

Pneumatyka

Marzec-Kwiecień

2(51)2005

DWUMIESIĘCZNIK

cena 7,50 zł
(w tym VAT 7%)

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323

PRZEMYSŁOWE SYSTEMY SPRĘŻONEGO POWIETRZA



W NAJLEPSZYM KIERUNKU



System TRANSAIR
– efektywne
rozprowadzanie
sprężonego
powietrza

Techniki wytwarzania
sprężonego
powietrza cz. IV
– sprężarki
promieniowe

Działko
pneumatyczne do
udarowego badania
osłon obrabiarek

Branża pneumatyczna
województwa
Łódzkie i Opolskie
– zestawienie

Kompleksowy
system informacyjny
dla hydrauliki
i pneumatyki
– propozycja AGH

Wydawnictwo
LEKTORIUM

www.pneumatik.com.pl

Boge Kompressoren. Trendy i nowości Hanover 2005 – str. 10



9 771426 664503

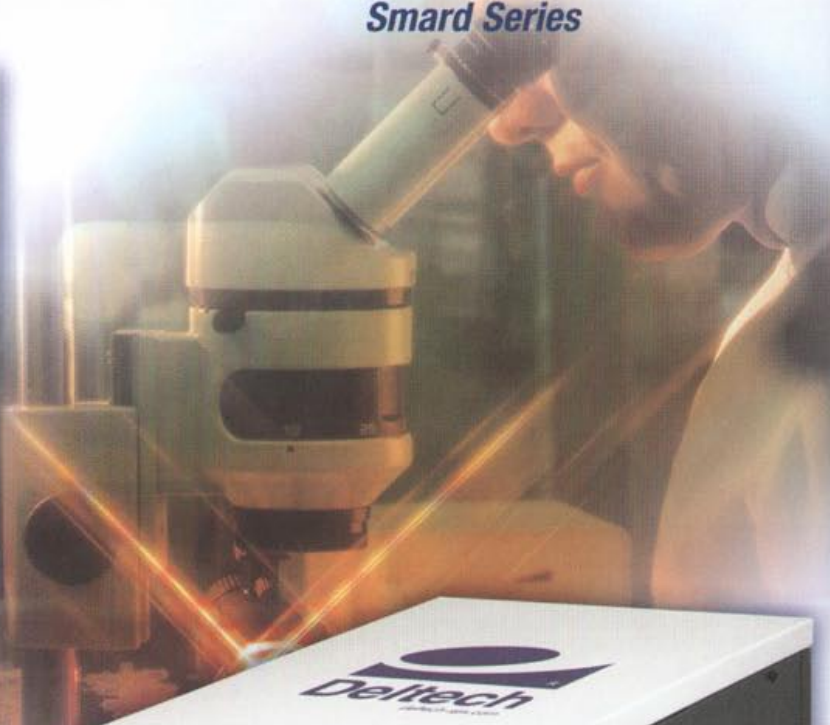
02>



Refrigerated Air Drying Technologies

Smard SC Series

Smard Series



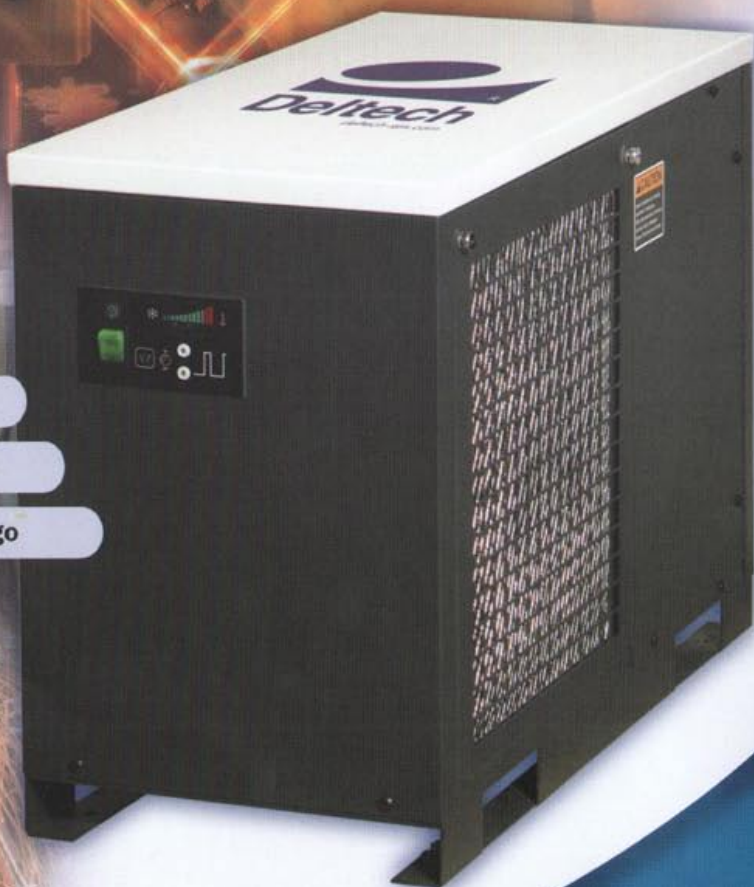
Osuszacze ziębnicze

Niskie zużycie energii

System wolny od korozji

Obudowa pokrywana proszkowo

Do 100 m³/h dzięki technologii kondensera statycznego



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

SPX Air Treatment



Technika Przemysłowa Sp. z o.o.

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

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

Uszczelnienia Techniczne

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

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

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



Polskie drogi



Chciałbym powiedzieć coś o targach w Hanowerze i o goszczącej tam w cyklu dwuletnim tematyce sprężonego powietrza. Wybrałem się do Hanoweru autostradą. Mniej więcej 1/4 drogi to była autostrada polska, ale czas potrzebny na jej przebycie był dłuższy niż na pozostałą drogę w Niemczech. Wszystkim już się przejadła dyskusja o drogach, jednak muszę tu wspomnieć o pewnym niebezpiecznym eksperymencie, jaki niedawno przeprowadziłem. W majową niedzielę zabrałem rodzinę nad odległe o 130 km jezioro. Większość trasy przebiegała porządną drogą Wrocław – Poznań. Ruch był mniejszy niż zwykle. Postanowiłem więc, że będę jechał wyłącznie przepisowo i z dozwoloną prędkością. Ale do tego trzeba naprawdę stałowych nerwów. Kiedy przejeżdżałem przez małe miejscowości, za mną tworzył się kilometrowy zator. Kierowcy nerwowo szukali okazji do wyprzedzenia, stwarzali sytuacje zagrożenia. Na krótkich odcinkach, gdzie było to dozwolone rzucali się na oślep, a jeden z nich przejeżdżając zawołał „Ty piracie! Dziadu jeden!”. Atmosfera w samochodzie też była napięta. Moja żona najpierw żądała, by ją wypuścić, a po jakimś czasie groziła już nawet rozwodem. Nie pomagało to, że poza terenem zabudowanym prędkość 90 km/godz. Pod koniec trasy było trochę odcinków z ograniczeniem do 40, 30, a nawet 20 km/godz., tam już trochę zasypiałem, ale po 2,5 godz. podróży bezpiecznie dotarliśmy na miejsce. Z przeciętną prędkością ok. 50 km/godz. Kto nie wierzy, że taka jest poprawna prędkość przejazdowa na polskich drogach, niech sam sprawdzi. Tylko niech nie zabiera żony.

Są ludzie, którzy podejmują podobne eksperymenty na drogach urzędniczych, np. w zakresie pozyskania dotacji europejskich, założenia firmy, złożenia pozwu sądowego itp. Czasami ktoś wierzy, że policja przyjedzie na czas albo że straż miejska nie ma nic innego

do roboty, jak tylko pilnowanie porządku. Niektórzy przedsiębiorcy próbują nawet uczciwie prowadzić interes, nie kombinować z podatkami. Wszystkie te eksperymenty dają ten sam wynik 50 km/godz. Kiedyś była taka metoda „władzy”: utrzymywać całkiem nierealne przepisy, żeby w dowolnym momencie można było złapać, kogo się chce. Komu to dzisiaj służy? Moim zdaniem cała ta fikcja to przejaw kompletnej dezorganizacji państwa, a wszystkie urzędy pracują na niby i w przypadkowy sposób dobierają sobie tematy uzasadniające ich istnienie. Nikt nie ma chyba wątpliwości, że np. stwierdzenie „kierowcy są niezdyscyplinowani” jest bardzo wygodne dla policji, podobnie jak dla innych urzędów mówiących o rolnikach, przedsiębiorcach, obywatelach. Wszyscy też wiedzą, jakimi drogami naprawdę „chodzą sprawy”.

Nie wiem, na ile różnimy się w tym od innych krajów europejskich, ale faktem jest, że nasz 40-milionowy naród, skoncentrowany na poszukiwaniu dróg protekcji i dojsć, zapomniał o prawdziwych drogach rozwoju i od dawna nie zdołał wnieść niczego istotnego do światowego dorobku technicznego. Kilka mizernych stoisk na targach, gdzie obecnych było 6000 wystawców, świadczy o tym, że polski odcinek drogi do Hanoweru jest wciąż nieprzejezdny.

Tymczasem mamy Międzynarodowe Targi Poznańskie i nową formułę targów czerwcowych pod nazwą „Innowacje Technologie Maszyny”. Jest to przejaw starań zarządu targów o dopasowanie oferty wystawienniczej do dzisiejszych wymagań. Redakcja „Pneumatyki” dostrzega te starania i popiera ideę utrzymania dużych targów przemysłowych w Poznaniu, niezależnie od doskonale rozwijających się targów specjalistycznych w kilku innych miejscach w Polsce. Będziemy więc w Poznaniu od 20 do 23 czerwca wraz z grupą firm z naszej branży już drugi raz zorganizowaną w postaci kompleksu stoisk „PNEUMA” w pawilonie 5. Odbywać się tam będą seminaria i dyskusje branżowe. Zapraszamy wszystkich zainteresowanych.

Zdzisław Chrapkiewicz

Pneumatyka

REDAKCJA

Zdzisław Chrapkiewicz
(redaktor naczelny)
Katarzyna Wilczyńska
Marcin Kluziak
Edyta Wirt

Skład:

Wydawnictwo Lektorium

Komitet Naukowo-Techniczny:

prof. nadzw. dr hab. inż.
Łukasz N. Węsierski
prof. dr hab. inż.
Tadeusz Mikulczyński
prof. nadzw. dr hab. inż.
Mariusz Olszewski
prof. dr hab. inż.
Franciszek Siemieniako

ADRES REDAKCJI

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

WYDAWCA

Wydawnictwo Lektorium
Kierownik Wydawnictwa:
Mariusz Makulski
Dział Prenumeraty:
Elżbieta Stasińko

ADRES WYDAWCY

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

DRUKARNIA

Hector

PRENUMERATA

Warunkiem przyjęcia zamówienia jest otrzymanie potwierdzenia dokonania wpłaty. Należność prosimy wpłacać przelewem lub przekazem pocztowym na konto Wydawnictwa Lektorium Bank Przemysłowo-Handlowy PBK SA w Krakowie, III Oddz. we Wrocławiu 95106000760000409910133389

Prenumeratę przyjmują:

Wydawnictwo Lektorium, RUCH SA,
SIGMA-NOT Sp. z o.o., KOLPORTER SA

Zlecenia na ogłoszenia i reklamy prosimy kierować pod adresem wydawcy. Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych.

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

Boge Kompressoren. Trendy i nowości Hannover 2005	10
--	----

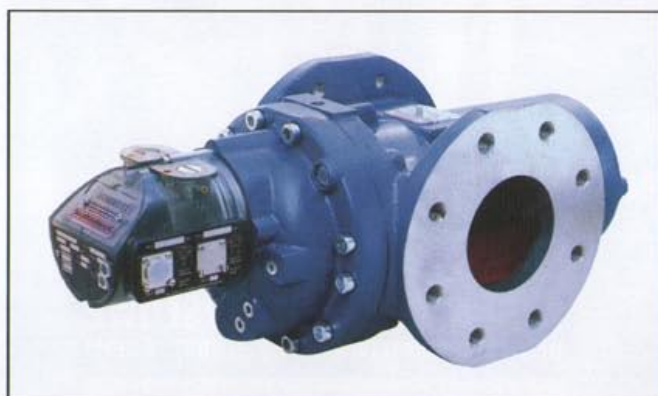


System TRANSAIR – sposób na prawdziwe oszczędności	15
---	----



Branża pneumatyczna w Polsce. Województwa łódzkie i opolskie (zestawienie)	18
Jeżeli czujemy potencjał, to działajmy! (wywiad)	20
Kompleksowy system informacyjny dla pneumatyki i hydrauliki	22

Na dobry i zły czas	24
Gardner Denver Wittig GmbH na ComVac Hanower 2005	25
Aerzen Polska S.A.	28



Udarowe badanie osłon obrabiarek	30
Pneumatyczny generator dowolnych sygnałów ciśnieniowych	33
Techniki wytwarzania sprężonego powietrza cz. IV Sprężarki promieniowe	36
Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w identyfikacji serwonapędu pneumatycznego	40
Modelowanie i programowanie dyskretnych procesów produkcyjnych – metoda Grafcet	46
30 lat spotkań z pneumatyką	51
Badania strumienia generowanego w szczelinie promieniowej	56



WIBRATORY PRZEMYSŁOWE

przedstawicielstwo firmy Netter GmbH

Pozostałe technologie materiałów sypkich w naszej ofercie to PULSATORY PNEUMATYCZNE I POROWATE SPIEKI PRZEPUSZCZALNE

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

Przedsiębiorstwo Handlowe 45-325 Opole, ul. Światowida 6, tel. (077) 455 97 02, fax (077) 455 97 03, e-mail: info@elem.com.pl

ELEM® autoryzowany dystrybutor
 firmy Walter oferuje

ŻELIWNE KOMPRESORY

WALTER

- NOWOCZESNE GŁOWICE
- DŁUŻSZA ŻYWOTNOŚĆ
- WYSOKA WYDAJNOŚĆ
- ZMNIJSZONY HAŁAS
- OPTYMALNE CHŁODZENIE GŁOWICY



doradztwo techniczne
 tel. 0601 44 29 00

NOWOŚCI TECHNICZNE

Zawory kulowe sterowane pneumatycznie

Niemiecki producent armatury pneumatycznej; firma Riegler, której reprezentantem na rynku polskim jest Pneumat System z Wrocławia, wprowadził do swojej oferty pełną gamę zaworów kulowych sterowanych pneumatycznie, umożliwiając klientom precyzyjny dobór zaworu w zależności od potrzeb i stosowanych aplikacji.

Główne zalety zaworów tego typu:

- brak elementów iskrzących mogących spowodować wybuch,
- możliwość stosowania w środowiskach agresywnych chemicznie,
- możliwość sterowania zaworem nawet z odległego miejsca,
- duże przepływy,
- duża odporność na zabrudzenia i uszkodzenia mechaniczne,
- szeroki zakres ciśnień i temperatur pracy,
- krótki czas reakcji od momentu zadania sygnału pneumatycznego do momentu zadziałania siłownika,



- niska cena w porównaniu z elektrozaworami w wykonaniu EEx,
- możliwość ręcznego przesterowania zaworu w przypadku braku sprężonego powietrza,
- stosunkowo małe gabaryty,

Osuszacze membranowe Atlas Copco

Atlas Copco w celu osuszenia sprężonego powietrza oprócz osuszaczy ziębniczych i adsorpcyjnych wprowadza technologię osuszaczy membranowych. Osuszacze membranowe SD są idealnymi urządzeniami w przypadku małych powierzchni oraz w przypadku konieczności zintegrowania osuszacza ze sprężarką. Osuszacze SD są niezawodne w trudnych warunkach roboczych i w przypadku nietypowych zastosowań.



Seria osuszaczy membranowych SD Atlas Copco gwarantuje osiągnięcie założonej wartości punktu rosy przy minimalnym zużyciu energii. Unikalna i supernowoczesna technologia włókien oraz konstrukcja osuszacza minimalizują opory powstające w trakcie przepływu powietrza. Ilość powietrza wykorzystywana do regeneracji systemu została ograniczona do minimum dzięki czemu osiągnięta została minimalna wartość spadku ciśnienia. Osuszacze membranowe SD w wielu elementach przewyższają obecne na rynku osuszacze ziębnicze i adsorpcyjne. Pracują przy różnych wartościach temperatury wlotowej i otoczenia. Cechuje je cicha, spokojna praca. Odporne są na drgania i mają podwyższoną odporność na korozję. Seria osuszaczy SD jest doskonałym rozwiązaniem dla użytkowników dysponujących ograniczoną powierzchnią roboczą. Idealnie nadaje się do zintegrowania ze sprężarką i do zastosowań nietypowych.



BOGE
KOMPRESSOREN

JAKOŚĆ KTÓRA PRZEBIJA

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

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

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



Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN



Parker Store

Kompleksowy serwis hydrauliki siłowej i pneumatyki



- Kompletna oferta najwyższej jakości produktów Parkera:
 - hydraulika siłowa
 - pneumatyka
 - elementy złączne
 - filtracja
 - zawory przemysłowe
- Serwis na miejscu – błyskawiczne wykonywanie przewodów hydraulicznych
- Profesjonalne doradztwo techniczne
- Ogólnodostępna literatura fachowa

anything Parker Possible.

Adresy sieci sklepów Parker Store na terenie kraju na stronie:
www.parker.com/pl

Parker Hannifin Sp. z o.o.
ul. Równoległa 8, 02-235 Warszawa, tel. (22) 573 24 00, warszawa@parker.com
ul. Stargardzka 5, 54-156 Wrocław, tel. (71) 784 53 20, wroclaw@parker.com
ul. Unii Lubelskiej 3, 61-249 Poznań, tel. (61) 878 33 66, poznan@parker.com

TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

LIDER TECHNOLOGII



ALUP

Kompressoren

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

Oddziały Techniczno-Handlowe:

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

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

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



ALLEGRO 100
553 l/min

ALUP
Kompressoren

www.kompress.com.pl

AIRPRESS

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

www.airpress.pl



nasza oferta:

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

**Autoryzowani dystrybutorzy
AIRPRESS w Polsce:**



FRIPOL

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

PNEUMAPOL

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

THERMONT

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



**Najwyższa jakość
powietrza pod kontrolą!**

Targi Nauki i Techniki TECHNICON Gdańsk 19-21.10.2005

Międzynarodowe Targi Gdańskie zapraszają producentów, konstruktorów, kooperantów i projektantów do udziału w Targach Nauki i Techniki TECHNICON, które odbędą się w dniach 19-21 października 2005 r.

Technicon to znacznie więcej niż dotychczasowe targi Napędy i Sterowanie oraz Elektroinstalacje. To nowe targi wzbogacone o zagadnienia związane z mechatroniką, automatyką, robotyką oraz technologiami informatycznymi.

Targi Technicon otwierają nieocenione możliwości nawiązania współpracy w sferze produkcji, kooperacji, handlu oraz współpracy między ośrodkami naukowymi a przemysłem. Imprezę uatrakcyjnia rozszerzona formuła oraz liczne seminaria i konferencje.

Organizator pragnie zwrócić szczególną uwagę na promocję małych i średnich przedsiębiorców, młodych naukowców, inżynierów i techników.

Partnerzy: Politechnika Gdańska, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Stowarzyszenie Inżynierów i Mechaników Polskich.

Więcej informacji znajdą Państwo na stronie:

www.technicon.mtgsa.pl

Zakres tematyczny targów

- Napędy i Sterowanie,
- Elektroenergetyka
- Mechatronika
- Automatyka i Robotyka
- Technologie informacyjne

Nowa generacja zespołów przygotowania powietrza AS2

Firma Bosch Rexroth wprowadziła na rynek serię zespołów przygotowania powietrza AS2. Nowa, modułowa wersja zespołów spełnia wszystkie wymagania dotyczące bezpieczeństwa, obsługi i eksploatacji maszyn zgodnie z europejskimi normami. Zawiera:

- osłony zabezpieczające zbiorniki na kondensat i olej,
- mechaniczne zabezpieczenie zaworu odcinającego przed przypadkowym włączeniem,
- regulowany zawór miękkiego startu,
- urządzenie do automatycznego uzupełniania oleju w smarownicy bez konieczności zamykania dopływu sprężonego powietrza,
- automatyczny spust kondensatu,
- czujnik poziomu oleju,
- mikrofiltry oraz filtry standardowe o porowatości 5 mikronów,
- przełącznik ciśnienia,
- elektropneumatyczny zawór odcinający dopływ sprężonego powietrza do układu w przypadku awarii,
- przyłącza 1/8" – 3/8",
- niewielki ciężar.

Zalety techniczne oraz bardzo dobre parametry przepływu sprawiają, że zespoły przygotowania powietrza AS2 cieszą się coraz większym zainteresowaniem na polskim rynku. Już wkrótce osiągalny będzie pełny zakres przyłączy od 1/8" do 1". Szersze informacje dostępne na stronie:

www.boschrexroth.pl

OGŁOSZENIE

aircom

Firma Aircom srl, producent rurociągów i armatury aluminiowych oraz z tworzyw sztucznych do sprężonego powietrza i mediów chłodniczych o średnicach $\phi 20$ ÷ $\phi 110$, poszukuje dystrybutorów regionalnych oferujących i produkty i know-how, w oparciu o ceny fabryczne.

Kontakt poprzez e-mail: wh@powietrze.com.pl

Automaticon 2005

Kolejny raz warszawskie targi AUTOMATICON (5-8 kwietnia) odniosły sukces. Była to już 11 edycja tych corocznych targów i wciąż widoczny jest ich dynamiczny rozwój pod względem liczby wystawców. Tym razem wykorzystana już była cała powierzchnia Centrum Wystawowego Expo XXI wynosząca ponad 10 tys. m². Frekwencja, co zrozumiałe, była nieznacznie mniejsza niż w roku ubiegłym, gdyż czas trwania targów zbiegł się z dniami żałoby narodowej po śmierci Jana Pawła II. Spowodowało to również skrócenie targów do 3 dni. Wyraźnie widać, że targi te pełnią pierwszoplanową rolę w dziedzinie automatyki, robotyki, systemów sterowania, co można przypisać udanemu połączeniu zespołu organizującego składającego się z Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP i firmy MVM Sp. z o.o. W systemach automatyki występuje często pneumatyka i dlatego obserwujemy te targi z dużym zainteresowaniem. Wśród 250 wystawców produkty z zakresu z pneumatyki oferowało tym razem kilkanaście firm. Część z nich uwidocznił jest na załączonych zdjęciach. Wszystkim zainteresowanym gorąco polecamy te targi, a firmy, które chciałyby wystąpić w przyszłym roku w roli wystawców, powinny o tym pomyśleć ze znacznym wyprzedzeniem, gdyż zapewne chętnych będzie więcej niż miejsc. Następne targi odbędą się w dniach 21-24 marca 2006.



OGŁOSZENIE

Europejski lider produkcji agregatów sprężarkowych o mocy 3-132 kW oraz filtrów i osuszaczy, z ponad 50-letnią tradycją poszukuje dystrybutora na teren woj. Mazowieckiego, podlaskiego oraz lubelskiego. Prosimy o zgłaszanie się najpóźniej do 30.07.2005 drogą elektroniczną na adres: dystrybucja@rok.pl

PROFESJONALNA TECHNIKA WARSZTATOWA



MAR Sp.j.,
ul. Łodziańska 26, 91-604-Łódź
tel. (42) 659 70 04, 659 90 57
fax (42) 659 90 58
e-mail: mar@arges.pl, www.mar.arg.pl

KOMPRESOR SERVICE
90-531 Łódź, ul. Wólczańska 210
tel. (042) 636 66 26, (042) 637 04 87
e-mail: kompresor@home.pl



Autoryzowany dealer:



- ▣ Kompresory: tłokowe, śrubowe, spalinowe
- ▣ Uzdatnianie sprężonego powietrza
- ▣ Produkcja zaworów

www.kompresor.home.pl

Boge Kompresory

Trendy i nowości Hannover 2005

Targi wciąż jeszcze są szczególną szansą nawiązania kontaktu. Klienci mogą tu zweryfikować zaufanie do produktu, przedsiębiorstwa, marki. Producenci zaskakują klientów nowościami, prezentowanymi najczęściej właśnie podczas targów. Ponadto targi są dla producentów okazją do sondowania życzeń i potrzeb użytkowników.

Firma BOGE konsekwentnie realizuje swój program: od produkcji sprężarek po dostawę całych systemów sprężonego powietrza. BOGE chce stanowić pierwszy wybór, jakiego klient dokona w poszukiwaniu opłacalnego zaopatrzenia w sprężone powietrze. Podczas targów odwiedzający mogli się przekonać, że BOGE ma do tego żłk! To i obiecujące perspektywy na rynku sprężonego powietrza pozwalają fabryce z Bielefeld z optymizmem patrzeć w przyszłość!

Poniżej przedstawiamy niektóre z rozwiązań, które zostały zaprezentowane podczas tegorocznych targów w Hannoverze.

Nowe sterowniki maszyn

Czas sterowników PRIME

BASIC dla podstawowych potrzeb, RATIO dla podwyższonego komfortu sterowania i PRIME jako najlepszy sterownik. Systemy sterowania i kontroli BOGE są przystosowane pod kątem potrzeb użytkowników na miejscu. Sterowanie sprężarkami BOGE może się odbywać na trzech różnych poziomach komfortu – zawsze na wysokim poziomie technicznym mając na celu najwyższą możliwą efektywność. Podstawowy BASIC

- 5 parametrów na głównym wskaźniku
- segmentowy wskaźnik w postaci symboli (wyświetlacz ciekłokrystaliczny)
- sensory ciśnieniowe (zamiast przełączników)
- możliwość uaktualnienia oprogramowania na miejscu
- programowalny poprzez podanie kodów
- automatyczny tryb ochrony przed mrozem
- komunikaty o zakłóceniach pracy i konserwacji
- automatyczny restart.

Rozsądny RATIO dodatkowo wyposażony w:

- zdalne załączanie i wyłączanie
- kontrolę przygotowania sprężonego powietrza
- sensor ciśnienia systemowego
- pamięć pierścieniową (ostatnie 30 komunikatów)
- beznapięciowe styki: komunikaty o zakłóceniach pracy i konserwacji oraz stan pracy.

Najlepszy PRIME

- możliwe do wywołania pozostałe parametry robocze
- podświetlany wyświetlacz ciekłokrystaliczny (320×240 mm)



Fot. 1 Nadrzędny sterownik, sterujący pracą do 16 sprężarek

z określoną orientacją pikseli, komunikaty wyświetlane w postaci tekstu

- 2 złącza RS 485
- graficzny wskaźnik schematu obiegu (dowolnie skalowany)
- dodatkowe wskaźniki na życzenie
- wskaźnik punktu rosy.

Nowe sterowniki nadrzędne

Jeden za wszystkich: sterowanie nadrzędne Trinitry
Nowy sterownik nadrzędny Trinitry steruje pracą do trzech sprężarek różnej wielkości i rodzaju na zasadzie przełączania obciążenia podstawowego. Może on być zabudowany w szafie rozdzielczej lub dostarczony osobno do zamontowania na ścianie.

Aktualne ciśnienie sieci można odczytać za pomocą sensora ciśnieniowego. Po wprowadzeniu maks. i min. wartości ciśnienia wszystkie inne pośrednie wartości ciśnienia obliczane są automatycznie.



Fot. 2 Sprężarka śrubowa SDF 60-2 z wbudowanym przetwornikiem częstotliwości i osuszaniem ziębniczym



Fot. 3 Sprężarka śrubowa ze sprężaniem bezolejowym, chłodzona powietrzem i ze sterowaną częstotliwościowo regulacją wentylatorów dla chłodnic pośredniej i końcowej

Zaprogramowana cykliczna zmiana głównego obciążenia umożliwia równe obciążenie wszystkich sprężarek w założonym czasie. To przynosi również korzyści w zakresie konserwacji sprężarek. Trinitry zapewnia równomierne obciążenie sprężarek, a to oznacza obniżenie nakładów na ich serwisowanie. Do wyboru różnych czasów załączania służy 26 kanałów, z dowolnie dobieranymi priorytetami (z uwzględnieniem wyłączeń, np. nocą lub na weekendy). Tym samym pojawiają się dodatkowe możliwości zaoszczędzenia energii.

Inteligentne powietrze: sterowanie airtelligence dla wielu sprężarek

Sterowanie airtelligence stwarza nową możliwość, dzięki której proces wytwarzania sprężonego powietrza będzie jeszcze bardziej inteligentny, efektywny i przejrzysty. Wygodne narzędzia sterujące organizują zaopatrzenie w sprężone powietrze na nieznanym dotąd poziomie. Airtelligence wyznacza nowe kierunki w obszarze opłacalności, niezawodności i dyspozycyjności urządzeń sprężonego powietrza. Sterownik optymalizuje pracę poszczególnych elementów układu. Nawet 16 sprężarek pracuje pod kontrolą efektywnie i przejrzysto. Znacząco spada łączne zużycie energii. Każdorazowo idealnie skonfigurowane równomierne obciążenie poszczególnych sprężarek sprawia, że wyraźnej redukcji ulegają nakłady na konserwację. To jest możliwe: przesyłanie komunikatów o zakłóceniach i konserwacji na telefon komórkowy, zewnętrzna wizualizacja danych o pracy sprężarki na komputerze osobistym, otrzymywanie danych poprzez serwer sieci. Zalety inteligentnego sterowania airtelligence były „zarobkiem” prezentowane na targach w Hannoverze pod hasłem „Sprawdźcie swój poziom aQ!” (poziom airtelligence).

Na łące czy na pustyni?

Kompletne stacje sprężonego powietrza w kontenerach są coraz bardziej cenione przez klientów. Wymagają minimum miejsca i wszędzie znajdują zastosowanie. BOGE dostarcza je kompletne, pod klucz. Ze sprężarką, osuszaczem, mikrofiltrami, zbiornikiem wyrównawczym, szafą rozdzielczą, podgrzewaniem, oświetleniem itd.

Optymalne wydajności

W ramach konsekwentnego rozwoju produktu, BOGE wprowadza drugą generację sprężarek śrubowych z wtryskiem olejowym, np. S90-2, sprężarkę śrubową z silnikiem 65 kW i z wyższą o ponad 8% wydajnością.

Kolejne SO: nowa seria sprężarek bezolejowych

Od 1994 r. seria sprężarek bezolejowych SO z sukcesem sprzedaje się na całym świecie. Ich i tak wysoka skuteczność mogła znacząco wzrosnąć dzięki konstrukcyjnym innowacjom. W przedziale mocy od 75 do 145 kW BOGE uzupełniło program produkcji o pięć modeli z chłodzeniem powietrzem. Modele chłodzone powietrzem również są wyposażone w sprawdzony i ceniony system naciągu pasów klinowych GM, co zapewnia optymalne napięcie pasów w każdej fazie pracy sprężarki. Przy ciśnieniu maks. 8 i 10 barów, typy SO-A 100, 125, 151, 181 i 200 osiągają wysokie wydajności – od 9,9 m³/min do 22,4 m³/min. A są wyraźnie cichsze!



Fot. 4 Na łące czy na pustyni? Sprężone powietrze z kontenera to żaden problem!

Na targach BOGE, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom użytkowników, zaprezentowało typoszereg sprężarek z najnowszym sterownikiem PRIME i wbudowanym przetwornikiem częstotliwości, oszczędzającym energię dzięki regulacji ilości obrotów, stosownie do potrzeb klienta. **Jeszcze więcej oszczędności – z wbudowanym przetwornikiem częstotliwości**

Ekonomiczne wytwarzanie sprężonego powietrza, opłacalna regulacja częstotliwości i efektywne osuszanie powietrza na najmniejszej powierzchni: to oferuje np. nowa SDF 60-2 lub SDF 24-2. Zintegrowana budowa istotnie redukuje koszty inwestycji. Jeszcze łatwiej wykonać krok w kierunku regulacji częstotliwości oszczędzającej energię. Inteligentne dopasowywanie się wydajności do zmieniającego się zapotrzebowania pozwala zaoszczędzić na kosztach energii. To się po prostu opłaca! Dzięki elastycznej regulacji wydajności od 25% do 100% nowe modele pokrywają zakres mocy do 75 kW, ciśnienie maks. opcjonalnie 8, 10 i 13 barów.

Nowa konfiguracja oznacza jeszcze niższe nakłady inwestycyjne, dzięki którym oszczędza się energię. Korzyści cenowe, wynikające z zastosowania rozwiązań zintegrowanych, mogą wynieść nawet 15%.

Artykuł promocyjny
Boge Kompressoren



Oblicze innowacji

Kompleksowa filtracja sprężonego powietrza





Czyste sprężone powietrze

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



TARGI

Hannover Messe 2005

W dniach 11-15 kwietnia w Hanowerze odbyły się kolejne światowe targi przemysłowe. Imponujące są liczby: 6 090 wystawców z 65 krajów, 205 100 m² powierzchni wystawienniczej w 24 halach, 205 000 zwiedzających, wśród których, wg oficjalnych danych, udział fachowców wyniósł 96%. Związek Niemieckich Producentów Maszyn i Urządzeń Przemysłowych (VDMA) stwierdził: Niezwykle wysokie, od lat nie obserwowane ożywienie zainteresowań inwestorów i konkretne rozmowy targowe pozwalają na optymistyczną ocenę...”

Ta impreza targowa, jedna z największych na świecie, postrzegana jest przez polityków także jako światowe forum polityki gospodarczej. W tym roku gościem honorowym targów była Federacja Rosyjska z W. Putinem i ze 150 wystawcami na 6600 m², którzy przedstawili rosyjską ofertę z dziedziny lotnictwa, energetyki, pojazdów, maszyn, technologii materiałowych i laserowych. Podpisano 8 długoletnich kontraktów dotyczących współpracy rosyjsko-niemieckiej wartości kilkunastu miliardów euro. Strach pomyśleć, że dzieje się to znowu ponad naszymi głowami. Polska, bowiem, niewiele się tam liczy.

Targi były połączeniem 11 wiodących targów branżowych, w tym premierowej edycji „ComVac- międzynarodowych targów techniki Sprężonego Powietrza i Techniki Próżniowej, w których uczestniczyło 157 wystawców i z których kilka fotografii zamieszczamy obok. Według





zgodnej opinii wielu specjalistów, dominowały „stare” sprawdzone i doprowadzone do doskonałości rozwiązania konstrukcyjne. Oferta większości producentów zmierzała do poszerzenia gamy produktów, kompleksowości i elastyczności całych systemów sprężonego powietrza i optymalizacji uwzględniającej ekonomię i ochronę środowiska.

