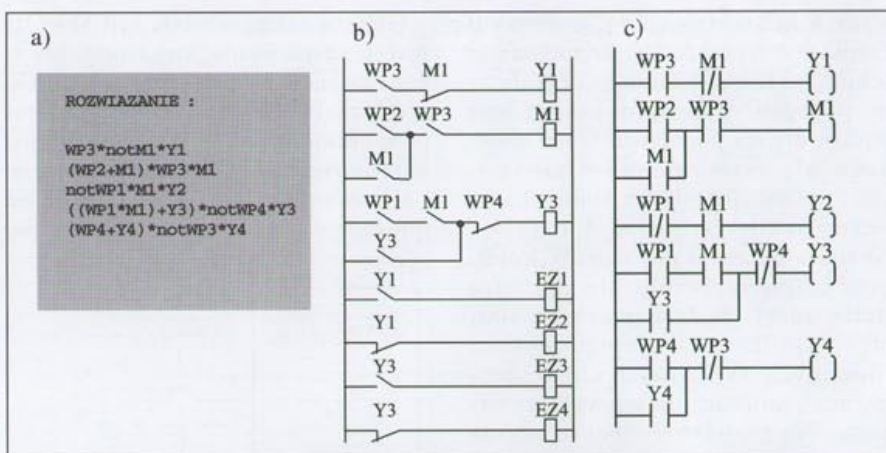
Algorytm procesu, który reprezentuje sieć GRAFPOL, przedstawia w sposób graficzny kolejność realizacji etapów elementarnych oraz warunki ich realizacji, zadane w postaci analitycznej. Algorytm procesu modelowego stanowiska dozowania materiałów sypkich, zapisany siecią Grafpol, pokazano na rys. 2a.

Algorytm procesu-sieć GRAFPOL – stanowi podstawę do wyznaczenia



Rys. 3 Przebiegi czasowe sygnałów we/wy procesu dozowania materiałów sypkich zapisane w edytorze programu Transformer 1.0

algorytmu sterowania i jest wykorzystywany do zapisu programu użytkowego sterownika PLC. Otrzymuje się go w wyniku transformacji algorytmu



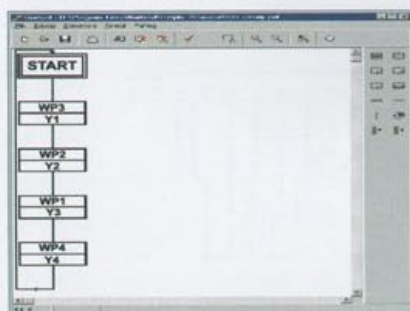
Rys. 4 Równanie schematowe wygenerowane przez program Transformer 1.0 dla procesu dozowania materiałów sypkich

procesu, która polega na odwzorowaniu zbioru etapów elementarnych zbiorem sygnałów wyjściowych sterownika PLC (rys. 2b.)

Komputerowe wspomaganie projektowania układów sekwencyjnych i programowania sterowników PLC

W Laboratorium Podstaw Automatyki opracowano także narzędzia programowe wspomagające projektowanie sekwencyjnych układów sterowania.

Program Transformer 1.0 znacznie ułatwia stosowanie metody MTS do projektowania równania schematowego sekwencyjnego układu sterowania. Danymi wejściowymi programu są przebiegi czasowe sygnałów wejściowych i wyjściowych automatyzowanego procesu (rys. 1d), wyznaczone na podstawie sieci działania. Te sygnały



Rys. 5 Sieć Grafpol procesu dozowania materiałów sypkich, zapisana w edytorze programu Transformer 2.0

zapisywane są w edytorze programu Transformer 1.0 (rys. 3). Po ich wprowadzeniu program generuje, na podstawie zaimplementowanych reguł, równanie schematowe (rys. 4a), które można wykorzystać na przykład do realizacji stykowo-przełącznikowego

układu sterowania (rys. 4b) lub do programowania sterownika PLC (rys. 4c).

Natomiast program Transformer 2.0 wspomaga stosowanie metody GRAFPOL. Po wczytaniu algorytmu sterowania (rys. 5) program generuje równanie schematowe, które po automatycznej konwersji na język LD lub IL można bezpośrednio wpisać do pamięci dowolnego sterownika PLC. Należy tu jednak zaznaczyć, że generowane równania nie mają postaci minimalnej, tak jak to ma miejsce w przypadku programu Transformer 1.0.

Podsumowanie

Zestaw stanowisk dydaktyczno-badawczych w Laboratorium Podstaw Automatyki umożliwia praktyczne zapoznanie studentów z techniką sprężonego powietrza, pneumatycznymi elementami i układami napędowymi oraz z metodami modelowania i programowania dyskretnych procesów produkcyjnych. Zestaw kilku wybranych tematów ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w Laboratorium Podstaw Automatyki dla specjalności Mechanika i Budowa Maszyn, Automatyka i Robotyka oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji został zawarty w pracy [6].

Na podstawie kilkuletnich obserwacji procesu dydaktycznego realizowanego w laboratorium można stwierdzić, że zastosowanie w dydaktyce metod MTS, GRAFPOL oraz programów komputerowego wspomaganie Transformer dowiodło ich dydaktycznych i technicznych zalet. Studenci wykonujący podobny program ćwiczeń laboratoryjnych szybko opanowują podstawową wiedzę dotyczącą automatyzacji procesów produkcyjnych realizowanych napędami pneu-

matycznymi i chętnie programują zadania sterowania o coraz bardziej złożonych algorytmach i procedurach. Dużą pomocą dydaktyczną jest skrypt Politechniki Wrocławskiej „Podstawy automatyki” pod red. T. Mikulczyńskiego oraz podręcznik wydany przez WNT „Automatyzacja dyskretnych procesów produkcyjnych”.

Dzięki wyposażeniu laboratorium w odpowiednie elementy i układy pneumatyki, a także kadrze dydaktycznej laboratorium, absolwenci Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej są dobrze przygotowani do aplikacji pneumatycznych układów napędowych do mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych, a więc do rozwiązywania problemów z zakresu automatyzacji nowoczesnych systemów produkcyjnych.

Literatura

- [1] Mikulczyński T., Samsonowicz Z.: Automatyzacja dyskretnych procesów produkcyjnych, WNT, Warszawa 1997.
- [2] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R.: Komputerowe wspomaganie programowania sterowników PLC metodą MTS, Konferencja „Automation '98”, PIAP, Warszawa 1998, s. 111-117.
- [3] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R.: Using the transformation method to program programmable logic controllers, *Control Eng. Pract.* 1998, vol. 6, nr 8, s. 989-996.
- [4] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R.: Zastosowanie metody MTS do syntezy układów sterowania napędami pneumatycznymi, *Pneumatyka 2000*, nr 6, s.38-41.
- [5] Mikulczyński T., Więclawek R.: Zastosowanie metody GRAFPOL do programowania sterowników PLC, *Pomiary Automatyka Robotyka 2000*, nr 10, s. 5-8.
- [6] Mikulczyński T. i inni: Podstawy automatyki, Wyd. PWr., Wrocław 1998.
- [7] Więclawek R.: Zastosowanie metody transformacji sieci (MTS) do modelowania i programowania dyskretnych procesów technologicznych, *Rozprawa doktorska*, Politechnika Wroclawska 1999.

prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński
prof. dr hab. inż. Zdzisław Samsonowicz
dr inż. Rafał Więclawek
Politechnika Wroclawska
Wydział Mechaniczny
Laboratorium Podstaw Automatyki

Podstawy pneumatyki

Część II

W pierwszej części omówiono ogólnie rodzaje zanieczyszczeń sprężonego powietrza i klasy czystości. W części II przejdziemy do zagadnień związanych z usuwaniem poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń.

Filtracja cząstek stałych

Jednym z najtrudniejszych etapów przy projektowaniu stacji uzdatniania sprężonego powietrza jest dobór urządzeń filtrujących cząstki stałe. Wynika to z faktu, że większość producentów pneumatycznych urządzeń pomiarowych, sterujących i wykonawczych nie podaje wymaganej dla nich dokładności filtracji sprężonego powietrza.

Zanieczyszczenie cząstkami stałymi jest najgroźniejsze z dwóch powodów. Po pierwsze – powoduje przyspieszone zużywanie się podzespołów urządzeń mających bezpośredni kontakt ze sprężonym powietrzem (części ruchomych, uszczelnień, kanałów pneumatycznych). Po drugie – cząstki stałe tworzą razem z cząsteczkami oleju i wody tzw. kondensat powodujący stopniowe lub gwałtowne zatykanie się niewielkich kanałów pneumatycznych w podzespołach urządzeń pomiarowych i sterujących lub w miniaturowych urządzeniach wykonawczych. Prowadzi to w konsekwencji do zakłóceń w pracy całej instalacji lub jej awarii.

Przy doborze rodzaju filtru (jego dokładności) można kierować się następującą zasadą:

Dla urządzeń o średnicy kanałów pneumatycznych:

- powyżej 2 mm stosować wkłady filtrujące cząstki o średnicy powyżej 40 μm ;
- od 1 do 2 mm stosować wkłady filtrujące cząstki o średnicy powyżej 20 μm ;
- poniżej 1 mm stosować wkłady filtrujące cząstki o średnicy poniżej 20 μm .

Pozostaje jeszcze pytanie, jak dokładnie wybrane filtry oczyszczają powie-

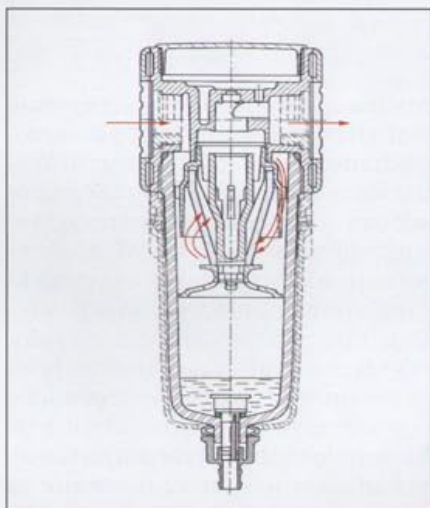
trze z cząstek o średnicach większych od podanej wartości. Na rynku można w podobnej cenie kupić filtry, które oczyszczają powietrze z cząstek stałych o minimalnej średnicy 40 μm z dokładnością 90% lub 95%. Łatwo obliczyć, że tę samą ilość zanieczyszczenia pierwszy rodzaj filtru „przepuści” w czasie dwukrotnie krótszym niż drugi. Gdy będziemy chcieli zastosować mikrofiltry oczyszczające powietrze z cząstek stałych o średnicy nie mniejszej niż 0,01 μm , na rynku możemy znaleźć takie, które oczyszczają z dokładnością 99,99% lub 99,9999%. Zakładając, że pierwszy z nich pracował przez 1 godzinę, drugi tę samą ilość zanieczyszczeń „przepuści” w czasie 100 godzin, czyli w czasie stukrotnie dłuższym. Wynika z tego, że równie ważnym parametrem filtru, obok minimalnej średnicy filtrowanych cząstek, jest jego dokładność filtracji.

