

Pneumatyka

1(62)2007

KWARTALNIK

cena 12 zł
(w tym VAT 7%)

ISSN 1426-6644

Indeks 337 323

Donaldson. Wszystko stało się lepsze.



Nowy Ultra-Filter

Hannover Messe
2007 z różnej
perspektywy

Ingersoll Rand
– powietrze klasy „0”

Archimedes
– producent narzędzi
pneumatycznych

CompRot
– dmuchawy, sprężarki

Pneumatyka
Norgren Herion

Pneumatyczne ramię
bioniczne

Na kondensat
– BEKO



Donaldson®

Filtration Solutions

ul. Marysińska 18, 00-617 Warszawa,

tel.: +48 22 517 15 00, fax: +48 22 517 15 01

e-mail: ifs-pl@emea.donaldson.com, www.donaldson.com

WYDAWNICTWO
LEKTORIUM

Nowy Ultra-Filter Donaldsona – str. 20





domnick hunter



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



Oczyszczanie sprężonego powietrza



CENTRUM PRODUKCYJNE PNEUMATYKI "PREMA" S A w KIELCACH

PNEUMATYKA I AUTOMATYZACJA DLA WYMAGAJĄCYCH

ISO 9001:2000

Centrum Produkcyjne Pneumatyki "Prema" w Kielcach powstało w 1976 roku. Aktualnie jest największym krajowym producentem pneumatyki siłowej i sterującej. Firma dwukrotnie została nagrodzona **Złotym Medalem Międzynarodowych Targów Poznańskich** oraz jest laureatem wielu innych nagród (Firma Fair Play, Gazele Biznesu). **Posiadamy System Zapewnienia Jakości zgodny z ISO 9001:2000.**

Oferta handlowa obejmuje:

- * siłowniki pneumatyczne D12÷D320 wraz z elementami mocującymi zgodne z normami ISO 6431 i 6432 i CNOMO, siłowniki dociskowe, siłowniki beztłoczkowe siłowniki kompaktowe, siłowniki wahadłowe
- * siłowniki specjalne i niekatolowe
- * cyliny hydrauliczne (nowość!)
- * zawory rozdzielające oraz wyspy zaworowe D-SUB
- * elementy przygotowania sprężonego powietrza
- * zawory sterujące i odcinające dla różnych mediów roboczych,
- * stanowiska montażowe
- * wyroby specjalne na zamówienie Klienta,
- * elementy złączne i akcesoria dla pneumatyki.

Oferujemy **bezpłatne doradztwo techniczne** przy doborze elementów i projektowaniu układów pneumatyki.

NOWOŚCI W OFERCIE:

- SIŁOWNIKI BEZTŁOCZYSKOWE
- CYLINDRY HYDRAULICZNE
- SIŁOWNIKI OKRĄGŁE D32-D100



- zawory rozdzielające G1/8-G3/4 (ZMG, ZE, DTE)



- wyspy zaworowe D-SUB (MULTIPOL)



- elementy przygotowania powietrza G1/8-G3/4 (filtry, reduktory, smarownice, bloki przygotowana powietrza



- siłowniki pneumatyczne D12÷D320 ISO i CNOMO
- siłowniki kompaktowe
- **siłowniki beztłoczkowe** z elementami mocującymi



- narzędzia pneumatyczne (szlifierki, wkrętaki, klucze)

Ul. Wapiennikowa 90 25-101 Kielce
tel. 041 361-95-24, fax. 041 361-91-08
Marketing: 041 362-21-60
prema@prema.pl

Sklepy Firmowe:
Kielce tel. 041 361-98-39
Katowice tel. 032 258-07-78
Wrocław tel. 071 359-09-43
Gorzów Wielkopolski 095 735-38-32

www.prema.pl

Komu sprężone powietrze, komu?!