Cechą charakterystyczną było też pojawienie się obok renomowanych producentów, dużej liczby firm mniej znanych, oferujących produkt stosunkowo tani, choć oczywiście mniej zaawansowany technicznie. Niezmiennie jednak to, co jest sercem każdej sprężarki - stopień sprężający, jest wytwarzany przez kilku zaledwie producentów. W zakresie sprężarek śrubowych dominują tu Atlas Copco, GHH, Kaeser, Rotorcomp, sprężarki łopatkowe zaś były oferowane przez Pneumofore, Mattei i Wittiga. Nie zabrakło oferty sprężarek wysokociśnieniowych np. J.P Sauer & Sohn czy BAUER Compressoren i turbosprężarek oferowanych np. przez Coopera i Gardner Denver.

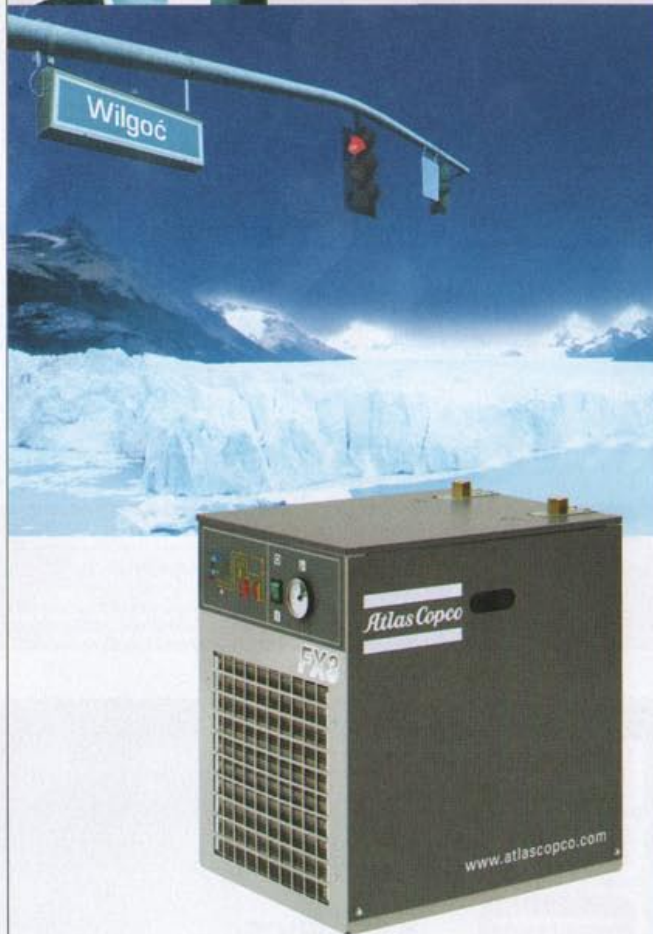
Ogólne wyczuwało się oczekiwanie na nowy boom inwestycyjny, szczególnie w krajach wschodniej i centralnej Europy.



Oblicze innowacji



Osuszacze ziębnicze



Sprężone powietrze bez wilgoci

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

Atlas Copco

Powietrze. Na całym świecie.

**Gardner
Denver**



Najsprawniejsi.

Wszyscy tak mówią. Tylko my udowadniamy.

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

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

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

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

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



KATOWICE 2005



KATOWICE
MIĘDZYNARODOWE
TARGI GÓRNICZWA
ENERGETYKI
I METALURGII



**REKORDOWA
LICZBA WYSTAWCÓW**

**ŚWIATOWA PRÉZENTACJA
OSIĄGNIĘĆ PRZEMYSŁU CIĘŻKIEGO**

**7 WRZEŚNIA
KONFERENCJA POD AUSPICJAMI
ŚWIATOWEGO KONGRESU GÓRNICZEGO**

KATOWICE 6-9.09.2005

Międzynarodowe Targi Katowickie Sp. z o.o.
ul. Bytkowska 1b, 40-955 Katowice,
tel. (32) 78-99-194, 78-99-192,
fax (32) 254-02-27, 258-89-19
e-mail: katowice@mtk.katowice.pl

www.katowice.mtk.katowice.pl

MTK

Główny patronat medialny

NOWY PRZEMYSŁ

Patronat medialny

**napędy
i sterowanie**

transport

Pneumatyka
DZWIĘSIĘCIENNIK

System TRANSAIR

– sposób na prawdziwe oszczędności

Realizując inwestycję dotyczącą sprężonego powietrza, trzeba często wybierać sprężarkę i system rurociągów spośród wielu ofert różniących się ceną.

Należy się przy tym liczyć z tym, że wybór rozwiązania najtańszego prowadzi zazwyczaj w dalszej perspektywie do zwiększonych kosztów eksploatacji. Pomimo iż w wielu firmach sprężone powietrze traktuje się, jakby było dostępne za darmo, w rzeczywistości jest ono bardzo drogie. Z jednej strony do jego wytworzenia potrzeba dużo energii elektrycznej do zasilania sprężarek, z drugiej natomiast nieefektywny system rozpraszający może powodować, że znaczna jego część zostanie utracona.

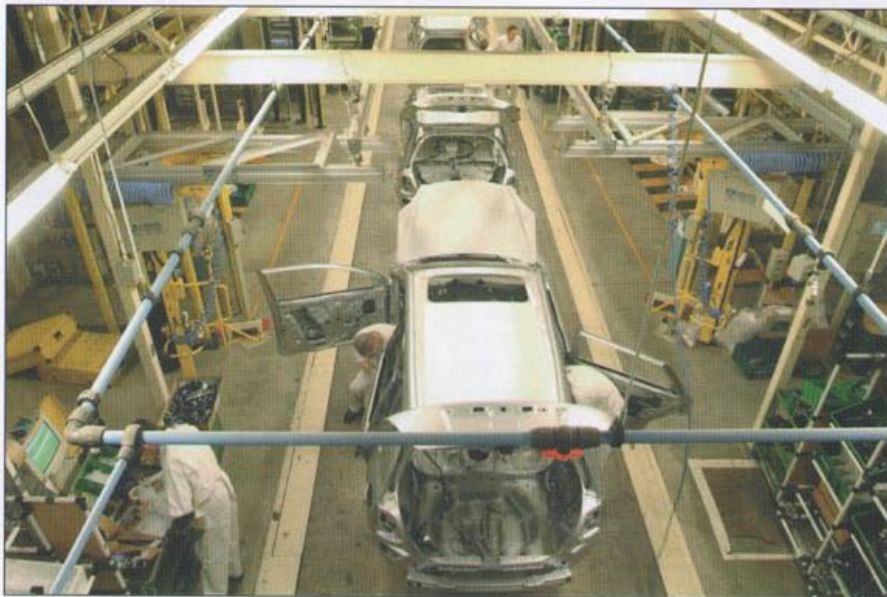
Szacowanie kosztów długoterminowych

Metody wyliczeniowe długotrwałych cykli eksploatacyjnych pozwalają użytkownikom analizować skutki ich decyzji dotyczących zakupu. Okazuje się, że firmy, które wcześniej nie przyglądały się dokładnie kosztom systemu sprężonego powietrza, są bardzo zaskoczone tym, jak duże jest przy zużyciu energii.

Metoda Szacowania Kosztów Długoterminowych może być więc przydatnym narzędziem pozwalającym uniknąć poważnych błędów. Dzięki niej uwzględnia się nie tylko koszty związane z zakupem wyposażenia, ale przede wszystkim z całym okresem jego eksploatacji. Umożliwia upewnienie się, że decyzje podejmowane z uwzględnieniem wymagań ekologicznych są również optymalne ekonomicznie.

Zgodnie z ostatnim raportem „Sprężone powietrze w Unii Europejskiej” należy brać pod uwagę trzy ważne czynniki:

- Koszty inwestycji. Cena zakupu komponentów systemu i koszt ich instalacji,



Fot. 1 Rurociągi TRANSAIR nad linią produkcyjną Hondy

lacji, a także wszelkich procesów towarzyszących, jak chłodzenie i wentylacja.

- Koszty obsługi. Wymiana zużytych komponentów, materiałów eksploatacyjnych, jak np. filtry oleju, oraz koszty pracy personelu obsługującego. Koszty obsługi mogą być trudne do oszacowania, ponieważ zwykle nie są księgowane osobno dla systemu sprężonego powietrza.
- Koszty energii. Suma rocznych kosztów energii elektrycznej zużywanej przez system pomnożona przez liczbę lat eksploatacji. Koszty energii będą zawierały energię do napędu sprężarek.

Wymieniony raport UE (dostępny w Legris TRANSAIR) zawiera użyteczną formułę do wyliczania kosztów energii.

Kalkulacja kosztów związanych z pełnym cyklem eksploatacji bazuje na początkowym koszcie inwestycji i na rocznym energii, uwzględnia udział zmiennych kosztów obsługi, sprawność silników, godziny pracy, wzrost kosztów energii oraz czas pracy w różnych stanach obciążenia.

Szacowanie Kosztów Długoterminowych może służyć jedynie jako przykład dla typowych aplikacji sprężonego powietrza, ale wszystkie elementy

wskazują na decydujące znaczenie kosztów energii – zwykle ponad 75% całkowitych kosztów eksploatacji. Jasne jest więc, że systemy, w których ta energia jest najlepiej wykorzystywana, mają największą szansę pracy przy zredukowanych kosztach.

Honda wybiera TRANSAIR

Instalacja prawie dwóch kilometrów sieci rurociągów sprężonego powietrza, niezbędnego przy większości operacji w montowni samochodów, nie jest możliwa bez dokładnego przemyślenia i planowania na przyszłość.

Kiedy Honda – producent samochodów, potrzebowała tego rodzaju instalacji w ramach rozbudowy (za 130 mln funtów) jednej z największych fabryk w Europie, projektanci, uwzględniając wiele istotnych parametrów, wybrali system TRANSAIR firmy Legris. Oprócz efektywności ekonomicznej, terminowości i jakości Honda chciała mieć pewność, że firmy instalacyjne nie będą kolidować z innymi podwykonawcami.

Rurociągi musiały być zamontowane nad liniami produkcyjnymi, zanim te były ukończone. To wymagało systemu, który może być szybko adaptowany



Fot. 2 Na wspólnych ramach zawieszono jest zasilanie elektryczne, oświetlenie i zasilanie w sprężone powietrze

wany do zmieniających się warunków podczas instalowania, kiedy trwają inne prace. Instalacja już zamontowana musi też być łatwa do modyfikacji i rozbudowy w przyszłości, w miarę zmieniających się potrzeb. W tych warunkach tradycyjne rurociągi metalowe galwanizowane, wymagające połączeń gwintowych, nie były wystarczająco atrakcyjne.

Zasadnicze wymagania

Sprężone powietrze jest niezastąpione przy produkcji samochodów, więc dla Hondy sprawą zasadniczą jest czyste, wydajne zasilanie, zwłaszcza że docelowa zdolność produkcyjna nowej fabryki ma wynosić 250 000 samochodów rocznie.

W nowej fabryce pracują jednocześnie dwie sprężarki, dostarczając do 7500 cfm (stopy sześciennego na min) powietrza za pośrednictwem ośmio-calowych stalowych przewodów tworzących główny pierścień zawieszony pod sufitem hali produkcyjnej. Wydajność sprężarki może być zwiększona do 20 000 cfm.

Zadanie polegało na doprowadzeniu sprężonego powietrza do działu spawania i działu montażu, co odbyło się przez wykonanie odprowadzeń od głównego pierścienia instalacji rurami systemu TRANSAIR średnicy 40 mm i utworzeniu podpórki bezpośredniej nad obszarami produkcyjnymi.

Z kolei zasilanie narzędzi i maszyn następuje za pomocą przewodów spiralnych.

Oprócz prawie dwóch kilometrów rurociągów TRANSAIR łączonych

szybkoszczelnymi, projekt wymagał indywidualnych odprowadzeń do ponad 300 punktów odbioru i instalacji ok. 80 zaworów kulowych.

Dla nowych obszarów spawania i montażu w Hondzie szczególnie istotne znaczenie miały takie cechy systemu TRANSAIR, jak: szybkość montażu i modyfikacji oraz wymiennosc modułów.

W obszarze spawania został zainstalowany pojedynczy ciąg TRANSAIR długości ok. 200 m, z odprowadzeniami do 42 punktów przyłączeniowych dla maszyn i narzędzi. Ten system może być odcięty za pomocą sześciu zaworów kulowych TRANSAIR.

W tym obszarze bardzo ważną rolę odegrało unikatowe rozwiązanie systemu TRANSAIR – złącze odprowadzające tzw. łabędzia szyja, które pozwala na połączenia zarówno w pozycji pionowej, jak i poziomej, zapewniając przy tym zabezpieczenie przed przedostawaniem się kondensatu do punktu odbioru powietrza.

Łabędzia szyja to pojedynczy element, który wraz z podwójną obejmą mocującą zastąpił stosowany w Hondzie układ czterech kolanek i podobne rozwiązanie. Oprócz zmniejszenia kosztów, czasu wykonania i liczby elementów, mocowanie to zapewnia większą niezawodność i sprawność, gdyż w tym układzie mniej jest miejsc, gdzie mogłyby się pojawić nieszczelności.

Po przemieszczeniu z obszaru spawania do lakierni karoserii samochodów trafiają na linię montażu, gdzie są zamieniane w gotowe, działające samochody.

Tutaj prawie wszystkie operacje opierają się na użyciu zasilanych sprę-

żonym powietrzem ręcznych narzędzi pneumatycznych, zaopatrywanych z 12 podpórki TRANSAIR długości od 5 do 120 m.

TRANSAIR jest tu stosowany do wykonania pionowych odprowadzeń z głównego stalowego pierścienia pod dachem hali do poziomych podpórki. Ten poziom wykonany jest z mocnych i superlekkich rur aluminiowych średnicy 40 mm, montowanych na metalowych ramach bezpośrednio nad liniami produkcyjnymi. Te ramy podtrzymują również pozostałe instalacje, jak oświetlenie i zasilanie elektryczne. Duża liczba pionowych odprowadzeń z głównego pierścienia gwarantuje, że każde stanowisko jest prawidłowo zasilane w sprężone powietrze.

Jakość

Jakość sprężonego powietrza i systemu jego transportu ma pierwszorzędne znaczenie dla Hondy, gdyż – przy 18-godzinnym dwuzmianowym dniu pracy – firma dopuszcza jedynie trzyminutowe zatrzymanie. Powietrze jest filtrowane w każdym punkcie, gdzie przepływa z głównego pierścienia do systemu TRANSAIR, przy czym filtr połączony jest z regulatorem ciśnienia.

Poszukiwania Hondy dotyczące systemu rurociągów sprężonego powietrza spełniające wszystkie wymagania obejmowały różne techniki: od tradycyjnych rurociągów galwanizowanych do szybkoszczelnego systemu aluminiowego TRANSAIR.

Technicznie, oprócz wymagań co do przepustowości, jedynym dopuszczalnym rozwiązaniem był system wolny od silikonu ze względu na proces lakierowania.

Korzyści

Kiedy zespół projektowy rozbudowy zakładów oceniał pracę systemu TRANSAIR, uznał, że przyspieszenie instalacji i modyfikacji przynosi korzyści zarówno krótkoterminowe, jak i długoterminowe.

Wizyty u innych użytkowników tego systemu potwierdziły wszystkie jego zalety i ostatecznie TRANSAIR okazał się lepszy od innych.

Ze względu na różne harmonogramy instalacji system rurociągów TRANSAIR musiał być poprowadzony nad liniami produkcyjnymi, zanim one jeszcze powstały. To oznaczało pracę ponad głębokimi wyko-

pami pod przyszłe przenośniki. Mały ciężar systemu TRANSAIR pozwolił instalatorom przeprowadzić te operacje stosunkowo łatwo w odróżnieniu od ciężkich rur galwanizowanych, których montaż w tych warunkach nastroczałby niewątpliwie znaczne trudności.

Ponieważ TRANSAIR jest systemem szybkozłącznym, poszczególne sekcje mogą być zdemonstrowane i ponownie zmontowane w ciągu kilku minut. Dzięki temu, że odporne na korozję aluminiowe rury są już pokryte proszkiem, nie ma potrzeby ich dodatkowego malowania.

Oryginalna specyfikacja bazowała na prostym biegu rurociągów na wysokości 3 m, ale w trakcie projektowania innych instalacji produkcyjnych stwierdzono konieczność wykonania wielu obejść i zmiany wysokości. Ekipa instalująca TRANSAIR była w stanie łatwo i szybko wykonać te zmiany w trakcie realizacji całości projektu.

Pewność

Po zamontowaniu instalacja była testowana sprężonym azotem i nie



Fot. 3 Dzięki specjalnej konstrukcji złączy typu „labeledzia szyja” kondensat nie dostaje się do odprowadzeń

stwierdzono żadnych nieszczelności. Ciśnienie w głównej instalacji wynosi 9 barów i dlatego testy były przeprowadzone dla tego ciśnienia powiększonego 1,5-raza, to znaczy 13 barów. Co prawda ciśnienie na poziomie, gdzie zamontowany jest system TRANSAIR, jest zredukowane do 7 barów, ale zakłada się, że regulatory ciśnienia mogą ulec awarii.

Projekt przewidywał szkolenia dla personelu obsługi zakładu, by mógł on we własnym zakresie modyfikować instalację według potrzeb. Także ten

zespół docenił przewagę systemu szybkozłącznego przy reorganizacji obszarów produkcyjnych.

Producenci samochodów muszą polegać na ciągłym udoskonalaniu i zmianach procesu produkcyjnego. System TRANSAIR wychodzi naprzeciw tym potrzebom, dając możliwość rozbudowy i szybkiej, taniej modyfikacji systemu sprężonego powietrza.

Artykuł promocyjny
ARA Pneumatik

legris
connectic



legris
transair

System rozpraszania
sprężonego powietrza



Szybki montaż instalacji z rur aluminiowych lub ze stali nierdzewnej.

Wyłączny dystrybutor
Legris w Polsce:

ARA
PNEUMATIK

ARA Pneumatik, ul. Wyścigowa 38, 53-012 Wrocław
tel. (71) 364 72 82 fax. (71) 364 72 83 ara@arapneumatik.pl

Branża pneumatyczna w Polsce województwa łódzkie i opolskie

Miło nam zaprezentować Państwu następne regiony Polski, tym razem województwa łódzkie i opolskie. Materiał ten, tak jak poprzednie, został opracowany na podstawie dostępnych nam źródeł informacji oraz współpracy z Państwem. Wszystkim firmom umieszczonym w zestawieniu dziękujemy za pomoc w jego opracowaniu i zapraszamy do dalszej współpracy.

WOJEWÓDZTWO ŁÓDZKIE								
Lp.	Firma	Adres	Podstawowy zakres działalności					
			sprężarki	dmuchawy	uzdatnianie sprężonego powietrza	narzędzia pneumatyczne	silowniki, zawory	elementy instalacji pneumatycznych
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	ARMA S.C. Centrala	ul. Szczanieckiej 5, 93-342 Łódź	x	x	x		x	x
2.	ARTECH-PNEUMATYKA S.C. Oddział	ul. Łąkowa 7/9, 90-562 Łódź	x		x	x	x	x
3.	ATLAS COPCO Polska Sp. z o.o. Przedstawiciel terenowy	Kontakt przez centralę: ul. Krakowska 61a, Sękocin Nowy, 05-090 Raszyn	x	x	x	x	x	x
4.	FOS Handel Łódź Sp. z o.o. Centrala	ul. Przybyszewskiego 99 93-126 Łódź	x		x	x	x	x
5.	KAESER KOMPRESSOREN Sp. z o.o. Przedstawiciel terenowy	Kontakt przez centralę: ul. Taneczna 82, 02-829 Warszawa	x	x	x			x
6.	KOMPRESOR-SERVICE Centrala	ul. Wólczarska, 90-531 Łódź	x		x			x
7.	MAR Sp.j. Centrala	ul. Łódzianka 26, 91-604 Łódź	x		x	x		x
8.	MSP POLMO Sp. z o.o. Centrala	ul. Przybyszewskiego 99, 93-126 Łódź	x					
9.	MULTI-MAC Sp. z o.o. Centrala	ul. Brukowa 18, 91-341 Łódź	x	x	x	x		x
10.	OXYMED Centrala	ul. Bronisin 34, 93-620 Łódź	x		x			
11.	RANDEX Centrala	ul. Warzywnicza 1, 96-100 Skierniewice				x		
12.	WALTER KOMPRESSORTECHNIK POLSKA Sp. z o.o. Centrala	ul. Gorce 3, 92-008 Łódź	x		x			x
13.	ZETENES Zakład Naprawy Sprężarek Centrala	ul. Południowa 9, 95-054 Wola Żaradzyńska	x		x			x

WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE

Lp.	Firma	Adres	Podstawowy zakres działalności					
			sprężarki	dmuchawy	uzdatnianie sprężonego powietrza	narzędzia pneumatyczne	siłowniki, zawory	elementy instalacji pneumatycznych
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	B-KRANG PPH Centrala	ul. Budowlanych 2, 45-202 Opole	x	x	x	x	x	x
2.	ELEM Przedsiębiorstwo Handlowe Centrala	ul. Światowida 6, 45-325 Opole	x	x	x	x	x	x
3.	HYDROSERWIS Centrala	ul. Orzechowa 47, 45-475 Opole	x			x	x	
4.	KAESER KOMPRESSOREN Sp. z o.o. Przedstawiciel terenowy	Kontakt przez oddział: ul. Giżycka 64B, 51-412 Wrocław	x	x	x			x

KOMPENDIUM WIEDZY O FIRMACH

KOMPRESOR SERVICE

KOMPRESOR SERVICE z siedzibą w Łodzi istnieje na rynku od 1982 roku. Od początku działalności aż do chwili obecnej firma poszerza swoją ofertę oraz zakres świadczonych usług.

W pierwszych latach działalności firma zajmowała się produkcją części zamiennych do sprężarek, m.in. zaworów. W następnych latach wzbogacała ofertę o kompresory oraz akcesoria pneumatyczne. W 2003 roku wprowadziła system jakości oparty o normę ISO 9001.

Dzisiaj Kompresor Service jest liczącym się w Polsce producentem zaworów do sprężarek. Jako autoryzowany dealer Atlas Copco, Airpol oraz



Fot. 1 Zawór ssący WAN-K wyprodukowany przez KOMPRESOR SERVICE

WAN, oferuje szeroką gamę kompresorów; począwszy od małych sprężarek tłokowych, na profesjonalnych śrubowych kończąc.

Firma oferuje pełną gamę usług związanych z wykonawstwem linii pneumatycznych oraz naprawą i regeneracją sprężarek samochodowych i stacjonarnych, a także osprzętu pneumatycznego. Zapewnia serwis gwarancyjny i pogwarancyjny



Fot. 2 Sprężarka Atlas Copco

oraz części zamienne dla wszystkich oferowanych urządzeń.

Opracowanie redakcyjne
na podstawie materiałów
KOMPRESOR SERVICE

Jeżeli czujemy potencjał, to działamy!

Rozmowa z dyrektorem generalnym Andrzejem Amrogowiczem i Jerzym Wołowcem dyrektorem technicznym firmy Gossler – Sealtec Polska Sp. z o.o.

Od kiedy działa i czym zajmuje się Państwa firma?

Jest to firma młoda, zaledwie 2,5-letnia. Ścisłe mówiąc, została zarejestrowana jako spółka z o.o. w grudniu 2002 r. Nasza siedziba znajduje się na terenie Wrocławskiego Parku Przemysłowego. Mamy tutaj biura i halę produkcyjną o powierzchni 700 m². Obecne zatrudnienie wynosi 15 osób. Zajmujemy się uszczelnieniami technicznymi, głównie do zastosowań w urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych. Są to nowoczesne uszczelnienia o różnym kształcie, wykonywane z całej gamy materiałów spełniających najsurowsze wymagania techniczne, a także klejami przemysłowymi znanej marki Loctite.

Czy mała, założona od podstaw firma ma szansę rozwoju w dziedzinie, która wymaga dużego doświadczenia?

Założyciele firmy i większość jej pracowników wywodzą się z INCO VERITAS, kiedyś ogromnego przedsiębiorstwa, które w szczytowym okresie zatrudniało 1800 pracowników i było w minionej już epoce jednym z kilku potentatów zaopatrujących w uszczelnienia cały polski rynek. Czasy się zmieniły i tak duże firmy straciły już na znaczeniu. Teraz jako duże traktuje się firmy zatrudniające kilkuset pracowników. Obecnie wzrosło znaczenie firm małych, operatywnych, trafiających w nisze rynkowe i szybko dostosowujących swoją ofertę do zmieniających się potrzeb odbiorców – i taką firmę stworzyliśmy.

W jaką niszę trafiacie?

Cechą charakterystyczną polskiego rynku jest obecnie integrowanie się z rynkiem europejskim i światowym. Oznacza to szersze niż do tej pory wkraczanie technologii reprezentowanych przez światowych potentatów. W dziedzinie uszczelnień do największych potentatów należą firmy PARKER SEALS i FREUDENBERG, które obsługują ok. 60% światowego rynku. Te wielkie firmy nastawione są na wiel-

koseryjną produkcję standardowych elementów (najnowsza i najnowocześniejsza fabryka uszczelnień Parkera działa od niedawna w Czechach), ale na danym rynku zdane są na współpracę z firmami mniejszymi, specjalizującymi się w rozpoznawaniu i zaspokajaniu aktualnych potrzeb na lokalnym terenie. Na terenie Niemiec Gossler Fluidtec GmbH jest 100 % tową spółką córką Oscar Gossler KG (GmbH & Co.) i powstała w 1995 r. poprzez odłączenie od Oscar Gossler KG. Firma została założona w 1887 w hamburskim porcie jako dom handlowy zaopatrujący statki od strony technicznej i od tego czasu obok innych linii produktów zajmowała się uszczelnieniami jako Gossler Sealtec, współpracując jako dystrybutor z Parker Seals w dziedzinie uszczelnień. Ponieważ Parker jest także obecny w Polsce, analogiczny układ został utworzony w momencie założenia naszej firmy Gossler Sealtec Polska Sp. z o.o. Nasza domena to średnie i małe serie wyrobów autoryzowanych przez Parkera oraz naszych własnych, które potrafimy wyprodukować na miejscu wykorzystując dostępne nam materiały i technologie wysokiej jakości. Jako wyłączny dystrybutor Parker Seals w Polsce oferujemy m.in. uszczelnienia dla lotnictwa, medycyny, górnictwa i maszyn ciężkich. Mamy obecnie ok. 400 klientów.

Wasz dotychczasowy sukces upoważnia do podzielenia się refleksją na temat uruchamiania nowej firmy. Jak się to robi?

W Polsce jest wielki potencjał zarówno ludzi doświadczonych w różnych dziedzinach przemysłowych, jak i ludzi młodych, dobrze wykształconych i ambitnych. Sytuacja gospodarcza w Polsce jest ciągle przejściowa, to znaczy, że wiele dziedzin kształtuje się na nowo w nowym układzie europejskiej gospodarki. Na pewno bardzo wiele osób odczuwa niedosyt działania i rozwoju w miejscach swojego zatrudnienia, czasami wieloletniego. Jeżeli czujemy zapas sił, to powinni-



Fot. 1 Od lewej: Jerzy Wołowiec i Andrzej Amrogowicz

śmy w takim wypadku podjąć ryzyko wyjścia z zakłętego kręgu niemożności. My tak zrobiliśmy. Pracując w zakładzie przetwórstwa gumy i tworzyw sztucznych, zetknęliśmy się z wiedzą merytoryczną, praktyczną i ze środowiskiem branżowym. Uznaliśmy, że ta wiedza jest wystarczająca by szukać własnej drogi. Prowadziliśmy wiele rozmów, przygotowaliśmy biznesplan i otrzymaliśmy kredyt bankowy. Wtedy w sukurs przyszedł nam dodatkowo kontrahent zagraniczny i mogliśmy dość dynamicznie wystartować z naszą firmą. Po ponad dwóch latach czujemy dużą satysfakcję i widzimy duże perspektywy rozwoju. Nasze kontakty z szerokim kręgiem partnerów handlowych zawiązywane były między innymi na targach, dlatego wbrew kontrowersjom dotyczącym dzisiejszego znaczenia targów uważamy, że są potrzebne do rozwoju gospodarki. Nie zaniedbujemy też innych form informacyjnych, bierzemy udział w konferencjach specjalistycznych, pokazujemy się w prasie branżowej. Cieszymy się, że tym razem możemy być obecni także na łamach „Pneumatyki”.

Rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz

Uszczelnienia techniczne urządzenia hydrauliczne i pneumatyczne

Oferujemy:

Pierścienie
uszczelniające

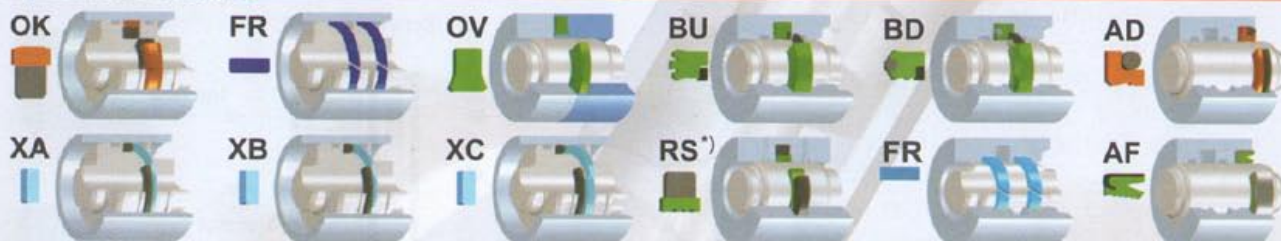
Pierścienie
podporowe

Pierścienie
powierzchniowe

Pierścienie
prowadzące

Pierścienie
zgarniające

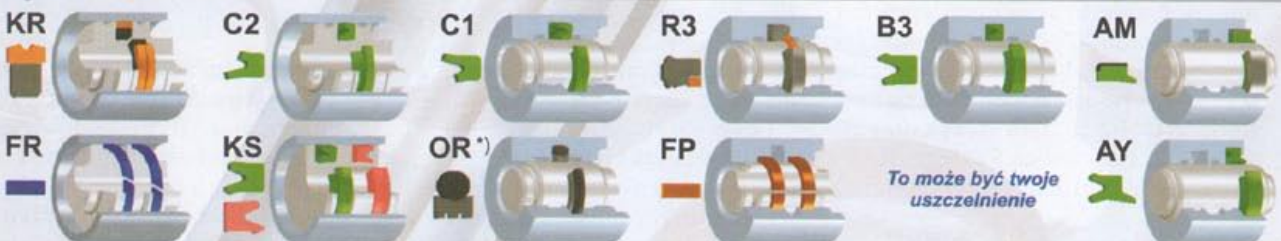
Obciążenia ekstremalne



Obciążenia średnie



Obciążenia małe



*) uszczelnienie
wimika

Oferowane produkty:

W uzupełnieniu naszej oferty handlowej obejmującej O-ringi, szczeliwa dławnicowe oraz wyroby renomowanych firm PARKER i LOCTITE, podjęliśmy produkcję własnych uszczelnień technicznych takich jak:

- formowe wyroby gumowe
- uszczelnienia płaskie
- uszczelnienia oraz wyroby kształtowe z PTFE i jego kompozytów
- uszczelnienia metalowo-gumowe
- wyroby tkaninowo-gumowe
- uszczelnienia wałków obrotowych
- uszczelnienia wykonywane metodą obróbki mechanicznej oraz dystrybucja półfabrykatów do ich wykonania

Oferowane usługi:

Nasz zespół konstrukcyjno-doradczy skupia doświadczonych pracowników oferujących Państwu unikalną syntezę wiedzy projektowej i produkcyjnej, w szczególności:

- doradztwo techniczne w fazie doboru materiału i rodzaju uszczelnień zgodnie z Państwa zapotrzebowaniami
- wykonanie projektu technicznego wyrobów i form do ich produkcji
- produkcja i testowanie wyrobów prototypowych oraz serii próbnych
- pomoc w rozwiązywaniu problemów dotyczących uszczelnień technicznych zarówno w zakresie produktów jak i ich zabudowy
- zapewniamy szybkie dostawy w oparciu o nasz bogato wyposażony magazyn sterowany komputerem

Niezawodne Uszczelnienia Techniczne

Gossler Sealtec Niezawodnie

Gossler Sealtec Polska Sp. z o.o. · ul. Fabryczna 10 · 53-609 Wrocław · Polska · tel. +48 (71) 359 14 50
fax +48 (71) 359 14 51 · e-mail sealtec@gossler.pl · Internet www.gossler.pl

Kompleksowy system informacyjny dla pneumatyki i hydrauliki

Janusz Pluta, Marek Sibiela

Powszechność technicznych zastosowań napędów i sterowań płynowych (pneumatycznych i hydraulicznych) stwarza potrzebę zrealizowania systemu, który gromadzi i udostępnia związane z nimi informacje.

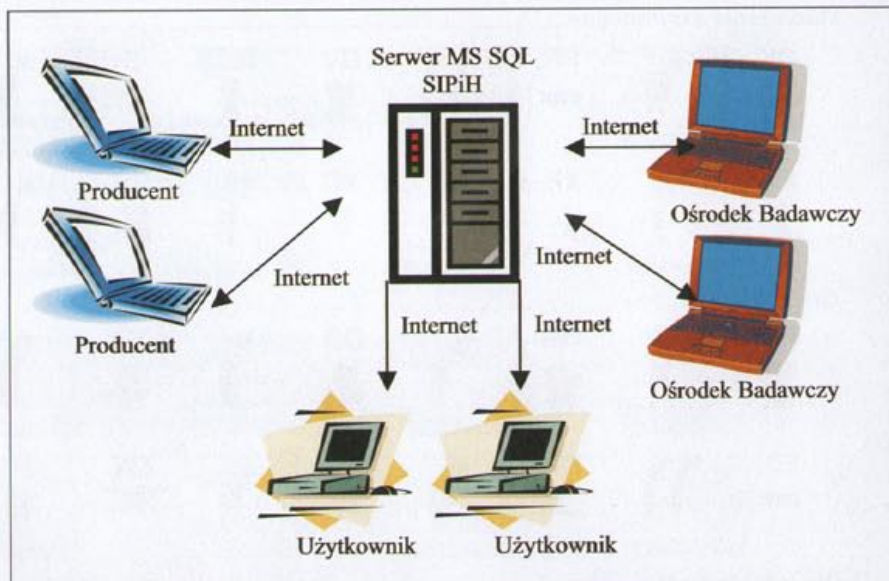
Rola takiego systemu wymaga, aby był w nim odwzorowany pewien zakres wymaganej wiedzy, a także, aby były zapewnione środki umożliwiające utrzymanie, aktualizowanie i udostępnianie odwzorowanej wiedzy. Zrealizowany komputerowy system informacyjny dla pneumatyki i hydrauliki (SIPIH) stanowi próbę rozwiązania tego problemu. W przyjętej koncepcji systemu wykorzystano MS-SQL 7.0 jako system zarządzania bazą danych w architekturze klient/serwer oraz pakiet Borland Delphi 6.0 jako język programowania, za pomocą którego stworzona została aplikacja kliencka.