Dla cząstek stałych o średnicach mniejszych od 3 μm kończy się umowna granica filtracji „zgrubnej”. Z różnych względów (najczęściej technologicznych) wymagana jest filtracja dokładniejsza. Nie należy jednak stosować filtrów z wkładami oczyszczającymi powietrze z cząstek o średnicy mniejszej od 3 μm w miejscach, w których powietrze nie zostało już oczyszczone „zgrubnie”. W przeciwnym razie wkład takiego filtru narażony jest na szybkie „zapchanie się” zanieczyszczeniami o dużej średnicy. W konsekwencji gwałtownie rosną koszty uzdatniania powietrza, ze względu na konieczność częstej wymiany drogich wkładów filtrów „dokładnych”. Z tego powodu przed każdym filtrem „dokładnym” powinien znajdować się filtr „zgrubny”. Dotyczy to również filtrów stosowanych lokalnie dla pojedynczych urządzeń, podłączanych do instalacji z wstępnie przefiltrowanym sprężonym powietrzem. Wymaganie to wzięło się stąd, że nie można mieć gwarancji, iż w przewodach pneumatycznych nie tworzą się lokalne zagęszczenia zanieczyszczeń, mimo filtracji powietrza na

zasilaniu. Dzieje się to szczególnie tam, gdzie sprężone powietrze rozprzodowane jest rurami stalowymi. Wytrącająca się z transportowanego powietrza woda powoduje korozję wewnętrznych ścianek rur. W konsekwencji odrywające się cząsteczki rdzy wtórnie zanieczyszczają powietrze. Specyficzny problem z zanieczyszczeniami cząstkami stałymi powstaje w instalacjach sprężonego powietrza, zbudowanych właśnie na bazie stalowych rur, którymi transportowane jest powietrze osuszone za pomocą osuszaczy ziębnych. Mikrokorozja powierzchniowa tych rur powoduje wydzielanie się dużej ilości cząstek stałych, głównie o średnicy od 1 do 3 μm , powodując wtórne zanieczyszczenie, które nie może być oczyszczone za pomocą standardowych filtrów zgrubnych. Specjalnie dla tych instalacji firma Hoerbiger-Origa opracowała tzw. filtry pyłowe, które mają wkłady filtrujące cząstki stałe o średnicy powyżej 1 mm z dokładnością 99%.

Powszechnie stosowana technologia oczyszczania sprężonego powietrza preferuje taki układ urządzeń uzdatniających, w którym najpierw odfiltrowuje się cząstki stałe, następnie cząstki oleju, a na koniec powietrze jest osuszane do zadanego punktu rosy. Ponieważ do pierwszego urządzenia, jakim jest filtr zgrubny, trafia powietrze zawierające oprócz zanieczyszczeń stałych także zanieczyszczenia w postaci cząsteczek oleju i wytrąconej już wody, następuje tam wytrącenie się kondensatu, który spływa na dno zbiornika. W celu ochrony wkładu filtrującego przed tak mocno zanieczyszczonym powietrzem opracowano specjalną konstrukcję filtrów – odwadniaczy (patrz rys. 4), w których powietrze przepływa w pierw przez tzw. kierownicę. Nadaje ona strumieniowi powietrza ruch wirowy, dzięki czemu siła odśrodkowa powoduje odrzucenie na ścianki zbiornika wytrąconych już z powietrza składników płynnych i większych cząstek stałych, które spływają na dno zbiornika. Ze-

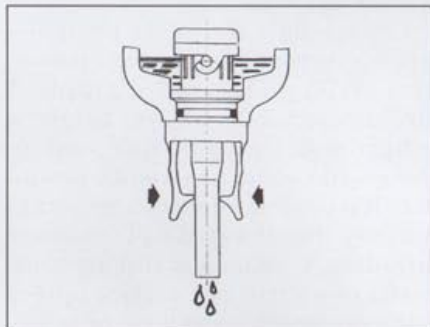
brany kondensat usuwany jest ze zbiornika ręcznie (za pomocą przycisku na dnie zbiornika; rys. 5), półautomatycznie (otwarcie następuje przy spadku ciśnienia w zbiorniku poniżej 0,2 bar, a ponowne zamknięcie przy



Rys. 4 Filtr - odwadniacz

ciśnieniu powyżej 0,8 bar; rys. 6) lub automatycznie (po osiągnięciu zadanej poziomu w zbiorniku; rys. 7).

Stopień zanieczyszczenia wkładu filtrującego dużymi cząsteczkami można ocenić najczęściej tzw. gołym okiem, dlatego też zbiorniki tego typu urządzeń najczęściej wykonane są z tworzywa przezroczystego. W przypadku widocznego zabrudzenia,



Rys. 5 Ręczny spust kondensatu

wkład taki należy oczyścić lub wymienić na nowy.

gorzej jest w przypadku mikrofiltrów. Tu miarą zanieczyszczenia wkładu filtrującego może być jedynie pomiar spadku ciśnienia na samym wkładzie. Z tego powodu filtry te wyposażone są często w manometry lub wskaźniki różnicowe (patrz rys. 8). Po osiągnięciu zadanej przez producenta różnicy ciśnień lub gdy wskazówka manometru przejdzie z pola zielonego na czerwone, należy wkład takiego filtra wymienić na nowy. Ze względu

na rodzaj użytych materiałów filtrujących oraz ze względu na bardzo małe gabaryty przechwytywanych cząstek stałych i cząstek oleju, nie zaleca się oczyszczania tych wkładów, gdyż doprowadza to najczęściej do ich uszkodzenia i istotnego pogorszenia się parametrów filtracji sprężonego powietrza.

Ważną cechą mikrofiltrów jest również to, że wkłady filtrujące pokryte są specjalnym materiałem drenującym, umożliwiającym przechwytywanie i odprowadzanie na dno zbiornika cząstek wody, dlatego z reguły tego rodzaju filtry wyposażone są standardowo w urządzenie do automatycznego spustu kondensatu.

Odolejanie

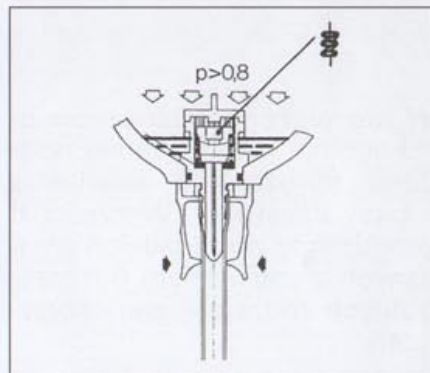
Głównym źródłem zanieczyszczenia cząsteczkami oleju w instalacjach pneumatycznych jest sama sprężarka. Najprostszym więc sposobem zapobiegania takiemu rodzajowi zanieczyszczenia wydaje się stosowanie sprężarek bezolejowych. Często nie jest to jednak uzasadnione rachunkiem ekonomicznym. Może się zdarzyć również tak, że zanieczyszczenie to powstaje poprzez zastosowanie centralnego układu smarowania powietrza, które zasila również obwody wymagające powietrza pozbawionego cząstek oleju. Ostatnią przyczyną tego rodzaju zanieczyszczenia mogą być resztki oleju pozostające w instalacji transportującej niegdyś powietrze naolejone lub nieoczyszczone.

Oczyszczanie sprężonego powietrza z cząstek oleju wymagane jest przede wszystkim tam, gdzie:

- stosuje się osuszacze powietrza: membranowe, absorpcyjne lub adsorpcyjne;
- powietrze ma kontakt z artykułami spożywczymi lub farmakologicznymi;
- powietrze ma kontakt z artykułami wchłaniającymi olej (np. papier, tkanina itp.);
- powietrze może być wdychane przez człowieka;
- stosowane są precyzyjne urządzenia pomiarowe lub sterujące o kanałach pneumatycznych o niewielkich średnicach;
- występują niewielkie przepływy powietrza wywołane niewielkimi różnicami ciśnień.

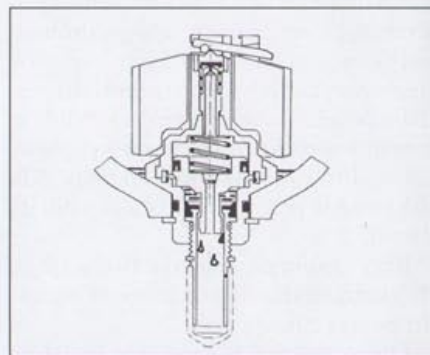
Filtracja tego rodzaju zanieczyszczenia przebiega, w zależności od potrzeb, w trzech etapach. Pierwszy z

nich to filtracja powietrza za pomocą filtrów-odwadniaczy, w których następuje oddzielenie kropelek oleju metodą odśrodkowego wytrącenia ich na ściankach urządzenia. Metoda ta umożliwia oczyszczenie powietrza



Rys. 6 Półautomatyczny spust kondensatu

tylko z dużych skupisk cząstek oleju. Drugim etapem odfiltrowania cząstek oleju są wspomniane wcześniej filtry dokładne. Oprócz dokładnej filtracji cząstek stałych zapewniają one odolejanie powietrza do pierwszej klasy czystości. Dla przykładu mikrofiltry firmy Hoerbiger-Origa gwarantują resztkową zawartość oleju poniżej 0,01 mg/m³ powietrza. W strefach tzw. sterylnych nie jest to jeszcze wystarczający poziom oczyszczenia powietrza z cząstek oleju, dlatego też stosuje się tam trzeci etap filtracji za pomocą filtrów z węglem aktywnym. Tego rodzaju filtry firmy Hoerbiger-



Rys. 7. Automatyczny spust kondensatu

-Origa oczyszczają z dokładnością do 0,003 p.p.m., czyli przez taki filtr przedostaje się do 3 cząstek oleju na miliard.

Należy przy tym pamiętać, że przed każdym filtrem dokładnym musi pracować przynajmniej filtr zgrubny z odwadniaczem wirowym (tzw. filtr-odwadniacz), a przed filtrem z wkładem z węgla aktywnego – filtr dokład-

ny. Zapobiega to szybkiemu zużyciu stosunkowo drogich wkładów filtrujących.