Lata nieparzyste są bardzo ważne dla branży sprężonego powietrza za sprawą najważniejszej chyba imprezy w tej dziedzinie na świecie – targów w Hanowerze. Nie ulega wątpliwości, że technologia sprężania powietrza osiągnęła już wiek dojrzały i postęp nie polega tu na wprowadzaniu zupełnie nowych rozwiązań, lecz na doskonaleniu urządzeń w najdrobniejszych szczegółach. Zgodnie z ogólnoswiatowym trendem i przewodnim motywem tegorocznych targów w Hanowerze, celem wszystkich konstruktorów jest osiągnięcie najwyższego stopnia przyjazności dla środowiska. W pierwszym rzędzie dotyczy to zmniejszenia energochłonności, gdyż, jak wiadomo, duża liczba sprężarek pracujących w przemyśle na całym świecie ma istotny związek ze zużyciem paliw kopalnych, efektem cieplarnianym itd. Należy więc docenić osiągnięcia wiodących producentów sprężarek i systemów uzdatniania powietrza, którzy procent po procencie zmniejszają ilość energii niepotrzebnie traconej przez użytkowników sprężonego powietrza. Coraz lepsze rozwiązania konstrukcyjne zmniejszają też obciążenie środowiska niechcianym kondensatem.

Dzisiejsze modele sprężarek zaczynają przypominać modele samochodów, gdzie liczą się wysokie parametry, niskie zużycie energii, elastyczność, sterowność, komfort, a nawet luksus. Wyszukane sposoby prezentacji techniki sprężonego powietrza, jakie można było zaobserwować w Hanowerze, uzasadniają raczej użycie określenia „salon sprężarkowy” niż po prostu „targi”. Aż dziw bierze, że jeszcze na maskach nie pokładają się roznegliżowane dziewczyny. W końcu sprężarki to, podobnie jak samochody, męska rzecz.

W Polsce z targami różnie bywa. Jak nieokreślona jest sytuacja w Katowic



ach (gdzie na jeden termin planowane są trzy konkurencyjne imprezy), wiedzą wszyscy zainteresowani tym regionem wystawy. Na szczęście dobrze rozwijają się np. targi w Kielcach, a w Poznaniu niektóre imprezy targowe gromadzą całkiem sporą publiczność.

Poznańskie targi czerwcowe ITM są ważne dla pneumatyki i „Pneumatyki”. W pawilonie 5 wystawią się dostawcy sprężarek, a nasza redakcja tradycyjnie już poprowadzi park tematyczny PNEUMA, gdzie pod hasłem „Sprężone powietrze w akcji” odbywać się będą pokazy ciekawych urządzeń. Postanowiliśmy też podarować wszystkim, którzy tego zapragną, odrobinę lekko sprężonego powietrza zapakowanego w kolorową piłkę plażową.

Zapraszamy na targi ITM w Poznaniu w dniach 11–14 czerwca.

Zdzisław Chrapkiewicz
redaktor naczelny

Pneumatyka

REDAKCJA

Zdzisław Chrapkiewicz
(redaktor naczelny)

Marcin Kluziak
(redaktor techniczny)

Skład:

Wydawnictwo Lektorium

Komitet Naukowo-Techniczny:

prof. nadzw. dr hab. inż.

Lukasz 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

ADRES WYDAWCY

Wydawnictwo LEKTORIUM

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław

tel./fax: (071) 798 59 46

DRUKARNIA

Hector

PRENUMERATA

tel. (071) 798 59 46

prenumerata@lektorium.pl

Prenumeratę przyjmują:


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

Zlecenia na ogłoszenia i reklamy
prosimy kierować na adres 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 z zgodą wydawcy. Artykuły
redakcyjne podlegają recenzji.

Alup Kompressoren na targach w Hanowerze _____	8	Schmalz - generatory podciśnienia _____	26
Atlas Copco – Wiatr w żagle _____	9	Leonardo da Vinci u Archimedesesa _____	28
Ingersoll Rand Klasa „0”- najwyższa jakość powietrza _____	10	Model matematyczny pneumatycznego czujnika niskich ciśnień _____	31
GHH Rand zaskakuje _____	12	Investigation of gaseous medium state change in pneumatic element of flexible shaft coupling _____	34
Imponujące statystyki Hannover Messe 2007 _____	13	Badania modelowe zjawisk przepływowych w procesie odlewania ciśnieniowego _____	37
		Wykorzystanie pakietu CDF FLUENT do analizy przepływu medium w elementach hydrauliki górniczej _____	41
Grzyby po deszczu i nic nowego w Hanowerze _____	14	Nowy typoszereg bloków zaworowych do układów podpornościowych obudów zmechanizowanych _____	45
Nowy żółty kolor w Hanowerze _____	16	Wirtualny model ramienia bionicznego z pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi _____	48
Kondensat – kosztowne ryzyko zawsze i wszędzie _____	19	Lintra® Plus – nowa seria siłowników już w Polsce _____	51
Nowy Ultra-Filter Donaldsona. Sprawność energetyczna w centrum uwagi _____	20	Tunel aerodynamiczny do badania śmigieł i turbin wiatrowych _____	52
Współpraca Comprot z KAESER KOMPRESSOREN – wywiad _____	24		