Projekt systemu SIPIH

Komputerowy system informacyjny dla pneumatyki i hydrauliki SIPIH jest systemem sieciowym opartym o architekturę klient/serwer (rys. 1), przeznaczonym do gromadzenia i udostępniania kompleksowej informacji z zakresu napędów i sterowań pneumatycznych oraz hydraulicznych. Utworzona struktura bazy danych spełnia następujące funkcje:

- odwzorowuje właściwości elementów, cieczy, zespołów hydraulicznych i pneumatycznych oraz relacje pomiędzy nimi;
- przechowuje i gromadzi dane o producentach, ośrodkach badawczych i publikacjach związanych z dziedziną pneumatyki i hydrauliki;
- odpowiada na pytania stawiane przez użytkownika.

Dodatkowo, w celu zachowania spójności i wiarygodności gromadzonych danych, system ma zaimplementowane mechanizmy bezpieczeństwa, za-



Rys. 1 Struktura systemu informacyjnego dla pneumatyki i hydrauliki

pewniające kontrolę dostępu do bazy dla poszczególnych użytkowników.

Dla potrzeb systemu dokonano podziału techniki napędów i sterowań pneumatycznych i hydraulicznych w następujący sposób:

- grupy elementów (np. siłowniki, zawory rozdzielające, filtry itd.),
- rodzaje cieczy (np. oleje mineralne, emulsje wodno-olejowe itd.),
- właściwości cieczy (np. lepkość, ścisłość, ciepło właściwe itd.).

Bazę i aplikację zaprojektowano w sposób umożliwiający łatwą rozbudowę i modyfikację dokonanego podziału przez użytkowników o ściśle określonych uprawnieniach do systemu. Różnorodność informacji, dotyczących tego samego obiektu (np. siłowników), przechowywanych w jednej tabeli, może utrudniać dostęp do określonych danych. Dlatego w bazie SIPIH podzielono informacje na trzy grupy wiążące źródła danych: *publikacje*, *ośrodki*, *terminologia*. Grupa *publikacje* zawiera tytuły z literatury książkowej, literatury techniczno-handlowej, czasopism, norm, materiałów konferencyjnych. Podobnie grupa *ośrodki* łączy informacje o ośrodkach badawczych, producentach, dystrybutorach. Dla każdej gru-

py wiążącej źródła danych stworzono domyślne kryteria wyszukiwania informacji. W przypadku *ośrodków* tymi kryteriami są: dziedzina, typy ośrodków, kraj, właściwości cieczy, rodzaje cieczy, grupy elementów. Dla *publikacji* kryteria stanowią: dziedzina, typ publikacji, kraj, rok, rodzaje cieczy, grupy elementów, właściwości cieczy. Dla *terminologii* kryteriami są: dziedzina, rodzaje cieczy, grupy elementów, właściwości cieczy.

Aplikacja ma możliwość dodatkowego definiowania własnych zapytań dla poszczególnych grup wiążących, umożliwiających jeszcze bardziej precyzyjne wyszukiwanie informacji. W programie znalazły się odpowiednie formularze, takie jak:

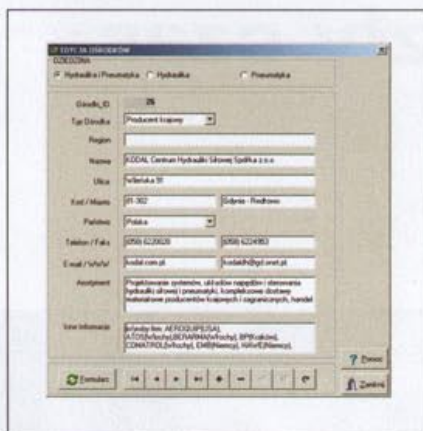
- formularze edycyjne – do wprowadzania i edycji danych,
- formularze połączeniowe – do tworzenia powiązań i kojarzenia różnych informacji,
- okna dialogowe – służące do określenia kryteriów wyboru szukanej informacji,
- okna dialogowe – służące do tworzenia własnych zapytań,
- okno logowania – służące weryfikacji uprawnień użytkownika,

- formularze podglądu wyszukanych informacji,
- formularze administracyjne – służące do zakładania użytkowników, modyfikacji ich uprawnień i zmiany haseł,
- formularze do przeglądania wyszukiwanych informacji.

Podstawowymi czynnościami wykonywanymi przy zarządzaniu dużymi zbiorami danych jest wyszukiwanie, wybór, aktualizacja i wyprowadzanie informacji. Każdą z tych czynności wykonuje się, wybierając z menu odpowiednią opcję. Dostęp do funkcji w systemie SIPiH jest określany przez administratora systemu dla określonego użytkownika. W celu uproszczenia czynności administracyjnych w systemie określono wzorce praw dostępu. System SIPiH rozróżnia 4 poziomy uprawnień:

- Administrator (pełne uprawnienia),
- Edytor (może wprowadzać i modyfikować pewne dane w bazie),
- Czytelnik (może tylko wyszukiwać i przeglądać dane),
- Brak (użytkownik istnieje, ale nie posiada żadnych uprawnień, czasowa blokada dostępu).

Rejestracja nowego użytkownika sprowadza się do założenia konta oraz przypisania mu określonego wzorca. Rozpoczęcie pracy z aplikacją jest poprzedzone rejestracją w systemie. Po poprawnym zalogowaniu się do systemu pojawi się okno menu głównego, którego wygląd i opcje będą zależne od uprawnień logującego się użytkownika.



Rys. 2 Okienko edycji ośrodków

ka. Aktualizacji danych (dopisywanie nowych rekordów, wprowadzanie zmian, usuwanie zbędnych rekordów) w bazie SIPiH może dokonywać tylko użytkownik o uprawnieniach Administrator lub Edytor. Czynności te w bazie SIPiH wykonuje się, wybierając z menu głównego programu jedną z kategorii, np. *Edycja ośrodków* (rys. 2). W systemie zaimplementowano zaawansowane metody wyszukiwania interesujących informacji. Program SIPiH udostępnia wiele możliwości wyboru i wyszukiwania informacji, począwszy od tych najprostszych (korzystając z gotowych formularzy), do bardziej zaawansowanych, jak generowanie własnych zapytań. Dodatkowo z każdego poziomu wyszukiwania możemy dowolnie zmieniać kryteria sortowania oraz korzystać z funkcji podglądu wyników.

Podsumowanie

Opracowany komputerowy system informacyjny dla hydrauliki i pneumatyki SIPiH, zawierający kompleksową informację z zakresu napędów i sterowań pneumatycznych i hydraulicznych, ma szansę stać się użytecznym narzędziem w codziennej pracy nie tylko dla osób zajmującym się profesjonalnie pneumatyką i hydrauliką. Może być także z powodzeniem wykorzystywany przez innych użytkowników jako baza informacyjna z zakresu pneumatyki i hydrauliki siłowej. Jego istotną zaletą jest możliwość udostępnienia szerokiej informacji dowolnej liczbie użytkowników posiadających dostęp do internetu, a także możliwość bieżącego aktualizowania i uzupełniania danych, czego nie da się przeprowadzić w książkowych informatorach.

Janusz Pluta, Marek Sibielski
Akademia Górniczo-Hutnicza
w Krakowie

KOMPRESORY ŚRUBOWE

od 30 do 2500 m³/h

JAKOŚĆ I OSZCZĘDNOŚĆ

Sprężarki śrubowe zmiennoodrotowe
już od 7,5 kW

Kompleksowe systemy
oczyszczania i wytwarzania
sprężonego powietrza

Serwis i remonty kapitalne



ATMOPOL Sp. z o.o.
30-832 Kraków
ul. Biskupińska 23

tel./fax (012) 262 93 98
(012) 290 52 50



Na dobry i zły czas

Kolejną gałęzią przemysłu w Polsce, gdzie udział sprężarek łopatkowych dochodzi do 50%, jest produkcja materiałów budowlanych – betonu komórkowego. Mimo stale rosnącej liczby inwestycji w naszym kraju ostatnich kilka lat było bardzo trudnych dla tej branży. Wydawać by się mogło w takiej sytuacji, że przy koniecznych inwestycjach w sprzężone powietrze firmy wybiorą rozwiązania najtańsze – śrubowe. Jednak rachunek ekonomiczny (konieczność redukcji kosztów wytwarzania) wskazał jednoznacznie na opłacalność zakupu sprężarek łopatkowych.

Walory technologii łopatkowej jako pierwszy docenił Prefabet Niegocin w 1997 roku.

W jego ślady poszło wiele firm z branży, m.in.: Prefabet Niemce, Osława Dąbrowa i inne. W 2000 roku wkroczyła na polski rynek najnowsza generacja sprężarek łopatkowych. Swoje wyroby zaczęła oferować firma Wittig – sprężarki zdecydowanie nowocześniejsze, trwalsze i najtańsze w eksploatacji. Ponadto nieporównywalnie „bardziej przyjazne” w obsłudze serwisowej, którą wykonuje się w pozycji stojącej, a nie jak w innych przypadkach „na kolanach”. Dzięki tym walorom od razu zdobyły sobie bardzo mocną pozycję także w tej dziedzinie przemysłu. Wybór technologii i producenta w Prefabecie Puławy przedstawia szef utrzymania ruchu – Andrzej Niczyporuk. „W planach modernizacji zakładu ważną pozycją była kwestia zasilania w sprzężone powietrze. Używamy dwóch sieci o różnych ciśnieniach. Do transportu pneumatycznego surowców sypkich wykorzystujemy ciśnienie robocze 3 bary, do procesu produkcji i automatyki – 6 barów. Dotąd zakład zasilany sprężar-



Fot. 1 Sprężarkownia w Prefabecie Puławy. Z lewej strony (fragment) niskociśnieniowa sprężarka Wittig ROL 120 – topline 75 kW, z prawej dwie maszyny Wittig ROL 65 topline (master i slave) o mocy 37 kW pracujące w kaskadzie energetycznej

ki tłokowe, bardzo mocno wyeksploatowane. Zapotrzebowanie na sprzężone powietrze do transportu oszacowaliśmy na 10–12 m³/min w szczycie, zaś dla procesu technologicznego średnio 6, maksymalnie 12 m³/min, przy bardzo dużych wahaniami związanych z procesem produkcji. Powietrze w obu przypadkach miało być pozabawione wilgoci w obrębie sieci wewnętrznej hali produkcyjnej (punkt rosy + 3°C) i z dopuszczalną pozostałością oleju na poziomie 0,1 ppm. Do składania ofert zaprosiliśmy firmy sprężarkowe znane w naszej branży i dobrze oceniane. Kierując się doświadczeniami innych Prefabetów, skłanialiśmy się ku technologii łopatkowej, ale na tym etapie jeszcze tego nie przesądziliśmy. Nastąpiły bardziej szczegółowe rozmowy i przedstawienie naszych wymagań. Wszystkie firmy prezentowały się w przekonujący, profesjonalny sposób. Niestety, dane energetyczne i przedstawiane kalkulacje kosztów bardzo się wzajemnie różniły. Najbardziej zdumie-

wającą dostarczyła firma In-Tech, polski partner G.D. Wittig GmbH”.

Dalszą historię kontraktu prezentuje prezes Wojciech Zdziechowski: „Przeprowadziliśmy wiele rozmów z użytkownikami sprężarek Wittig w Polsce. Były one dłuższe lub krótsze, ale zawsze kończyły się doskonałą opinią. Także uzyskany zasób wiedzy o firmach Wittig, In-Tech i Donaldson/Ultrafilter potwierdził trafność wyboru. Dziś, po dłuższym czasie i rozwiązanych wspólnie, nawet bardzo trudnych problemach, z pełną odpowiedzialnością powtarzam, że gdybym kolejny raz musiał podejmować «sprężarkową» decyzję, to byłaby taka sama”.

Inaczej przebiegał proces inwestycyjny w Faelbecie Warszawa. Faelbet wraz z zakładami stowarzyszonymi stanowi obecnie jedną z najsilniejszych grup produkcji materiałów budowlanych w Polsce. Firma od kilku lat użytkuje sprężarki śrubowe. W jednej z nich nastąpiła konieczność wymiany stopnia sprężającego. „Wtedy



Fot. 2 Sprężarkownia w firmie Faelbet SA w Warszawie. Pionowa sprężarka Wittig ROW 85 topline (55 kW)

problem sprężonego powietrza wrócił” – mówi prezes Marek Kozłowski. „Zakład, jak i cała grupa, jest bardzo zorientowany na nowoczesność. Jest to konieczne, by utrzymać i umocnić naszą pozycję na rynku. To oczywiście kosztuje, ale jesteśmy dzięki takiej polityce konkurencyjni w cenie i doskonali w jakości. Zatem mając w najbliższej perspektywie znaczny wydatek na regenerację stopnia sprężającego, zastanowiłem się, czy nie lepiej wymienić park sprężarek. Przy

regeneracji inwestycja byłaby mniejsza, ale mielibyśmy dalej starą maszynę i ten sam problem, tylko znacznie szybciej. Ponadto koszty energetyczne takiego rozwiązania były bardzo wysokie. Inwestycja w nowoczesną niskociśnieniową sprężarkę, mimo wyższego nakładu, okazała się rozwiązaniem zdecydowanie lepszym ekonomicznie. Muszę tu nadmienić, że ze sprężarkami śrubowymi nie mieliśmy kłopotów. Jednak ponoszone koszty energetyczne i serwisowe były wyso-

kie, o czym boleśnie się przekonaliśmy. Trzeba było jeszcze dokonać wyboru pomiędzy posiadaną technologią a prezentowanym rozwiązaniem łopatkowym. Metoda łopatkowa oferowała bardzo niskie koszty eksploatacji i brak problemów ze zużywaniem się stopni. Stanowiła jednak dla nas (mimo prostoty rozwiązania) pewną niewiadomą. Zaczęliśmy się zatem bliżej z tą technologią zapoznawać. Okazało się, że problemy materiałowe i związane z trwałością sprężarek łopatkowych zostały już dawno rozwiązane, że ta technologia doskonale radzi sobie ze szczątkową pozostałością oleju w sprężonym powietrzu (z tego powodu użytkownik stosował wcześniej w swoim zakładzie maszyny bezolejowe – przyp. autora). Także rzeczywista sprawność energetyczna (zasada działania i prawa termodynamiki – przyp. autora) jest korzystniejsza. Jednak ostateczną decyzję podjęliśmy po konsultacjach z firmami, które równolegle eksploatowały oba systemy. Pytanie było bardzo proste: którą sprężarkę wybrałoby Państwo ponownie? A odpowiedź jeszcze prostsza: zdecydowanie łopatkową. Taką też decyzję podjęliśmy”.

Wypowiedzi zebrał
Andrzej M. Araszkiewicz

Artykuł promocyjny
In-Tech
Andrzej M. Araszkiewicz

PRODUCENCI

Gardner Denver Wittig GmbH na ComVac Hanower 2005

Wittig wyznacza granice

Generalnie kolejne targi przemysłu sprężarkowego w Hanowerze, mimo wielu wyjątków, objawiły się fachowcom jako smutny obraz marazmu, bylejakości i dominacji ilościowej nieznanymi firmami.

Firm zazwyczaj składających maszyny z najtańszych podzespołów, w skansenowych paskowych technologiach napędu i egzotycznych sterowaniach. Jednym

z wyjątków była, na wydzielonym stanowisku koncernu Gardner Denver, firma Gardner Denver Wittig GmbH.

Granica ciśnienia

Na własnej powierzchni wystawowej zaprezentowana została sprężarka łopatkowa chłodzona cieczą – Wittig ROW 170 H – i mała kompaktowa sprężarka do gazów RO - G.

Sprężarka Wittig ROW 170 H (19,92 m³/min @ 7 barów, przy zapotrzebowaniu mocy na wale 113,5 kW) jest naj-



Rys. 1 Stoisko Gardner Denver Wittig GmbH na targach ComVac w Hanowerze. Łopatkowa pozioma sprężarka Wittig ROW 170 H „Powerline” (w głębi) i kompaktowa sprężarka do gazów.

Koszty energii		8700		
ilość godzin pracy na rok:		0,25		
cena 1 kWh:				
Parametry		WITTIG ROW 920	Sprężarka Śrubowa bezolejowa	Przepływowa (TURBO)
ciśnienie	3 bar G			
przepływ	m ³ /h	6000	6264	5900
pobór energii	kW	384	455	446
współczynnik	kW/m ³	0,064	0,073	0,076
koszt energii	PLN/rok	835 200,00	989 625,00	970 050,00
oszczędności	PLN/rok		-154 425,00	-134 850,00
ciśnienie	5,5 bar G			
przepływ	m ³ /h	5904	6030	6700
pobór energii	kW	506	544	633
współczynnik	kW/m ³	0,086	0,090	0,094
koszt energii	PLN/rok	1 100 550,00	1 183 200,00	1 376 755,00
			-82 650,00	-276 225,00

Tabela 1 Porównanie rocznych kosztów energetycznych dla sprężarki Wittig ROW 920, bezolejowej śrubowej i turbosprężarki dla ciśnienia roboczego 3 i 5,5 barów

mniejszą z rodziny „Powerline”, dostosowaną do pracy przy minimalnych ciśnieniach 1,5 bara. Tak niskie ciśnienia robocze były do tej pory zarezerwowane wyłącznie dla „suchych” sprężarek śrubowych bądź turbosprężarek przy większych wydatkach – przy

no system bezwładnościowej i mechanicznej separacji, uzyskując szczątkową zawartość oleju w sprężanym powietrzu nawet 0,1 ppm przy ciśnieniu 2,5 bara! Także zastosowanie wibroizolatorów nowej konstrukcji poprawiło i tak doskonale tłumienie drgań. W efekcie tego oraz przekonstruowania obudowy wygłuszającej uzyskano wartość ciśnienia akustycznego na poziomie 78 dB (A). Kolejną innowacją jest zastosowanie zmodernizowanego sterownika mikroprocesorowego MPC 3010, jeszcze precyzyjnej kontrolującego pracę sprężarki i systemu wielu maszyn. Nowa seria „Powerline” obejmuje poziome agregaty od mocy od 90 kW do 630 kW, mogące pracować w zakresie ciśnień od 1,5 do 10 barów.

Granica wielkości

Najważniejszym jednak osiągnięciem było to, którego (ze względów

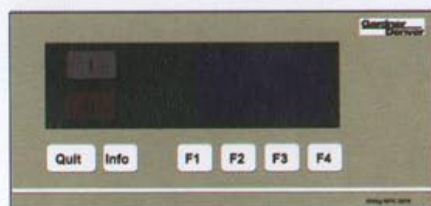
oczywistych) nie wystawiono – Wittig ROW 920. Można się było o nim dowiedzieć od przedstawicieli Wittiga, bądź zobaczyć na doskonalej prezentacji multimedialnej. Nowa sprężarka Wittig ROW 920 (96,67 m³/min @ 8 barów, przy zapotrzebowaniu mocy na wale 580 kW) jest największą z zakresu produkcji tej starej niemieckiej firmy. „Olejowych” maszyn wyporowych (łopatkowych, śrubowych) o tak dużej mocy, według mojej wiedzy, nie oferuje w katalogach żaden inny producent. Typoszerzę sprężarek Wittiga – ROW 600 (400 kW), ROW 720 (500 kW) i nowy ROW 920 (630 kW) – wchodzi bardzo skutecznie w zakres mocy zarezerwowany dotąd wyłącznie dla „suchych” sprężarek śrubowych i turbosprężarek. Dzięki zdecydowanie lepszej sprawności energetycznej takie rozwiąza-



Rys. 3 Łopatkowa sprężarka Wittig ROW 920 w wersji bez zabudowy

nie jest bardzo korzystne dla inwestora. Porównanie rocznych kosztów energetycznych wyporowej i przepływowej technologii sprężania jednoznacznie wskazuje na trafny kierunek rozwoju obrany przez firmę Gardner Denver Wittig GmbH.

Artykuł promocyjny
In-Tech
Andrzej M. Araszkiewicz



Rys. 2 Nowy panel kontrolno-operatorzki sterownika Wittig MPC 3010

relatywnie niskiej sprawności. Typowe konstrukcje wyporowe (łopatkowe, śrubowe) z wtryskiem oleju (najbardziej energooszczędne) nie radzą sobie dobrze poniżej ciśnienia 3 barów (łopatkowe) i 5 barów (śrubowe). W jednostkach „Powerline” zmienio-

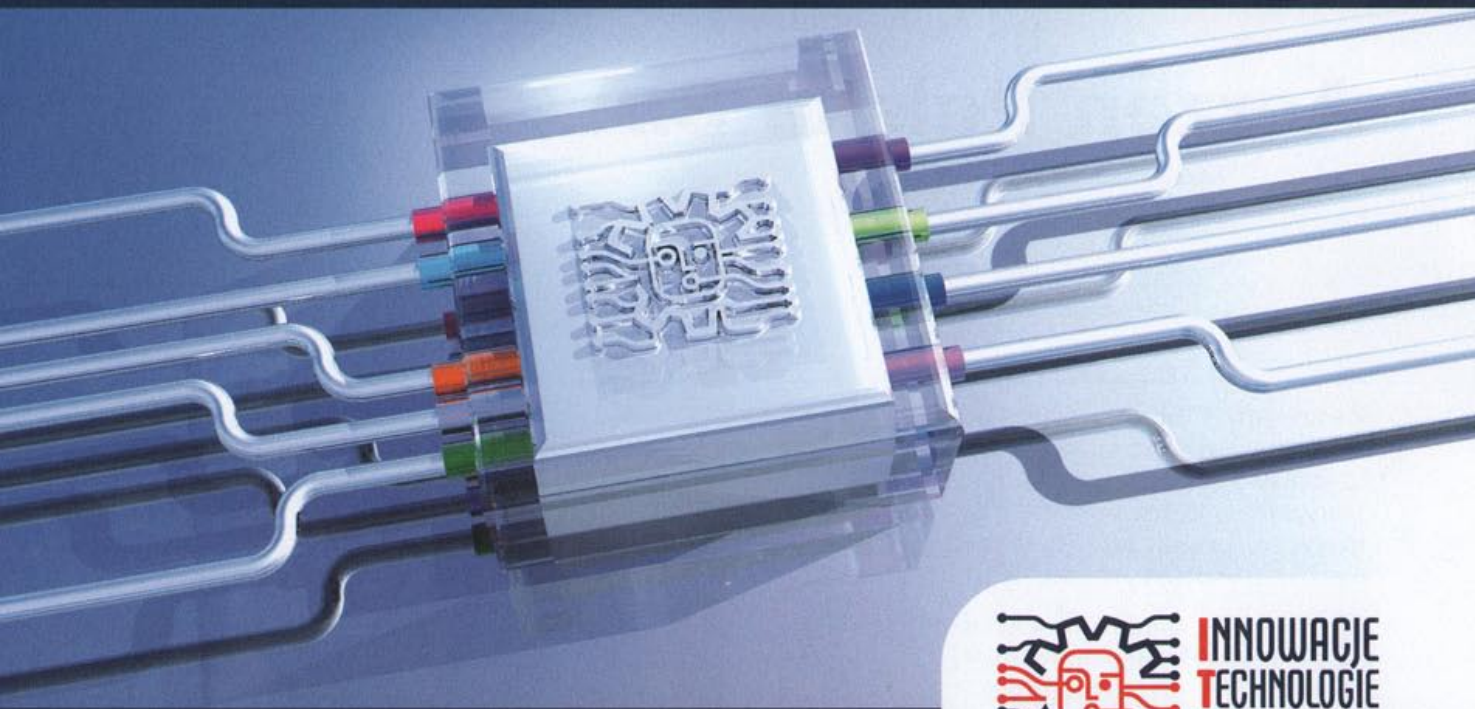
Donaldson
Filtration Solutions
ultrafilter

Technika uzdatniania
sprężonego powietrza
gazów i cieczy

Donaldson Polska Sp. z o.o.
ul. Marysińska 18
04-617 Warszawa
Tel./Fax: (022) 815 67 75
E-mail: info@ultrafilter.com.pl
www.ultrafilter.com.pl
www.donaldson.com

Donaldson
Filtration Solutions
Torit DCE

Separacja pyłów
przemysłowych.



Poznań, 20-23 czerwca 2005



PNEUMA

Wystawa specjalna pneumatyki dla przemysłu

Oferta firm z branży pneumatycznej skierowana do użytkowników sprężonego powietrza:

- | | |
|---|--|
| • przedstawicieli służb utrzymania ruchu w przedsiębiorstwach | • użytkowników narzędzi pneumatycznych |
| • specjalistów odpowiedzialnych za układy automatyki | • przedstawicieli mechanicznych zakładów usługowych oraz firm dostawczych i wykonawczych w zakresie instalacji sprężonego powietrza. |
| • technologów i projektantów instalacji pneumatycznych | |

ITM Polska – największe w kraju targi nowoczesnych technologii dla przemysłu

Wystawie towarzyszyć będą:

- prezentacje najnowszych rozwiązań technologicznych
- specjalistyczne konferencje organizowane wspólnie przez Międzynarodowe Targi Poznańskie i redakcję „Pneumatyki”

Patroni honorowi: Minister Gospodarki i Pracy, Minister Nauki i Informatyzacji



Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o.
ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań
tel. +61/ 869 21 64, fax +61/ 869 29 66
e-mail: energia@mtp.pl

www.energia.mtp.pl

Aerzen Polska S.A.

Aerzener Maschinenfabrik GmbH, założona w Niemczech w 1864 r., posiada długą tradycję w budowie dwuwadłowych urządzeń sprężających z obrotowymi tłokami.

Już w 1868 r. zbudowano w Aerzen pierwszą na kontynencie europejskim dmuchawę działającą na zasadzie Roots'a. W 1930 r. rozpoczęto wytwarzanie liczników gazowych, a rok 1943 był początkiem produkcji bezolejowych sprężarek śrubowych. W 1968 r. w wyniku wieloletnich prac rozwojowych rozszerzono program produkcyjny o sprężarki z wtryskiem oleju. Wraz z upływem lat i postępem techniki Aerzener Maschinenfabrik rozwinęła się w przedsiębiorstwo produkujące maszyny specjalnego zastosowania. Poza produkowanymi seryjnie urządzeniami do tłoczenia i sprężania powietrza, których produkcja roczna wynosi dla dmuchaw ok. 9000 szt. i sprężarek ok. 5000 szt., firma jako jeden z niewielu producentów w świecie specjalizuje się w produkcji urządzeń sprężających do gazów procesowych, agresywnych, trujących i zanieczyszczonych. Urządzenia Aerzenera znajdują zastosowanie m.in. w przemyśle chemicznym, petrochemicznym, farmaceutycznym, budowlanym, chłodniczym, ale również w procesach oczyszczania ścieków czy odsysania gazów na składowiskach odpadów.

Blisko 150-letnie doświadczenie w budowie urządzeń sprężających wyraża się poprzez wysoką jakość. Od 1990 roku przedsiębiorstwo zalicza się do wytwórców posiadających certyfikat DIN ISO 9001.

Dużym uznaniem cieszy się kompetentna sieć serwisowa i sprzedaży, tworzona przez 6 biur zakładowych w Niemczech, 15 filii w Europie, Ameryce Płn. i Płd. oraz przedstawicielstwa w ok. 100 krajach świata. Konceptcja serwisu posprzedażowego Aerzenera obejmuje rozruch, naprawę, konserwację i zaopatrzenie w oryginalne części zamienne. Serwis gwa-

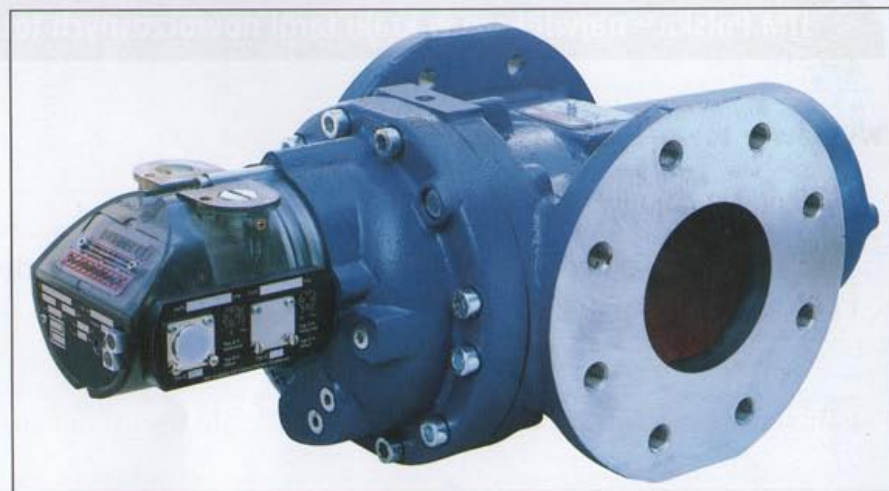


Fot. 1 Delta Twin – sprężarka śrubowa dwustopniowa z osuszaczem powietrza

rantuje dyspozycyjność współpracowników i części zamiennych w ciągu 24 godzin w prawie każdym miejscu świata.

Na rynku polskim Aerzener Maschinenfabrik obecna jest od lat 60. XX w. W roku 2001 po okresie dystrybucji prowadzonym przez CHZ i dealerów utworzona została firma Aerzen Polska S.A., wyłączny przedstawiciel w całości należący do Aerzener Maschinenfabrik GmbH. Aerzen Polska S.A. tworzą dzisiaj biura handlowe w Warszawie, Katowicach i Wrocławiu, serwis oraz biuro projektowe. Dla zapewnienia wysokiej jakości usług

zatrudnia się wysoko kwalifikowanych i doświadczonych specjalistów. Oferowane przez Aerzen Polska S.A. usługi obejmują cykl: od wyboru rozwiązań technologicznych, poprzez realizację zadania, aż po uruchomienie do prowadzenia stałej obsługi serwisowej i konserwacyjnej. Firma dysponuje 24-godzinny serwisem firmowym z siedzibą w Katowicach, który wykonuje naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne, cykliczne przeglądy konserwacyjne urządzeń oraz, na specjalne życzenie klienta, oddelegowuje stałą obsługę techniczną na poszczególne obiekty. Ponadto w dni



Fot. 2 Licznik gazowy



Fot. 3 Sprężarka śrubowa Delta Screw wolne od pracy prowadzi specjalne dyżury w celu podjęcia natychmiastowej interwencji naprawczej.

Program produkcji obejmuje:

- dmuchawy bezolejowe do powietrza i biogazu o wydajności 30-65 000 m³/h i nadciśnieniu 1 bar
- dmuchawy na podciśnienie o wydajności 60-45 000 m³/h i podciśnieniu

do 400 mbarów poniżej ciś. atmosferycznego

- dmuchawy próżniowe o wydajności 180-97 000 m³/h i próżni do 300 mbarów
- dmuchawy do tłoczenia i ssania, montowane na silosach samochodowych, o wydajności 600-2250 m³/h, nadciśnieniu do 1 bara i podciśnieniu do 500 mbarów
- dmuchawy do gazów procesowych o wydajności 100-100 000 m³/h, nadciśnieniu 2,5-6,0 barów i podciśnieniu 450 mbarów
- dmuchawy wysokociśnieniowe o wydajności 60-6000 m³/h i nadciśnieniu do 25 barów
- sprężarki śrubowe bezolejowe o wydajności 200-15000 m³/h, nadciśnieniu do 11 barów i podciśnieniu do 150 mbarów
- sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju o wydajności 60-3180 m³/h i ciśnieniu do 11 barów
- sprężarki śrubowe typu VARISCREW dla chłodnictwa o wydajności 233-3250 m³/h i różnicy ciśnień do 16 barów
- sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju dla chłodnictwa o wydajności 700-10000 m³/h i różnicy ciśnień do 20 barów

- sprężarki śrubowe z wtryskiem oleju do gazów procesowych o wydajności 500-8900 m³/h i różnicy ciśnień jednostopniowo do 20 barów i podciśnieniu do 1 bara abs
- sprężarki śrubowe typu VR do gazów procesowych o wydajności 600-120 000 m³/h, nadciśnieniu wielostopniowo do 40 barów i podciśnieniu do 0,9 bara
- liczniki gazowe o wydajności 0,6-6500 m³/h
- urządzenia do uzdatniania sprężonego powietrza.

Dzięki ciągłym, dynamicznym inwestycjom i badaniom, zwiększając potencjał inżynierski i wykorzystując do procesu produkcji własne centra obróbcze nowej generacji, fabryka z Aerzen stanowi wyznacznik rozwoju urządzeń sprężających z obrotowymi tłokami, zarówno w przeszłości, jak i w chwili obecnej.

Opracowanie redakcyjne na podstawie materiałów Aerzen Polska S.A.

AERZEN POLSKA S.A.

- **SPRĘŻARKI ŚRUBOWE I TŁOKOWE, OLEJOWE I BEZOLEJOWE**
dla Techniki sprężonego powietrza - Techniki gazów procesowych - Chłodnictwa

- **DMUCHAWY ROTACYJNE Z OBROTOWYMI TŁOKAMI**
dla Techniki sprężonego powietrza - Techniki ochrony środowiska - Transportu pneumatycznego

- **LICZNIKI GAZOWE**
dla Komunalnego zaopatrzenia w gaz - Pomiarów gazów w przemyśle

- **SERWIS - CZĘŚCI ZAMIENNE - DORADZTWO TECHNICZNE**



Centrala / Biuro Handlowe
ul. Marconich 9/17
02-954-Warszawa
tel.+22 642 29 09
fax+22 642 33 08

e-mail: info@aerzen.pl

Centrala / Biuro Handlowe / Projekt
ul. Ks. Bkp. Bednorza 2a-6
40-384 Katowice
tel.+32 209 87 50
fax+32 209 89 66

www.aerzen.pl

Biuro Handlowe
ul. Bacciarlego 8a-3
51-649 Wrocław
tel.+71 371 90 34
fax+71 372 97 18



DELTA
BLOWER + SCREW

SPRĘŻARKI

DMUCHAWY

LICZNIKI
GAZOWE

ROZRUCH

SERWIS

STEROWANIE

ENGINEERING

Udarowe badania osłon obrabiarek

Robert Jastrzębski

Wejście Polski do Unii Europejskiej spowodowało zmiany w przepisach dotyczących bezpieczeństwa obrabiarek. Znak bezpieczeństwa „B” przestał być obowiązkowy, natomiast zaczęły obowiązywać przepisy dotyczące znaku „CE”, tzn. zgodności z odpowiednimi dyrektywami unijnymi dotyczącymi bezpieczeństwa maszyn.