Woda w sprężonym powietrzu

Wytrącająca się woda w instalacjach sprężonego powietrza jest przyczyną wielu zakłóceń i awarii. Do ich najistotniejszych przyczyn należy zaliczyć:

- korozję powodującą wtórne zanieczyszczenie powietrza cząstkami stałymi oraz osłabiającą konstrukcję instalacji i urządzeń pneumatycznych;
- zmniejszenie czynnego przekroju kanałów pneumatycznych oraz zwiększenie współczynnika tarcia powietrza o ich skorodowane powierzchnie;
- wypłukiwanie smarów stałych z elementów ruchomych urządzeń pneumatycznych, powodujących ich szybsze zużywanie lub zacieranie się.

Pozostaje jednak pytanie, nie skąd bierze się woda w powietrzu, ale dlaczego wytrąca się w instalacjach i urządzeniach pneumatycznych. Odpowiedzią mogą tu być wykresy wilgotności względnej powietrza w zależności od jego temperatury i ciśnienia przedstawione na rys. 9 oraz fakt, że w 1 m³ powietrza przy danej jego temperaturze ilość wody w postaci pary wodnej (czyli „rozpuszczonej” w powietrzu) jest stała i nie zależy od stopnia sprężenia powietrza.

W najprostszy sposób można wyjaśnić to na następującym przykładzie. Załóżmy, że powietrze zasysane przez sprężarkę ma temperaturę otoczenia równą 15°C, a wilgotność względna powietrza wynosi w tym dniu 80%. W takim razie w 1 Nm³ powietrza znajduje się ok. 9,4 g wody w postaci pary wodnej (punkt A). Do pełnego nasycenia brakuje ok. 2,4 g wody. Załóżmy, że sprężarka spręży w powietrze piętnastokrotnie do nadciśnienia równego 14 bar. Powietrze podczas sprężania rozgrzewa się i jeszcze w temperaturze 60°C nie następuje wykoplenie się wody (punkt B), ale powietrze osiąga stan pełnego nasycenia i w 1 m³ powietrza znajduje się teraz ok. 141 g wody. Naturalne jest, że powietrze w instalacji zacznie się oziębiać i osiągnie w końcu temperaturę otoczenia, czyli 15°C. Maksymalna ilość wody „rozpuszczonej” w 1 Nm³ powietrza o nadciśnieniu 14 bar spadnie do ok. 0,78 g (punkt C), czyli w 1 m³ powietrza o tym ciśnieniu będzie ok. 12 g wody w postaci pary wodnej. Pozostałe 129 g wody wytrąci się w postaci płynnej będzie zalegać w instalacji lub

urządzeniach pneumatycznych.

Oczywiste staje się więc to, że podczas sprężania powietrza będzie wytrącać się woda z powietrza, nawet wtedy, gdy wilgotność względna zasysanego powietrza będzie dużo niższa. Istnieje jednak jeszcze jeden poważny problem, a mianowicie miejsce wytrącania się wspomnianej wody. Jak widać z wykresów na rys. 9, proces ten (w przypadku stałego ciśnienia powietrza) następuje w momencie jego oziębiania.

Tu dopiero można wypełnidocenić z n a c z e n i e zbiorników powietrza umiesz-



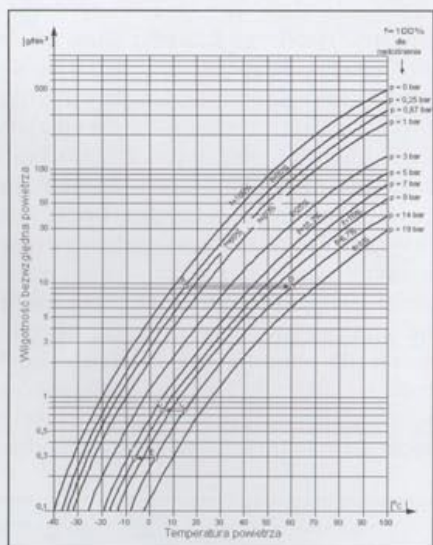
Rys. 8 Mikrofiltr firmy Zander

czanych za sprężarkami. Mają one za zadanie nie tylko magazynować powietrze w celu łagodzenia wahań ciśnienia zasilającego instalację przy istotnych wahańach chwilowego zużycia sprężonego powietrza, ale także obniżyć temperaturę powietrza do temperatury otoczenia, powodując skroplenie się nadmiaru wody. Jest to jednak najstarsza metoda pozbywania się kondensatu, która ma wiele wad. Po pierwsze, nie można zagwarantować, że w zbiorniku powietrze ostudzi się do temperatury otoczenia, a po drugie, tak „przygotowane” powietrze jest w stanie nasyconym, więc każde jego lokalne sprężenie lub ostudzenie powoduje kondensowanie się wody.

Jest kilka metod, aby przynajmniej po części temu zaradzić, nie stosując jeszcze energochłonnego osuszania powietrza, o którym będzie mowa w dalszej części. Oto kilka praktycznych wskazówek:

- należy prowadzić instalację pneumatyczną pod niewielkim kątem wznoszącym, tak aby kondensat spływał w najniższy jej punkt, gdzie będzie usuwany na zewnątrz;
- odejścia z instalacji głównej podłączać tylko z góry przewodu zasilającego, co zapobiega przedostawaniu się już wytrąconego kondensatu do odbiorników;

- stosować odwadniacze cyklonowe nie tylko za sprężarką lub zbiornikiem, ale także przed każdym odbiornikiem;
- stosować duże redukcje ciśnienia roboczego w stosunku do zasilającego. Ostatnia z powyższych wskazówek wymaga bliższego omówienia. Jak już wspomniano, ilość pary wodnej, jaka może się „rozpuścić” w 1 m³ powietrza o danej temperaturze, jest stała. Dlatego też, aby zmniejszyć wilgotność względną powietrza zasilającego urządzenia, a przez to obniżyć „punkt rosy”, czyli temperaturę, poniżej której para wodna zacznie kondensować, należy zwiększyć objętość już sprężonego, schłodzonego i pozbawionego kondensatu powietrza. Można to zrobić, redukując jego ciśnienie. I tak jeżeli, z powyższego przykładu, obniżymy ciśnienie sprężonego i schłodzonego powietrza z 14 bar do 7 bar (patrz punkt D na rys. 9), to obniżymy „punkt rosy” do ok. 6°C. Jest to stosunkowo prosta metoda, lecz nie pozbawiona dodatkowych kosztów. Wymaga sprężenia powietrza do wartości dużo większej od dostarczanej do odbiorników, a koszty wytworze-



Rys. 9 Wykres do określania zmian względnej wilgotności powietrza φ w zależności od ciśnienia i temperatury

nia takiego powietrza istotnie rosną ze wzrostem ciśnienia. Z tego powodu nie zaleca się sprężać powietrza do ciśnienia powyżej 8 bar, gdy nie wymaga tego proces technologiczny.

Artykuł promocyjny
ARA Pneumatik
www.arapneumatik.pl
Andrzej Koceluch

Sterowanie predykcyjne w pneumatycznej technice napędowej

Część I

Mimo że wcześniej dostrzeżono możliwości predykcji, algorytmy predykcyjne należą do nowych działań sterujących w zastosowaniach przemysłowych. Przyczyną tego stanu są tak duże nakłady obliczeniowe, że dopiero w latach 90. możliwe stało się przejście od predykcyjnych działań decyzyjnych i doradczych, nie wymagających ograniczeń czasowych, do predykcyjnego sterowania w czasie rzeczywistym z krótkimi okresami próbkowania, $T_p \ll 1$ s. Z tego względu brak do chwili obecnej poważniejszych doniesień o praktycznym wykorzystaniu predykcji w sterowaniu tak szybkimi obiektami, jak napędy płynowe i elektryczne.

W Instytucie Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej podjęto w połowie lat 90. próby, całkowicie pionierskie w tej dziedzinie, wprowadzenia algorytmu predykcyjnego do pozycjonowania pneumatycznego napędu siłownikowego [1, 5]. Proces przetwarzania sprężonego gazu na energię mechaniczną ruchu tłoka siłownika charakteryzuje się zmienną dynamiką i słabym tłumieniem, wyrazistymi nieliniowościami, czasową i parametryczną wariantnością oraz eksploatacyjną niestacjonarnością i należy, bez wątpienia, do najtrudniejszych do sterowania pozycyjnego obiektów napędowych. Dodatkowo wymaganiem stawianym pozycjonowanemu napędowi pneumatycznemu, wykorzystywanemu w działaniach automatyzujących i robotyzujących dyskretne procesy przemysłowe, jest utrzymanie dużych, typowych dla pneumatyki, prędkości ruchu rzędu kilku metrów na sekundę i jakości pozycjonowania nie gorszej niż niedokładności rzędu setnych części milimetra [20]. Przy tych wymaganiach i właściwościach napędu zawiodły, ze

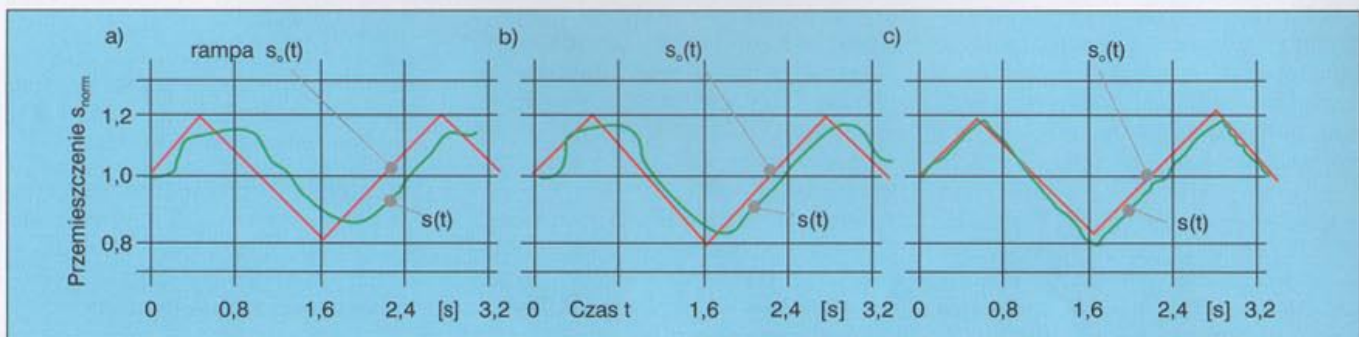
względu na jakość, próby zastosowania działań sterujących typu PID, zarówno w wersji konwencjonalnej, jak i kaskadowej (rys. 1a). Metodami akceptowanymi w praktyce okazała się metoda samostrojzenia (*Self-tuning*) – jednak tylko w zakresie zadania przestawiania [6, 7] oraz – dla obu zadań pozycjonowania, tzn. dla przestawiania i nadążania – właśnie metoda predykcji.