WIBRATORY PRZEMYSŁOWE

Nasza oferta obejmuje również:
PULSATORY PNEUMATYCZNE,
SYSTEMY AERACYJNE,
PODAJNIKI I PRZESIEWACZE WIBRACYJNE

PL 41 - 500 Chorzów, ul. Zgrzebnicka 5
tel. 032 241 1309 fax 032 247 4894 kom. 601 701 188
<http://www.inwet.chorzow.pl>, e-mail: inwet@inwet.chorzow.pl

Spotkania hydraulików i pneumatyków na Targach HANNOVER MESSE

Targi Hannover Messe jeszcze raz potwierdziły swoją dominującą rolę wśród międzynarodowych imprez technicznych.

Wśród wielu imprez towarzyszących należy zwrócić uwagę na dwie związane z obszarem techniki płynowej, jakie odbyły się w dniu 17 kwietnia 2007.

ISC - International Statistics Committee – posiedzenie robocze pod przewodnictwem dr inż. Amadio Bolzaniego (prezydenta CETOP – Europejskiego Komitetu ds. Hydrauliki i Pneumatyki) z udziałem przedstawicieli Niemiec, Włoch, Francji, Czech, Turcji, Wlk. Brytanii i Polski (4 osoby) oraz USA, Japonii, Korei Płd., Chini i Tajwanu. Zasadniczym przedmiotem obrad była dyskusja nt. kwalifikowania wyrobów – układ, podzespół, element w rynkowych danych statystycznych oraz podobny problem w elementach i układach elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych. Przyjęcie i przestrzeganie określonych definicji ma istotne znaczenie dla porównywania danych rynkowych w różnych krajach, organizacja i firmach.

International Fluid Power Summit Meeting – współorganizowany przez CETOP i VDMA (Związek Niemieckich Producentów Maszyn i Urządzeń Przemysłowych). Spotkanie w których uczestniczyło ponad 60 osób (w tym 7 z Polski) było niezwykle ciekawe. Zostały przedstawione informacje i aktualne dane statystyczne o sytuacji gospodarczej, a w szczególności rynku hydrauliki i pneumatyki dotyczące VDMA, CETOP, Chin, Czech, Francji, Niemiec, Włoch, Japonii, Polski, Szwajcarii, Tajwanu, USA. Graficzna, najważniejsza część prezentacji jest dostępna na stronie internetowej:

http://www.iscstats.com/minutes_presentations.htm

Henryk Chrostowski



Tylko o krok od ideału ...

PIAB COAX®

Miniaturowe
Pompy Próżniowe



PIAB
Innovators in
Vacuum Technology

PIAB Polska sp. z o.o. • 81-327 Gdynia • ul. Wolności 20
tel./fax: 058 621-99-24, 058 621-99-64
<http://www.piabpolska.pl> • e-mail: biuro@piabpolska.pl

www.piab.com

BOGE KOMPRESSOREN

JAKOŚĆ KTÓRA PRZEBIJA

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

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

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

Pneumatik

Oficjalny przedstawiciel firmy BOGE KOMPRESSOREN

TECHNIKA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

ALUP
Kompressoren

LIDER TECHNOLOGII



WARSZAWA
ALUP Kompressoren sp. z o.o.
ul. Krzysztofa Kolumba 22
02-288 Warszawa
tel./fax: (+48 22) 868 00 33, 846 62 54
alup@alup.pl

Oddziały Techniczno-Handlowe:

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

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

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



www.alup.pl

MARK

TECHNIKA SPRĘŻANIA I UZDATNIANIA POWIETRZA



TECHNOLOGIA
GODNA ZAUFANIA

Sprężarki śrubowe ze zintegrowanym
generatorem azotu

Zapewniają dwa media:
azot i sprężone powietrze

Dostępne modele
o mocy 4 i 7,5 kW

Idealne rozwiązanie
dla warsztatów wymiany opon

- Sprzedaż i serwis w Polsce wyłącznie przez partnerów MARK
- Korzystne warunki współpracy dla dystrybutorów
- Zapraszamy do Renomowanego Klubu Sprężonego Powietrza

MARK POLSKA
Al. Krakowska 61A
Sękocin Nowy
05-090 Raszyn

tel.: +48 22 720 96 00
fax: +48 22 720 96 02
e-mail: info@mark-polska.pl
www.mark-compressors.com



ALUP Kompressoren na targach w Hanowerze

Tradycyjnie co 2 lata w kwietniu producenci sprężarek powietrza z całego świata spotykają się na targach w Hanowerze. W tym roku stoisko niemieckiej firmy ALUP Kompressoren wzbudzało szczególne zainteresowanie zwiedzających. Na powierzchni ponad 400 m² firma zaprezentowała swoje najnowsze rozwiązania konstrukcyjne sprężarek powietrza o bardzo szerokim spektrum zastosowań.