Szczegółowe wymagania bezpieczeństwa opisane są w normach zharmonizowanych z odpowiednimi dyrektywami. W ostatnich latach ukazały się nowe normy europejskie dotyczące bezpieczeństwa obrabiarek, już jako normy PN-EN. W normach typu „C” dotyczących obrabiarek [1], [2], [3] podana została metoda udarowego badania osłon, sprawdzająca ich wytrzymałość na uderzenie przez wyrzucaną z przestrzeni roboczej odłamaną część narzędzia lub np. szczękę uchwytu. Celem tych badań jest minimalizacja ryzyka urazu związanego z wyrzucaniem części z przestrzeni roboczej, gdyż konsekwencje złego zabezpieczenia przed tym zagrożeniem mogą być tragiczne. Energia i prędkości wyrzucanych części w przypadku awarii lub błędu obsługi są coraz większe, gdyż stosowane są coraz większe prędkości wrzecion obrabiarek. Metoda polega na rozpędzeniu pocisku, za pomocą działka pneumatycznego, do energii i prędkości maksymalnie możliwej do uzyskania na danej obrabiarce i uderzeniu tym pociskiem w osłonę lub materiał na osłonę. Do wdrożenia metody zbudowano specjalne stanowisko badawcze w Laboratorium Badań Hydrauliki Siłowej i Obrabiarek w CBKO w Pruszkowie. Badania te dają odpowiedź na kilka istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa i zastosowanej konstrukcji pytań:

- czy zastosowane osłony są wystarczająco odporne na udar?

- jaką rzeczywistą energię udaru dana osłona lub materiał wytrzymałe i przy jakich prędkościach (określenie klasy udarności)?
- czy w danym zastosowaniu nie przewidziano osłon i można zmniejszyć grubość blach lub szyb obserwacyjnych?
- czy udar wytrzyma także konstrukcja zamocowań (np. osłon przesuwanych)?

Stanowisko badawcze uruchomiono w I kwartale 2005 roku.

Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne stanowiska

Założenia do konstrukcji

Ponieważ metoda badania podana w normach określa tylko sposób badania i wymagania, jakie powinno spełniać stanowisko, aby je skonstruować, należało wcześniej odpowiedzieć na kilka podstawowych pytań. Dla jakich parametrów stanowiska, przy założonych przez normy średnicach luf i masach pocisku, osiągnąć wymagane prędkości i energie i jak je amortyzować w warunkach laboratoryjnych? Z pomocą specjalistów z Politechniki Warszawskiej, z którą laboratorium współpracuje od wielu lat, opracowano koncepcje:

- działka pneumatycznego – dotycząca wymaganych ciśnień, długości luf, objętości zbiornika powietrza, wielkości i szybkości otwarcia zaworu spustowego;
- urządzenia do pomiaru prędkości pocisku – dotycząca metody pomiaru, sposobu wzorcowania itp., aby zapewnić wymaganą dokładność;
- konstrukcji mocującej osłonę z kulochwytem dla wytracania energii udaru.

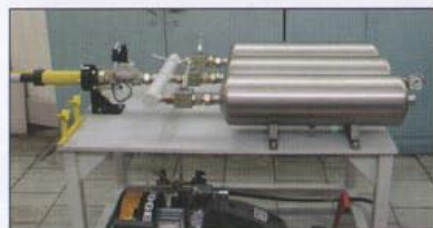
Podstawy teoretyczne konstrukcji stanowiska nie są tematem niniejszej pracy, lecz należy stwierdzić, że stanowisko zaprojektowane i wykonane wg opracowanych założeń i koncepcji potwierdziło poprawność obliczeń i słuszność założeń. Uzyskano np. zgodność uzyskiwanych prędkości z wyliczeniami teoretycznymi w gra-

nicach nie mniejszych niż 10% oraz bardzo dobrą skuteczność zastosowanego sposobu wytracania energii udaru.

Konstrukcja działka pneumatycznego

Wykonaną konstrukcję działka przedstawia fot. 1. Stanowisko posiada trzy wymienne lufy o średnicach 30, 40 i 50 mm przyłączane w zależności od potrzeb do zaworu spustowego. Urządzenie to składa się:

- z trzech zbiorników o objętości po 20 dm³ i ciśnieniu nominalnym 16 barów, z których każdy można odciąć od układu i w ten sposób uzyskać trzy zmienne objętości układu spustowego. Zbiorniki połączone są z zaworem spustowym specjalnym kolektorem śr. 2", tak aby zminimalizować opory ruchu powietrza,
- zaworu spustowego 1 1/4", o czasie otwarcia 40 ms i ciśnieniu nominalnym 16 barów,
- konstrukcji nośnej do przeniesienia siły odrzutu (do ok. 3000 N),
- sprężarki tłokowej o ciśnieniu nominalnym 15 barów (chwilowo do 16).



Fot. 1 Konstrukcja działka pneumatycznego

Wydajność sprężarki pozwala uzupełnić zbiorniki do pełnego ciśnienia w kilka minut, a ponieważ układ elektryczny wyzwalający strzał zamyka



Fot. 2 Widok na kolektor, zawór spustowy, zamki luf i pociski

zawór spustowy po wylocie pocisku z lufy, uchodzi tylko część powietrza i gotowość do następnego strzału uzyskujemy znacznie szybciej. Zamek do wkładania pocisku w postaci nasuwanej tulei posiada zabezpieczenie niepozwalające na strzał bez jego nasunięcia i obrócenia do odpowiedniej pozycji. Lufy wykonano z rur ciągniętych stalowych dokładnych długości 4 m.

Na fot. 2 widoczna jest część początkowa trzech wykonanych luf, z widoczną nasuniętą tuleją zamka. Jedna z luf przymocowana jest do zaworu spustowego, a pozostałe odłożone na stojaki. Na fot. widać także postawione, normatywne pociski 0,625 kg i 2,5 kg.

Konstrukcja urządzenia do pomiaru prędkości

Na końcu lufy montowane jest urządzenie do pomiaru prędkości, którego konstrukcja pozwala dostosować się do różnych średnic luf. Zasada pomiaru prędkości polega na pomiarze czasu przelotu pocisku pomiędzy dwoma czujnikami fotoelektrycznymi, rozstawionymi w stałej odległości. Wybór odległości pomiędzy czujnikami to wynik kompromisu pomiędzy wymaganą dokładnością pomiaru prędkości a możliwościami dokładności i powtarzalności pomiaru odstępu czasu (przy prędkości pocisku 100 m/s mierzony czas przelotu przy danym rozstawie wynosi 1 ms). Ponieważ pocisk cały czas przyspiesza w lufie, im większy rozstaw czujników, tym większa niepewność wyznaczenia prędkości wylotowej z lufy. Urządzenie to jest wzorcowane po zdjęciu z lufy i podstawieniu pod wirujące łopatki o regulowanej prędkości. Ustalając odległość czujników od środka obrotu i mierząc przyrządem wzorcowym prędkość wirnika, wyznaczamy prędkość przelotu łopatki wirnika pomiędzy czujnikami urządzenia pomiaru prędkości. Możemy zatem porównać prędkość wyliczoną z wyznaczoną przez urządzenie i określić dokładność pomiaru.

Konstrukcja „kulochwytu”

Stosując analogię do nazewnictwa używanego w wojskowości, część stanowiska, w której mocujemy badaną osłonę i w którą strzelamy, nazwano „kulochwytem”. Ideą pomysłu było przejmowanie energii uderzenia przez dużą masę podpartą tłumikiem hydraulicznym. Masę tę stanowił swobodnie stojący wózek, na którym umieszczono zamykaną kabinę z ramą

do mocowania badanej osłony lub materiału z rzeczywistym kulochwytem z przekładkami drewnianymi. Wyhamowywanie pocisku przez przekładki jest podobne do stosowanych w samochodach kontrolowanych stref zgniotu. Konstrukcja kulochwytu pozwala na ustawienie przekładek jako „strefy zgniotu” do długości 500 mm w zależności od energii uderzenia. Pęd pocisku wbijającego się w osłonę lub drewniane przekładki przekazywany jest na masę wózka, którego uzyskana energia wytracana jest w tłumiku hydraulicznym i częściowo przez tarcie w czopach ślizgowych kółek. Łączna masa wózka wynosi ok. 2 ton. Zastosowanie przekładek drewnianych jako materiału do hamowania pocisku na określonej drodze ma dwie zalety: jest to materiał tani i łatwo dostępny, również wyjęcie pocisku nie nastręcza żadnych trudności, gdyż przebite przez pocisk przekładki pękają na kilka części.

Zabezpieczenia układu elektrycznego

W stanowisku zadbano też o wygodę i bezpieczeństwo pracy. Układ elektryczny wyzwalający strzał posiada odpowiednie zabezpieczenia, polegające na tym, że nie można otworzyć zaworu spustowego, jeśli:

- nie jest zamknięty zamek lufy,
- nie jest zamknięta kabina kulochwytu,
- nie osiągnięto nastawionego ciśnienia
- nie założono gotowości do strzału.

Gotowość ta sygnalizowana jest sygnałem wizualnym i dźwiękowym. Dopiero wtedy działa przycisk START, wyzwalający strzał. Po wystrzale, aby nie dopuścić do rozładowania się zbiorników powietrza, zawór spustowy zamyka się. Sygnał zamykania pochodzi z dwóch niezależnych obwodów – z przełącznika spadku ciśnienia ustawianego na wybraną wartość oraz niezależnie z wyłącznika czasowego (jeśli zapomnianoby np. ustawić odpowiednio przełącznik, to wyłącznik czasowy zamyka zawór spustowy po

ok. 0,1 s od wylotu pocisku z lufy). Po zadziałaniu przełącznika ciśnieniowego sprężarka automatycznie dopełnia zbiorniki do ustawionego ciśnienia.

Możliwości stanowiska

Mówiąc o możliwościach stanowiska, mamy na myśli możliwości dotyczące:

- uzyskiwania prędkości i energii uderzenia,
- zakresu i dokładności pomiaru prędkości,
- wychwytywania energii uderzenia,
- wielkości i rodzajów badanych materiałów.

W tabeli poniżej zebrano wyniki uzyskanych prędkości i energii uderzenia dla pocisków stalowych bez uszczeltek, o średnicach pocisków mniejszych od średnicy lufy o 0,1 mm. Smarowanie lufy olejem hydraulicznym o lepkości 40 cSt.

Uzyskano wielkości prędkości i energii pozwalające na stwierdzenie, że badania osłon obrabiarek są możliwe w każdej z podanych w normach klas odporności uderzeniowej. Przy próbach strzałów przy ciśnieniu 16 barów dla pocisku 2,5 kg uzyskiwano prędkości przekraczające 80 m/s, co pozwoliło uzyskać energię powyżej maksymalnej wymaganej 8000 J. W koncepcji stanowiska zakładano, że maks. energie potrzebne do badania osłon centrów obróbkowych uzyska się poprzez zwiększanie masy pocisku, zachowując tylko wymagany normą kształt czoła pocisku, co dopuszcza norma. Wykonano pierwsze próby z pociskiem 0,1 kg, które pozwoliły osiągnąć prędkość ponad 200 m/s przy ciśnieniu 15 barów, w związku z tym należy spodziewać się, że bez przeszkód nawet z lufy $\phi 30$ mm uzyska się maks. podaną w normie prędkość 230 m/s. Tym bardziej że stwierdzono, iż na uzyskiwaną prędkość duży wpływ ma długość prowadzenia w lufie. Wykonany pocisk 0,1 kg miał

Masa pocisku/ śr. lufy [kg]/[mm]	Objętość zbiornika = 60 dm ³					
	Ciśnienie nastawione					
	5 [barów]		10 [barów]		15 [barów]	
	V [m/s]	E [J]	V [m/s]	E [J]	V [m/s]	E [J]
0,1/ $\phi 30$ *)	92	423	155	1201	202	2040
0,625/ $\phi 30$	48	720	78,0	1901	94,0	2760
1,25/ $\phi 40$	46	1322	69,0	2975	81,0	4100
2,5/ $\phi 50$	43	2311	65,0	5281	79	7800

*) pierwsze próby

Tabela 1 Uzyskiwane prędkości i energie uderzenia w stanowisku

krótkie prowadzenie. Badania nad wpływem różnych czynników na uzyskiwane prędkości są obecnie kontynuowane.

W większości przypadków odpowiednie energie można uzyskać przy zmniejszonej objętości zbiorników (40 lub 20 dm³).

Badania możliwości kulochwyty pozwoliły stwierdzić, że dla przekładek grubości 5 mm droga hamowania w kulochwyte wynosi ok. 200 mm, a cały wózek uzyskuje maksymalną prędkość ok. 0,1 m/s i zostaje wyhamowywany na drodze do 5 mm, przy energii uderzenia ok. 8000 J. Ponieważ kulochwyt ma długość 500 mm, a dobrany tłumik skok 20 mm i pracuje do prędkości 0,2 m/s, są możliwości wychwytywania znacznie większych energii uderu.

Podsumowanie

- Na skonstruowanym w laboratorium CBKO stanowisku uzyskuje się wszystkie zakresy energii dotyczące uderowego badania osłon obrabiarek.
- Konstrukcja wychwytywania energii

uderu pracuje przy energii uderzenia 8000 J na poziomie 40% swoich możliwości.

- Układ pomiaru prędkości w obecnej wersji pozwala na pomiar znacznie większych prędkości niż potrzebne do badań obrabiarek (sprawdzono opisaną metodą do 400 m/s).
- Konstrukcja działka pneumatycznego z wymiennymi lufami pozwala dostosować je do różnych wymagań wytworzenia energii i prędkości uderu oraz masy, kształtu i średnicy pocisku.
- Stanowisko daje możliwości badania uderowego różnych materiałów (np. szyby bezpieczne) i prowadzenia prac naukowo-badawczych.
- Stanowisko daje możliwość polskim producentom obrabiarek wykonywania takich badań w kraju.
- Stanowisko spełnia ogólne wymagania bezpieczeństwa użytkowania i jest wygodne w obsłudze.
- Laboratorium CBKO, po wdrożeniu opisanego metody badań uderowych osłon i materiałów na osłony, zgłosiło ją do rozszerzenia zakresu akredytacji.

Literatura:

- [1] PN-EN 12415:2002+A1:2004.: Bezpieczeństwo obrabiarek. Małe tokarki sterowane numerycznie i centra tokarskie.
- [2] PN-EN 12417:2003.: Obrabiarki. Bezpieczeństwo. Centra obróbkowe.
- [3] PN-EN 13128:2002(U).: Bezpieczeństwo obrabiarek – frezarki i wytaczarki.
- [4] Jastrzębski R.: Opracowanie koncepcji i dokumentacji konstrukcyjnej stanowiska do uderowego badania osłon obrabiarek. Sprawozdanie NH/B-04-2003. Materiały wewnętrzne CBKO.

Robert Jastrzębski
Centrum Badawczo-Konstrukcyjne
Obrabiarek

HIROSS

Compressed Air Treatment
Filtry sprężonego powietrza



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

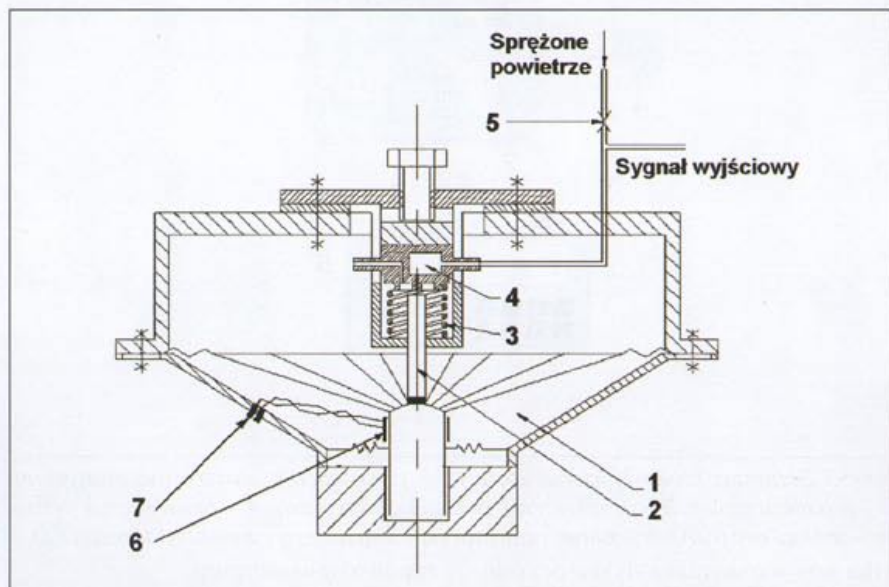
dh Group Polska Sp. z o.o., ul. Ryżowa 87, 05-816 Opacz k/Warszawy
tel. (022) 723 03 67, fax (022) 723 03 68, e-mail: info@dhgroup.pl

Pneumatyczny generator dowolnych sygnałów ciśnieniowych

Artur Jędrusyna
Zbigniew Kubowicz

W praktyce pomiarowej stosunkowo często pojawia się konieczność dysponowania źródłem przebiegów pneumatycznych o zróżnicowanym kształcie i dokładnie kontrolowanych parametrach. Najczęściej wykorzystywane są sygnały sinusoidalne. Są one stosowane przede wszystkim przy wyznaczaniu charakterystyk częstotliwościowych obiektów regulacji.

Niektóre zastosowania biomedyczne (pomiar ciśnienia krwi oraz pomiar spirometryczne) wymagają posiadania źródła sygnałów pneumatycznych, odwzorowujących na przykład falę ciśnienia tętniczego lub przebieg wydechu pacjenta. Podobnie niektóre metody terapeutyczne (zapobieganie bezdechowi nocnemu) wymagają dokonywania zmiany ciśnienia doprowadzanego do maski tlenowej umieszczonej na twarzy pacjenta. Wytwarzanie przebiegów sinusoidalnych w tradycyjnych układach generatorów mechanicznych przeprowadzane jest przy użyciu zestawu krzywek, układów z zawieszeniem jarzmowym [1] lub wirujących przesłon. Wartość ciśnienia wyjściowego takiego generatora zmieniana jest poprzez ruchomy element (przysłonę) napędzany najczęściej silnikiem elektrycznym, w czym pośredniczy układ zamieniający ruch obrotowy silnika na ruch posuwisty. Podstawową wadą tego typu układów jest bardzo utrudniona modyfikacja parametrów – częstotliwości, amplitudy i składowej stałej generowanego sygnału. Zmiana nastaw generatora wymaga regulacji położenia elementów mechanicznych układu. Układy tego typu raczej nie nadają się do wytwarzania przebiegów o skrajnie niskich częstotliwościach, z powodu nieregularności pojawiających się w przebiegu wyjściowym przy nierównomiernej pracy silnika z bardzo niską



Rys. 1 Budowa przetwornika elektropneumatycznego: 1 – membrana głośnika, 2 – trzpień przemieszczający przysłonę, 3 – sprężyna podtrzymująca wzmacniacz dysza-przysłona, 4 – wzmacniacz dysza-przysłona, 5 – dławik, 6 – cewka głośnika, 7 – zaciski sterujące

prędkością obrotową. Zmiana kształtu przebiegu wymaga natomiast modyfikacji kształtu krzywek, czyli przebudowy układu mechanicznego generatora. Wraz ze wzrostem częstotliwości zmienia się także amplituda przebiegu, co utrudnia zastosowanie takiego generatora do wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych.

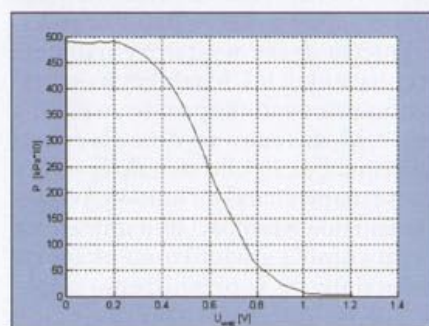
Powyższe ograniczenia dotyczące konstrukcji skłoniły autorów do zaprojektowania alternatywnego układu generatora. Postawiono następujące wstępne założenia projektowe:

- możliwość wytwarzania pneumatycznych sygnałów sinusoidalnych, prostokątnych i sygnałów o dowolnym zadanym kształcie,
- zakres generowanych częstotliwości 0,1...30 Hz,
- maksymalne ciśnienie wyjściowe 50 kPa, z możliwością ustawiania częstotliwości, amplitudy i składowej stałej przebiegu,
- stałość zadanej amplitudy sygnału z generatora bez względu na nastawy i obciążenie wyjścia generatora.

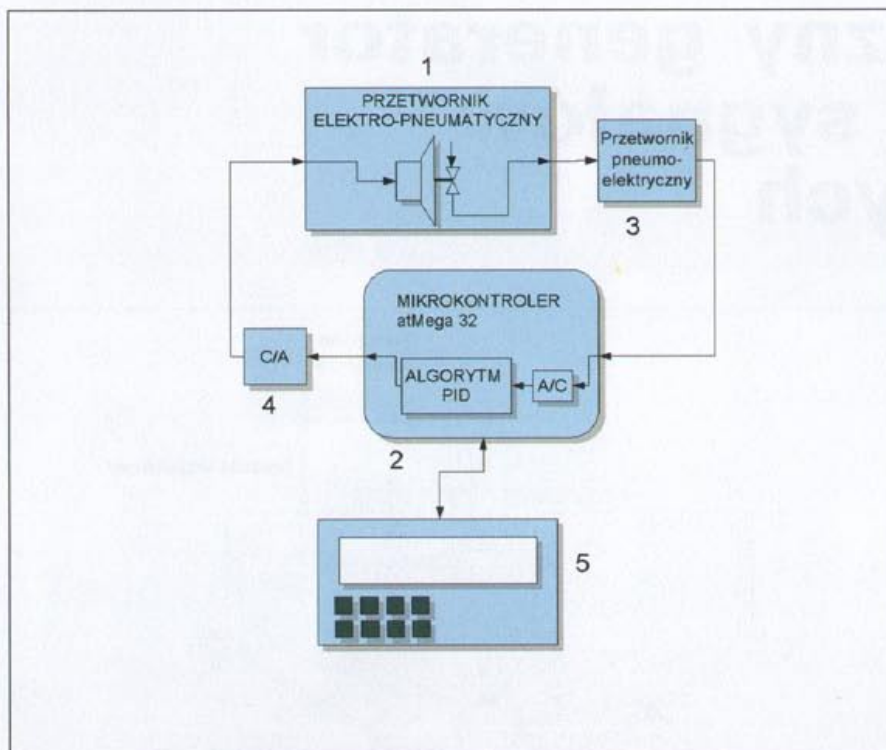
Ze względu na łatwość modyfikacji algorytmu sterującego generatora zdecydowano się na zastosowanie całkowicie elektrycznego układu sterowania ciśnieniem wyjściowym.

Pierwszym z problemów konstrukcyjnych, jaki należało rozwiązać, było zbudowanie odpowiedniego przetwornika sygnału elektrycznego na ciśnieniowy (wybór napędu przysłony). Zdecydowano się na rozwiązanie oparte o głośnik średniotonowy z membraną średnicy 12 cm. Schemat przetwornika przedstawiono na rys. 1. Podstawowym elementem przetwor-

niem było zbudowanie odpowiedniego przetwornika sygnału elektrycznego na ciśnieniowy (wybór napędu przysłony). Zdecydowano się na rozwiązanie oparte o głośnik średniotonowy z membraną średnicy 12 cm. Schemat przetwornika przedstawiono na rys. 1. Podstawowym elementem przetwor-



Rys. 2 Charakterystyka statyczna przetwornika elektropneumatycznego – ciśnienie wyjściowe w funkcji napięcia sterującego



Rys. 3 Schemat blokowy generatora: 1 – przetwornik elektropneumatyczny, 2 – mikrokontroler, 3 – przetwornik pneumoelektryczny, 4 – przetwornik cyfrowo-analogowy (C/A), 5 – panel operatorski z klawiaturą i wyświetlaczem LCD

nika jest wzmacniacz dysza-przysłona 4, do którego poprzez dławik 5 doprowadzone jest sprężone powietrze o ciśnieniu 50 kPa. Korpus wzmacniacza jest utrzymywany w stałym położeniu przez sprężynę dociskową 3. Dysza średnicy 1,2 mm przysłaniana jest przez trzpień 2 połączony mechanicznie z membraną głośnika 1, na którego korpusie zamocowano pozostałe elementy przetwornika. Położenie membrany z kolei zależy od sygnału sterującego cewkę głośnika 6, podawanego na zaciski 7. W ten sposób napięciowy sygnał sterujący wpływa pośrednio na poziom ciśnienia na wyjściu przetwornika. W trakcie skalowania przetwornika stwierdzono, że dysza pozostaje całkowicie otwarta przy zerowym napięciu sterującym, natomiast do uzyskania całkowitego zamknięcia dyszy wystarczy napięcie sterujące ok. 1 V. Charakterystykę statyczną przetwornika przedstawiono na rys. 2. Można zauważyć, że dla zakresu ciśnień 3..30 kPa charakterystyka statyczna ma charakter liniowy. W trakcie badania własności dynamicznych przetwornika stwierdzono eksperymentalnie, że w przybliżeniu odpowiada on obiektowi inercyjnemu pierwszego rzędu o stałej czasowej ok. 0,07 sekundy. Własności dynamiczne przetwornika aproksymowano za pomocą członu inercyjnego pierwszego

rzędu o transmitancji:

$$G(s) = \frac{1}{Ts + 1}$$

gdzie

$$T = 72,5 \text{ ms}$$

Natomiast jego charakterystykę statyczną przybliżono za pomocą wielomianu postaci

$$p(u) = 34313 \cdot u^8 - 102090 \cdot u^7 + 121510 \cdot u^6 - 75372 \cdot u^5 + 26931 \cdot u^4 - 5442,7 \cdot u^3 + 356,2 \cdot u^2 - 26,7 \cdot u^1 + 48,1$$

gdzie p – ciśnienie wyjściowe z przetwornika [Pa], u – sygnał sterujący [V].

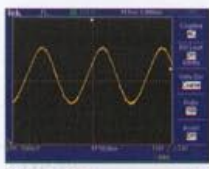
Schemat blokowy prototypu urządzenia przedstawiono na rys. 3. Generator zrealizowano w technice mikroprocesorowej jako układ z regulacją nadążną. Głównym elementem wykonawczym jest przetwornik elektropneumatyczny (1). Sygnałem wejściowym tego bloku jest napięcie w zakresie 0-1,2 V. Sygnałem wyjściowym zaś ciśnienie od 0 do około 90% ciśnienia zasilania (nadciśnienia). Sygnał ciśnieniowy mierzony jest przez przetwornik pneumoelektryczny (3). Przetwornik ten przetwarza liniowo ciśnienie o powyżej podanym zakresie na napięcie w zakresie 0-5 V. Napięcie to podawane jest na wyprowadzenie mikrokontrolera (2), które wewnątrz związane jest z przetwornikiem analogowo-cyfrowym. Dziesięciobitowy przetwornik A/C zamienia sy-

gnał napięciowy na dyskretny sygnał cyfrowy próbkowany ze stałym okresem T_s równym 0,5 ms i wykorzystuje go w wewnętrznym algorytmie według parametrów zadawanych poprzez interfejs użytkownika (5). Wewnątrz mikrokontrolera (2) Atmel Atmega32 zawarto programowy regulator PID. W trakcie pracy program sterujący oblicza kolejne wartości zadane sygnału, właściwe dla bieżących nastaw generatora i wartości odmierzonego czasu. Działanie układu polega na porównaniu obliczonej w danym momencie czasu wartości zadanej sygnału z wartością na wyjściu przetwornika elektropneumatycznego (1). Sygnał sterujący przetwornikiem elektropneumatycznym generowany jest przez mikrokontroler za pośrednictwem przetwornika cyfrowo-analogowego (4). Komunikacja pomiędzy przetwornikami C/A i procesorem odbywa się poprzez synchroniczny interfejs SPI. Sygnał wyjściowy z przetwornika C/A uaktualniany jest 2000 razy na sekundę. Nastawy generatora wprowadzane są za pomocą panelu operatorskiego (5), zawierającego klawiaturę i wyświetlacz LCD 2×16 znaków. Zmieniać mogą być następujące parametry pracy generatora:

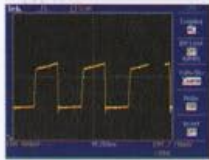
- rodzaj generowanego sygnału – do wyboru sygnał sinusoidalny, prostokątny i kardiologiczny,
- częstotliwość generowanego sygnału – w obecnej wersji oprogramowania od 0,05 do 20 Hz z krokiem co 0,05 Hz,
- amplituda międzyszczytowa przebiegu w zakresie 0..50 kPa z krokiem 1 kPa,
- składowa stała w zakresie 0..50 kPa z krokiem 1 kPa.

Dodatkowo w prototypie urządzenia modyfikowane mogą być wartości nastaw regulatora PID, to znaczy współczynniki k_p , T_i , T_d . Umożliwia to modyfikację domyślnego algorytmu regulacji.

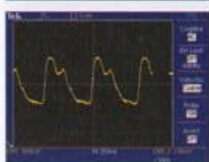
W charakterze przetwornika pneumoelektrycznego (rys. 2, poz. 3) zastosowano półprzewodnikowy czujnik ciśnienia absolutnego firmy Motorola/Freescale typu MPX5050 [2] o zakresie pomiarowym 0..50 kPa, dający na wyjściu sygnał napięciowy 0..5 V wprost proporcjonalny do ciśnienia wejściowego. Elementem czynnym w strukturze czujnika MPX5050 jest zestaw piezorezystorów wbudowanych w wytworzoną metodą trawienia selektywnego membranę krzemową.



Rys. 4a Sygnał wyjściowy z generatora – przebieg sinusoidalny $f=5,3$ Hz, amplituda 17,5 kPa, składowa stała 25 kPa



Rys. 4b Przebieg prostokątny $f=1$ Hz, amplituda 15 kPa



Rys. 4c Przebieg kardiologiczny $f=0,7$ Hz, amplituda 15 kPa

Ze względu na ograniczenie gabarytów oraz kosztów prototypu przyrządu, w obecnej wersji prototypu nie zawarto sprężarki, zdecydowano natomiast, że źródłem zasilania pneumatycznego będzie zewnętrzne źródło ciśnienia.

Obsługa przyrządu sprowadza się do ustawienia kształtu generowanego przebiegu, jego amplitudy międzyszczytowej oraz składowej stałej. Można wybrać przebieg sinusoidalny, prostokątny oraz sygnał kardiologiczny zdefiniowany jako ciąg 40 próbek zebranych w czasie pomiaru fali ciśnienia krwi pacjenta, a następnie wprowadzonych do tablicy w pamięci mikrokontrolera. W tym ostatnim przypadku program sterujący przeprowadza interpolację liniową pomiędzy zadanymi punktami przebiegu. W przypadku ustawienia zerowej wartości amplitudy międzyszczytowej układ można wykorzystać jako zadajnik stałowartościowy o bardzo dobrej stabilności.

Zastosowanie sprzężenia zwrotnego umożliwiło minimalizację wpływu obciążenia generatora na postać sygnału wyjściowego.

Na rys. 4a), b), c) przedstawiono kolejno generowane przez przyrząd sygnały: sinusoidalny o częstotliwości ok. 5,3 Hz, prostokątny o częstotliwości ok. 1 Hz oraz kardiologiczny o częstotliwości ok. 0,7 Hz. Widoczne na ekranie nieciągłości związane są z ograniczoną szybkością odświeżania ekranu oscyloskopu.

Prezentowany układ bardzo dobrze nadaje się do wytwarzania przebiegów o niskich częstotliwościach (nawet poniżej 0,1 Hz). Nie występuje tutaj znane z generatorów mechanicznych zjawisko zniekształcania przebiegu wskutek nierównomiernej pracy silnika napędzającego mechanizm krzywkowy przy niskich obrotach.

Dotychczasowe wyniki testów wskazały, że opisany generator może stanowić doskonały zamiennik mechanicznych generatorów przebiegów ciśnieniowych, dając możliwość szybkiej zmiany parametrów generowanego przebiegu. Pewne niedokładności odtwarzania zadanego kształtu sygnału mogą być związane z histerезą przetwornika elektropneumatycznego. Dalsze polepszenie parametrów urządzenia można osiągnąć poprzez ulepszenie konstrukcji przetwornika elektropneumatycznego oraz dopracowanie algorytmu regulacji zastosowanego w prototypie. Planowana jest również opcja zadawania kształtu sygnału z zewnętrznego komputera PC poprzez interfejs komunikacyjny.

W takim przypadku kształt jednego okresu sygnału definiowany byłby poprzez ciąg wartości, pomiędzy którymi przeprowadzana byłaby interpolacja. Ograniczeniem liczby zadananych punktów (długości wektora testowego) jest przede wszystkim ograniczona pojemność wewnętrznej pamięci zastosowanego mikrokontrolera. W obecnej wersji pewnym ograniczeniem urządzenia jest niewielka moc sygnału. Jej zwiększenie wymaga zastosowania większych średnic wzmacniacza dysza-przysłona lub dodatkowego pneumatycznego wzmacniacza mocy. W przypadku zastosowania w generatorze układu przetwornika elektropneumatycznego o lepszej klasie dokładności urządzenie można wykorzystać jako cyfrowy kalibrator ciśnienia.

Literatura

[1] Werszko M., Werszko R.: Generator sinusoidalnych sygnałów przesunięciowych i ciśnieniowych, *Pneumatyka* 4/23/2000.

[2] Motorola Sensor Device Data Book [DL/200/D rev. 5] – Freescale Semiconductors, 2003.

Artur Jędrusyna
Zbigniew Kubowicz

Politechnika Wrocławska, Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
e-mail: arturj@pwr.wroc.pl
tel. (071) 320 23 23, fax (071) 328 38 18

Sprężarki śrubowe. Sprężarki tłokowe. Osuszacze, filtry.



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

Techniki wytwarzania sprężonego powietrza

część IV – Sprężarki promieniowe

Tadeusz Mikulczyński
Rafał Więclawek

Ze względu na sposób pracy, sprężarki dzieli się na wyporowe i przepływowe. W sprężarkach wyporowych cykl pracy obejmujący ssanie, sprężanie i wypieranie gazu jest realizowany wskutek okresowej zmiany objętości przestrzeni roboczej. Zmiana ta jest wywołana przez ruchomy organ roboczy, którym może być tłok, zazębiające się krzywki, łopatki itd. Sprężanie następuje przez zamknięcie określonej porcji gazu i następnie zmniejszenie jej objętości. W sprężarkach przepływowych, w odpowiednio ukształtowanych kanałach międzyłopatkowych, następuje w sposób ciągły konwersja energii gazu – energia kinetyczna zamienia się w energię potencjalną ciśnienia.