W pracach badawczych i rozwojowych prowadzonych w instytucie wykorzystano znany algorytm DMC (*Dynamic Matrix Control*) podany przez Cutlera i Ramakera w 1980 r. [4]. W opracowaniu oryginalnym jest to algorytm wielowarunkowy (*Long-Range Predictive Control*) z przesuwającym horyzontem predykcji (*Receding-Horizon Control*). Algorytm ten został w trakcie prac badawczych zmodyfikowany przez przystosowanie do wymagań sterowania pozycyjnego realizującego: jako zadanie bazowe – nadążanie i jako zadanie pochodne – przestawianie [1, 2, 7]. Podane w dalszej części referatu założenia podstawowe, realizacja algorytmu i wyniki badań odnoszą się konsekwentnie do wspomnianego sterowania pozycyjnego pneumatycznego napędu siłownikowego – przez odpowiednie modyfikacje mogą być wykorzystane także do innych zadań sterowania i w innych technikach napędowych.

Podstawy sterowania predykcyjnego

Najogólniej mówiąc, koncepcja sterowania predykcyjnego zakłada przewidywanie zachowania się układu sterowania, przy czym przyszłe wyjścia obiektu obliczane są na podstawie jego przeszłych zachowań, a przyszłe sterowania – na podstawie optymalizacji przewidywanego zachowania.

W odniesieniu do sterowania procesem ruchu realizowanego w napędzie – najczęściej nieliniowym, niestacjonarnym (czasowo i parametrycznie wariantnym), poddanym zakłóceniom i ograniczeniom, jednowymiarowym



Rys. 1 Porównanie jakości pozycjonowania nadążnego pneumatycznego napędu tłocieniowego z różnymi realizacjami sterowania: a) proporcjonalno-całkująco-różniczkujące rozszerzone o działanie proporcjonalno-inercyjne (PID zmodyfikowane), b, c) ze sprzężeniem zwrotnym od zmiennych stanu – równania w postaci: b) konwencjonalnej i c) kaskadowej. Siłownik 40-500 z dwustronnym tłoczyskiem, proporcjonalny rozdzielacz czterodrogowy o przepływie nominalnym $q_m = 3,2 \cdot 10^{-8}$ kg/s·Pa, potencjometryczny przetwornik położenia

(w typowym wykonaniu) obiekcie sterowania, do zalet sterowania predykcyjnego należy zaliczyć:

- Wykorzystanie dostępnego dla sterowania, w przyjętym sposobie projektowania trajektorii (p. 3), przyszłego w stosunku do aktualnej chwili czasowej k i rozciągającego w horyzoncie predykcji h , wycinka przebiegu czasowego, $\langle k+1, k+h \rangle$, kontrolowanych zmiennych stanu w postaci ciągu wartości zadanych $[x_0(k+1), x_0(k+2), \dots, x_0(k+h)]$.
- Optymalizację skutków sterowania przez dobór jego nastaw spełniający pewne kryteria, np. minimalizację (z uwzględnieniem przyjętego wskaźnika jakości) odchyłek przewidywanych (modelowanych) wartości zmiennych stanu $[x_{pr}(k+1), x_{pr}(k+2), \dots, x_{pr}(k+h)]$ – będących wynikiem dotychczasowych oraz modelowanych zachowań i sterowań oraz wspomnianych zadanych (planowanych) wartości zmiennych stanu $[x_0(k+1), x_0(k+2), \dots, x_0(k+h)]$, przy czym ciąg sterowań wyznaczany jest do horyzontu sterowania r ($r \in \mathbb{N}$, dla chwil z zakresu $\langle k+r, h \rangle$ przyjmuje się, że wartość sterowania pozostaje stała).
- Osłabienie wpływu czasu opóźnienia d wnoszonego do procesu ruchu przez układ napędowy na jakość sterowania przez wyprzedzający sygnał $u(k)$, jak wyżej, ciąg sygnałów sterowania $[u(k+d+1), u(k+d+2), \dots,]$.

Realizacja algorytmu predykcji, uwzględniając jego wyżej wspomniane cechy, obejmuje następujące procedury formułowania i obliczania zadania sterowania:

1. Planowanie trajektorii parametrów ruchu – w przypadku sterowania pozycyjnego wykorzystującego trzy zmienne stanu: położenie $s(k)$, prędkość $v(k)$ i przyspieszenie $a(k)$ są to – uwzględniając aktualną chwilę czasową k – trzy ciągi wartości $[s_0(k+1), s_0(k+2), \dots, s_0(k+h)]$, $[\hat{v}_0(k+1), \hat{v}_0(k+2), \dots, \hat{v}_0(k+h)]$ oraz $[\hat{a}_0(k+1), \hat{a}_0(k+2), \dots, \hat{a}_0(k+h)]$, p. 3 [14].

2. Przewidywanie zachowań procesu ruchu – w wersji oryginalnej algorytmu DMC zachowania obiektu opisywane są na podstawie odpowiedzi skokowej (wykorzystując rzędne tej odpowiedzi tworzona jest tzw. macierz dynamiczna (*Dynamic Matrix*) służąca do wyznaczania kolejnych sterowań [4]); w przypadku układu napędowego, uwzględniając charakterystyczne zakresy wartości parametrów modelu i okresu próbkowania T_p , przedział czasu niezbędny do przedstawienia przebiegu przejściowego przy odpowiedzi skokowej mógłby osiągnąć wartość nawet kilkuset milisekund – ze względu na nieefektywną w praktyce predykcję tej długości zdecydowano się na przyjęcie modelowania opisanego w p. 4 [1, 2, 5].

3. Określenie wskaźnika jakości sterowania – sterowanie zbliżone do optymalnego zapewnia taki dobór macierzy sprzężeń zwrotnych, aby ciąg wartości $u = [u(k), u(k+1), u(k+2), \dots, u(k+r)]^T$ sterowania minimalizował odchyłkę $(x_0 - x_{pr})$ zadanej i przewidywanej (modelowanej) trajektorii parametrów ruchu (zmiennych stanu), p. 5.

4. Wyznaczenie ciągu przyszłych sterowań – $u = [u(k), u(k+1), u(k+2), \dots,]^T$, p. 5.

5. Wykorzystanie do sterowania pierwszego elementu z ciągu sterowań – $u(k)$ i kolejne wyznaczenie ciągu przyszłych sterowań – u (powrót do procedury poprzedniej), p. 5. [1, 2].

Planowanie trajektorii parametrów ruchu

Przyjęto – dla zadania sterowania pozycyjnego, że procedura planowania zadań ruchowych powinna objąć, oprócz podstawowego zadania przestawiania, przynajmniej trzy

standardowe typy trajektorii ruchu w zadaniu nadążania [14]:

- Skokową, ale – w stosunku do przestawiania na wartość zadaną s_0 , z przyjęciem czasowych przebiegów położenia, prędkości i przyspieszenia, $s_0(t), v_0(t), a_0(t)$, zapewniających możliwe najlepsze zbliżenie do czasooptymalnej realizacji ruchu.
- Rampową, z żądaniem „skokowego” osiągnięcia zadanych wartości przyspieszeń w fazie rozbiegu i hamowania (a_{max}, a_{min}) oraz – po dojściu do zadanej prędkości ruchu (v_{max}) – utrzymania tej wartości.
- Rampową, z kształtowaniem przebiegów przyspieszenia zgodnie z funkcją kwadratowo-sinusoidalną, $\sin^2(t)$, co zapobiega skokowym zmianom wartości sygnału sterującego $u(t)$ i zapewnia bezzrywową, „ładną” realizację żądanej przemieszczenia.
- Zadanie przez operatora, za pomocą analogowego lub wspartego komputerowo generatora trajektorii, niestandardowego przebiegu położenia $s_0(t)$, na podstawie którego zostają przygotowane wartości prędkości $\hat{v}(t)$, przyspieszenia $\hat{a}(t)$ i w przypadku rozszerzenia macierzy wejściowej także zrywu, pochodnej przyspieszenia, $\hat{z}_0(t)$.

Wspólnym problemem podanych zadań planowania jest realistyczne przyjęcie wartości parametrów ruchu, uwzględniające zachowania cienne i ograniczenia energetyczne wykorzystywanego napędu. Planowane przebiegi położenia i przyspieszenia (względnie jeszcze zrywu) powinny zawierać się w zakresie wartości ograniczonych dwoma ekstremalnymi obszarami zachowań procesu ruchu realizowanego – w konkretnym przypadku – przez siłownik pneumatyczny:

1. Ruchu ustalonego z prędkością o wartości zabezpieczającej przed wejściem w obszar tarcia mieszanego i związanego z nim niebezpieczeństwa pojawienia się drgań ciernych, np. z minimalną prędkością większą od prędkości granicznych, $v_{min} > v_{gr}$ w odniesieniu do modelu zachowań tribologicznych wykorzystywanego napędu.

2. Ruchu zbliżonego do czasooptymalnej realizacji zadania przestawiania, tzn. z wykorzystaniem pełnej, rozporządzałnej przez sterowanie energii w układzie napędowym, skutkującej osiągnięciem ekstremalnych – w danych warunkach pracy – wartości prędkości i przyspieszenia. Tu trajektoria przestawiania jest więc szczególnym, granicznym przypadkiem trajektorii ruchu, możliwego jeszcze do realizacji, jak wyżej, zadania nadążania.