Wychodząc naprzeciw światowemu trendowi oszczędzania energii, firma ALUP Kompressoren opracowała i zaprezentowała serię sprężarek zmiennobrotowych typu SOLO z falownikiem i unikalnym rozwiązaniem przeniesienia napędu. Obok znanych już polskim użytkownikom sprężarek SOLO z silnikami 5,5 – 30 kW na targach zaprezentowano rozwinięcie serii o sprężarki z silnikami 2,2–4 kW oraz 45 kW. Zwłaszcza te pierwsze budziły wielkie zainteresowanie zwiedzających ze względu na swoje niespotykane małe gabaryty i zredukowany do minimum poziom hałasu.

Najnowsze rozwiązania technologiczne w zakresie produkcji powietrza bezolejowego reprezentowały sprężarki śrubowe zmiennobrotowe z wtryskiem wody serii LENTO o mocach silników do 55 kW. Przed-



stawiono również w fazie przedprodukcyjnej sprężarkę bezolejową z pierścieniem wodnym o ciśnieniu pracy do 35 barów. Prace nad nią mają być ukończone w drugiej połowie roku, a w przyszłym roku powinna trafić na rynek.

Gościom zainteresowanym dużymi wydajnościami przedstawiono sprężarkę śrubową serii LARGO prezentującą typoszereg o mocach silników do 500 kW.

Bardzo ciekawą i znaczącą częścią wystawy były sprężarki śrubowe serii TRUCK AIR, stosowane w pociągach, metrze, tramwajach, autobusach itp.

Ekspozycja firmy ALUP Kompressoren obejmowała również tłokowe

doprężacze powietrza do 40 barów. Uzupelnienie wystawy stanowiły elementy opcjonalnego wyposażenia sprężarek typu wymienniki ciepła, sterowniki i inne.

Ogólnie ekspozycja ALUP Kompressoren wywarła bardzo duże wrażenie na odwiedzających. Widać wyraźnie, że firma na długie lata wyznaczyła kierunki rozwoju branży pneumatycznej, szczególnie w zakresie sprężarek zmiennobrotowych i bezolejowych.

*mgr inż. Andrzej Ławrzecki
ALUP Kompressoren
Polska Sp. z o.o.*



Atlas Copco – wiatr w żagle

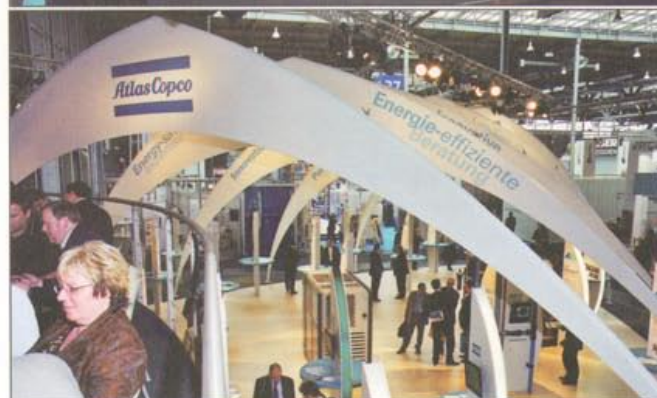
Targi przemysłowe w Hanowerze (16–20. 04.2007 r.) to jeden z wiodących na świecie pokazów technologii przemysłowych, obejmujący 13 odrębnych wystaw specjalistycznych. Jedną z tych wystaw jest ComVac – Compressor and Vacuum Technique (technika sprężania i podciśnienia), która odbywa się co dwa lata i jest dla branży sprężarkowej najważniejszym miejscem spotkań. Atlas Copco postrzega tę imprezę nie tylko jako ważną dla samych Niemiec, ale też jako scenę prezentacji na skalę międzynarodową.