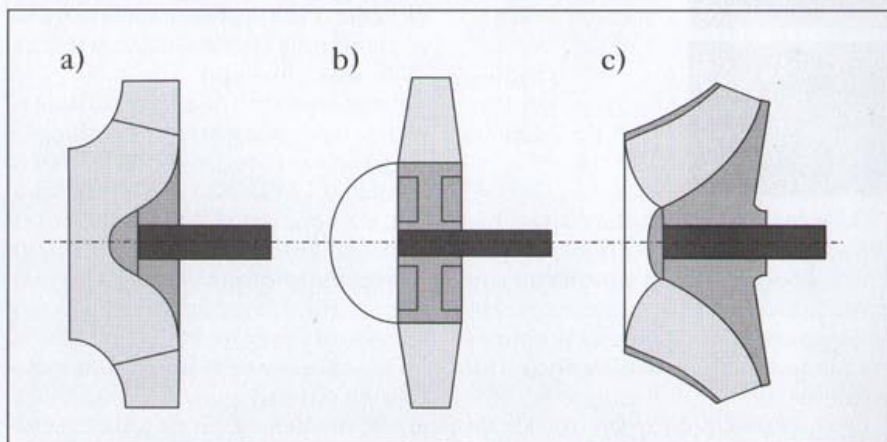
Ze względu na rozwiązania konstrukcyjne, sprężarki przepływowe dzieli się na:

- promieniowe
- osiowe
- diagonalne.

W sprężarkach promieniowych (rys. 1a) przepływ w elementach roboczych, którymi są koła wirnikowe, odbywa się na powierzchniach bliskich powierzchniom prostopadłym do osi maszyny, a w osiowych (rys. 1b) wzdłuż powierzchni zbliżonych do powierzchni cylindrycznych. Pośrednie miejsce zajmują sprężarki diagonalne, w których przepływ odbywa się na powierzchniach zbliżonych do powierzchni stożkowych (rys. 1c).

W zależności od przyrostu energii właściwej sprężarki dzieli się na dwie podstawowe grupy:

- wentylatory o przyroście energii właściwej nie przekraczającym 25 000 J/kg, co przy gęstości gazu $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ odpowiada spiętrzeniu 30 kPa,
- sprężarki o przyroście energii właściwej powyżej 25 000 J/kg.



Rys. 1 Koła wirnikowe sprężarek przepływowych: promieniowej (a), osiowej (b), diagonalnej (c) [1]

W praktyce wyróżnia się ponadto dmuchawy charakteryzujące się przyrostem ciśnienia nie przekraczającym 0,3–0,4 MPa. Dodatkowym kryterium odróżniającym sprężarki od dmuchaw jest stosowanie w sprężarkach chłodzenia czynnika sprężanego w celu obniżenia zapotrzebowania przez sprężarkę mocy.

Budowa sprężarki promieniowej

Część przepływową sprężarki promieniowej tworzą ustawione w szereg stopnie. W skład stopnia wchodzi następujące podzespoły:

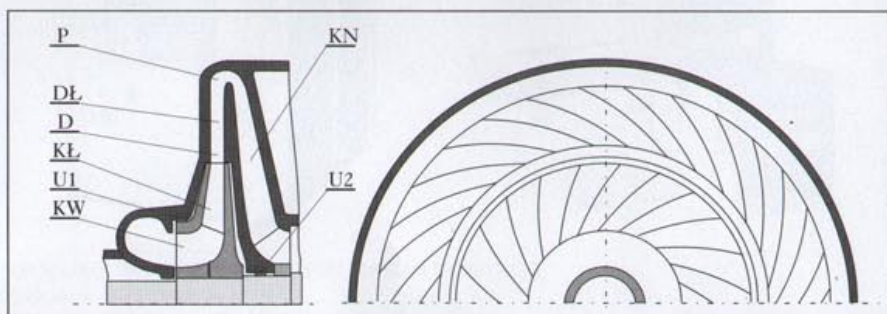
- koło wirnikowe składające się z kanału wlotowego (KW) oraz z kanałów międzyłopatkowych (KŁ)
- dyfuzor bezłopatkowy (D)
- dyfuzor łopatkowy (DŁ)
- przewal (P)

- kanał nawrotny (KN)
- uszczelnienie labiryntowe wewnętrzne (U1 i U2).

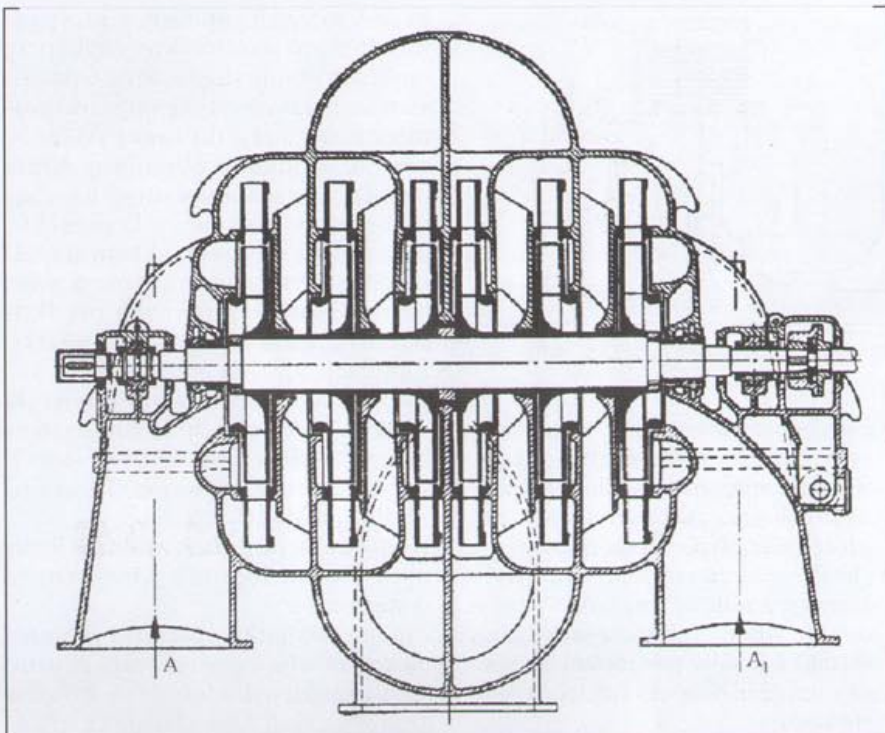
Nie wszystkie wymienione nieruchome elementy konstrukcyjno-przepływowe muszą występować w każdym stopniu promieniowym. W maszynach wielostopniowych, w których czynnik przepływa kolejno przez poszczególne stopnie, ostatni stopień przeważnie jest pozbawiony przewal i kanału nawrotnego. Regułą jest również, że w jednostopniowych wentylatorach promieniowych nie stosuje się żadnych z wymienionych nieruchomych elementów konstrukcyjno-przepływowych stopnia.

Zasada działania sprężarki promieniowej

W kanale wlotowym czynnik jest przyspieszany w celu uzyskania bardziej



Rys. 2 Schemat budowy stopnia promieniowego [4]



Rys. 3 Sprężarka promieniowa wielostopniowa [3]

wyrównanego profilu prędkości w przekroju wlotowym kanałów międzyłopatkowych. Ponadto następuje wymieszanie podgrzanego przecieku czynnika opływającego tarczę przednią koła wirnikowego z zasysanym strumieniem. W kanałach międzyłopatkowych przepływającemu czynnikowi jest dostarczana energia, powodująca przyrost ciśnienia. Zwiększa się przekrój wypływającego z koła wirnikowego strumienia i w związku z tym następuje spadek średniej prędkości promieniowej. Ponadto zachodzi mieszanie się przecieku czynnika ogrzanego pracą tylnej tarczy koła wirnikowego z głównym strumieniem.

Za kołem wirnikowym stosuje się dyfuzory bezłopatkowe lub łopatkowe. Ich zadanie polega na opóźnieniu przepływu czynnika, w związku z czym następuje dalszy przyrost ciśnienia. Opuszczający dyfuzor strumień jest prowadzony ze stałą szybkością przewalem i kanałem nawrotnym do następnego stopnia. Na skutek występowania strat następuje obniżenie się ciśnienia.

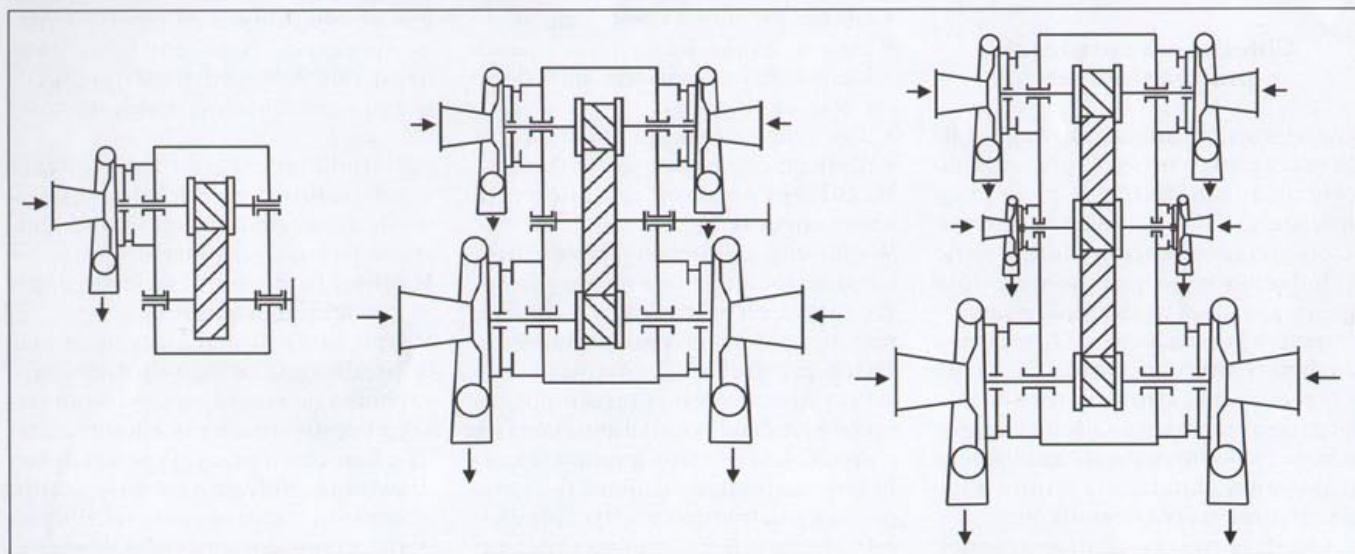
W ostatnim stopniu wypływający z całego obwodu dyfuzora czynnik jest zbierany w kolektorze i doprowadzany do odpowiedniego rurociągu. Kształt kolektora jest dobierany w ten

sposób, aby w miarę zbierania coraz większej ilości czynnika stale rosły przekroje kolektora oraz aby oddziaływanie kolektora nie zmieniało pracy elementów stopnia znajdujących się przed nim.

Stopnie sprężarki

Maksymalne ciśnienie końcowe uzyskiwane w jednym stopniu sprężarki jest ograniczone przez dopuszczalną ze względów wytrzymałościowych prędkość obwodową kół wirnikowych. W przypadku gdy wymagany jest wyższy przyrost ciśnienia niż uzyskiwany w jednym stopniu, buduje się wielostopniowe sprężarki z dwoma lub większą liczbą kół wirnikowych osadzonych na wspólnym wałe (rys. 3). Wymaga to zastosowania dodatkowych kanałów nawrotnych, kierujących gaz do przekroju wlotowego koła wirnikowego stopnia następnego.

W przypadku sprężarek chłodzonych zewnętrznie, ciągłość prowadzenia gazu jest przerywana przez kolektory doprowadzające gaz do chłodnic z chłodzeniem wodnym usytuowanych najczęściej obok sprężarki. Koła wirnikowe wraz z wałem stanowią wirnik sprężarki, który jest wsparty na łożyskach nośnych ślizgowych lub tocznych. Siły osiowe działające na wirnik przenoszone są przez łożysko oporowe oraz częściowo przez tłok odciążający, na którego powierzchnię czołową działa różnica ciśnień pomiędzy ciśnieniem panującym za ostatnim stopniem sprężania a ciśnieniem doprowadzonym najczęściej z króćca ssawnego. Dyfuzory wraz z kanałami nawrotnymi osadzone są w korpusie



Rys. 4 Przykłady konfiguracji wielostopniowych promieniowych sprężarek przekładniowych [1]

sprężarki i stanowią stator. Celem przeciwdziałania zasysaniu powietrza z atmosfery do układu przepływowego w części niskoprężnej sprężarki, jak również stratom gazu z układu przepływowego sprężarki do atmosfery w części wysokoprężnej oraz przepływu gazu między stopniami, stosuje się uszczelnienia labiryntowe w szczelinach między elementami wirującymi i nieruchomymi sprężarki.

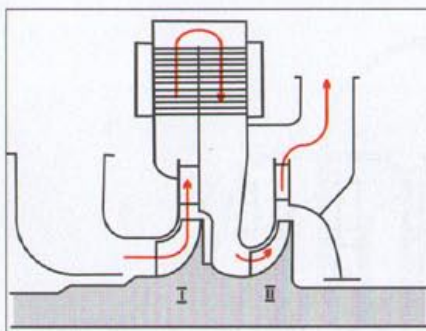
Sprężarki przekładniowe

Zuwagi na swe wysokie walory użytkowe, do których należą: bardzo szeroki zakres regulacji parametrów pracy oraz wysoka sprawność, coraz większe zastosowanie w przemyśle znajdują wielostopniowe sprężarki przekładniowe. Na rys. 4 przedstawione zostały przykładowo sprężarki przekładniowe posiadające jeden, cztery oraz sześć stopni sprężania, zblokowanych w jednym korpusie wraz z przekładnią. Wysoką sprawność tych maszyn zapewnia możliwość doboru optymalnej prędkości obrotowej dla każdej pary stopni, chłodzenie gazu za każdym stopniem, zastosowanie jednostronnie podwieszonych w łożyskach kół wirnikowych, umożliwiających osiowe doprowadzenie gazu, oraz regulacja wlotowymi łopatkami kierowniczymi. Szczególnie chętnie są stosowane w stacjach sprężonego powietrza do zasilania urządzeń pneumatycznych. W zależności od wymaganego ciśnienia końcowego, sprężarki przekładniowe pracują w układzie jednego, czterech lub sześciu stopni sprężania. Osiągane przyrosty ciśnienia sięgają 2,5 – 5,0 MPa, a strumień objętości wynosi 5000 – 200 000 m³/h.

Chłodzenie sprężarek promieniowych

Chłodzenie czynnika gazowego zbliża rzeczywisty proces sprężania do przemiany izotermicznej, podwyższa sprawność i obniża zużycie energii. Z drugiej jednak strony intensywne chłodzenie wywołuje konieczność stosowania dużych chłodziw podwyższających koszt maszyn. Oprócz tego dochodzą straty ciśnienia związane z przepływem czynnika przez kanały łączące sprężarkę z chłodnicą oraz w samej chłodnicy. Analiza celowości stosowania chłodzenia winna więc uwzględnić szereg czynników.

Znane są trzy zasadnicze sposoby chłodzenia:



Rys. 5 Schemat sprężarki z chłodnicą międzystopniową [1]

- chłodzenie zewnętrzne, polegające na tym, że gaz jest wyprowadzany w trakcie sprężania z kadłuba sprężarki do chłodnicy, gdzie opływa pęk rur, przez które płynie woda chłodząca;
- chłodzenie wewnętrzne, w którym do komór w kadłubie sprężarki wprowadza się wodę chłodzącą omywającą ścianki kanałów powietrznych; sposób ten jest obecnie bardzo rzadko stosowany;
- chłodzenie wewnętrzne wtryskowe, w którym do sprężanego gazu wtryskuje się rozpyloną wodę, woda odparowuje, pobiera ciepło od gazu i w ten sposób chłodzi.

Najszerze zastosowanie znalazł przypadek chłodzenia zewnętrznego. Układ przepływowy sprężarki podzielony jest tu chłodnicami na grupy stopni zwane sekcjami sprężania (rys. 5). Każda sekcja może się składać z jednego lub kilku stopni sprężania.

Regulacja wydajności sprężarek promieniowych

Regulację ciśnienia i wydajności sprężarek promieniowych realizuje się poprzez:

- zmianę prędkości obrotowej,
- zmianę kątów ustawienia łopatek kierowniczych na wlocie lub wylocie z koła wirnikowego,
- dławienie czynnika po stronie ssania,
- dławienie czynnika po stronie tłoczenia.

Regulacja poprzez zmianę prędkości obrotowej

Wielkością nastawialną, pozwalającą uzyskać zmianę ciśnienia i wydajności sprężarek w szerokim zakresie, przy stosunkowo wysokich sprawnościach, jest prędkość obrotowa.

Przy niewielkich sprężach objętości zasysanego czynnika zmieniają się z prędkością obrotową mniej więcej liniowo, natomiast ciśnienie tłoczenia proporcjonalnie do kwadratu prędkości obrotowych. Zależności te pozwalają na wykreślenie krzywych sprężar-

ki przy różnych obrotach, w przypadku gdy znana jest charakterystyka przy obrotach nominalnych. Rys. 6 przedstawia charakterystykę sprężarki promieniowej, regulowanej poprzez zmianę prędkości obrotowej. Linia łącząca wierzchołki wszystkich charakterystyk jest parabolą przechodzącą przez początek układu współrzędnych. Stanowi ona granicę pompowania przy zmiennych prędkościach obrotowych wirnika sprężarki. Regulacja zmianą prędkości obrotowej jest najbardziej dostosowana do odbiorników, których charakterystyki biegną wzdłuż linii maksymalnych sprawności, tzn. w przybliżeniu wzdłuż paraboli.

Regulacja poprzez zmianę kąta ustawienia łopatek kierowniczych

Zmianę wydatku sprężarki promieniowej można osiągnąć przez zmianę kąta ustawienia wlotowych łopatek kierowniczych. Obrót łopatek kierowniczych powoduje zmianę prędkości czynnika napływającego na układ łopatkowy koła wirnikowego i tym samym wpływa na zmianę spiętrzenia i pośrednio również wydatku.

Ten sposób regulacji jest stosowany w sprężarkach jednostopniowych, przekładniowych oraz wielostopniowych przed pierwszym kołem wirnikowym, rzadziej przed każdym stopniem.

Regulacja przez zmianę kąta ustawienia łopatek dyfuzorowych

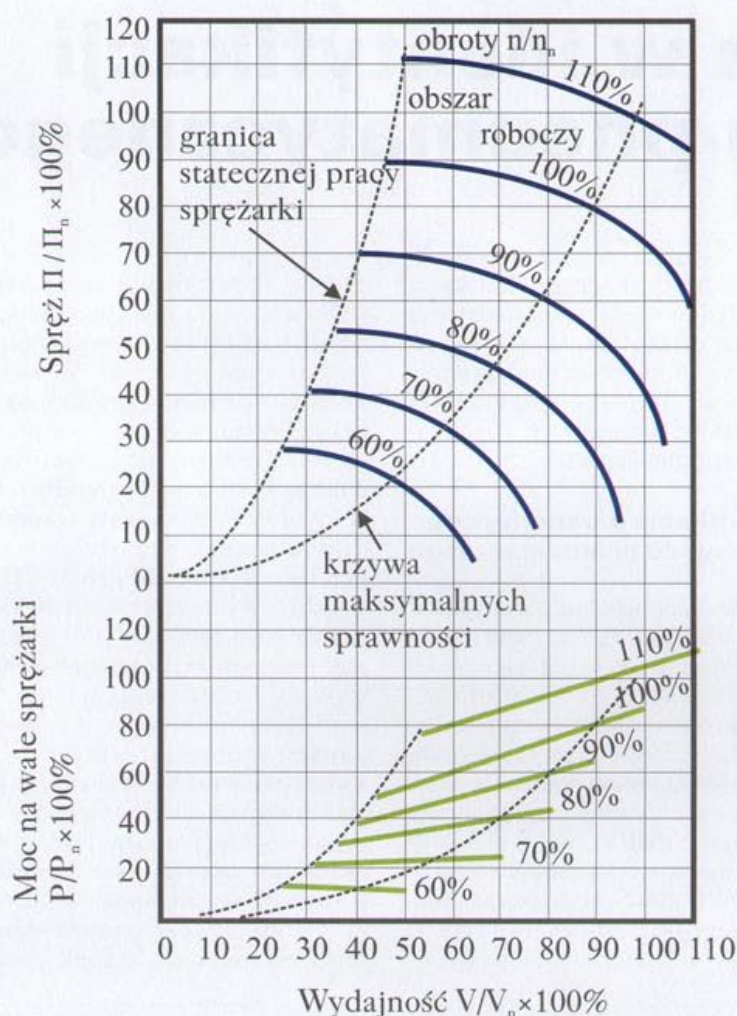
W celu dalszej poprawy zakresu regulacji można kontrolować przepływ w dyfuzorze stopnia sprężającego przez zmianę kąta ustawienia łopatek dyfuzora.

Regulacja ta znakomicie rozszerza obszar osiągalnych parametrów pracy sprężarki. Niekiedy umożliwia uzyskanie 70% wydajności nominalnej przy zachowaniu stałej wartości ciśnienia.

Metoda ta jest stosowana zwykle w przypadku sprężarek jednostopniowych, ze względu na złożoność konstrukcji i koszt wykonania.

Regulacja przez dławienie gazu w rurociągu ssącym

W sprężarkach pracujących ze stałą prędkością obrotową dławienie czynnika na ssaniu stanowi najprostsz i często stosowany sposób zmiany parametrów pracy. Typowy sposób dławienia polega na zmniejszaniu przekroju zaworu umieszczonego w rurociągu dolotowym. Dławienie jest źródłem znacznych strat, a regu-



Rys. 6 Charakterystyka sprężarki promieniowej przy zmiennej prędkości obrotowej [1]

lacja dławieniowa jest mało sprawna. **Regulacja przez dławienie gazu w rurociągu tłocznym**

Sposób ten, podobnie jak regulacja przez dławienie po stronie ssania, odznacza się prostotą, lecz niewielką sprawnością, więc zakres stosowania ograniczony jest głównie do małych jednostek pracujących prawie stale przy największym wydatku.

Parametry użytkowe

Sprężarki przepływowe nadają się do pracy przy dużych strumieniach przepływu i niezbyt dużych przyrostach ciśnienia. Wartość ciśnienia końcowego sprężania sprężarek przepływowych ograniczona jest wielkością przyrostu ciśnienia uzyskiwanego w jednym stopniu. Przy dużym przyroście ciśnienia sprężarka musiałaby mieć zbyt dużą liczbę stopni przy jednocześnie małych wymiarach łopatek

w ostatnich stopniach, co obniżyłoby ich sprawność z uwagi na duży udział przecieków wewnętrznych. Z tych też względów sprężarki przepływowe nie mogą pracować przy zbyt małych wydajnościach.

Sprężarki promieniowe z kadłubami dzielonymi w płaszczyźnie pionowej pozwalają uzyskać ciśnienie końcowe 7 MPa przy wydajności 300 000 m³/h, natomiast z kadłubami garnkowymi odpowiednio: 8 MPa i 100 000 m³/h.

Maksymalna temperatura pracy sprężarki promieniowej wynosi 250°C, a w przypadku specjalnych wykonania – 500°C.

Zastosowanie

Sprężarki przepływowe największe zastosowanie znajdują w przemyśle: rafineryjnym, petrochemicznym, hutnictwie oraz w górnictwie. W szcze-

gółności w przemyśle rafineryjnym i petrochemicznym sprężarki promieniowe stopniowo zastępują dotychczas panujące sprężarki wyporowe. Wywołane jest to z jednej strony gwałtownym wzrostem wielkości instalacji, w których zapotrzebowanie na powietrze lub gaz osiąga zakresy charakterystyczne dla sprężarek promieniowych, z drugiej strony postępowaniem w technologii, umożliwiającym uzyskiwanie przez sprężarki promieniowe niższych wydajności i wyższych przyrostów ciśnień niż uzyskiwane dotychczas.

W energetyce sprężarki stosowane są w silnikach turbogazowych, w procesach chłodniczych i ziębniczych, do podmuchu powietrza i wyciągu spalin w kotłach energetycznych.

W gazownictwie jednostopniowe lub dwustopniowe sprężarki promieniowe używane są do transportu na duże odległości gazu ziemnego, pracując jako sprężarki czołowe przy ciśnieniu gazu rzędu 7,0–8,0 MPa i wydajności do 50 000 m³/h. Ponadto procesy sprężania niezbędne są w urządzeniach klimatyzacyjnych, wentylacyjnych, suszarniczych, w transporcie pneumatycznym, transporcie gazów itp.

W przypadku często spotykanych w przemyśle górniczym i hutniczym ciśnień końcowych w granicach 0,8 MPa można przyjąć, że dla wydajności większych od 6300 m³/h najbardziej ekonomiczne są sprężarki przepływowe.

Literatura

- [1] Witkowski A.: Sprężarki wirnikowe: teoria, konstrukcja, eksploatacja, Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2004.
- [2] Tuliszką E.: Sprężarki, dmuchawy i wentylatory. Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1976.
- [3] Gnutek Z.: Maszynoznawstwo energetyczne, wprowadzenie do energetyki cieplnej. Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2003.
- [4] Waniek E.: Sprężarki i wentylatory. Wrocław, Politechnika Wroclawska, 1982.

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

Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w identyfikacji serwonapędu pneumatycznego

Ryszard Dindorf, Tomasz Gawor

W artykule porównano wyniki badań identyfikacyjnych serwonapędu pneumatycznego przeprowadzone różnymi metodami. Identyfikację parametryczną prowadzono przy wykorzystaniu modelu zlinearyzowanego, a identyfikacja z użyciem sztucznych sieci neuronowych polegała na wykorzystaniu nieliniowego odwzorowania sygnału wyjściowego względem sygnału wejściowego.

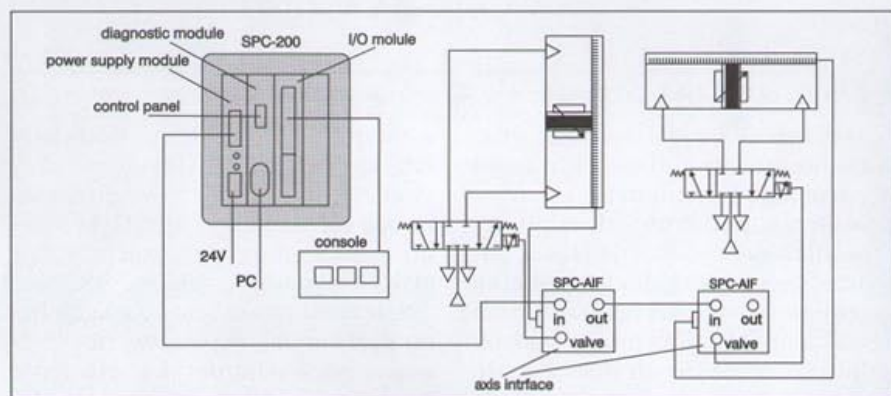
Jakość sterowania serwonapędów pneumatycznych w dużym stopniu zależy od ich modeli matematycznych. Modele matematyczne bardziej lub mniej dokładnie opisują właściwości statyczne i dynamiczne pneumatycznych układów regulacji. W sterowaniu serwonapędów pneumatycznych podejmowane są próby przedstawienia ich modeli matematycznych w sposób zlinearyzowany [2]. W praktyce jednak rzadko się zdarza, żeby pneumatyczne układy regulacji można było przedstawić za pomocą modeli liniowych, które dokładnie odwzorowałyby przekształcenia sygnałów wejściowych na wyjściowe. W regulacji nieliniowych układów regulacji, do których należą serwonapędy pneumatyczne, coraz częściej stosuje się sztuczne sieci neuronowe (SSN) (ang. ANN Artificial Neural Network) [1]. W metodzie tej układ regulacji traktuje się jak „czarną skrzynkę”, zakładając przy tym, że znane są wartości sygnałów wejściowych (sterujących) i sygnałów wyjściowych (odpowiedzi układu). W metodzie SSN konieczne jest przygotowanie odpowiednich danych uczących. Ciąg uczący jest to zbiór takich danych, które w miarę dokładnie charakteryzują dany obiekt regulacji. W jego skład wchodzi dane wprowadzane na wejście sieci oraz dane oczekiwane, jakie sieć powinna wygenerować na swoich wyjściach. Za stosowa-

waniem sztucznych sieci neuronowych w identyfikacji pneumatycznych układów regulacji przemawiają ich cechy: równoległość przetwarzania informacji, zdolność modelowania i uczenia się, odporność na zakłócenia sygnałów, umiejętność uogólniania i interpretacji zjawisk.

Identyfikacja parametryczna serwonapędu pneumatycznego

Przeprowadzono badania identyfikacyjne dwuosowego serwonapędu pneumatycznego, składającego się z elementów firmy Festo: beztłoczy-skowych siłowników pneumatycznych DGP-25-600 z wewnętrznym magnetostrykcyjnym pomiarem położenia typu temposonic, zaworów proporcjonalnych MPYE-5-1/8-HF-010-B, interfejsów sieci CAN-BUS i sterownika SPC 200. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 1. Program WinPisa, który jest na wypo-

rowych stanowiło istotną część procedury identyfikacji serwonapędu i było ściśle związane z przeprowadzonymi badaniami symulacyjnymi i eksperymentalnymi. W związku z błędami pomiarowymi oraz zakłóceniami sygnałów sterujących w zakresie wysokich i niskich częstotliwości, dane wykorzystane w procedurze identyfikacyjnej wymagały wstępnego przetworzenia. Sygnały pomiarowe dzielone były na dwa zbiory. Pierwszy zbiór wykorzystywano do wyznaczania struktury modelu i estymacji jego parametrów, drugi zbiór wykorzystywano do testowania modelu. Ważnym elementem w przygotowaniach danych identyfikacyjnych był też wybór czasu próbkowania, który musiał możliwie dokładnie odtwarzać sygnały sterujące. Czas próbkowania określono na podstawie twierdzenia Kotelnikowa-Shannona, które mówi, że częstotliwość próbkowania f_p powinna spełniać warunek $f_p > 2 f_{max}$.

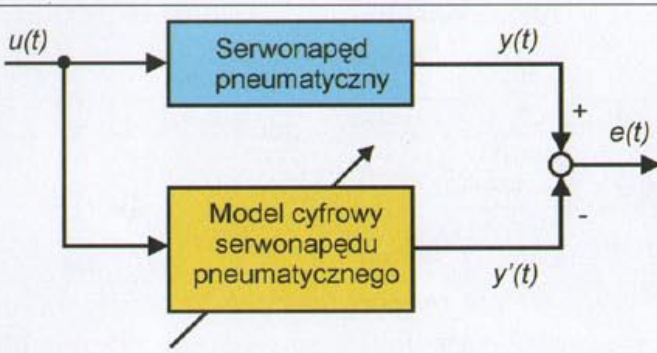


Rys. 1 Schemat dwuosowego manipulatora elektropneumatycznego

sażeniu stanowiska badawczego, umożliwiał rejestrowanie położenia i prędkości tłoka siłownika w funkcji czasu dzięki przetwarzaniu sygnału pomiarowego z przetwornika liniowego temposonic. Do procesu identyfikacji serwonapędu pneumatycznego wybrano dwa sygnały: sygnał wejściowy (napiecie sterujące cewką serwowaworu) oraz sygnał wyjściowy (położenie tłoka siłownika pneumatycznego). Zbieranie danych pomia-

W praktyce korzysta się z innego warunku $f_p > 2,56 f_{max}$ [4]. Dla maksymalnej częstotliwości $f_{max} = 100$ Hz, z jaką może pracować serwowawór, określono czas próbkowania $t_p = 0,002$ s.

Zastosowano identyfikację parametryczną [6], która polega na tworzeniu układu badawczo-symulacyjnego obiektu regulacji. Do identyfikacji serwonapędu pneumatycznego można stosować kilka modeli parametrycznych, które zestawiono w tabeli 1.



Rys. 2 Schemat identyfikacji parametrycznej serwonapędu pneumatycznego

Schemat identyfikacji parametrycznej serwonapędu pneumatycznego przedstawiono na rys. 2. Na wejście serwonapędu pneumatycznego i jego modelu cyfrowego wprowadza się sygnał wejściowy $u(t)$, a następnie analizuje uchyb regulacji $e(t)$:

$$e(t) = y(t) - y'(t) \quad (1)$$

gdzie:

$y(t)$ – sygnał wyjściowy z obiektu regulacji,

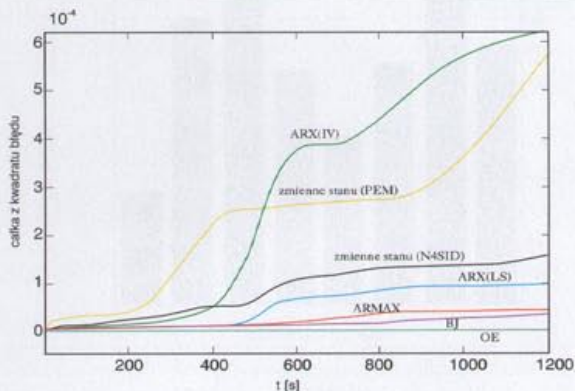
$y'(t)$ – sygnał wyjściowy z modelu obiektu regulacji.

Podczas identyfikacji parametrycznej analizowano zmiany sygnału uchy-

i N4SID. Do oceny jakościowej modeli identyfikacyjnych przyjęto kryterium całkowite z kwadratu uchybu ISE (Integral Squared Error), który przedstawia się wzorem:

$$ISE = \int_0^T e^2(t) dt \quad (2)$$

Na rys. 3 przedstawiono wykresy kryteriów całkowitych ISE dla estymowanych modeli parametrycznych. Z porównania tych wykresów wynika, że zdecydowanie najlepsze wyniki identyfikacyjne serwonapędu pneumatycznego uzyskano dla modelu OE,



Rys. 3 Wykresy kryterium całkowitego ISE dla estymowanych modeli

bu $e(t)$. Poprzez dobór parametrów modelu obiektu regulacji dąży się do tego, aby sygnał uchybu $e(t)$ był minimalny dla przyjętego kryterium jakości. Do identyfikacji serwonapędu pneumatycznego wybrano następujące modele parametryczne: ARX z estymacją parametrów metodą najmniejszych kwadratów LS (Least Squares), ARX z estymacją parametrów metodą zmiennych instrumentalnych IV (Instrumental Variables), modele ARMAX, OE, BJ z estymacją metodą PEM (Prediction Error Maximum) oraz model zmiennych stanu SS (State Space) z estymacją metodami PEM

natomiast najgorsze dla modelu ARX z estymacją parametrów metodą IV oraz zmiennych stanu z estymacją parametrów metodą PEM. Należy podkreślić, że model ARX jest najczęściej stosowaną metodą w identyfikacji obiektów regulacji.