Minimalna prędkość ruchu v_{min} w danym napędzie jest werbalnie znana (w pneumatyce zaleca się prędkości powyżej wartości 10÷20 mm/s); w przypadku układu napędowego obciążonego zachowaniami ciernymi współpracujących urządzeń możliwa do określenia w procedurze eksperymentu uruchomieniowego [19, 11]. Zdecydowanie trudniejsze jest wyznaczenie granicznej trajektorii nadążania – rozwiązanie tego problemu, możliwe za pomocą modelowania wspartego danymi uruchomieniowymi, zostało przedstawione w [14]. Rozwiązanie to opiera się na następujących spostrzeżeniach:

- W zachowaniach ruchowych *quasi*optymalnie pozycjonowanego napędu wyróżnić można dwie fazy: przyspieszanie (rozbieg) i opóźnianie (hamowanie) ruchu,
- odpowiedź skokowa modelu położeniowego fazy rozbiegu jest poszukiwanym przebiegiem położenia, jej pochodne – poszukiwanymi przebiegami prędkości, przyspieszenia, ewentualnie zrywu. Założeniem poprawności modelowania jest, aby parametry modelu o transmitancji $G_i(s)$

były szacowane – w trakcie uruchomienia - w warunkach minimalnego obciążenia masowego, pełnego występowania i przemieszczeń zapewniających osiągnięcie wspomnianych ekstremalnych – dla danego siłownika – wartości parametrów ruchu,

- w fazie hamowania quasi-optymalnego przebiegu procesu pozycjonowania wydzielić można dwie kolejne fazy: w pierwszej – przyspieszenie zmienia się od pewnej ustalonej wartości dodatniej do maksymalnej wartości ujemnej, w drugiej – narasta do wartości zerowej w chwili zakończenia ruchu. Przebiegi przyspieszenia w obu podfazach hamowania mogą być przybliżone z dużą dokładnością liniową funkcją czasu, a odpowiadające im odcinki prostych opisane współczynnikami kierunkowymi – odpowiednio r_{h1} i r_{h2} , wartości przyspieszenia a_h w chwili rozpoczęcia hamowania t_{rh1} , maksymalną wartość ujemnego przyspieszenia a_{hmin} i czasu jego osiągnięcia t_{rhmin} oraz czasu zakończenia ruchu t_{rh2} . Podobnie jak w przypadku modelu fazy rozbiegu, także i w przypadku tego modelu, założeniem poprawności modelowania jest wywołanie – w trakcie eksperymentu uruchomieniowego – procesu hamowania o możliwie największej intensywności. Wartości współczynników kierunkowych r_{h1} i r_{h2} określają zależności:

$$r_{h1} = (a_{hmin} - a_h) / (t_{rhmin} - t_{rh1}) \quad (1)$$

$$r_{h2} = - (a_{hmin}) / (t_{rh2} - t_{rhmin}) \quad (2)$$

Wyznaczenie trajektorii, w tym przypadku szukanego przebiegu sygnałów prędkości i położenia, polega tu na jedno- i dwukrotnym całkowaniu modelowanego przebiegu przyspieszenia.

Zadania procedury generującej quasi-optymalną trajektorię parametrów ruchu i ich realizacja są następujące [14]:

- Modelowanie trajektorii odpowiadającej fazie przyspieszania (rozbiegu) – ta część trajektorii wyznaczana jest na podstawie zidentyfikowanego modelu położeniowego $G_s(s)$ – jako

$$s_{01}(t) = L^{-1}[G_s(s)/s]; \quad v_{01}(t) = L^{-1}[G_v(s)]; \quad a_{01}(t) = L^{-1}[sG_s(s)] \quad (3)$$

lub na podstawie analogicznie wykorzystanych modeli: prędkościowego $G_v(s)$ i przyspieszeniowego $G_a(s)$,

- Wyznaczenie czasu rozpoczęcia hamowania $t_{(rh1)t}$. Działanie tej części procedury opiera się na iteracyjnym sprawdzaniu, czy dla warunków początkowych hamowania określonych położeniem startowym s_{pocz} i zależnościami (3) w chwili t , modelowanego przemieszczenia, tzn. dla $s_{01}(t)$, $v_{01}(t)$ i $a_{01}(t)$, istnieje trajektoria hamowania określona przez parametry r_{h1} , r_{h2} i $a_{(hmin)t}$, kończąca się w położeniu zadanym s_0 .
- Modelowanie trajektorii odpowiadającej fazie opóźnienia (hamowania) – ta część trajektorii, z założeniem znajomości czasu rozpoczęcia hamowania $t_{(rh1)t}$ wyznaczonego w poprzedniej części procedury i w konsekwencji możliwości wyznaczenia pozostałych charakterystycznych czasów przebiegu hamowania: osiągnięcia minimalnego opóźnienia $t_{(rhmin)t}$ i zakończenia ruchu $t_{(rh2)t}$, składa się z dwóch odcinków, określonych przez następujące zależności:
- Dla pierwszej podfazy hamowania, $t \in [t_{(rh1)t}, t_{(rhmin)t}]$

$$\left. \begin{aligned} a_{021}(t) &= a_{01t} + r_{h1}(t - t_{(rh1)t}) \\ v_{021}(t) &= v_{01t} + a_{01t}(t - t_{(rh1)t}) + r_{h1}(t - t_{(rh1)t})^2 / 2 \\ s_{021}(t) &= s_{01t} + v_{01t}(t - t_{(rh1)t}) + a_{01t}(t - t_{(rh1)t})^2 / 2 + r_{h1}(t - t_{(rh1)t})^3 / 6 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

gdzie $a_{01t} = a_{01}(t_{(rh1)t})$, $v_{01t} = v_{01}(t_{(rh1)t})$ i $a_{01t} = a_{01}(t_{(rh1)t})$ oraz

- dla drugiej podfazy hamowania, $t \in [t_{(rhmin)t}, t_{(rh2)t}]$

$$\left. \begin{aligned} a_{022}(t) &= r_{h2}(t - t_{(rh2)t}) \\ v_{022}(t) &= v_{021t} - r_{h2}(t_{(rh2)t} - t_{(rhmin)t})(t - t_{(rhmin)t}) + r_{h2}(t - t_{(rhmin)t})^2 / 2 \\ s_{022}(t) &= s_{021t} + v_{021t}(t - t_{(rhmin)t}) - r_{h2}(t_{(rh2)t} - t_{(rhmin)t})(t - t_{(rhmin)t})^2 / 2 + r_{h2}(t - t_{(rhmin)t})^3 / 6 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

gdzie $v_{021t} = v_{021}(t_{(rhmin)t})$ i $s_{021t} = s_{021}(t_{(rhmin)t})$ odpowiednio do (4).

Weryfikacja zadanej w trakcie planowania trajektorii parametrów ruchu polega na ograniczeniu wartości do poziomu określonego w procedurze.

Modelowanie procesu ruchu

Właściwościom słabo tłumionych obiektów sterowania, jakimi są najczęściej napędy płynowe, odpowiada jako liniowy model procesu ruchu szeregowo połączenie członu 2. rzędu o właściwościach oscylacyjnych (zachowania prędkościowe napędu) i członu całkującego 1. rzędu (astatyczne zachowania pozycyjne napędu),

$$G_s(s) = \frac{C_o \omega_{oo}^2}{s^2 + 2D_o \omega_{oo} s + \omega_{oo}^2} \cdot \frac{1}{s} \quad (6)$$

Zachowanie procesu ruchu w zamkniętym układzie pozycyjnym, wykorzystującym sprzężenie zwrotne od sygnału położenia, prędkości i przyspieszenia, sprowadza się do zachowania modelu ze skorygowanymi dynamicznie parametrami C_z , ω_{oz} i D_z w stosunku do wzmożenia prędkościowego C_o , pulsacji drgań swobodnych ω_{oo} i współczynnika tłumienia D_o modelu układu otwartego wg (6):

$$C_z = \frac{C_o k_{x1}}{1 + C_o k_{x2}} \omega_{oz} = \omega_{oo} \sqrt{1 + C_o k_{x2}} \quad D_z = \frac{D_o + 0,5C_o \omega_{oo} k_{x3}}{\sqrt{1 + C_o k_{x2}}} \quad (7)$$

a więc do zachowania statycznego i dynamicznego określonego przez trzy współczynniki wzmożeń proporcjonalnych k_{x1} , k_{x2} i k_{x3} równania sterowania [24, 18]

$$u(t) = -k_x x(t) + k_w w(t) \quad (8)$$

gdzie k_x – jest macierzą sprzężenia zwrotnego i k_w macierzą wejściową.

Dla powodzenia identyfikacji procesu ruchu i w następnym pomyślnego rozwiązania innych problemów sterowania predykcyjnego, model (6) po dyskretyzacji poddano uproszczeniom transformacji polegającym na przyjęciu tylko pierwszych wyrazów rozwinięcia macierzy A_m i B_m modelu dyskretnego w szereg funkcyjny (jest to uzasadnione różnicami wartości okresu próbkowania sterowania i okresu drgań swobodnych modelu procesu ruchu, $\omega_p \gg \omega_{om}$, [7, 8]) – w rezultacie podstawowy model dyskretny opisano równaniami

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 1 & T_p & 0 \\ 0 & 1 - \alpha T_p & \beta T_p \\ 0 & -2\alpha\beta & 1 - \alpha T_p - 2\beta(1 - \beta) \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 0 \\ C_m T_p \alpha \\ 2C_m \alpha \beta \end{bmatrix} u(k-d) \quad (9)$$

$$y(k) = C_{md} x(k), \quad (10)$$

gdzie $\alpha = 0,5 \omega_{om}^2 T_p$, $\beta = 1 - D_m \omega_{om} T_p$, $x(k) = [s(k) \ v(k) \ a(k)]^T$ oraz d – dodatkowo uwzględniony czas opóźnienia d .