Zgodnie z koncepcją wizerunku Atlas Copco na świecie intencją firmy było pokazanie najważniejszych innowacyjnych dokonań w dziedzinie sprężonego powietrza, przy jednoczesnym konsekwentnym utrwalaniu pozycji lidera na rynku. Zrezygnowano z bezpośredniego prezentowania pełnego zakresu produktów na stoisku targowym. Projektanci stoiska targowego w Hanowerze przyjęli koncepcję otwartej i przyjaznej przestrzeni, w której uwaga jest skupiona na nowych liniach produktów, zaś informacja o pełnej ofercie dostępna była na ekranach w postaci komputerowych animacji trójwymiarowych, połączonych z omówieniem najistotniejszych aspektów technicznych, ekonomicznych i ekologicznych.

Jako motyw przewodni wybrano łódź żaglową. Został on w wysublimowany sposób przełożony na projekt wizualny całego stoiska oraz zastosowany we wszelkich materiałach towarzyszących, jak np. wygaszacze ekranu, materiały reklamowe, zaproszenia, banery internetowe, a nawet wiadomości tekstowe.

Pod hasłem „SAIL WITH US” (żegluj z nami) Atlas Copco oferuje swoim odbiorcom:

- technikę oszczędną i efektywną energetycznie,
- rozwiązania instalacji sprężonego powietrza przyjazne środowisku,



- bezolejowe powietrze gwarantowane certyfikatem TUV,
- szybkie i bezproblemowe rozwiązania oparte na wynajmie sprzętu
- i dużo więcej.

Na rozpiętych ponad stoiskiem żaglach widoczne były przesłania:

- **Innovation trough technology** (innowacje oparte na technologii)
- **Environmental responsibility** (odpowiedzialność za środowisko)
- **Energy-saving expertise** (najwyższa wiedza w zakresie oszczędzania energii)
- **Global service – local commitment** (pełne zaangażowanie)

Rozwinięcie idei zawartych w powyższych hasłach można było usłyszeć i zobaczyć na prezentacjach odbywających się dwa razy dziennie w czasie trwania targów.

Artykuł promocyjny
Atlas Copco

Ingersoll Rand Klasa „0” – najwyższa jakość powietrza

Ingersoll Rand z sukcesem wziął udział w targach przemysłowych w Hanowerze, najważniejszej wystawie wiodących technologii przemysłowych na świecie. To słynne miejsce prezentacji innowacji zgromadziło 6400 wystawców z 68 krajów i przyciągnęło 230 tys. zwiedzających z całego świata.

Głównym tematem targów była efektywność energetyczna, co stworzyło znakomitą okazję do promowania innowacyjnych, efektywnych ekonomicznie technologii Ingersoll Rand. „Byliśmy pod wrażeniem ogromnego zainteresowania, jakie wywołało ogłoszenie przez Ingersoll Rand informacji o uzyskaniu certyfikatu na Klasę „0” ze względu na bezolejowe powietrze zarówno dla sprężarek śrubowych bezolejowych, jak i dla technologii odśrodkowych” – stwierdził Volker Marek, dyrektor działu sprzedaży i serwisu systemów sprężonego powietrza na obszar Niemiec, Austrii i Szwajcarii.

Dzięki międzynarodowej współpracy i wielkiemu zaangażowaniu Zespołu Organizacji Targów możliwe było



zaprezentowanie różnych dziedzin technologii przemysłowych i produktów Ingersoll Rand w jednym miejscu i w profesjonalnej oprawie.

„Udało nam się zebrać zamówienia na ponad 500 000 euro i nawiązać dużą liczbę nowych kontaktów handlowych” – powiedział Dieter Weiths, dyrektor marketingu na Niemcy, Austrię i Szwajcarię. Podsumował on osiągnięcia naszego udziału w targach jako „wielki sukces”. Także prezentacja przewoźnego zestawu de-

monstracyjnego, zawierającego działające urządzenia do wytwarzania sprężonego powietrza bezolejowego z pełną możliwością kontroli i analizy wydatku, dała nam okazję do bezpośredniego przedstawienia klientom strategii naszych rozwiązań.