Identyfikacja serwonapędu pneumatycznego za pomocą sztucznej sieci neuronowej

Identyfikację serwonapędu pneumatycznego z rys. 1 przeprowadzono także przy użyciu sztucznej sieci neuronowej (SSN) zaimplementowanej

w programie Matlab. Zbiory danych uczących oraz weryfikujących nauczoną sieć pozyskiwane były za pomocą programu WinPisa [3]. Sieć neuronowa dokonuje określonych obliczeń na zasadzie równoczesnej pracy wielu połączonych ze sobą elementów zwanych neuronami. Neuron jest to prosty układ pamiętający i przetwarzający dane, składający się z wielu elementów wejściowych o określonej wadze, prostego elementu przetwarzającego oraz jednego elementu wyjściowego. Do nauki sieci wykorzystywano zbiory danych uczących, a do jej sprawdzania zbiory danych weryfikujących. Różnica sygnałów wyjściowych uzyskanych z sieci i z pomiarów na stanowisku badawczym jest minimalizowana poprzez dostrajanie wag sieci w toku jej uczenia. Sieć otrzymana w procesie identyfikacji serwonapędu pneumatycznego zachowuje się tak jak jego model symulacyjny. W ogólnym przypadku zadanie identyfikacji za pomocą sztucznych sieci neuronowych polega na znalezieniu odwzorowania wejście-wyjście obiektu regulacji, którego model nie musi być dokładnie znany. Działania na sztucznych sieciach neuronowych wymagały przygotowania danych uczących. Ciąg uczący jest takim zbiorem danych, które w miarę dokładnie odwzorowuje obiekt regulacji. W jego skład wchodzi dane wejściowe podawane na wejścia sieci oraz dane oczekiwane, jakie sieć powinna wygenerować na swoich wyjściach. Dane te odpowiadają wartościom sygnałów wejściowych (podawanych na identyfikowany obiekt regulacji) i sygnałów wyjściowych (odbieranych z identyfikowanego obiektu regulacji). W procesie identyfikacji sieć neuronowa może realizować funkcje zależne od wartości parametrów obiektu regulacji. Podczas identyfikacji serwonapędu pneumatycznego sztuczna sieć neuronową włączono w sposób równoległy, wykorzystując w predykcji opóźnione odpowiedzi obiektu (patrz rys. 4). Należało stworzyć taką sieć neuronową, aby odpowiedzi $y(k)$ obiektu regulacji i odpowiedzi $y'(k)$ jego modelu NN na to samo zadane wymuszenie $u(k)$ były sobie równe w określonej tolerancji. Wyjście sztucznej sieci neuronowej $y'(k)$ opisane jest wtedy następującą zależnością [7]:

$$y'(k) = a_3(k) \cdot a_2(k) \cdot a_1(k) \quad (3)$$

gdzie:

$$a_3(k) = \tanh(LW_{3,2}a_2(k) + b_3)$$

$$a_3(k) = \tanh(LW_{3,2}a_2(k) + b_3) \quad (4)$$

$$a_3(k) = \tanh(IW_{1,1}[p_1(k):p_1(k-M)] + IW_{1,2}[p_2(k):p_1(k-N)] + b_1) \quad (5)$$

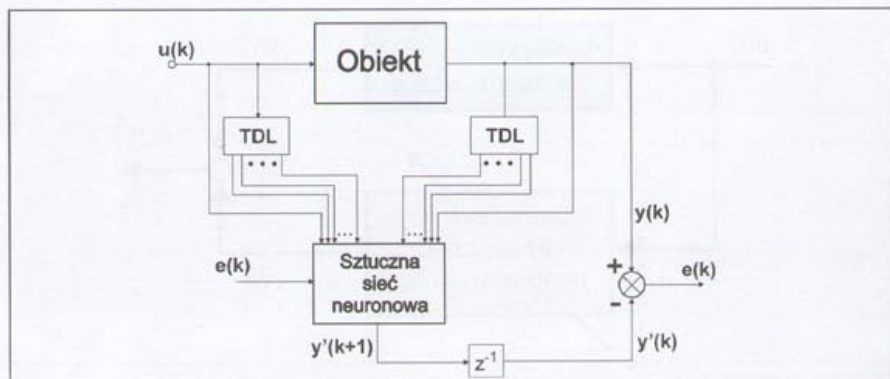
$$a_2(k) = \tanh(LW_{2,1}a_1(k) + b_2) \quad (6)$$

gdzie:

M – liczba wejść opóźniających,

N – liczba wyjść opóźniających.

Do identyfikacji serwonapędu pneumatycznego wykorzystano sieć typu FFBP (*Feed Forward Back Propagation*) z nieliniowymi funkcjami aktywacji o strukturze 1-n-1 (1 neuron wejściowy, n neuronów w warstwie ukrytej, 1 neuron wyjściowy). Ponieważ identyfikowany serwonapęd pneumatyczny jest układem dynamicznym, dlatego zastosowano linię opóźniającą TDL (*Tapped Delay Line*), która na wejście sieci podaje opóźnione sygnały wejściowe i wyjściowe obiektu [5]. Odpowiedź $y'(k)$ sieci zależy od wektora $u(k)$, reprezentującego ciąg opóźnionych próbek sygnałów wymuszających, oraz od wektora $y(k)$, reprezentującego ciąg opóźnionych próbek sygnałów wyjściowych z obiektu regulacji. W identyfikacji serwonapędu pneumatycznego z zastosowaniem sztucznej sieci neuronowej należało zastosować następującą procedurę: wybór i przygotowanie zbiorów danych wejściowych i wyjściowych, wybór architektury sieci i jej optymalizację, wybór metody uczenia sieci, uczenie sieci oraz testowanie sieci. Sygnały wejściowy (sterujący serwowozorem) i wyjściowy (położenie tłoka siłownika) były pozyskiwane na drodze eksperymentalnej. Spośród szeregu pomiarów wybrane zostały te dane, które najdokładniej reprezentują ko-

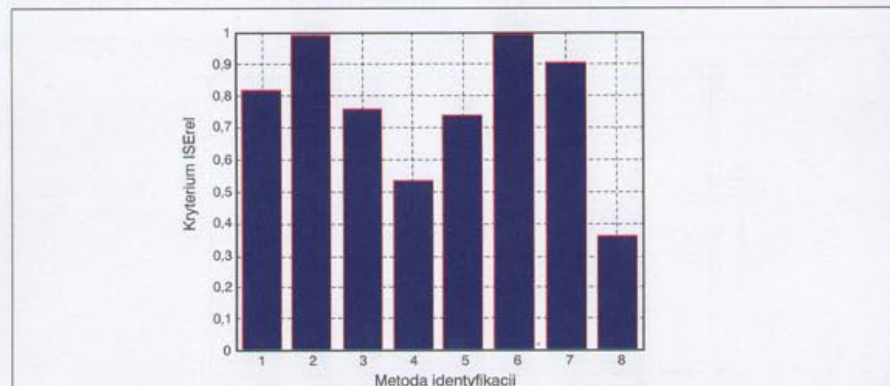


Rys. 4 Schemat identyfikacji serwonapędu pneumatycznego za pomocą sztucznej sieci neuronowej

relacje pomiędzy wejściem a wyjściem serwonapędu pneumatycznego przy czasie próbkowania $t_p = 0,001 \mu s$. Zbiory danych, będące parami wejścia-wyjścia analizowanego obiektu regulacji, zostały podzielone na trzy zbiory: zbiór uczący służący do doboru wag sieci, zbiór testujący służący do sprawdzenia wyników nauki oraz zbiór kontrolny służący do kontroli procesu nauczania. Po zakończeniu identyfikacji na podstawie zbioru danych uczących obliczono wartość funkcji błędu dla testowego zestawu

dziennym. Jeśli znacznie się różniły, należało zmienić strukturę modelu i rozpocząć przyuczenie sieci neuronowej od nowa.

Wyniki identyfikacji serwonapędu pneumatycznego otrzymane przy użyciu sztucznych sieci neuronowych porównano na wykresach słupkowych rys. 5 z wynikami otrzymanymi metodami parametrycznymi. Do porównania wyników identyfikacyjnych przyjęto względne kryterium ISE_{rel}, które przedstawia kryterium całkowite z kwadratu uchybu ISE_i dla i tej me-



Rys. 5 Porównanie wartości kryteriów całkowitych ISE_{rel} modeli parametrycznych z modelem NN: 1 – ARX(LS), 2 – ARX(IV), 3 – ARMAX, 4 – OE, 5 – BJ, 6 – SS(PEM), 7 – SS(N4SID), 8 – NN

danych. Gdy wartość ta była porównywalna z uzyskiwaną dla zestawu uczącego, uczenie kończyło się powo-

tody identyfikacyjnej, odniesionej do maksymalnej wartości kryterium całkowitego, w tym przypadku jest to kryterium ISE₆ otrzymane dla metody parametrycznej SS (State Space) z estymacją metodą PEM:

$$ISE_{rel} = \frac{ISE_i}{ISE_6} \quad (7)$$

Z porównania wartości kryterium ISE_{rel} wynika, że w przypadku identyfikacji serwonapędu pneumatycznego metodą NN otrzymano najmniejsze kryterium całkowite. W identyfikacji metodą NN występują zagrożenia

Modele parametryczne

AR (Auto Regressive)

ARX (Auto Regressive with Auxiliary Input)

ARMA (Auto Regressive Moving Average)

ARMAX (Auto Regressive Moving Average with Auxiliary Input)

OE (Output Error)

BJ (Box Jenkins)

SS (state Space)

Tabela 1 Modele parametryczne

uzyskania niewiarygodnych wyników aproksymacyjnych, które związane są z ewentualnymi błędami popełnionymi przy doborze danych uczących sieci, jak i wyborze ich architektury.

Podsumowanie

Przedstawiono wyniki badań identyfikacyjnych serwonapędu elektropneumatycznego, zbudowanego z siłownika bez tłoczkowego sterowanego zaworem proporcjonalnym. Porównano wyniki identyfikacji parametrycznej z identyfikacją metodą NN, przeprowadzoną za pomocą sztucznych sieci neuronowych typu FFBP (Feed Forward Back Propagation). W identyfikacji serwonapędu pneumatycznego metodą NN rozważano struktury neuronowe i algorytmy ich uczenia przydatne do identyfikacji procesów dynamicznych zachodzących w pneumatycznych obiektach regulacji. Stwierdzono, że identyfikacja serwonapędu pneumatycznego, przeprowadzona za pomocą SSN, spełnia założone oczekiwania ze względu na przyjęte kryterium jakości. Wskaza-

no także na zalety identyfikacji metodą NN w stosunku do tradycyjnych metod identyfikacji parametrycznej. W identyfikacji NN odwzorowuje się sygnał wyjściowy względem sygnału wejściowego, a jedyną informacją, konieczną do wykonania zadania identyfikacyjnego, jest znajomość pary wejście-wyjście nieliniowego obiektu regulacji – serwonapędu pneumatycznego.

Literatura

- [1] Dindorf R., Gawor T.: Model siłownika pneumatycznego przy wykorzystaniu sztucznej sieci neuronowej w programie MATLAB. II Krajowe Sympozjum Modelowanie i Symulacja Komputerowa w Technice. MIS'2003. Łódź, 8-9 kwietnia 2003.
- [2] Gawor T., Takosoglu J., Dindorf R.: Pozycjonowanie siłownika bez tłoczkowego w serwonapędach elektropneumatycznych. Projektowanie Mechatroniczne. Zagadnienia wybrane. Zespół Mechatroniki KBM PAN, Kraków 2003.
- [3] Gawor T., Dindorf R.: Identyfikacja serwonapędu elektropneumatycznego z wykorzystaniem sztucznej sieci neu-

ronowej. III Krajowe Sympozjum Modelowanie i Symulacja Komputerowa w Technice. MIS'2004. Łódź, 17-19 kwietnia 2004.

[4] Gawor T., Dindorf R.: Problemy identyfikacji serwonapędów elektropneumatycznych. Projektowanie Mechatroniczne. Zagadnienia wybrane. Zespół Mechatroniki KBM PAN, Kraków 2004.

[5] Gawor T., Dindorf R.: Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w identyfikacji serwonapędów elektropneumatycznych. Hydraulika i Pneumatyka, nr 6/2004.

[6] Janiszowski K.: Identyfikacja modeli parametrycznych w przykładach. Exit Warszawa, 2002.

[7] Ossowski S.: Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym. WNT Warszawa, 1996.

prof. dr hab. inż. Ryszard Dindorf
kierownik Zakładu Mechatroniki
Politechniki Świętokrzyskiej
w Kielcach
mgr Tomasz Gawor, doktorant
w Zakładzie Mechatroniki

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



CPP PREMA S.A. w Kielcach

www.prema.pl



**KRAJOWY PRODUCENT ELEMENTÓW
PNEUMATYKI SIŁOWEJ I STERUJĄCEJ**

**ZAPRASZAMY DO NASZYCH SKLEPÓW FIRMOWYCH
W TYM NOWEGO W RZESZOWIE**

RZESZÓW:

ul. PRZEMYSŁOWA 14/1 (JELCZANKA)

TEL./FAKS (+48 17) 854-84-10, kom. 693 724-500

rzyszow@prema.pl

KATOWICE:

ul. PORCELANOWA 10 (KOMPLEKS ATAL)

TEL./FAKS (+48 32) 258-07-78, kom. 693 724-769

katowice@prema.pl

NOWOŚĆ!!!

**Siłowniki pneumatyczne ISO z tuleją kształtową,
zawory rozdzielające ZE-ISO-G³/₈**

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

ul. Wapiennikowa 90 25-101 Kielce

tel. 041 361-95-24, faks 041 361-91-08 tel. kom. 693 724-767, 693 724-755

Marketing: 041 362-21-60

prema@prema.pl www.prema.pl

OFERTA HANDLOWA

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

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

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

- wyspy zaworowe
do zaworów ZMG I ZE

- elementy sterujące
natężeniem przepływu
sprężonego powietrza

- elementy przygotowania
sprężonego powietrza

- wyroby niekatalogowe
na zamówienie Klienta

- elementy złączne,
przewody
i akcesoria dla pneumatyki

- doradztwo techniczne,
dobór zamienników
firm konkurencyjnych

**JEDNOSTKA
CERTYFIKUJĄCA**



ISO 9001

ISO 9001:2000

Delta-Technika

Firma Delta-Technika Sp. z o.o. istnieje na rynku od roku 1996. Nadrzędnym celem działalności firmy jest kompleksowa obsługa klienta w zakresie budowy i wyposażania sieci sprężonego powietrza, doradztwo techniczne z zakresu automatyki i techniki sprężania oraz serwis.

Szczególne miejsce w ofercie firmy znajdują urządzenia do wytwarzania sprężonego powietrza FINI oraz urządzenia do uzdatniania sprężonego powietrza firmy OMI.

Dodatkowo ofertę wzbogacają systemy przesyłowe i połączeniowe: rury, przewody, węże, złącza, miejscowe zespoły uzdatniania powietrza, jak filtry, reduktory, smarownice, oraz elementy maszyn, m.in.: elektrozawory, siłowniki, amortyzatory, motoreduktory, pompy próżniowe itp.



Fot. 1 Delta-Technika podczas targów Automaticon 2005 w Warszawie

Siedziba Delta-Technika Sp. z o.o. mieści się w Lublinie. Tam też mieszczą się dwa punkty sprzedaży, biuro doradztwa technicznego, magazyn oraz serwis, zatrudniające 19 osób. Dodatkowo firma posiada biuro handlowe w Warszawie oraz rozbudowaną

sieć odbiorców hurtowych i detalicznych w całej Polsce.

*Opracowanie redakcyjne
na podstawie materiałów
Delta-Technika*

KOMPENDIUM WIEDZY O FIRMACH

MAR Sp.j.

Firma handlowa MAR Sp.j. z siedzibą w Łodzi działa na polskim rynku od 1991 r., oferując urządzenia warsztatowe i przemysłowe. Profil działalności firmy opiera się na dwóch głównych działach: pneumatyce i spawalnictwie.

Bogatą ofertę firmy otwiera szeroki wachlarz sprężarek tłokowych i śrubowych renomowanej włoskiej firmy FINI Sp.j., przeznaczonych dla szerokiej grupy odbiorców, począwszy od majsterkowiczów, modelarzy, przez punkty warsztatowe, a skończywszy na przemyśle. W zakresie pneumatyki firma oferuje

również: narzędzia, pistolety lakiernicze, pełną gamę przewodów i węży ciśnieniowych, urządzenia do uzdatniania i redukowania sprężonego powietrza oraz armaturę łącznie z elementami instalacji. Ofertę dużych sprężarek śrubowych uzupełniają urządzenia Atlas Copco, której firma jest autoryzowanym dealerem.

MAR Sp.j. posiada dobrze rozbudowaną sieć hurtowni oraz sklepów na terenie całego kraju, a także współpracuje z firmami zajmującymi się kompleksowym wyposażaniem warsztatów i serwisów samochodowych. Atutem firmy są również: bogate zaopatrzenie, dzięki czemu możliwa jest ciągłość dostaw do kontrahentów, oraz wysoko wyspecjalizowany serwis,



Fot. 1 Sprężarka tłokowa FINI

zajmujący się naprawami, montażem urządzeń u klienta oraz fachowym doradztwem.

*Opracowanie redakcyjne
na podstawie materiałów
MAR*

Modelowanie i programowanie dyskretnych procesów produkcyjnych – metoda Grafcet

W. Kollek, T. Mikulczyński,
D. Nowak, R. Więclawek

Metoda Grafcet została opracowana w latach 70. XX wieku we Francji. Jej podstawę teoretyczną stanowi formalizm sieci Petriego.

Metoda Grafcet umożliwia zapis algorytmu procesu za pomocą modelu sieciowego, ale wymaga wyznaczenia zależności logicznych, które opisują transycje. Transycje, jak wiadomo, przedstawiają logiczne zależności, które określają warunki realizacji etapów elementarnych procesu. Modelowanie zależności opisujących transycje stanowi niedogodność, z którą trzeba sobie poradzić podczas modelowania algorytmu dyskretnego procesu produkcyjnego.

Inną, istotniejszą cechą metody Grafcet jest to, że w niektórych przypadkach sieć Grafcet nie stanowi samodzielnej reprezentacji algorytmu procesu – wymaga bowiem, podczas analizy modelu algorytmu (sieci Grafcet), posilkowania się opisem słownym algorytmu procesu. Takie przypadki dotyczą algorytmów zawierających takie stany procesu, w których rozpoczęcie realizacji kolejnego etapu elementarnego nie jest równoznaczne z zakończeniem wykonywania etapu poprzedniego. Zakończenie realizacji poprzedniego etapu ma nastąpić później, w jednym z kolejnych stanów procesu.

Przedstawiona ogólna charakterystyka metody Grafcet dotyczy również metody SFC, gdyż mają one wspólny trzon – zmodyfikowaną sieć Petriego typ P/T.

Algorytm procesu

Siecią Grafcet, stanowiącą model algorytmu procesu, jest następująca trójka:

$$G = \langle E, T, L \rangle$$

gdzie:

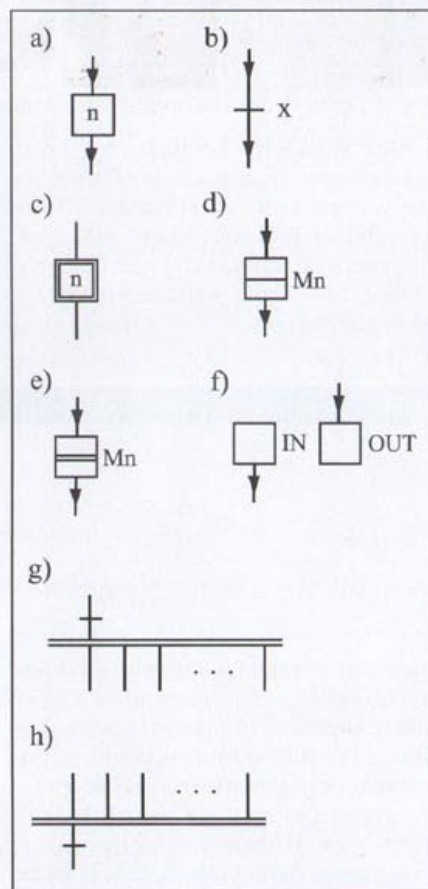
$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ – skończony, niepusty zbiór miejsc,

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ – skończony, niepusty zbiór transycji (przejść),

L – zbiór odcinków zorientowanych.

$E \cap T = \emptyset$, tzn. E i T są zbiorami rozłącznymi, L jest relacją określoną na zbiorze $T \cup E$, spełniającą warunek $L \subset (E \times T) \cup (T \times E)$.

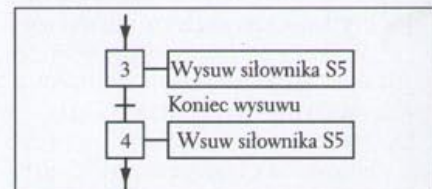
Sieć Grafcet jest grafem zorientowanym, który ma dwa rodzaje wierzchołków: miejsca i transycje. Do jej budowy są stosowane symbole graficzne, które zamieszczono na rys. 1.



Rys. 1 Symbole graficzne elementów sieci Grafcet: miejsca (etapu) (a) transycji (b), miejsca (etapu) początkowego (c), makroetapu sekwencyjnego (d), makroetapu współbieżnego (e), etapu określającego rozpoczęcie (IN) i zakończenie (OUT) realizacji makroetapu (f), transycji przedstawiającej rozpoczęcie (g) i zakończenie (h) realizacji procedury współbieżnej

Symbole graficzne stosowane do budowy sieci Grafcet mają następujące znaczenie:

Miejsce. Reprezentuje etap elementarny procesu. Każde miejsce sieci Grafcet jest oznaczane innym, niepowtarzającym się numerem. W praktyce, obok symbolu graficznego miejsca jest umieszczany w prostokątnej ramce opis słowny etapu elementarnego (rys. 2).



Rys. 2 Ilustracja opisu słownego etapów elementarnych w sieci Grafcet

Transycja. Drugim podstawowym rodzajem wierzchołka sieci Grafcet jest transycja. Transycje reprezentują warunki logiczne realizacji etapów elementarnych procesu. Spełnienie tego warunku powoduje zmianę stanu procesu. Jego następstwem jest zakończenie wykonywania etapu (etapów) poprzedzającego transycję i rozpoczęcie realizacji etapu (etapów) następującego po transycji.

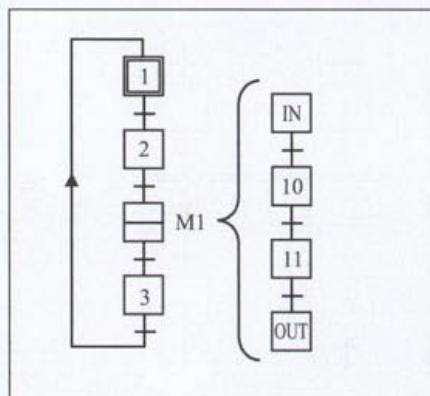
Do modelowania procedur współbieżnych są używane transycje rysowane podwójną linią (rys. 1g i 1h).

Etap początkowy. Etap ten określa stan procesu w momencie rozpoczęcia jego realizacji.

Makroetapy. Makroetapy służą do modelowania procedur sekwencyjnych i współbieżnych. Służą one do zapisu bloku etapów elementarnych, które stanowią procedury sekwencyjne lub współbieżne.

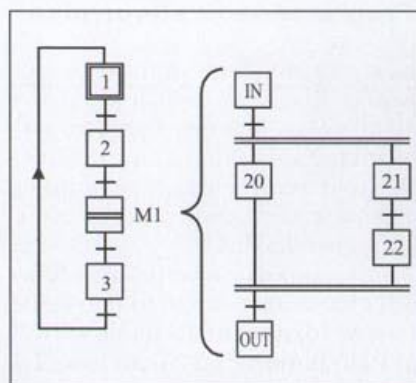
Makroprocedury są modelowane osobnymi grafami, dlatego muszą zawierać etapy IN i OUT, które pozwalają na reprezentowanie stanów procesu, w których następuje rozpoczęcie i zakończenie realizacji makroprocedury.

Makroetap sekwencyjny (rys. 3) reprezentuje sekwencję etapów ele-



Rys. 3 Ilustracja modelowania makro-procedury sekwencyjnej

mentarnych lub, inaczej mówiąc, taki fragment sieci Grafcet, który nie zawiera procedur współbieżnych.



Rys. 4 Ilustracja zastosowania makro-etapu współbieżnego do zapisu makro-procedury współbieżnej

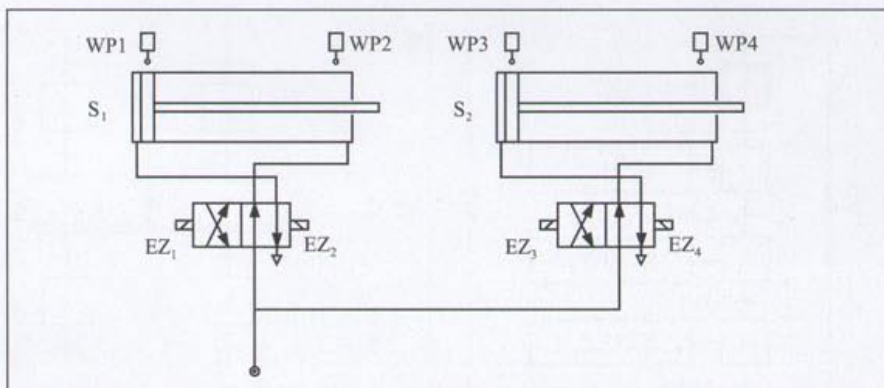
Makroetap współbieżny (rys. 4) jest stosowany do modelowania makroprocedur zawierających równocześnie wykonywane procedury sekwencyjne lub sekwencyjne i współbieżne.

Reguły modelowania sieci Grafcet algorytmów procesów

Poprawny i jednoznaczny zapis algorytmu procesu siecią Grafcet, ze względu na brak w metodzie Grafcet:

- definicji etapu elementarnego,
 - precyzyjnego opisu słownego algorytmu procesu,
 - możliwości graficznego zapisu warunków logicznych, określających realizację etapów elementarnych,
- wymaga stosowania określonych zasad notacji algorytmów procesów. Poniżej podano podstawowe zasady konstruowania sieci Grafcet.

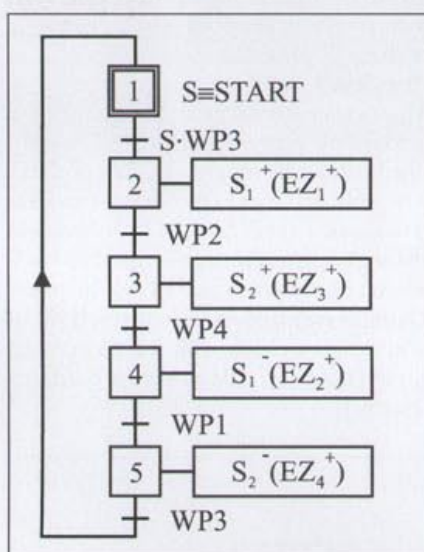
Zasada 1. Każdemu etapowi elementarnemu musi odpowiadać tylko jedno miejsce w sieci Grafcet, oznaczane innym, niepowtarzającym się numerem.



Rys. 5 Schemat funkcjonalny dwóch pneumatycznych podzespołów napędowych

Zasada 2. Niedozwolone jest bezpośrednie łączenie dwóch miejsc w sieci Grafcet. Miejsca muszą być rozdzielane przez tranzycje.

Zasada 3. Niedozwolone jest bezpośrednie łączenie dwóch tranzycji w sieci Grafcet. Tranzycje muszą być rozdzielane przez miejsca.



Rys. 6 Algorytm pracy siłowników S1 i S2

Przykład 1

Schemat funkcjonalny dwóch siłowników pneumatycznych, sterowanych zaworami rozdzielającymi dwustronnie

nie sterowanymi elektromagnetycznie, zamieszczono na rys. 5.

Pracę napędów stanowi sekwencja następujących ruchów roboczych siłowników:

- wysuw tłoczyska S1,
- wysuw tłoczyska S2,
- wsuw tłoczyska S1,
- wsuw tłoczyska S2.

Praca siłowników powinna być cykliczna. Algorytm pracy siłowników pokazano na rys. 6

Przykład 2

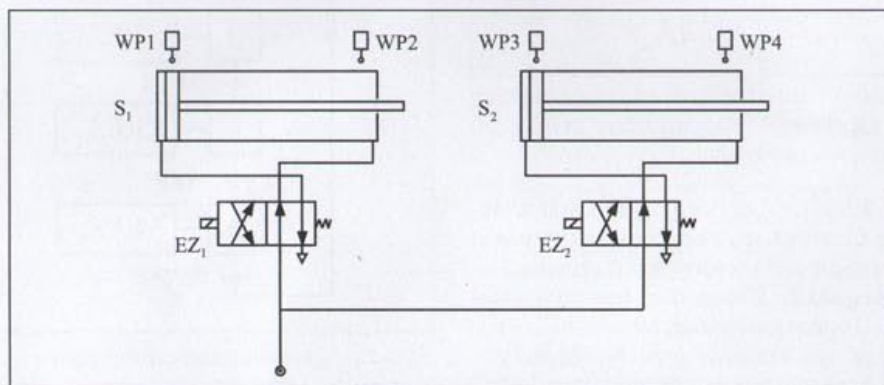
Schemat funkcjonalny dwóch napędów pneumatycznych, sterowanych zaworami rozdzielającymi jednostronnie sterowanymi elektromagnetycznie, pokazano na rys. 7.

Napędy powinny realizować algorytm pracy jak w przykładzie 1. Sieć Grafcet, stanowiącą algorytm pracy, pokazano na rys. 8. Obok miejsc sieci Grafcet zamieszczono symboliczny opis odpowiadających im etapów elementarnych. Opis ten będzie miał istotne znaczenie podczas syntezy algorytmu sterowania.

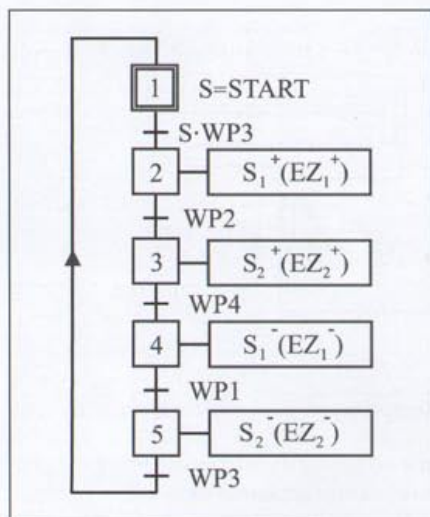
Algorytm sterowania

Sieć Grafcet, reprezentującą algorytm sterowania, stanowi następująca trójka:

$$G = \langle S, T, L \rangle$$



Rys. 7 Schemat funkcjonalny dwóch podzespołów pneumatycznych



Rys. 8 Algorytm pracy dwóch napędów pneumatycznych

wktórej

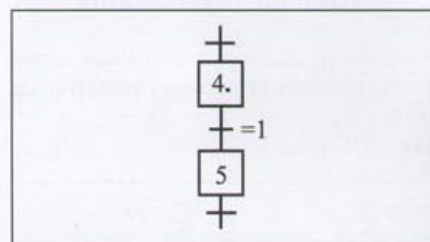
$S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ – skończony, niepusty zbiór miejsc zwanych krokami, T, L – zbiory równoważne zbiorom T, L sieci Grafcet reprezentującej algorytm procesu.

Reguły określające zasady zmiany stanu układu sterowania (a w ślad za tym procesem), istotne na poziomie sterowania, są następujące:

Reguła 1. Zmiana stanu układu sterowania jest reprezentowana w sieci Grafcet przez „zapalenie” tranzycji. Tranzycja jest „zapalona”, gdy zostały spełnione następujące warunki:

- krok (ang. STEP) poprzedzający tranzycję jest aktywny i zostało zakończone jego wykonywanie,
- warunek logiczny określający tranzycję ma wartość logiczną równą „1”.

Ilustrację graficzną reguły 1. zamieszczono na rys. 9.

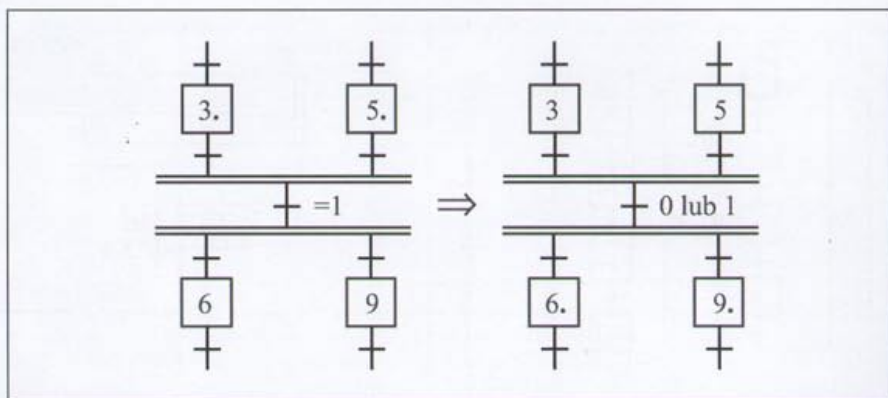


Rys. 9 Ilustracja graficzna tranzycji „zapalanej”. Kropką oznaczono stan aktywności kroku

Efekt „zapalenia” tranzycji w sieci Grafcet jest zmiana aktywności kroków sieci, którą określa reguła 2.

Reguła 2. „Zapalenie” tranzycji w sieci Grafcet powoduje, że:

- w stan aktywny przechodzą wszystkie kroki następujące po „zapalanej” tranzycji,



Rys. 10 Ilustracja graficzna reguły 2.

- w stan nieaktywny przechodzą wszystkie kroki poprzedzające „zapaloną” tranzycję.

Ilustrację reguły 2 pokazano na rys. 10. Ostatnia reguła dotyczy etapu początkowego.

Reguła 3. Etap początkowy określa stan układu sterowania po zakończeniu inicjalizacji jego pracy, tzn. stan w momencie rozpoczęcia sterowania realizacją procesu.

Przykład

Algorytmy sterowania pracą napędów opisanych w przykładach 1 i 2 zostały zamieszczone na rys. 11. Na podstawie analizy algorytmów sterowania łatwo zauważyć, że do odwzorowania zbioru etapów zbiorem sygnałów wyjściowych sterownika PLC w obu przykładach zrealizowano inaczej. Było to konieczne, ponieważ wymaga tego specyfika działania zaworów rozdzielających.