Odpowiednio do uwag z p. 2 (konieczność modyfikacji algorytmu DMC ze względu na nieefektywną metodę opisu przez odpowiedź skokową), wydzielono dla zadań predykcji z modelu wg (9) dwa kolejne modele:

- zachowania położeniowego, uproszczonego do postaci

$$s(k+1) = s(k) + 0,5[v(k) + v(k+1)]T_p \quad (11)$$

- oraz zachowań prędkościowych i przyspieszeniowych

$$\begin{bmatrix} v(k+1) \\ a(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v(k) \\ a(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u(k-d) \quad (12)$$

z elementami macierzy A_m i B_m wyrażonymi przez zależności:

$$\begin{aligned} a_{11} &= 1 - 0,5\omega_{om}^2 T_p^2, \quad a_{12} = (1 - D_m \omega_{om} T_p) T_p \\ a_{21} &= -\omega_{om}^2 T_p (1 - D_m \omega_{om} T_p) \\ a_{22} &= 1 - 0,5\omega_{om}^2 T_p^2 - 2(1 - D_m \omega_{om} T_p) D_m \omega_{om} T_p \\ b_1 &= 0,5C_m \omega_{om}^2 T_p^2, \quad b_2 = C_m \omega_{om}^2 T_p (1 - D_m \omega_{om} T_p) \end{aligned} \quad (13)$$

Przyjmując jako ogólną postać modelu predykcyjnego x_{pr} zależność

$$x_{pr} = x_{pd} + x_{pp} = x_{pd} + G_{xm} u, \quad (14)$$

gdzie x_{pd} – składowa oczekiwana w wyniku dotychczasowych zachowań i sterowań, x_{pp} – składowa modelowana w wyniku przyszłych zachowań i sterowań, G_{xm} – macierz transmitancji zachowań dynamicznych procesu, u – wektor sterowań, pierwszą składową (x_{pd}) modelu predykcyjnego zachowań procesu ruchu sprowadzono do zależności $x_{pd}(k=d+i) = A_m x_{pd}(k+d+i-1) + B_m u(k+i-1)$ dla $1, 2, \dots, h$ (15) w drugiej (x_{pp}) wartości elementów g_{vj} i g_{aj} macierzy G_{vm} i G_{am} przewidywanych zachowań wg (14) przedstawiono jako wyrazy rozwinięcia dyskretnych transmitancji operatorowych wg (9), prędkościowej i przyspieszeniowej, to znaczy oraz

$$\frac{g_{v1}z^{-1} + g_{v2}z^{-2} + \dots + g_{vh}z^{-h} + \dots}{1 + (-a_{11} - a_{22})z^{-1} + (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})z^{-2}} \quad (16)$$

$$\frac{g_{a1}z^{-1} + g_{a2}z^{-2} + \dots + g_{ah}z^{-h} + \dots}{1 + (-a_{11} - a_{22})z^{-1} + (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})z^{-2}} \quad (17)$$

Literatura (część I)

- [1] Chudzik Z., Olszewski M.: Sterowanie nadążne w układzie pozycyjnym z pneumatycznym napędem siłownikowym. IX Ogólnopolska Konferencja PNEUMA '95, Koszalin-Kielce; Materiały Konferencyjne Wydziału Mechaniki WSInż. w Koszalinie, 1995, 29-38.
- [2] Chudzik Z.: Synteza pneumatycznego nadążnego układu pozycyjnego. Wyd. Politechniki Warszawskiej, 1998.
- [3] Clarke D.W., Tuffs P.S., Mohtadi C.: Generalized Predictive Control. Automatica, 32 (1987), 137-160.
- [4] Cutler C., Ramaker B.: Dynamix Matrix Control – a Computer Control Algorithm. IACC, San Francisco 1980, pap. WP5-8.
- [5] Janiszowski K., Olszewski M.: Pozycjonowanie nadążne w pneumatycznych układach napędowych. II Seminarium „Napędy i Sterowanie Maszyn”, Gdańsk 1996, 126-136.
- [6] Janiszowski K., Olszewski M.: Problems of Adaptive Positioning Systems with Pneumatic Cylinders. Sixth International

Wykaz ważniejszych symboli

$a; \hat{a}; a_0$	sygnał przyspieszeniowy; odtwarzany sygnał przyspieszeniowy; wartość zadana przyspieszenia
d	czas opóźnienia dyskretny: $d = T_i / T_p$
$e_{im}; e_{vm}; e_{am}$	odchyłka nadążania: położenia; prędkości; przyspieszenia
h	horyzont predykcji
k	czas dyskretny: $k = t / T_p = 0, 1, 2, \dots$
r	horyzont sterowania
$s; \hat{s}; s_0$	sygnał położeniowy; odtwarzany sygnał położeniowy; wartość zadana położenia
t	czas (ciągły)
u	sygnał sterujący: $u = U / U_{max}$; U – napięcie sterowania
$v; \hat{v}; v_0$	sygnał prędkościowy; odtwarzany sygnał prędkościowy; wartość zadana prędkości
$x; \hat{x}$	sygnał, zmienna stanu; wartość odtwarzana sygnału
$k; k_w$	macierz: sprzężenia zwrotnego; wejściowa
$u; w$	wektor: sterowania; wejścia
$x; \hat{x}; x_m$	wektor stanu; odtwarzany wektor stanu; wektor stanu modelu
$x_{pr}; x_{pd}; x_{pp}$	przewidywany (predykowany) wektor stanu; wektor stanu oczekiwany w wyniku dotychczasowych zachowań i sterowań; wektor stanu przewidywany w wyniku modelowanych zachowań i przyszłych sterowań
C_m	współczynnik wzmocnienia członu liniowego 2. rzędu (oscylacyjnego); wzmocnienie prędkościowe modelu procesu ruchu
D_m	współczynnik tłumienia członu liniowego 2. rzędu (oscylacyjnego); tłumienie modelu procesu ruchu
$G(s)$	transmitancja operatorowa przekształcenia ciągłego
I	wskaźnik kryterium (jakości)
T_p	okres próbkowania (impulsowania)
$A_m; B_m; C_m$	macierze: stanu; sterowania; wyjścia – modelu procesu ruchu realizowanego przez układ napędowy
G	macierz transmitancji operatorowej
K_x	macierz sprzężeń zwrotnych odchyłek zadanych i przewidywanych wektorów zmiennych stanu
$P_w; Q$	macierz wagowa: odchyłek; sterowania
R	macierz rozwiązania równania Riccatiego
$\omega; \omega_0$	pulsacja drgań: $\omega = 2\pi f$; pulsacja drgań swobodnych członu liniowego 2. rzędu (oscylacyjnego); pulsacja drgań swobodnych modelu procesu ruchu

Symposium on Robotics and Manufacturing, Montpellier; ASME Press Series, New York 1996, Vol. 6, 319-324.

Część II artykułu wraz z pozostałymi pozycjami literatury zamieszczona zostanie w numerze 2(33) 2002 „Pneumatyki”

Dr inż. Mariusz Olszewski

Instytut Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej

Pneumatyczny internet praktyczny

www.comprot.com.pl

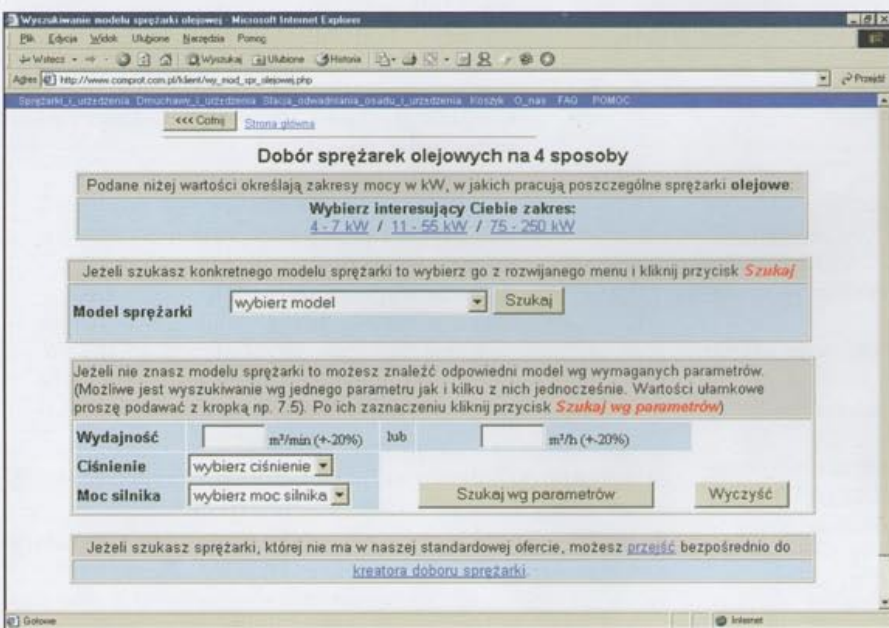
Przełom wieków XX i XXI to okres, w którym informacja i szybkość jej przekazu zaczęły nabierać ogromnego znaczenia. Dostępne środki transmisji danych przestały zaspokajać rosnące potrzeby klientów. Przekaz informacyjny musiał więc stać się szybszy, precyzyjniejszy i przede wszystkim łatwo dostępny.

Coraz ważniejszą rolę zaczęły odgrywać sieci komputerowe umożliwiające przekaz informacyjny o naprawdę globalnym zasięgu. Informacja, jako ogniwo łączące firmę i klienta, stała się najważniejszą pozycją w aktywach firmy. Dlatego też firmy produkujące urządzenia, chcąc podnieść rozmiar produkcji, musiały skupić się nie tylko na jakości produktu, ale na jakości informacji, która powinna być do-



Rys. 1 Strona główna

Narzędziem umożliwiającym sprośowanie tym wymogom stał się internet.



Rys. 2 Dobór sprężarek olejowych na 4 sposoby

starczana w ściśle określonym czasie – just in time – i w trybie bezpośrednim – on-line.

W Polsce jeszcze niewiele firm docenia zalety tego narzędzia, traktując je jedynie jako modny sposób reklamy.

Firma CompRot jako jedna z pierwszych postanowiła wykorzystać internet do interaktywnego porozumiewania się z klientami, tworząc profesjonalny salon obsługi techniczno-handlowej, w którym zainteresowany użytkownik otrzyma nie tylko fachowe porady, ale również zaopatrzy się w niezbędne akcesoria, począwszy od śrubunku czy złączki kątowej, a skończywszy na dużej mocy kompresorze śrubowym. Ale przejdźmy do konkretnych.

Strona główna posiada przejrzystą strukturę. W łatwy sposób można prosto z niej przejść do informacji dotyczących bezpośrednio samej firmy CompRot. Tutaj znajdziemy historię powstania firmy, jej strategię, sukcesy oraz kontakty handlowe, jakie utrzymuje. Pierwsza strona w krótki sposób opisuje ciekawe wydarzenia, jakie miały bądź będą miały miejsce, w tym sukcesy handlowe, organizowane imprezy branżowe, które warto odwiedzić. Na niej znajdziemy również informacje o nowych aplikacjach i udoskonaleniach.

Znajdujące się na stronie głównej pola aktywne wprowadzą użytkownika bezpośrednio do interesującej go grupy produktów: sprężarki i akcesoria (filtry, zbiorniki, osuszacze, spusty kondensatu, itp.), dmuchawy czy stacje odwadniania osadów. Wybór danej grupy urządzeń umożliwia użytkownikowi przejście do tzw. części opisowej, w której przedstawiamy zasadę działania urządzenia, jego budowę, sposób sterowania, najczęściej spotykane zastosowania itp. Wszystkie te informacje podane są w przystępny sposób, okraszone licznymi fotografiami i wykresami przemawiającymi do internauty.