Certyfikat Klasy „0”

Ingersoll Rand Air Solutions jest pierwszym producentem na świecie, który otrzymał certyfikat Klasy „0” dla powietrznych sprężarek odśrodkowych. Jednocześnie Ingersoll Rand otrzymał certyfikat Klasy „0” dla swojej linii sprężarek śrubowych bezolejowych. Certyfikacja przeprowadzona przez TÜV Rheinland, niezależną agencję badań i certyfikacji, objęła cały zakres bezolejowych sprężarek śrubowych Ingersoll Rand chłodzonych powietrzem i chłodzonych wodą o mocach od 37 do 350 kW oraz chłodzonych wodą powietrznych sprężarek odśrodkowych o mocach od 160 do 5000 kW.

Klasa „0”, najsurowsza ze wszystkich klas określonych w ISO 8573.1, została dodana w 2001 r. w odpowiedzi na zapotrzebowanie ze strony tych gałęzi przemysłu, gdzie absolutna czystość powietrza jest zasadni-





czo ważna, np. przemysł farmaceutyczny, spożywczy, elektroniczny i tekstylny. Certyfikacja na Klasę „0” identyfikuje sprężarki, w których ryzyko wygenerowania zanieczyszczeń w postaci cząsteczek aerozoli, par i cieczy jest zerowe.

„Rygorystyczne testy przeprowadzone przez TÜV Rheinland wykazały naszą kompetencję w dostarczaniu urządzeń najlepszych w swojej klasie dla naszych klientów” – powiedział Eric Seidel, dyrektor generalny oddziału Ingersoll Rand Industrial Air Solutions Business. „Rozwiązania Klasy „0” Ingersoll Rand oznaczają niższe koszty eksploatacji, wyższą wydajność i niższe ryzyko przestojów”.

Powietrze klasy „0” – niższe koszty w zakładzie

Sprężarki z certyfikatem Klasy „0” dostarczając całkowicie czyste powietrze do najbardziej wymagających zastosowań, przyczyniają się do lepszego zarządzania kosztami w zakładzie.

1. Z racji oszczędności na oleju, filtrach, separatorach oleju, bezolejowe sprężarki odśrodkowe i śrubowe Ingersoll Rand minimalizują ogólne wydatki na konserwację, które zawsze stanowią znaczący procent kosztów w całym cyklu eksploatacji urządzeń.
2. Znika potrzeba przestojów związanych z czyszczeniem filtrów i innych elementów systemu.
3. Wyeliminowanie ryzyka zanieczyszczeń wygenerowanych przez sprężarkę skutkuje wyższą trwałością elementów systemu i daje pewność wyższej jakości sprężonego powietrza.

4. Technologia bezolejowa Ingersoll Rand pomaga firmom uniknąć także ryzyka związanego z wadliwą produkcją. Powietrze zawierające olej może uszkadzać i niszczyć produkty, powodując znaczne straty przychodów i utratę zaufania klientów. Wysokiej jakości powietrze bezolejowe zmniejsza więc ryzyko odpowiedzialności i potencjalnych zwrotów produktów. Technologia bezolejowa zwiększa wydajność i daje pewność wyższej ogólnej jakości produktów.

biegów. Kondensat ze sprężarek bezolejowych jest czysty i łatwy do utylizacji, nie wymaga specjalnego traktowania emulsji wodno-olejowej.

Długa tradycja

W 1912 r. Ingersoll Rand wyprodukował swoją pierwszą sprężarkę bezolejową i od tamtego czasu stale rozwijał nowe rozwiązania, dysponując wiedzą technologiczną i utalentowanymi ludźmi. Ingersoll Rand jest światowym



5. Sprężarki bezolejowe, śrubowe i odśrodkowe Ingersoll Rand pomagają także producentom pozostawać w zgodzie ze standardami ochrony środowiska, takimi jak ISO 14001 i wymaganiami EU. Ponieważ sprężarki są bezolejowe, producenci nie muszą uwzględniać utylizacji odpadów zawierających olej i elementy filtracyjne. Również utylizacja kondensatu ze sprężarek olejowych może wymagać specjalnych za-

wym liderem w technologii powietrza bezolejowego. Wśród jego produktów są np. najlepsza w swojej klasie sprężarka bezolejowa Nirwana – prawdziwie zmiennobrotowa, jak również sprężarki odśrodkowe CENTAC o mocach do 5000 kW.

*Artykuł promocyjny
Ingersoll Rand*

GHH RAND zaskakuje

Po raz kolejny GHH RAND zaskoczył publiczność targów Hannover Messe 2007, przedstawiając nowe rozwiązania w swojej specjalności.