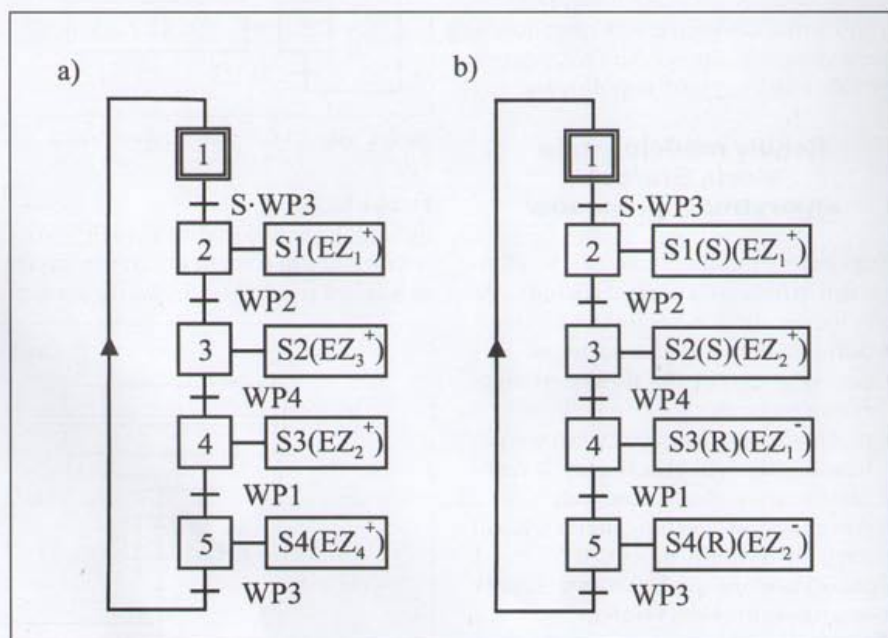
Na rys. 12 zilustrowano zasady modelowania sieci Grafcet procedur występujących w algorytmach dyskretnych procesów produkcyjnych.

Programowanie sterownika

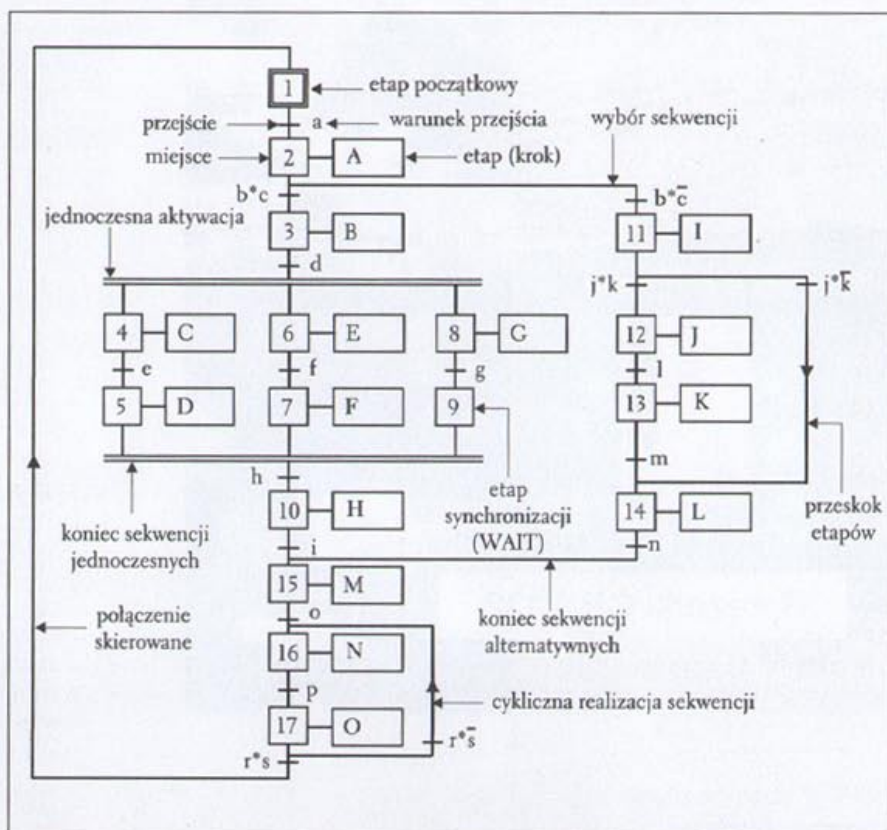
Podstawę do programowania sterownika PLC, tzn. zapisu programu użytkownika, stanowi algorytm sterowania. Zapis programu użytkownika jest realizowany za pomocą języków stanowiących oprogramowanie sterownika PLC.

W przypadku sterowników TSX firmy Telemacanique oprogramowanie zawiera różne wersje języka PL7, np. PL7 Junior, PL7 Micro lub PL7 Prodyn.

Oprogramowanie PL7 tworzą zestawy w różnych konfiguracjach w zależności od typu sterownika, następujące języki:



Rys. 11 Algorytmy sterowania pracą napędów pneumatycznych sterowanych zaworami: obustronnie sterowanymi elektromagnetycznie (a) i jednostronnie sterowanymi elektromagnetycznie (b)



Rys. 12 Ilustracja zasad modelowania sieci Grafset procedur algorytmów procesu i sterowania

- graficzny LADDER (w normie IEC 1131-3 – LD),
- tekstowy LIST (w normie IEC 1131-3 – IL),

- strukturalny ST (w normie IEC 1131-3 – ST),
- bloków funkcjonalnych DFB (Derived Function Block, w normie IEC 1131-3 – FBD),
- Grafset, będący językiem zgodnym z SFC, zdefiniowanym w normie IEC 1131-3.

Język graficzny Grafset służy do zapisu grafu, który stanowi algorytm sterowania wyznaczony metodą Grafset. Sterownik, mający w swoim oprogramowaniu język Grafset, pozwala na sekwencyjne, a nie cykliczne, przetwarzanie programu użytkownika, tzn. algorytmu sterowania. Program użytkownika jest realizowany cyklicznie, jeśli do jego zapisu zostanie użyty np. język LADDER.

Cykl działania sterownika oprogramowanego w języku Grafset jest realizowany w sposób przedstawiony na rys. 13.

Po inicjacji cyklu pracy sterownika następuje odczyt stanu wejść, czyli skopiowanie stanów logicznych sygnałów wejściowych do wydzielonego obszaru pamięci, tzn. mapy wejść.

Jeżeli do zapisu programu użytkownika został użyty język Grafset, to program ten został zapisany w trzech sekcjach. Dlatego po odczytaniu

wejść jest realizowane przetwarzanie wstępne. Obejmuje ono między innymi takie czynności, jak:

- inicjalizację sterownika programowaną przez użytkownika,
- restartowanie po zaniku zasilania,
- inicjalizację grafu (grafów) modelującego algorytm sterowania,
- przetwarzanie wejść logicznych.

Przetwarzanie sekwencyjne dotyczy zmiany stanu sterowanego procesu, a właściwie zmiany stanu grafu, który stanowi algorytm sterowania. Zmiana stanu procesu jest realizowana w trzech fazach:

Faza 1

- obliczenie wartości logicznych tranzycji,
- żądanie dezaktywacji kroków poprzedzających,
- żądanie aktywacji kroków następujących.

Faza 2

- dezaktywacja kroków poprzedzających odblokowanie (otwarcie) przejścia,
- aktywacja kroków następujących po odblokowanych bramkach,
- zablokowanie otwartych przejść,
- odblokowanie przejść następujących po nowo uaktywnionych krokach.

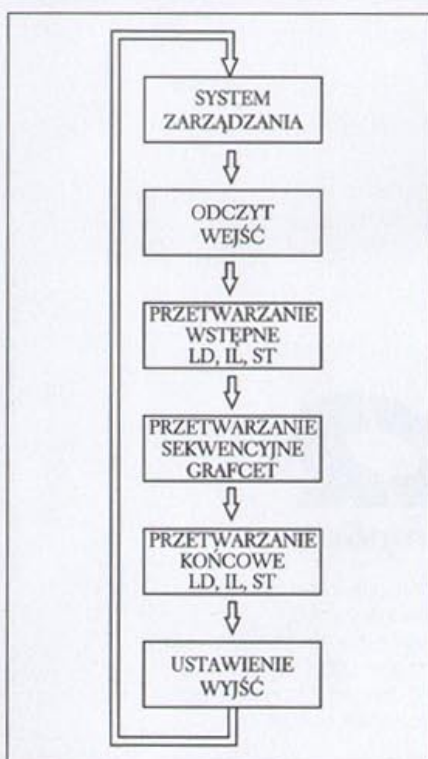
W efekcie system aktualizuje dwie tablice:

- aktywności kroków,
- stanów przejść następujących po krokach uwzględnionych w poprzedniej tablicy.

Faza 3

Dotyczy realizacji akcji (operacji) związanych z poszczególnymi krokami. Spośród nich są wykonywane następujące:

- związane z krokami, które zostały dezaktywowane,
- związane z krokami, które zostały uaktywnione,
- związane z aktywnymi krokami, są realizowane w sposób ciągły,
- sekcja przetwarzania końcowego, podobnie jak wstępnego, jest programowana w języku LADDER, LIST lub ST. Jej celem jest ustawienie stanu wyjść sterownika PLC.



Rys. 13 Schemat cyklu działania sterownika

prof. dr hab. inż. Wacław Kollek
Instytut Konstrukcji i Eksploatacji
Maszyn Politechniki Wrocławskiej
prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński
mgr inż. Daniel Nowak
dr inż. Rafał Więclawek
Instytut Technologii Maszyn
i Automatykacji Politechniki
Wrocławskiej



Sprężarki CRS 132



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

Od roku 1991 produkujemy i dostarczamy urządzenia do sprężania powietrza i gazów:

- kompresory śrubowe olejowe z urządzeniami do kompleksowego uzdatniania powietrza;
- kompresory śrubowe bezolejowe – jako jedyny polski producent;
- kompresory do przetwarzania gazu ziemnego, biogazu itp.
- osłony i obudowy dźwiękochłonna-izolacyjne dla wszelkiego typu urządzeń;
- komory kriogeniczne – nowy produkt z zakresu high-tech, opracowany przy wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii oczyszczania i suszenia powietrza.

Osiągnięcie temperatury do $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ umożliwia przeprowadzanie specjalistycznych zabiegów krioterapii w centrach sportowych i rehabilitacyjnych.



PRODUKCJA I SPRZEDAŻ

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

SERWIS

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



Nasz partner



Medale i wyróżnienia

30 lat spotkań z pneumatyką

Wanda Mikołajewska
Łukasz N. Węsierski

Już od ponad 30 lat spotykają się na różnych konferencjach, seminariach i sympozjach ludzie zajmujący się w różny sposób pneumatyką.

Warto podsumować te zjazdy i wspomnieć o osobach związanych z pneumatyką – przez stosowanie pneumatyki w przemyśle, projektowanie i wytwarzanie elementów pneumatyki, prowadzenie ich dystrybucji czy też zajmowanie się pracami naukowo-badawczymi i szkoleniem w tej dziedzinie techniki.

Geneza pierwszych spotkań specjalistów

Początki polskiej pneumatyki to przełom lat 60. i 70. XX w. Był to czas zdobywania wiedzy i wymiany doświadczeń, ale także twórczych dyskusji oraz konfrontacji osiągnięć na spotkaniach specjalistów, z udziałem wszystkich zainteresowanych wykorzystaniem energii sprężonego powietrza. Jednym z takich pierwszych spotkań była zorganizowana przez Instytut Automatyki PAN w listopadzie 1970 r. III Konferencja Krajów Demokracji Ludowej *Technika Strumieniowa* w Jabłoncej pod Warszawą. Konferencja ta przyjęła potem nazwę Jabłonna Fluidics Conference i odbywała się w różnych krajach Europy Wschodniej. Referowano na niej prace prowadzone w Instytucie Automatyki PAN, między innymi przez Andrzeja Stempienia, Stanisława Kaczanowskiego i Zbigniewa Wańskiego. Konferencje o tej nazwie i z tego zakresu odbywały się później między innymi w Warnie (lata 1972 i 1988), Budapeszcie (rok 1974) i Moskwie (rok 1976). Kolejnym wydarzeniem była I Krajowa Konferencja pt. *Zastosowanie techniki strumieniowej*, która odbyła się w 1973 r. w Katowicach. Natomiast problematykę pneumatyki, która jest związana z automatyką, prezentowano na Krajowych Konferencjach Automatyki,

między innymi na IV KKA w Krakowie (1967), Gdańsku (1971), czy Poznaniu (1974) na sekcjach *Elementy Hydrauliki i Pneumatyki*. Oprócz tego organizowano tematyczne spotkania naukowe, jak np. w roku 1968 w Warszawie polsko-francuskie seminarium poświęcone elementom i układom pneumatycznym oraz ich zastosowaniom. Rozwój pneumatyki nie zaowocował jednak powstaniem w Polsce czasopisma z tej dziedziny wiedzy. Publikacje ukazywały się w czasopiśmie branżowych, takich, jak: *Mechanik*, *Przegląd mechaniczny*, *Pomiary Automatyka Kontrola*.

Początki cyklicznych konferencji PNEUMA

Równolegle do wspomnianych konferencji naukowo-technicznych zainicjowano organizację wspólnych spotkań pracowników nauki i przemysłu poświęconych rozwijającej się pneumatyce. W listopadzie 1974 roku z inicjatywy profesora Wiesława Zapałowicza w krakowskiej Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica odbyło się seminarium na temat *Pneumatyczne elementy i układy automatyki*. Sekretarzem tego seminarium był ówczesny asystent profesora – Łukasz Węsierski, a udział w nim wziął przedstawiciel niemieckiej firmy Festo z Austrii. Było to jedno z pierwszych spotkań dotyczących nowej, dopiero rozwijającej się w Polsce dziedziny techniki, jaką jest pneumatyka. Tą problematyką zajmowała się również Katedra Automatyki Mechanicznej Politechniki Warszawskiej kierowana przez profesora Henryka Leśkiewicza. Wkrótce grono osób zainteresowanych energią płynów zainicjowało organizację krajowych konferencji *Pneumatyczne i hydrauliczne elementy automatyki przemysłowej*, które odbyły się w Warszawie w latach 1979, 1981 i 1984. Głównym celem tych konferencji miała być wymiana doświadczeń oraz prezentacja wyników prac realizowanych przez specjalistów z różnych środowisk akademickich,

ośrodków naukowo-badawczych, projektantów, producentów oraz użytkowników urządzeń i układów płynowych. Równolegle organizowane były dalsze spotkania grona osób zajmujących się elementami i układami pneumatycznymi, które wkrótce przybrały formę periodycznych konferencji, objętych później wspólną nazwą PNEUMA.

Organizatorami trzech kolejnych konferencji dotyczących pneumatyki w latach 1977, 1981 i 1985 byli przedstawiciele kieleckiego środowiska naukowo-technicznego, tj. Politechniki Świętokrzyskiej i Oddziału Naczelnej Organizacji Technicznej: prorektor PŚ Janusz Oprzędkiewicz i Stanisław Zdrodowski, wspierani przez Wiesła-



Fot. 3 Wiesław Zapałowicz inicjator seminarium z pneumatyki



Fot. 2 Pneuma 1993 w Mielnie

wa Zapałowicza i Łukasza Węsierskiego z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Do współpracy w organizacji tych konferencji czynnie włączył się kielecki Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneu-



Fot. 3 Pneuma 1995, w Górach Świętokrzyskich

matyki, powołany w 1975 r. jako jednostka upoważniona do prowadzenia całokształtu prac konstrukcyjno-badawczych i rozwojowych związanych z krajową pneumatyką. Działania te wspomagało nowo powstałe Centrum Producyjne Pneumatyki PREMA w Kielcach. Konferencje odbywały się w Kielcach, a ich tematyka obejmowała nie tylko zagadnienia pneumatyki napędowej i sterującej, ale także automatyzację procesów produkcyjnych środkami elektronicznymi. Wynikało to z aktualnych tendencji, ponieważ w tym czasie rozpoczęła się ekspansja elektroniki i był to początek stosowania elektronicznych sterowników mikroprocesorowych między innymi w układach pneumatycznych. W spotkaniach uczestniczyli czynnie, między innymi organizując wystawy własnych wyrobów, przedstawiciele znanego zagranicznego producenta pneumatyki – firmy Festo, która wówczas szerokim frontem wchodziła na polski rynek.

Rola OBREiUP w tworzeniu polskiej pneumatyki

Przedstawiając w tle kalendarza konferencji obraz krajowej pneumatyki – trzeba wyjaśnić, że już na początku lat 70. program rozwoju polskiej pneumatyki realizowany był głównie właśnie w Kielcach. Podstawy tworzył ówczesny terenowy oddział Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Podstaw Technologii i Konstrukcji Maszyn TEKOMA w Warszawie, powołany w 1972 r. na bazie kieleckiego biura CBT ELMA i przekształcony w 1975 r. w samodzielny, funkcjonujący do dzisiaj, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki z siedzibą w Kielcach.

Tu prowadzone i koordynowane były najważniejsze prace z zakresu pneumatyki w ramach tak zwanych CPBR, przy współpracy między innymi Dariusza Stawiarskiego i Stanisława Kaczanowskiego z Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów w Warszawie. Przełomowym momentem był zakup przez Polskę licencji na elementy pneumatyki francuskiej firmy CPOAC, której wdrażanie, w tym adaptacja dokumentacji i przygotowanie produkcji w utworzonym w tym celu Centrum Produkcyjnym Pneumatyki PREMA, stało się podstawowym zadaniem Ośrodka. Przez następne lata OBREiUP był głównym zapleczem technicznym jedyne- go w tym czasie polskiego producenta

wyrobów pneumatyki – CPPPREMA, którego dyrektorem był wówczas Józef Salwa.

Kolejne PNEUMY i spotkania branżowe

Piąta konferencja zorganizowana została przez Łańcucką Fabrykę Śrub i odbyła się w roku 1987 w Łańcucie, a jej sekretarzem był Józef Mac. Dzięki temu, że miejscem obrad był zakład produkcyjny, konferencja ta zapoczątkowała szerszy i aktywniejszy udział przedstawicieli przemysłu w tego typu spotkaniach.

Przełomem w aktywizacji przemysłu była szósta z kolei konferencja pt. *Napęd i sterowanie pneumatyczne*, która odbyła się znowu w Kielcach w roku 1989. Wiodącym organizatorem był Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki z jej ówczesnym dyrektorem Włodzimierzem Laskosiem i przewodniczącym Rady Naukowej Wiesławem Szenajchem, wspomagany przez Urząd Postępu Naukowo-Technicznego i Wdrożeń oraz Radę Wojewódzką NOT. Wzięła w niej udział rekordowa liczba przedstawicieli przemysłu – producentów i użytkowników pneumatyki. Odtąd Ośrodek stał się głównym organizatorem konferencji, która przyjęła nazwę PNEUMA. Kolejni dyrektorzy Ośrodka: Grzegorz Modras, Ryszard Domżał i obecny Józef Barycki, czynnie uczestniczyli w organizacji następnych spotkań.

Z początkiem lat dziewięćdziesiątych do ośrodków zajmujących się systemami pneumatycznymi dołączył zespół Wojciecha Tarnowskiego z Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Koszalinie, obecnej Politechniki Koszalińskiej. I ten właśnie ośrodek zorganizował w 1993 r. w Mielnie następną, VII Konferencję PNEUMA'93, która stała się już znana w całej Polsce. To kolejne spotkanie odbyło się pod hasłem *Pneumatyczne układy napędowe i sterujące*; jego organizacją zajmował się Tomasz Kiczkiwiak z WSI Koszalin, a współorganizatorem był OBR Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach.

W latach dziewięćdziesiątych, z inicjatywy Mariusza Olszewskiego, Instytut Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej zaczął organizować polsko-niemieckie seminaria pt. *Innowacje i postęp w hydraulice i pneumatyce*, w cyklu dwuletnim, począwszy od roku 1997. W seminariach tych brali liczny udział naukowcy z Instytutu Hydrauliki

licznych i Pneumatycznych Napędów i Sterowania Reńsko-Westfalskiej Politechniki w Akwizgranie, a później również Katedry Hydrauliki i Pneumatyki Instytutu Obrabiarek i Technik Płynowych Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie. Seminaria te stały się przeglądem najważniejszych prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych z dziedziny pneumatyki i hydrauliki prowadzonych w Polsce i w Niemczech. Odbywały się co dwa lata, zamiennie z tradycyjną konferencją organizowaną w Akwizgranie i Dreźnie w Niemczech.

Ważnym wydarzeniem było powołanie w roku 1994 we Wrocławiu, z inicjatywy między innymi profesora Politechniki Wrocławskiej Wacława Kolleka, Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych (wchodzącej w skład Izby Gospodarczej Komponentów i Technologii). Korporacja zainicjowała organizację wystaw i sympozjów pt. *Hydropneumatica* w centrum targowym w Gdyni. II Międzynarodowy Kongres i Wystawa Hydrauliki i Pneumatyki Siłowej odbył się w roku 1996, a III Wystawa i Sympozjum z 15 referatami odbyło się w roku 1997 i poświęcone było głównie omówieniu projektu badawczego *Nowe generacje wyrobów i systemów napędów i sterowań hydraulicznych i pneumatycznych na potrzeby krajowego przemysłu*.

W roku 1994 w Szklarskiej Porębie, miała miejsce VIII Konferencja PNEUMA'94, której głównym organizatorem była Politechnika Wrocławska, a personalnie Mirosław Werszko i Bohdan Chorowski. Tradycją stało się, że kolejne konferencje zachaczały również o inne pokrewne dziedziny techniki i ta ostatnia odbywała się pod hasłem *Pomiary i sterowanie w przemyśle*. W ten sposób rozszerzało się grono zainteresowanych i obejmowało coraz więcej ośrodków naukowych, do których można było już wówczas zaliczyć Wyższą Szkołę Morską ze Szczecina reprezentowaną przez Bolesława Kuźniewskiego, Politechnikę Opolską ze Zdzisławem Kabzą, Politechnikę Łódzką ze Sławomirem Wierczokowskim, Politechnikę Śląską z Wojciechem Wierciochem.

W roku 1995 IX Konferencja PNEUMA'95 wróciła znowu w okolice Kielc, do Gór Świętokrzyskich, i odbyła się w niewielkiej miejscowości Huta Szklana u stóp Świętego Krzyża. Zatytułowano ją *Pneumatyka i sterowanie w przemyśle*, a organizatorem był OBR

Elementów i Układów Pneumatyki z panią Wandą Mikołajewską jako sekretarzem organizacyjnym. Udział w niej wzięła liczna grupa przedstawicieli przemysłu i firm zagranicznych, rozpoczynających aktywną działalność w Polsce i oferujących na naszym rynku własne elementy i systemy pneumatyczne. Rozszerzyło się też grono pracowników naukowych, między innymi o Tadeusza Mikulczyńskiego z Politechniki Wrocławskiej i Janusza Plutę z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Zainteresowanie napędem i sterowaniem pneumatycznym w tamtych latach znacząco wzrosło, ale nadal nie było czasopisma naukowo-technicznego poświęconego tej problematyce. Jedynym zajmującym się dotychczas zagadnieniami energii płynów był, powstały w roku 1980 i wydawany przez NOT, dwumiesięcznik *Napęd i sterowanie hydrauliczne*, który w swoim podtytule *Układy hydrauliczne i pneumatyczne – elementy typowe* wymieniał pneumatykę jako swój obszar zainteresowania. I to właśnie czasopismo Naczelnej Organizacji Technicznej, dzięki staraniom między innymi

Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach, decyzją Rady Programowej zmieniło nazwę na *Hydraulika i pneumatyka* i do grona Rady Programowej zaprosiło specjalistów pneumatyki: Wiesława Szenajcha, Ryszarda Domżała i Łukasza Węsierskiego. W ten sposób zostało stworzone zaplecze medialne dla pneumatyki. Równolegle Roman Breszka, właściciel firmy z branży pneumatyki CompRot z Wrocławia, rozpoczął wydawanie nowego kwartalnika *Pneumatyka*, który w szybkim czasie stał się branżowym czasopismem ogólnopolskim. Jej pierwszym redaktorem był Adam Matusiakiewicz. Działania powyższe zaowocowały włączeniem się pism branżowych w medialne propagowanie cyklicznych konferencji PNEUMA.

X Konferencja PNEUMA '96 pod nazwą *Automatyzacja procesów – pneumatyka* odbyła się we wrześniu 1996 r. – znowu, po latach, na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a jej głównym organizatorem był Łukasz Węsierski. W tej konferencji także bardzo licznie uczestniczyli przedstawiciele przemysłu i prezentowane

były, oprócz referatów naukowych, również prace dotyczące badań i eksploatacji układów oraz ciekawsze aplikacje pneumatyki. Nowością było poświęcenie jednego z trzech dni konferencji na ekspozycję targowo-promocyjną, która stała się okazją do spotkania producentów i handlowców z odbiorcami i użytkownikami układów pneumatycznych. Tu po raz pierwszy zaprezentowali się producenci i dystrybutorzy sprzężarek, między innymi pokazano sprężarkę łopatkową. Na orbitę zainteresowania konferencją weszły również czasopisma branżowe. Patronat objął dwumiesięcznik *Hydraulika i Pneumatyka*, w którym były drukowane referaty, natomiast kwartalnik *Pneumatyka* opublikował streszczenia referatów. Ich redaktorzy, pani Izabela Tarasiewicz i Adam Matusiakiewicz, czynnie wspomagały komitet organizacyjny.

Widoczne zaciekawienie pneumatyką ze strony ośrodków akademickich i ich duże zaangażowanie w kolejne konferencje PNEUMA wprowadziło zwyczaj powierzania organizacji kolejnych spotkań jednej z krajowych uczelni technicznych. I tak na-



V Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej

CONTROL-TECH

28 - 30. 09. 2005

Co roku targi odwiedza ponad 3000 fachowców oraz kontrahentów zainteresowanych nowościami w branży. Na targi przyjeżdżają delegacje zagraniczne, m.in. z Białorusi, Ukrainy i Rosji.

Informacji udziela Menedżer Targów:
Joanna Adamczyk,
tel. (41) 365 12 14, fax (41) 365 13 13,
e-mail: control-tech@targikielce.pl

Patronat medialny
CONTROL ENGINEERING Polska



TARGI KIELCE

www.control-tech.pl

ul. Zakładowa 1, 25-672 Kielce, tel. (41) 365 12 22, fax (41) 345 62 61

stępna XI konferencja PNEUMA 98 odbyła się w Mielnie pod patronatem Politechniki Koszalińskiej, a sekretarzem organizacyjnym był Tomasz Kiczowski. Duża odległość od centrów przemysłowych sprawiła, że mniejsze było zainteresowanie przemysłu i spotkanie miało bardziej kameralny charakter, natomiast poszerzyło się grono pracowników naukowych uczestniczących w konferencji, między innymi o Ryszarda Dindorfa, wówczas pracownika Politechniki Krakowskiej, a obecnie Politechniki Świętokrzyskiej.

Kolejne spotkanie pneumatyków – XII Konferencja PNEUMA 2000, odbyło się po raz szósty w Górach Świętokrzyskich w miejscowości Cedzyna koło Kielc. Tematem konferencji były *Płynowe systemy zasilające, napędowe i sterujące*, a organizatorami – OBR Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach z jego dyrektorem Józefem Baryckim, Politechnika Świętokrzyska z Tadeuszem Stefańskim i Politechnika Rzeszowska z Łukaszem Węsierskim, natomiast sekretarzem organizacyjnym była Wanda Mikołajewska. Patronat medialny objęło Wydawnictwo Lektorium i czasopismo *Pneumatyka*, publikując komunikaty o konferencji oraz streszczenia zgłoszonych referatów. Kompletne materiały konferencyjne wydrukowano w formie *Zeszytów Naukowych* Politechniki Świętokrzyskiej. Zgodnie z tradycją ostatnich lat w programie konferencji przewidziano dzień targowo-promocyjny. Dodatkową atrakcją było wręczenie nagród dwumiesięcznika *Pneumatyka* zwycięzcom konkursu na najlepsze prace dyplomowe i doktorskie dotyczące nowych rozwiązań z zakresu elementów i układów pneumatyki oraz gospodarki sprężonym powietrzem. Otrzymali je z rąk redaktora naczelnego Mariusza Makulskiego absolwenci Politechniki Warszawskiej i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.



Fot. 4 Konkurs „Pneumatyki” na Pneumie 2000 w Cedzynie

XIII Konferencja PNEUMA 2002 zatytułowana *Pneumatyka w polskim przemyśle* gościła w okolicy jeziora Wigry, w malowniczej miejscowości Holny Mejer w przepięknej scenarii Jezior Augustowskich. Organizatorem konferencji była Politechnika Białostocka, a gospodarzem jej pro-



Fot. 5 Pneuma 2002 odbyła się nad jeziorem Wigry

rektor Franciszek Siemieniako. Tradycyjnie współorganizatorami byli: OBR Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach oraz Politechnika Rzeszowska, a patronat medialny objął dwumiesięcznik *Pneumatyka*, w którym też zostały opublikowane teksty referatów.

Wreszcie ubiegłoroczna XIV Konferencja PNEUMA 2004 miała miejsce w pobliżu historycznych miejsc pradawnej Polski – w Wiktorowie niedaleko Biskupina, a komitetowi organizacyjnemu przewodniczył Kazimierz Peszyński. Tym razem zaplecze organizacyjne konferencji przygotowała Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, która w ostatnich latach dołączyła do grona propagatorów energii sprężonego powietrza. Swoją więź z pneumatyką zaprezentowała już wcześniej, uczestnicząc w poprzedniej Konferencji PNEUMA, a następnie organizując w listopadzie 2002 r. seminarium pt. *Oszczędnościowa gospodarka mediami energetycznymi ze szczególnym uwzględnieniem sprężonego powietrza*. Sesja inauguracyjna odbyła się w siedzibie Akademii w Bydgoszczy, natomiast nietypowy charakter miał dzień dla przemysłu, zorganizowany na terenie Targów Poznańskich. Możliwość odwiedzenia Targów była niewątpliwą atrakcją dla uczestników konferencji. Jednak z pewnością dość kosztowna forma prezentacji uszczupliła grono chętnych do pokazania swojego dorobku – niewielkich firm, przedstawicieli krajowego przemysłu. Współorganizatorami konferencji były już tradycyjnie OBR Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach oraz Politech-

nika Rzeszowska, a teksty referatów opublikowali patroni medialni konferencji – dwumiesięczniki *Hydraulika* i *Pneumatyka* oraz *Pneumatyka*.

Związki branżowe i nowa formuła spotkań

Rosnące zainteresowanie pneumatyką, liczba chętnych do czynnego uczestnictwa w cyklicznych konferencjach PNEUMA oraz zmiany strukturalne w naszym przemyśle zmuszają organizatorów do ciągłych zmian zakresu i sposobów organizacji spotkań, a także dostosowania się do wymagań rynku. Od kilku lat coraz częściej goszczą na konferencji przedstawiciele producentów sprzętów – urządzeń zapewniających dostarczanie czynników roboczych do układów i urządzeń pneumatycznych. W trakcie ostatniej Konferencji PNEUMA 2004 pojawiła się propozycja połączenia zagadnień pneumatyki i hydrauliki, a tym samym połączenia trzech dotychczas odrębnych konferencji z obu pokrewnych przeciw dziedzin. Jest to szczególnie uzasadnione w sytuacji członkostwa Polski w Unii Europejskiej, gdzie branża hydrauliki i pneumatyki postrzegana jest najczęściej wspólnie, jako tzw. napędowe i sterujące systemy płynowe – *Fluid power and control systems*. W celu integracji tego środowiska postanowiono wspólnie zorganizować w 2005 r. we Wrocławiu konferencję naukowo-techniczną pod nazwą *Napędy i Sterowanie Hydrauliczne i Pneumatyczne 2005*. Komitetem organizacyjnym kierował Henryk Chrostowski, a członkiem komitetu była Wanda Mikołajewska. Jest to kontynuacja trzech konferencji: *Napędy i Sterowanie Hydrauliczne* organizowanej przez SIMP i reprezentowanej przez Jarosława Strzyckiego, Polsko-niemieckich seminariów organizowanych przez Politechnikę Warszawską reprezentowaną przez Mariusza Olszewskiego i tradycyjnej konferencji PNEUMA (jako XV jej edycja), organizowanej przez OBRE-iUP w Kielcach, reprezentowanej przez Łukasza Węsierskiego. Współorganizatorami byli: czasopismo *Pneumatyka* i Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach.

Podsumowanie

Spotkania i dyskusje na konferencjach i seminariach doprowadziły do powstania wśród przedstawicieli firm

sprężarkowych Klubu Sprężonego Powietrza FAirPlay, któremu patronuje wraz z redakcją *Pneumatyki* jej redaktor naczelny Zdzisław Chrapkiewicz. Pierwsze takie spotkanie odbyło się w Tarnowie Podgórnym w kwietniu 2003 r.

W powyższym zestawieniu nie prezentujemy wielu seminariów organizowanych przez firmy produkujące pneumatykę, mimo iż wiele z nich miało nie tylko charakter promocyjny, ale często szkoleniowy czy też informacyjno-techniczny. Na tych semi-

nariach, w których wielokrotnie brali udział pracownicy naukowcy różnych uczelni, prezentowane były często najnowsze rozwiązania z dziedziny pneumatyki.

W krótkim zarysie staraliśmy się zaprezentować najważniejsze, znane nam spotkania z pneumatyką, jak również ludzi, którzy się nią zajmowali. Ale na pewno nie jest to pełny obraz. Będziemy więc wdzięczni wszystkim, którzy wzbogacą ten przegląd swoimi wspomnieniami o tych zdarzeniach, o których nie wiedzieli-

śmy lub poszły w niepamięć, i uzupełnią historię spotkań, przypominając nam osoby i instytucje, które miały swój udział w powstawaniu i rozwoju polskiej pneumatyki. Wszystkie uwagi prosimy kierować do autorów tego tekstu.

Wanda Mikołajewska
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Elementów i Układów Pneumatyki
w Kielcach
Łukasz N. Węsierski
Politechnika Rzeszowska

Wspólna konferencja

W dniach 17-19 maja we Wrocławiu odbyła się konferencja „Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne 2005”. Było to spotkanie trzech środowisk techniki płynowej w Polsce. Od 43 lat we Wrocławiu na cyklicznych konferencjach sygnowanych przez SIMP spotykali się specjaliści w zakresie hydrauliki.

Równolegle funkcjonowało ogólnokrajowe środowisko związane z pneumatyką, wychodzące początkowo z Kielc i Krakowa, które od ponad 30 lat organizowało własne konferencje naukowe – techniczne PNEUMA. Od wielu lat odbywały się także polsko-niemieckie seminaria dotyczące hydrauliki i pneumatyki, organizowane przez Politechnikę Warszawską. W warunkach przynależności do Unii Europejskiej istnieje potrzeba integracji tych środowisk, ze względu na perspektywę ewentualnej przy-



Fot. 3 Hala produkcyjna zakładu Archimedes

należności do organizacji międzynarodowych, takich jak Europejska Komisja ds. Hydrauliki i Pneumatyki – CETOP. Konferencja we Wrocławiu była udaną próbą pokazania siły polskiego środowiska techniki płynowej, pozytywnie postrzeganą między innymi przez obecnego na konferencji prezydenta CETOP Amadio Bolzaniego. Około 200 uczestników, szeroki zakres tematyczny, równoległe sesje panelowe, sesje przemysłowe na terenie dużych zakładów przemysłowych Wrocławia, prezentacje firm z branży, zwiedzanie laboratoriów Politechniki Wrocławskiej, to tylko niektóre z punktów programu, które zrobiły duże wrażenie na uczestnikach i obserwatorach.