Poza ogólnymi informacjami firma CompRot udostępnia programy pozwalające automatycznie (bez konieczności przeglądania katalogów i przeliczania wartości) dobrać urządzenia odpowiadające wymaganym parametrom, np. dobór sprężarek olejowych (rys. 2). Można przeprowadzić go na cztery różne sposoby, w zależności od danych posiadanych przez użytkownika programu.

Po dokonaniu doboru pojawia się wynik w postaci karty katalogowej, zawierającej dane techniczne oraz fotografię urządzenia. Firma CompRot postawiła sobie za cel – i jest

było bezpośrednio wykorzystać do celów projektowych, „wklejając” rysunki do tworzonych projektów w systemie CAD.

Jeśli użytkownik potrzebuje nie-

nawiązanie dialogu z klientem. Dzięki nim może on w szybki sposób uzyskać odpowiedź nawet na bardzo skomplikowane pytania, bez konieczności posiadania konta e-mail.

System filtrowania - filtry
MODEL: 8101 HF

Dane techniczne		
Wydajność	Zawartość pozostałości oleju	Stopień filtracji
530.00 [m³/h]	0.01 mg/m³	0.01 [mikron]

Opis									
Wymiary [mm]				Kontrola różnicy ciśnień	Wkład	Przyłącze	Masa [kg]	Medium	Automatyczny spust kondensatu
A	B	C	D	wskaznik Zielono-Czerwony	8101 HFD	1 1/2 cala	6.5	sprężone powietrze	tak - Deltomatic
583	155	545	500						

Warunki pracy			
	standard	minimum	maksimum
ciśnienie	7 bar	3 bar	16 bar
temp. na wlocie	+30 °C	+5 °C	+65 °C
temp. otoczenia	+20 °C	+2 °C	+65 °C

*) odniesione do warunków na ssaniu przy 20°C / 1 bar (absolutne). Zastrzega się możliwość zmian technicznych

Copyright © CompRot sp. z o.o.

Rys. 3 Karta katalogowa urządzenia – tutaj dla filtra

standardowego urządzenia, może uruchomić kreatora zapytania ofertowego/zamówienia.

Wędrówka po nowych stronach internetowych firmy CompRot przypomina zakupy i jest tak samo łatwa. Wszystkie produkty, które zainteresowały użytkownika, można włożyć do tzw. koszyka w postaci formularza zapytania/zamówienia patrz rys. 4. Następnie wystarczy nacisnąć jeden przycisk, by zapytanie/zamówienie przekazane zostało do rąk specjalistów firmy CompRot znajdujących się po drugiej stronie łączy. Respondent może być pewien, iż w niezwykle krótkim czasie otrzyma niezbędne informacje. Jeśli problem jest skomplikowany i nie ma możliwości rozwiązania go za pomocą cyfrowego środka przekazu, doradca techniczny odwiedzi klienta i zaproponuje optymalne rozwiązanie.

Warto zwrócić uwagę na część edukacyjną zawierającą stale uzupełniany leksykon pojęć używanych w pneumatyce, wraz z przykładami i opisami rozwiązań technicznych znajdujących praktyczne zastosowanie w świecie pneumatyki.

Naszym zamierzeniem było stworzenie witryny jak najbardziej przystępnej i przyjaznej dla internauty. I z całą pewnością udało się to zre-

KOSZYK - edycja, przeglądanie, zamówienie, zapytania ofertowe

<<< Cofnij Strona główna Zamknij koszyk

Produkt	Ilość	Usuń
1 Grupa: Sprężarka, id=36, Sprężarka: model CRS 45/2, ciśnienie=10.0 bar, wydajność=6.64 m³/min, moc silnika=45.0 kW, więcej...	1	usuń
2 Grupa: Filtr, id=58, Filtr: model 8105 CF, wydajność=395.00, sprawność=0, więcej...	1	usuń
3 Grupa: Filtr, id=24, Filtr: model 871 PF, wydajność=379.00, sprawność=1, więcej...	1	usuń
4 Grupa: Filtr, id=6, Filtr: model 816, wydajność=425.00, sprawność=0.01, więcej...	1	usuń

Jeżeli dokonalesz zmian w koszyku lub dane z koszyka są nieaktualne lub błędne, kliknij 'odśwież'

Aby sfinalizować zakupy, wysłać zamówienie lub zapytanie - kliknij 'wyślij'

Jeżeli chcesz całkowicie zrezygnować, kliknij 'anuluj' i Twój koszyk będzie całkowicie pusty.

odśwież wyślij anuluj

Rys. 4 Koszyk – zgrupowanie interesujących klienta produktów w jednym miejscu

on już realizowany – aby informacje zawarte w niniejszej karcie można

Te specjalnie skonstruowane formularze – jak na rys. 5 – ułatwiają

alizować. Podczas przeglądania kolejnych stron użytkownikowi zawieszony towarzyszy rozwijane menu, znajdujące się w górnej części ekranu. Umożliwia ono szybkie

można zwrócić się z prośbą o pomoc do administratora sprawującego nieustanną opiekę nad salonem obsługi.

Jednym z głównych celów pomysłodawcy było udostępnienie klien-

A wszystko to przy wykorzystaniu szerokiej gamy urządzeń oferowanych przez firmę CompRot.

W „świecie pneumatyki”, przedstawionym na nowych, internetowych stronach naszej firmy, oprócz produktów marki CompRot, można będzie już wkrótce znaleźć informacje oraz linki do innych uznanych i renomowanych firm, uzupełniających ofertę np. o systemy połączeń rurowych czy systemy przenoszenia ciepła i masy.

Chcieliśmy stworzyć internetową platformę informacji niezbędnych dla użytkowników sprężonego powietrza. Zresztą sprawdźcie sami, czy nam się udało...

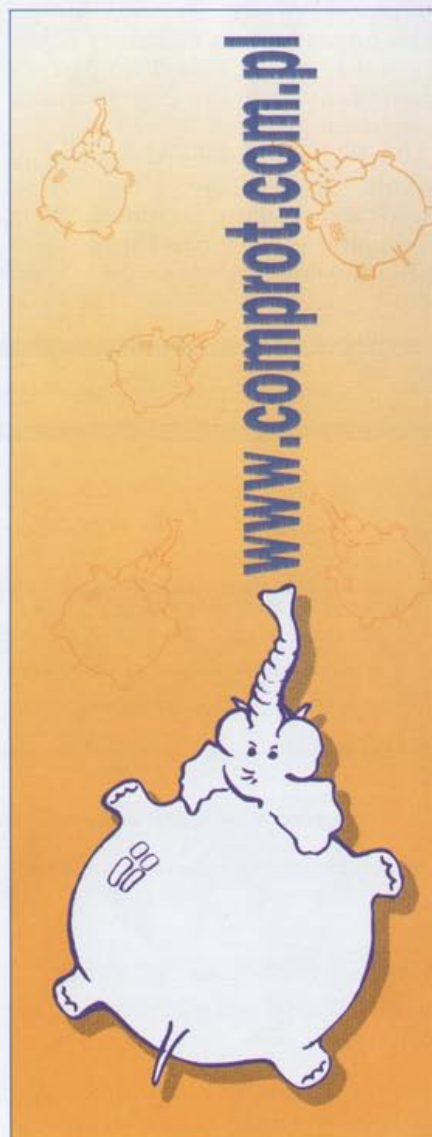
Artykuł promocyjny
CompRot sp. z o.o.
Arkadiusz Wrzyszczyk

Rys. 5 Kreator zapytania ofertowego/zamówienia

przeniesienie się z dowolnego miejsca w wybrane, interesujące użytkownika miejsce witryny.

W przypadku jakichkolwiek wątpliwości czy problemu w każdej chwili

tom funkcjonalnego narzędzia, za pomocą którego możliwe będzie dobranie i zaprojektowanie nawet całej instalacji sprężonego powietrza za „jednym kliknięciem”.



Branża pneumatyczna w Polsce

S topniowo rozszerzamy mapkę firm produkcyjnych, usługowych i handlowych działających w zakresie techniki sprężonego powietrza oraz pneumatyki napędowej i sterowniczej. Firmy, które się na niej pojawiły to te, które ciągle utrzymują kontakt z naszą redakcją, bo tylko wtedy mamy pewność, że dane są aktualne. Informacje o tych firmach znajdziecie Państwo na łamach ostatnich numerów „Pneumatyki”, w reklamach, artykułach oraz krótkich doniesieniach. Niektóre z firm mają więcej oddziałów w Polsce, ale tymczasowo uwzględniamy przede wszystkim główne siedziby. Prosimy o informacje, byśmy mogli mapkę uzupełnić i udoskonalić w następnych wydaniach.



Pneumatyka 1/26/2001

MATTEI w Polsce	12
Dmuchawy bocznokanałowe firmy Pol-Stowest	13
Motoreduktory pneumatyczne	14
Master Control System – najlepsza regulacja	15
Układ sterowania kaskadą sprężarek SAP1	16
Zintegrowane rozwiązania napędu Interact	18
Sprężarki łopatkowe Hydrovane – synonim jakości i trwałości	21
Z nową sprężarkownią w XXI wiek	22
Rzeczywiste działanie pneumatycznych układów napędowo-sterujących	24
Być liderem – to zobowiązuje	28
Nowe wyzwania, nowe rozwiązania	30
Podciśnienie wytworzone za pomocą sprężonego powietrza	32



Sprężone powietrze w budownictwie	34
Nasz fotoreportaż – OBREiUP	36
Zastosowanie sprężonego powietrza we włókiennictwie	38
ANDRZEJEWSKI-BOSCH stawiamy na nowoczesność i rozwój	43
Zawory pneumatyczne z przetwornikami piezoelektrycznymi	44
Cztery swobody. Część II	51
Spis rocznika 2000	56

Pneumatyka 2/27/2001

BOGE KOMPRESSOREN Sprężarki serii SDF	12
MATTEI w Polsce. Kompresor MAXIMA – następny krok	13
Technologie w salonach. 73 Targi Technologii Przemysłowych i Dóbr Inwestycyjnych	14
ATMOS Chrast sprężarki z Czech	16



Amortyzatory hydrauliczne ACE sposobem na zwiększenie żywotności maszyn	19
Jaki wybrać osuszacz?	22
Zestawienie dostawców siłowników pneumatycznych. Część I	24
Filtry MAHLE w wielu gałęziach przemysłu	27
Pływanie „pod prąd”	28
Z nowymi sprężarkami w nowe tysiąclecie	30
Bezpieczeństwo Twoje i pracowników	35
Szybkobieżny siłownik pneumatyczny z wbudowanym zbiornikiem	36
Dmuchawy z Ostrowa Wielkopolskiego	40
Stanowisko do badań przepływowych elementów pneumatycznych	42
WVM – Nowa generacja osuszaczy adsorpcyjnych regenerowanych próżniowo	46
Krajowa normalizacja w przededniu wejścia do UE. Sytuacja normalizacji w dziedzinie pneumatyki	49
Osuszacze sprężonego powietrza firmy DRYTEC	52
Sprzęgła pneumatyczne. Nowy trend w dziedzinie sprzęgieł elastycznych. Część I Sprzęgła pneumatyczne różnicowe	54