Sesja, która odbyła się w dniu 18 maja, na terenie zakładu Archimedes S.A. oraz sesja plakatowa na Politechnice Wrocławskiej były odebrane przez środowisko pneumatyków jako kolejna, XV edycja konferencji PNEUMA. Ośrodki związane z tą konferencją: m.in. kielecki, rzeszowski, krakowski, białostocki, łódzki, bydgoski, gdański, warszawski, wro-

clawski zaprezentowały ok. 20 prac. Wiele z nich dotyczyło zastosowań pneumatyki, np. w prasach, urządzeniach do produkcji okien, do testowania wytrzymałości osłon obrabiarzek, w układach zawieszenia, hamulcach, czy – jak nagrodzona prezentacja „Badania i analiza strumienia syntetycznego w komorze osiowo-symetrycznej” S. Wawrzyniaka i K. Peszyńskiego z ATR w Bydgoszczy – potencjalnych nowych rozwiązań w klimatyzacji.



Fot. 4 Laboratoria Politechniki Wrocławskiej

Czy sukces wspólnej konferencji w nowej formule oznacza zaprzestanie dotychczasowych odrębnych? Niekoniecznie. Niewykluczone, że jakaś mieszana forma koegzystencji (trochę autonomii, trochę współpracy) będzie najefektywniejsza w realizacji celów najważniejszych – rozwój polskiej techniki płynowej i wysoka jej pozycja w Europie. Najbliższe spotkanie pneumatyków to wystawa i seminarium PNEUMA na targach Poznańskich w czerwcu 2005.

Zdzisław Chrapkiewicz



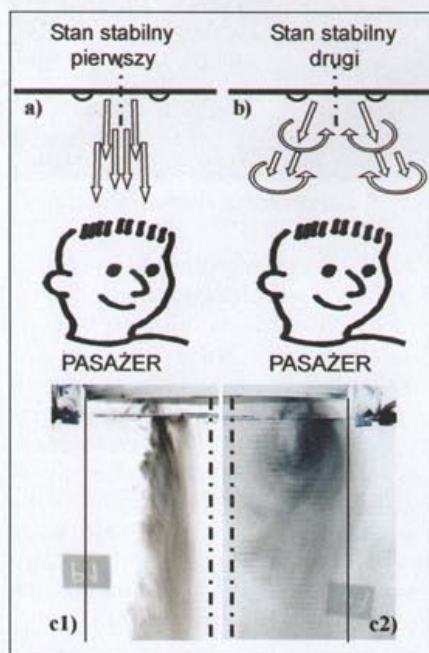
Fot. 1 Sala obrad plenarnych na Politechnice Wrocławskiej

Badanie strumienia syntetycznego generowanego w szczelinie promieniowej

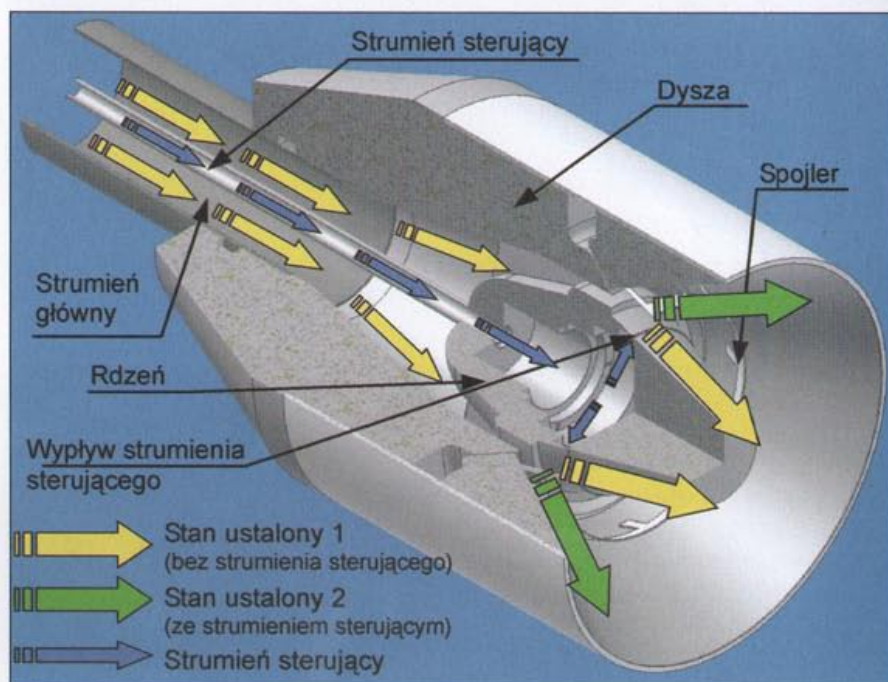
Kazimierz Peszyński,
Sylwester Wawrzyniak

Od pewnego czasu w Katedrze Sterowania i Konstrukcji Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy badana jest dysza strumieniowa z rdzeniem wewnętrznym.

Dzięki umieszczeniu w dyszy rdzenia możliwe jest uzyskanie dwóch położenia stabilnych strumienia wyjściowego. W zależności od parametrów geometrycznych dyszy można uzyskać urządzenie o własnościach monostabilnych lub bistabilnych. Z punktu widzenia sterowania korzystniejszy jest element monostabilny, ponieważ do jego pełnego sterowania wystarcza jeden sygnał sterujący. Przewidywane praktyczne zastosowanie tego urządzenia jest w układach klimatyzacji nad siedzeniami w wagonach osobowych. Pasażer będzie miał możliwość uzyskania powietrza z dyszy w postaci strumienia o dużej prędkości i małym przekroju w stanie stabilnym pierwszym (rys. 1a) lub strumienia o dużym przekroju i mniejszej prędkości



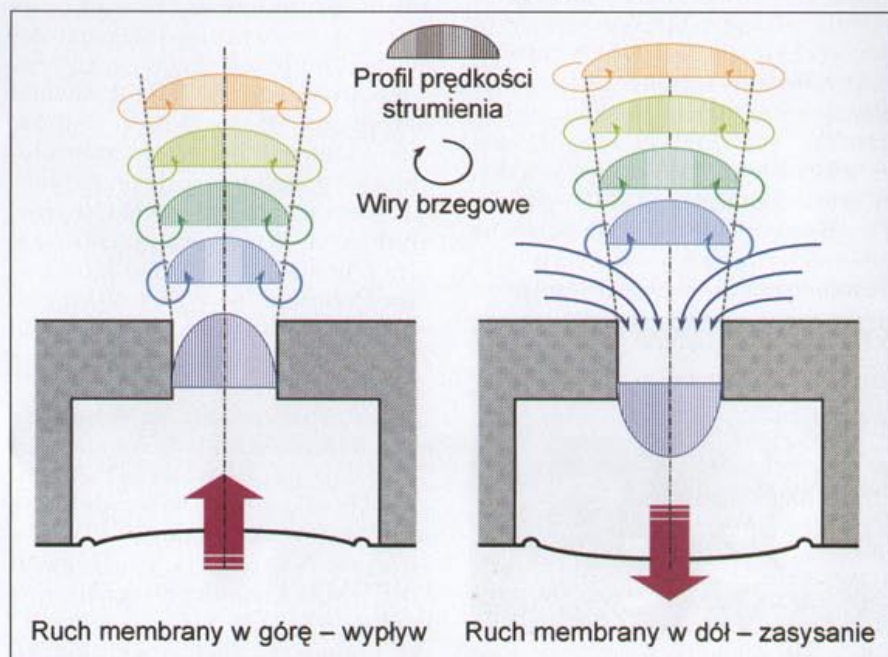
Rys. 1 Schemat i wizualizacja wypływu powietrza z obwodu klimatyzacyjnego



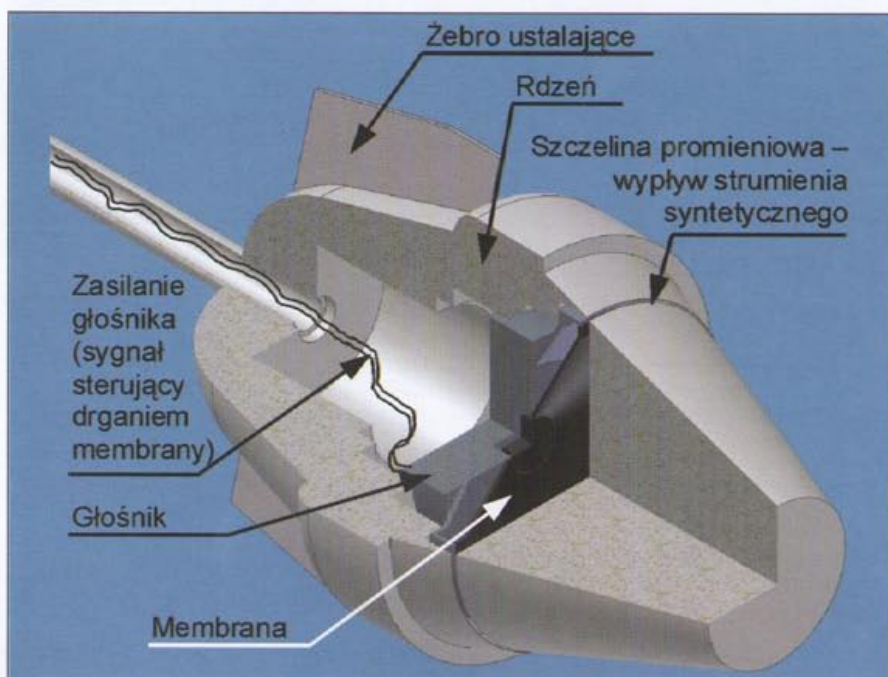
Rys. 2 Przebieg powietrza w stanie pierwszym i drugim przez dyszę

w stanie stabilnym drugim (rys. 1b). Na rys. 1c przedstawiono wizualizację przepływu powietrza za dyszą. Rys. 1c1 przedstawia przepływ powietrza w stanie ustalonym pierw-

szym, rys. 1c2 przedstawia przepływ w stanie ustalonym drugim. Linia punktową zaznaczono oś symetrii dyszy, linią ciągłą – zewnętrzną średnicę dyszy.



Rys. 3 Powstawanie strumienia syntetycznego



Rys. 4 Schemat rdzenia dyszy i montażu membrany

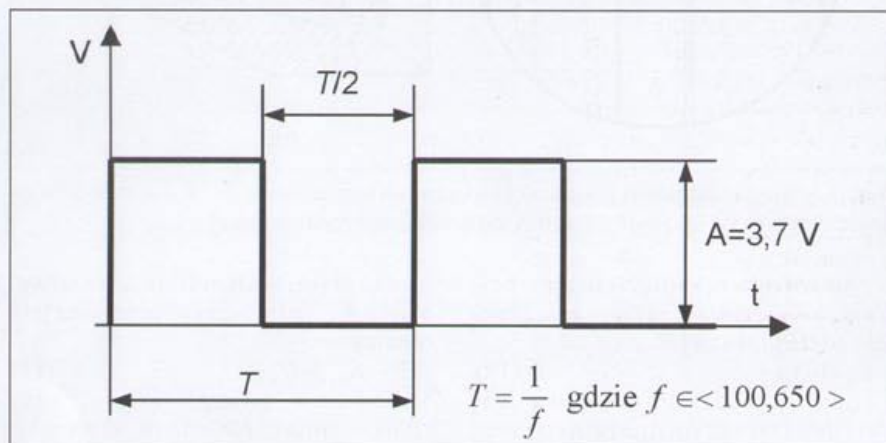
W dotychczasowym układzie strumień wyjściowy przełączany był do stanu drugiego za pomocą dodatkowego strumienia sterującego podawanego przez cienką rurkę do wnętrza rdzenia. Budowa i przepływ powietrza (z wykorzystaniem strumienia sterującego) przez dyszę przedstawione są na rys. 2.

Strumień syntetyczny

Celem zastosowania strumienia syntetycznego jest wyeliminowanie dotychczas stosowanego dodatkowego zaworu mechanicznego załączającego strumień sterujący. Autorzy dążą do wyeliminowania elementów ruchomych z układu sterowania położeniem strumienia wyjściowego dyszy. Membrana jest co prawda elementem ruchomym, ale w porównaniu ze stosowanym suwakiem zaworu elektromagnetycznego jej masa jest dużo mniejsza i stanowi element zintegrowany z dyszą, w przeciwieństwie do umiejscowionego obok rurociągu zaworu. Pominąć można także w tym przypadku dodatkowe źródło strumienia sterującego, pozostaje jedynie układ elektroniczny, potrzebny w obu przypadkach zarówno do sterowania otwarciem i zamknięciem zaworu, jak i do sterowania drganiami membrany. Idea powstawania strumienia syntetycznego przedstawiona jest na rys. 3.

W badanym urządzeniu strumień syntetyczny generowany będzie wewnątrz rdzenia dyszy i wypływać będzie przez szczelinę promieniową

szerokości $a = 0,5$ mm i średnicy mniejszej krawędzi $d = 60$ mm. Budowę i sposób zamontowania membrany przedstawiono na rys. 4. Miejsce styku obudowy głośnika z rdzeniem zostało uszczelnione klejem silikonowym w celu dokładnego oddzielenia



Rys. 5 Wykres sygnału kontrolnego membrany

przestrzeni przed i za membraną.

Przeprowadzone badania

Model matematyczny zjawiska
Strumienie syntetyczne są generowane poprzez okresowe zasysanie i wytłaczanie płynu przez urządzenie wykonawcze. Z punktu widzenia transformacji energii, energia potencjalna U membrany jest okresowo przekształcana w energię kinetyczną K . Jeżeli rozważone zostaną objętości elementów, można stwierdzić, że energia kinetyczna płynu w stosunkowo dużej komorze rezonansowej jest

znacznie niższa od energii kinetycznej w pierścieniowej szczelinie wylotowej – w szczelinie dochodzi do przyspieszania powietrza. Całkowita energia E płynu w komorze rezonansowej jest sumą:

$$E = K + U \quad (1)$$

W badaniach doświadczalnych użyto prostokątnego sygnału zdefiniowanego równaniem (2) i przedstawionego na rys. 5:

$$y = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A \left(t - 2n \frac{T}{2} \right) - A \left(t - (2n+1) \frac{T}{2} \right) \right) \quad (2)$$

Ponieważ równanie (2) jest stosunkowo skomplikowane, do obliczeń analitycznych zostało użyte równanie uproszczone (3), przedstawione na rys. 6:

$$x_D = x_{Dmax} \sin(\omega t) \quad (3)$$

gdzie x_{Dmax} to maksymalne przemieszczenie membrany z położenia neutralnego i $\omega = 2\pi f$.

Ponieważ prędkość ruchu membrany opisana jest równaniem:

$$dx_D/dt = \omega x_{Dmax} \cos(\omega t) \quad (4)$$

prędkość w pierścieniowej szczelinie wylotowej średnicy D może zostać opisana z równania ciągłości jako

$$u = (A_D/A) \omega x_{Dmax} \cos(\omega t) \quad (5)$$

gdzie: A_D jest polem powierzchni membrany $A_D = \pi D_D^2/4$, natomiast A

jest polem pierścieniowej szczeliny komory rezonansowej $A = \pi D a$. Przyjmijmy, że kinetyczna energia płynu może zostać obliczona jako

$$K = \rho L_e A u^2 / 2 \quad (6)$$

gdzie ρ jest gęstością płynu, L_e jest „równoważną” wysokością słupa płynu w szczelinie wylotowej, która zwykle jest przyjęta jako [1]

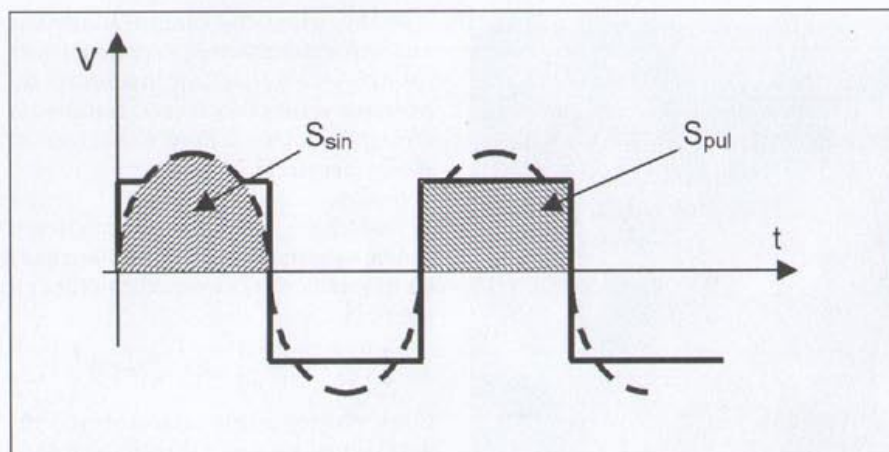
$$L_e = L + 8D/(3\pi) \quad (7)$$

gdzie L jest geometryczną długością szczeliny pierścieniowej.

Z równań (5), (6) otrzymamy energię kinetyczną o postaci:

$$K = \rho L_e A [(A_D/A) \omega x_{Dmax} \cos(\omega t)]^2 / 2 \quad (8)$$

Traktując membranę jako liniowy



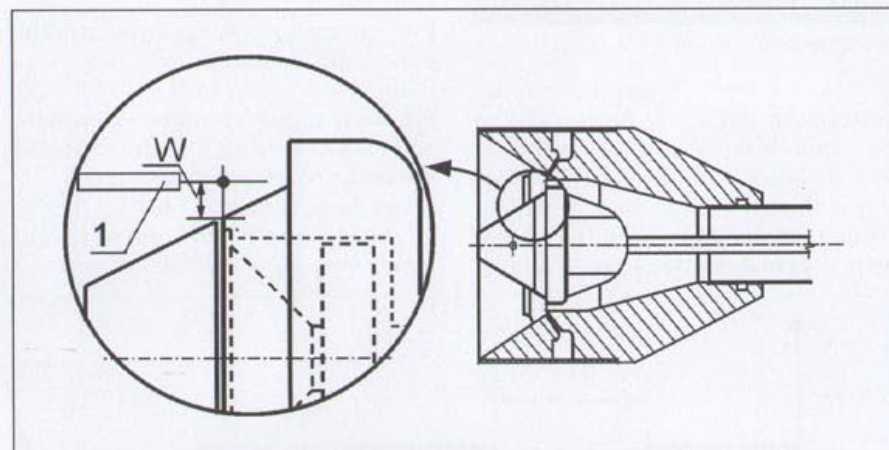
Rys. 6 Zamiana sygnału prostokątnego na sygnał sinusoidalny

element sprężysty, energię potencjalną można określić wzorem:

$$U = P A_D x_D / 2 = K_p A_D x_D / 2 \quad (9)$$

gdzie p jest ciśnieniem statycznym,

w szczelinie wylotowej jest równa zero a energia potencjalna jest maksymalna U_{max} . W drugim (wysuniętym) położeniu membrany energia kine-



Rys. 7 Schemat pomiaru prędkości strumienia syntetycznego; 1 – sonda termooanemometru, W – odległość sondy od szczeliny promieniowej

wywołanym przesunięciem membrany x_D , a K_p jest stałą membrany, która jest zdefiniowana jako:

$$K_p = P / x_D \quad (10)$$

Częstotliwość rezonansowa jest określona z maksymalnej kinetycznej i potencjalnej energii w zwrotnych granicznych położeniach membrany. W pierwszym (neutralnym) położeniu membrany energia kinetyczna płynu

tyczna płynu w szczelinie jest maksymalna K_{max} a energia potencjalna jest równa zero:

$$E = K_{max} = U_{max} \quad (11)$$

Maksimum energii kinetycznej i potencjalnej z równań (8, 9) wynosi:

$$K_{max} = \rho L_e A / (A_D / A) \omega x_{Dmax}^2 / 2 \quad (12)$$

$$U_{max} = K_p A_D x_{Dmax} / 2 \quad (13)$$

po przyjęciu do obliczeń $\omega = 2\pi f$, wzór określający częstotliwość rezonan-

sową wyprowadzony na podstawie równań (12, 13) ma postać:

$$f = \left(\frac{1}{2\pi} \right) \left(\frac{D}{D_D} \right) \sqrt{\frac{K_p}{\rho L_e}} \quad (14)$$

Na podstawie wyznaczonego teoretycznego wzoru (14) otrzymano wartość częstotliwości rezonansowej $f = 230$ Hz.

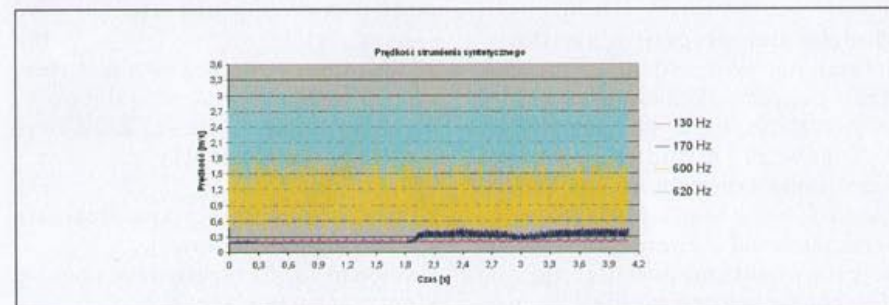
Badania doświadczalne przeprowadzono, mierząc prędkość strumienia syntetycznego za pomocą termooanemometru StreamLine. Sonda umiejscowiona była w odległości $w = 3$ mm od końca szczeliny promieniowej (rys. 7). Częstotliwość próbkowania wynosiła $f = 1000$ Hz, ilość próbek $n = 4096$. Pomiary dla każdej częstotliwości wykonywano w trzech seriach oddzielonych 5 sekundową przerwą. Badania przeprowadzono dla zakresu częstotliwości od 100 Hz do 640 Hz. Sygnałem sterującym drganiami membrany był sygnał prostokątny opisany równaniem (1) o napięciu $U = 3,7$ V, które pozwalało uzyskać maksymalną moc głośnika $P = 5$ W.

Wyniki pomiarów

Na rys. 8 przedstawiono cztery wybrane przebiegi zarejestrowanej za pomocą termooanemometru prędkości strumienia syntetycznego generowanego w szczelinie promieniowej (rys. 4). Są to wyniki uzyskane w trzeciej serii pomiarowej. Charakterystyczny jest nieustalony przebieg zmian prędkości dla strumienia uzyskanego przy częstotliwości $f = 170$ Hz. Wyraźnie okresowy przebieg prędkości uzyskano dla częstotliwości $f = 130$ Hz, lecz wartość średnia prędkości jest bardzo mała. Najwyższe wartości prędkości uzyskano dla częstotliwości $f = 620$ Hz.

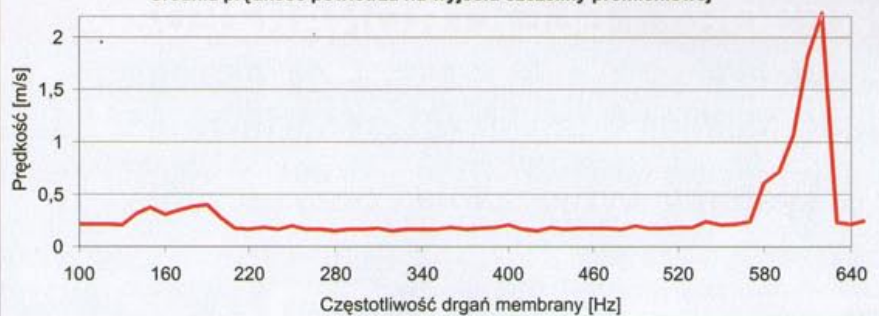
Podsumowanie

Rys. 9 przedstawia zestawienie wartości średnich prędkości strumienia syntetycznego w zależności od częstotliwości drgań membrany. W przebiegającej części zakresu drgań osiągnięto niską prędkość średnią. Wyróżnić można dwa zakresy częstotliwości, w których zachodzą wyraźne zmiany. Niewielki wzrost prędkości widoczny jest dla zakresu 130-200 Hz, duży wzrost prędkości średniej widoczny jest dla zakresu 570-630 Hz. Maksymalną wartość średnią uzyskano dla częstotliwości $f = 620$ Hz. Dla wyznaczonej teoretycznie częstotli-



Rys. 8 Zestawienie zmierzonych prędkości strumienia syntetycznego dla wybranych wartości częstotliwości drgań membrany (jedna seria pomiarowa)

Średnia prędkość powietrza na wyjściu szczeliny promieniowej



Rys. 9 Zależność prędkości średniej strumienia syntetycznego od częstotliwości drgań membrany

wości rezonansowej równej $f = 230$ Hz nie zaobserwowano zmian mogących świadczyć o osiągnięciu częstotliwości rezonansowej. Tak duża różnica wartości nie może być tylko wynikiem zastosowanego uproszczenia, autorzy prowadzą dalsze badania nad określeniem parametrów wejściowych do obliczeń częstotliwości rezonansowej.

Literatura

[1] Peszyński K.: Konstrukcja i modelowanie numeryczne pneumatycznego rozdzielacza strumieniowego dużej mocy. XIII Krajowa Konferencja PNEU-

MA 2002, publikacja w dwumiesięczniku „Hydraulika i Pneumatyka” 3/2002, ISSN 1505-3954, str. 46-49.

[2] Smith B.L., Glezer A.: The formation and evolution of synthetic jets. *Physics of Fluids* 10(1998) p. 2281-2297.

[3] Tesar V., Peszyński K.: Dysze do strumieniowego ogrzewania lub suszenia, „Pneumatyka”, styczeń-luty 1(38)2003, Wydawnictwo LEKTORIUM, Wrocław, str. 54-58, ISSN 1426-6644.

[4] Trávníček Z., Maršík F., Vít T., de Boer P.: Synthetic jet actuation at the

resonance frequency. XXI International Congress of Theoretical and Applied Mechanics, August 15-21, 2004, Warsaw, Poland, Book of abstracts p.113, ISBN 83-89697-01-1.

[5] Wawrzyniak S., Peszyński K.: Investigations of turbulent pulsation changes and average velocity in axisymmetric nozzle in dependence on vibration damping forcing frequency. Paper in 'Developments in Machinery Design and Control Vol.2' ATR University Press, collection of monographs in English, Bydgoszcz, 2003, p. 93-98.

[6] Wawrzyniak S., Peszyński K.: Problematyka pomiaru prędkości miejscowych przy pomocy termoanemometru w urządzeniach technologicznych. ICMR 2000, Bydgoszcz 2000.

Kazimierz Peszyński
Sylwester Wawrzyniak
Akademia Techniczno-Rolnicza
w Bydgoszczy

Pneumat System Sp. z o.o.

Produkcja siłowników

Siłowniki serii **ISOLINE** wykonane są wg standardów: DIN/ISO 6431, VDMA 24562 oraz AFNOR NFE49-003. Gwarantujemy to pełną zamienną z siłownikami innych producentów.

Nowa seria siłowników **TTM** jest wynikiem ścisłej współpracy działu produkcyjnego naszej firmy z inżynierami firmy VESTA.

Zastosowaliśmy specjalny „czysty” profil dla wymagających sektorów przemysłu gdzie występuje duże zanieczyszczenie w miejscu pracy siłownika.

Siłowniki kompaktowe serii **SKDM** w wersjach: jedno- i dwustronnego działania; z jedno- i dwustronnym tłoczyskiem oraz w wersji z zabezpieczeniem przed obrotem; „z” lub bez magnesu do bezstykowej sygnalizacji położenia tłoka.

Siłowniki **ACM/DVM** wykonane są zgodnie z normą ISO 6432.

W przeciwieństwie do większości producentów siłowników ISO 6432 oferujących „jednorazówki” (siłowniki zagniatane) – oferujemy

Państwu produkt z możliwością wymiany uszczelnień.

Pneumat System Sp. z o.o. ul. Baczyńskiego 23, 51-121 Wrocław,
tel. (071) 325 18 60, fax (071) 325 52 84, www.pneumat.com.pl, info@pneumat.com.pl



W powietrzu nie mamy
sobie równych...



Specjalizujemy się w produkcji siłowników: ISO 6431 D32 – 200, ISO 6432 D16 – 25, kompaktowych D12 – 100, minisiłowników D32 – 50. Naszym priorytetem jest dostarczenie produktu najwyższej jakości i na czas. 24 h termin realizacji zamówienia to nasz standard. Ścisłe współpracujemy z wydziałami automatyki wyższych uczelni technicznych. Działamy na rynku polskim 29 lat. Pneumatyka nie ma dla nas tajemnic.

PNEUMAT
SYSTEM

www.pneumat.com.pl

KUPCZYK

www.kupczyk.pl
kupczyk@kki.krakow.pl

KOMPRESORY I ELEKTRONARZĘDZIA

30-550 Kraków, ul. Janowa Wola 6 tel./fax (012) 656-32-32, 656-38-60
Hurt: 30-833 Kraków, ul. Obrońców Modlina 9 tel./fax (012) 653-18-18, 653-19-19

Kompleksowe wyposażenie w systemy wytwarzania i oczyszczania sprężonego powietrza

Seria przemysłowych sprężarek śrubowych AIRBLOK o wydajnościach od 59 m³/h do 756m³/h.



Kompaktowe sprężarki śrubowe z serii CRS z mikroprocesorowym sterowaniem o wydajnościach od 25 m³/h do 125 m³/h.



Kompresory tłokowe:



KK 1200/500

Zbiornik: 500 l
Wydajność: 1190 l/min.
Moc silnika: 7,5 kW
ciśnienie: 10 bar

Cena promocyjna:

4990
Netto



KK 810/270

Zbiornik: 270 l
Wydajność: 810 l/min.
Moc silnika: 5,5 kW
ciśnienie: 10 bar

Cena promocyjna:

3700
Netto

Szeroki wybór narzędzi i akcesoriów pneumatycznych:



Systemy oczyszczania sprężonego powietrza firmy OMI:

- osuszacze ziębnicze
- filtry, mikrofiltry
- cyklonowe separatory kondensatu

Montaż profesjonalnych instalacji sprężonego powietrza.

Ponadto w ofercie elektronarzędzia: BOSCH, METABO, MAKITA, PERLES, FAIN
Narzędzia: warsztatowe, ręczne, hydrauliczne; agregaty prądotwórcze

Branża pneumatyczna w Polsce

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



Spis reklam

Okładka

I	-----	Pneumatik S.A.	
II	-----	Deltech	
III	-----	dhGroup	
IV	-----	Festo	
Aerzen	-----		29
Airpress	-----		8
AraPneumatik	-----		17
Atlas Copco	-----		12,13
Atmopol	-----		23
Comprot	-----		50
Elem	-----		6
Gossler	-----		21
Hiross	-----		32,43
Inwet	-----		6
Kompresor Service	-----		9
Kupczyk	-----		60
Laska	-----		3
MAR	-----		9
MTK	-----		14
MTP	-----		27
Parker	-----		7
Pneumatik SA	-----		7
Pneumat System	-----		59
PPHU Kompres	-----		7
Prema	-----		44
Targi Kielce	-----		53
Ultrafilter	-----		26
Unigoods	-----		35
Wittig	-----		14

Artykuły promocyjne

Ara Pneumatik	15
In-Tech	24
Pneumatik S.A.	10

KOMPENDIUM WIEDZY O FIRMACH

Aerzen Polska S.A. -----	28
Delta-Technika -----	28
Kompresor Service -----	19
MAR -----	45

Zapraszamy do prenumeraty dwumiesięcznika „Pneumatyka”

Poniższy druk polecenia przelewu/wpłaty gotówkowej służy do zapłaty za prenumeratę dwumiesięcznika „Pneumatyka” oraz jego archiwalnych egzemplarzy. Prosimy o wycięcie i uważne wypełnienie druków.

Prenumerata może być rozpoczęta w dowolnym momencie.

Cena prenumeraty: prenumerata roczna (6 egz.) 45,00 zł, prenumerata półroczna (3 egz.) 22,50 zł, wydanie bieżące 7,50 zł, wydanie archiwalne 5,00 zł. Wszystkie ceny zawierają VAT i obejmują koszty wysyłki.

Wystawienie faktury i wysyłka zamówionych egzemplarzy następuje po wpłynięciu na nasze konto należnej kwoty lub po otrzymaniu potwierdzenia zapłaty.

Wydawnictwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel. (071) 798 59 46, fax (071) 798 59 47 e-mail: prenumerata@lektorium.pl.

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

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

Wydawnictwo Lektorium
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72
[] [] [] zł [] [] gr

Zamawiam prenumeratę
„Pneumatyka”

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

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

podpis

Adres zamawiającego:

tel.

NIP

stempel
dzienny

opłata

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

Wydawnictwo Lektorium
53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72
[] [] [] zł [] [] gr

Zamawiam prenumeratę
„Pneumatyka”

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

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

podpis

Adres zamawiającego:

tel.

NIP

stempel
dzienny

opłata

Polecenie przelewu / wpłaty gotówkowej

nazwa odbiorcy

WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.

53 - 608 WROCLAW ROBOTNICZA 72

I.k.

nr rachunku odbiorcy

951060000760000409910133389

W P

waluta

PLN

kwota

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

nazwa zleciłodawcy

nazwa zleciłodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Oplata:

pieczęć, data i podpis(y) zleciłodawcy

Polecenie przelewu / wpłaty gotówkowej

nazwa odbiorcy

WYDAWNICTWO LEKTORIUM

nazwa odbiorcy cd.

53 - 608 WROCLAW ROBOTNICZA 72

I.k.

nr rachunku odbiorcy

951060000760000409910133389

W P

waluta

PLN

kwota

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

nazwa zleciłodawcy

nazwa zleciłodawcy cd.

tytułem

tytułem cd.

Oplata:

pieczęć, data i podpis(y) zleciłodawcy



domnick hunter



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



Oczyszczanie sprężonego powietrza

Systematyczna optymalizacja układów pneumatycznych

Festo Energy Saving Service

**FESTO**

Zredukujcie Państwo zużycie sprężonego powietrza wdrażając „Energy Saving System” Festo. Poprzez planowe utrzymanie ruchu i zoptymalizowane układy pneumatyczne możecie Państwo zredukować koszty energii.

Festo Energy Saving Service zapewnia racjonalne wykorzystanie sprężonego powietrza i znacznie sprawniejszą eksploatację systemów automatyki przemysłowej.

Dzięki niemu zyskacie Państwo:

- Powiększenie produktywności procesów produkcji przez istotną redukcję kosztów energii
- Polepszenie niezawodności procesów przez profesjonalną eksploatację pneumatyki
- Lata doświadczeń (know-how) Festo jako eksperta w projektowaniu, konstrukcji i eksploatacji układów pneumatycznych
- Najwyższej klasy techniki pomiarowe

Festo Sp. z o.o.
ul. Mszczonowska 7
Janki k/Warszawy
05-090 Raszyn
Tel. +48 22 711 41 00
Fax +48 22 711 41 02
Jerzy_Horecki@festo.co
www.festo.pl