Pneumatyka 3/28/2001

BOGE KOMPRESSOREN Sprężarki serii SF z regulowaną częstotliwością	12
Starlette – mały osuszacz chłodniczy	14
Pneumatyka na Targach Hanowerskich	16
Sprężanie i uzdatnianie w Hanowerze	18
BSD i CSD – jeszcze oszczędniej, wydajniej i ciszej	20
Sprężanie, uzdatnianie... a serwis?	22
Zestawienie dostawców siłowników pneumatycznych, część II	24
Ciągły rozwój – nam to się udaje	28
PETPACK® Atlas Copco	30
Wszystkie dmuchawy (Po) co to jest	34
50 lat RECTUS-a – tradycja i nowoczesność	38
Zaufać najlepszemu	40
Projektowanie pneumatycznych układów napędowo-sterujących	42
Sprzęgła pneumatyczne	44



Typoszereg bezsmarowych zaworów rozdzielających PZRC o podwyższonej trwałości	46
Rurociągi z kompozytów	49
Komora kriogeniczna	54
Nowe turbosprężarki Gardner Denver	56

Pneumatyka 4/29/2001

BOGE Kompressoren – 10 argumentów za stosowaniem sprężarek śrubowych	12
Metal Work – jakość z pierwszej ręki	14
Powłoka wirników śrubowych GHH-Rand	17
Na drogi i bezdroża... Kaeser Kompressoren	20



Zaufanie, które przynosi korzyści	22
Zestawienie producentów sprężarek	26, 30
Fachowość, uczciwość, życzliwość	28
Owalny tłok rewolucjonizuje konstrukcję siłowników beztłoczyskowych	32
Efektywność ekonomiczna uchodzi w powietrze	34
Chwytki pneumatyczne	37
Projektowanie pneumatycznych układów sterujących	43
Ceramiczne elementy sterujące w bezsmerowych zaworach rozdzielających PZRC	48
Niemieccy producenci sprężarek z optymizmem wkraczają w rok 2001	52
Zastosowanie tkanin metalowych PLYMESH® w procesach fluidyzacji	54

Pneumatyka 5/30/2001

domnick hunter – filtracja i osuszanie sprężonego powietrza	13
Systemy transportu pneumatycznego PIAB	16
Sprężarki INGERSOLL-RAND	18
VarioFlow	20
Produkcja siłowników pneumatycznych w Bibus Menos	22
Zestawienie producentów sprężarek	26
Współdziałanie, zaangażowanie, innowacja	28
Recepta na trudne czasy	30
Kompleksowa oferta Pneumat System	32
Efektywność ekonomiczna uchodzi w powietrze. Część II	34
Z brzytwą na sprężarki, czyli o granicach stosowania maszyn łopatkowych	37
Racjonalne łączenie blach metodą TOX-Punkt	40



Projektowanie pneumatycznych układów napędowych	43
Sopot 2001 – Innowacje i postęp w hydraulice i pneumatyce	46
Badanie pneumatycznych zaworów rozdzielających PZRC w warunkach ISO 9001	48
Wykorzystanie gazów w technolo- giach laserowych metali	51
Problemy polskiej terminologii w krajowej normalizacji napędów i sterowań pneumatycznych	55

Pneumatyka 6/31/2001

BOGE KOMPRESSOREN nowa seria CL małych kompaktowych sprężarek śrubowych	12
---	----



domnick hunter – filtracja i osuszanie sprężonego powietrza	14
Sensacja na rynku sprężarek	18
Nowy przewoźny kompresor firmy KAESER KOMPRESSOREN	20
Jak efektywniej wykorzystać dmuchawy typu Roots?	22
Ara Pneumatik zaprasza	24
Jak najlepiej rozdmuchać PET?	26
W nasze produkty wkładamy własne serca	28
Kompletny system sprężonego powietrza dla warsztatu i małej firmy	30
Czy oszczędzanie zawsze się opłaca?	34
Inteligentne, energooszczędne systemy wytwarzania i przesyłania sprężonego powietrza	37
Podstawy pneumatyki. Część I	40
Odliczanie	44
Laboratorium pneumatyki na Politechnice Gdańskiej	45
Dmuchawy i kompresory w ofercie BIBUS MENOS	49
Mechanizacja i automatyzacja chwyty	51
Modernizacja gospodarki sprężonym powietrzem w kopalniach węgla kamiennego	54

Pneumatyka

Dwumiesięcznik o technice sprężania gazów ukazuje się od 1996 roku. Jest to forum, na którym specjaliści-teoretycy i praktycy przedstawiają fachowe artykuły omawiające eksploatację wszystkich typów sprężarek, osuszaczy, filtrów, narzędzi pneumatycznych, instalacji sprężonego powietrza, pneumatycznych układów napędowo-sterujących oraz transportu pneumatycznego. Pismo przeznaczone jest dla użytkowników sprężonego powietrza w wielu gałęziach przemysłu, takich jak górnictwo, metalurgia, energetyka, przemysł drzewny, maszynowy, spożywczy oraz wszędzie tam, gdzie stosowane jest sprężone powietrze.

Spis reklam

Andrzejewski	5	Pneumatik	5
INCO	9	PneumatSystem	11
Fripol	9	Prema Kielce	8
Biuro Handlowe Ruda	2	TSSP	36, 40, 51
Bovin	6	Rafineria Gdańska	60
CompRot	34	Te-Ha-Bud	6
domnick hunter	13	ultrafilter	22
AMET	12	Unigoods	35
HIROSS	37, 39	Wimtec	59
Instytut Technologii		Artykuły promocyjne	
Eksploatacji Radom	12	Pneumatik	16
Inwet	8	domnick hunter	14
Kaeser Kompressoren	1	Kaeser Kompressoren	21
Kompress	7	ultrafilter	22
SMC	19	Atlas Copco	30
Norgren-Herion	12	Ara Pneumatik	45
Pascal	33	CompRot	52

Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika Pneumatyka

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel./fax (071) 373 52 32,
Powszechny Bank Kredytowy SA w Warszawie III oddz. we Wrocławiu 11101620-409910133389

firma
miejsowość
kod pocztowy
ulica
tel.
fax
NIP

imię i nazwisko osoby składającej zamówienie w imieniu firmy

Zamawiam prenumeratę dwumiesięcznika Pneumatyka

- prenumerata roczna 45 zł
liczba prenumerat
 archiwalne egzemplarze 5 zł/szt.

numery dwumiesięcznika

łącznie liczba egz. archiwalnych ...

wartość łącznie

Oświadczenie: upoważniam firmę Wydawnictwo Lektorium do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
(oświadczenie ważne do odwołania)

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych zgodnie z Ustawą z dnia 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium z siedzibą we Wrocławiu. Wydawnictwo zapewnia Państwu prawo wglądu do swoich danych i ich aktualizacji.

Zamówienie możecie Państwo składać:

faksem (071) 373 52 32

przez Internet: <http://www.lectorium.pl>
prenumerata@lectorium.pl

listownie: pod adresem wydawnictwa

podpis osoby upoważnionej

KOLUMB ODKRYŁ AMERYKĘ, TY ODKRYJ



Ingersoll-Rand

**NIEKWESTIONOWANEGO ŚWIATOWEGO LIDERA
W PRODUKCJI SPRĘŻAREK
TRADYCJA I DOŚWIADCZENIE – istnieje od 1871 r.**

Oferujemy w pełnym zakresie wydajności
proste w montażu, tanie w eksploatacji, bezobsługowe:

SPRĘŻARKI olejowe i bezolejowe – tłokowe, śrubowe i odśrodkowe

oraz urządzenia towarzyszące:

CHŁODNICE, OSUSZACZE, FILTRY I SEPARATORY



**ZAPEWNIAMY DORADZTWO TECHNICZNE, SERWIS
GWARANCYJNY, POGWARANCYJNY, SKŁAD CZĘŚCI**



wimtec

z energią do przodu

Wyłączny

**INGERSOLL-RAND®
AIR SOLUTIONS**

Przedstawiciel

Biuro: 00-871 Warszawa, ul. Żelazna 76/62
Tel.: (022) 652 11 55 · faks: (022) 654 74 08
e-mail: wimtec@qdnnet.pl · www.wimtec.pl

Biuro Regionalne: 43-300 Bielsko-Biała, ul. Podwale 50/4
Tel./faks: (033) 812 55 04 · tel. kom. 0602 33 29 48
SPRZEDAŻ, SERWIS, CZĘŚCI

BEZPIECZNA EKSPLOATACJA

maszyn i urządzeń

OLEJE PRZEMYSŁOWE RAFINERII GDAŃSKIEJ
PRZEKŁADNIOWE (TRANSOL, TRANSOL CLP, TRANSOL SP), HYDRAULICZNE (L-HL, L-HM, L-HV),
TURBINOWE (REMIZ), SPRĘŻARKOWE (SIGMUS, CORVUS, CYLITEN), MASZYNOWE (L-AN, L-ANZ)

Wyprodukowane z wyselekcjonowanych surowców, zgodnie z najściślejszymi normami jakościowymi, uszlachetniane i ulepszone. Ich główne zadanie to jak najlepiej chronić Twoje urządzenia.

Nam możesz zaufać:

- dążąc do jak najpełniejszego zaspokojenia potrzeb klientów stale doskonalimy Nasze produkty oferując **JAKOŚĆ ZA NAJKORZYSTNIEJSZĄ CENĘ**
- aby ułatwić zakup produktów rozbudowaliśmy nasz **SYSTEM DYSTRYBUCJI**, teraz bardzo dobre oleje przemysłowe są tuż obok Ciebie
- nowa usługa - **SERWIS OLEJÓW PRZEMYSŁOWYCH***

Informacja handlowa tel. (058) 308-72-56
e-mail lotos@rafineria.gda.pl, <http://www.rafineria.gda.pl>

*Szczegółowa informacja o warunkach serwisu tel. (058) 308-72-65, e-mail: serwis@rafineria.gda.pl

BEZPIECZNA
EKSPLOATACJA



Rafineria Gdańska