W zakresie produktów prezentacja GHH RAND koncentrowała się głównie na stopniach sprężających wysokiej wydajności serii OS:

- OS110G jest nowym wariantem stopnia OS110 i ma podobne parametry (zasilanie 45-75 kW, maksymalny przepływ 876 m³/h, maksymalne ciśnienie na wylocie 16 bar abs). Z nowym, szerokim zakresem przekładni napędowych rozwiązanie to zapewnia wysoką elastyczność i możliwość optymalnego dopasowania zestawu do punktu pracy;
- OS199 jest największym standardowym rozwiązaniem GHH RAND oferowanym w ramach serii OS. Cha-

rakteryzuje się następującymi parametrami: zasilanie od 160 do 315 kW, maksymalny przepływ 2934 m³/h i maksymalne ciśnienie na wylocie 16 bar abs.

Stopnie sprężające GHH RAND znane są ze swej wysokiej jakości, trwałości, niezawodności i należą do czołówki w dziedzinie sprężania powietrza. Dlatego wszystkie nowości firmy są bardzo dokładnie obserwowane przez odbiorców i konkurencję.

Ofensywa serwisu

W ostatnim czasie GHH RAND jest bardziej niż kiedykolwiek nastawiony na usługi serwisowe i dlatego w czasie targów w Hanowerze promował nie tylko nowe linie produktów, ale także szerokie portfolio serwisowe. Jednym z przykładów jest nowy program rozszerzonej gwarancji PrimaCare. W ramach ofensywy nowatorskiego podejścia do serwisu i jako-

ści GHH RAND oferuje (przy spełnieniu określonych warunków co do eksploatacji urządzeń, przeglądów itp.) do pięciu lat gwarancji na każdy stopień sprężający serii OS. Ze względu na wysoką renomę GHH RAND tego typu rozwiązania wytyczają nowe standardy w branży. Mirosław Gruscha, kierujący działem marketingu GHH RAND, stwierdził: „Hannover Messe jest dla nas ważnym forum nie tylko do zaprezentowania najnowszych osiągnięć, ale także do podtrzymania kontaktów z klientami z całego świata i pozwala nam jeszcze efektywniej z nimi współpracować. Liczba stałych kontaktów i nowych zamówień, jak również wielkie zainteresowanie naszymi usługami serwisowymi przekonuje nas, że pracujemy we właściwy sposób. Dla nas te targi są dużym sukcesem.

Frank Schulte
GHH RAND



Imponujące statystyki Hannover Messe 2007

W dniach 16–20 kwietnia 2007 r. odbyły się targi Hannover Messe 2007. Po raz kolejny były one rekordy zainteresowania ze strony zwiedzających. Przybyło na nie ponad 230 tysięcy osób – o 10% więcej niż w porównywalnym roku 2005.

Jak mówią organizatorzy, targi w Hanowerze są bramą na światowe rynki. Stwierdzenie to ma pełne podstawy, jeżeli wziąć pod uwagę, że aż 30% zwiedzających przybyło z zagranicy. Jeszcze wyższy był procent firm zagranicznych wśród wystawców. Na ogólną liczbę 6400 wystawców z zagranicy było aż 3222. Były to firmy z 68 krajów. Ten wynoszący ponad 50% udział



firm zagranicznych to rekordowy wynik w 60-letniej historii. Wśród firm zagranicznych najliczniej reprezentowana była Europa, zaraz po niej Azja i Ameryka. Najwięcej wystawców zagranicznych przybyło z Włoch, Chin oraz z Turcji, która była krajem partnerskim HANNOVER MESSE 2007.

O wysokiej randze targów zadecydowało również ponad 1000 imprez towarzyszących. Jednym z ważniejszych wydarzeń był Turcko-Niemiecki Szczyt Gospodarczy, który zgromadził ponad 800 uczestników.

Z innych imprez dwunarodowych warto też odnotować Ukraińsko-Niemieckie Spotkanie Gospodarcze oraz Japońsko-Niemieckie Forum Gospodarcze.

Japonia będzie kolejnym partnerem targów w roku 2008. Dotychczas takim partnerstwem mogą się jeszcze poszczycić Rosja i Indie.

Polska jest niestety wciąż słabo widoczna w Hanowerze, chociaż liczba zwiedzających z naszego kraju, podobnie jak z innych krajów Europy Środkowo-Wschodniej znacznie w tym roku wzrosła.

Motywy przewodnim targów było efektywne wykorzystanie energii, w tym optymalizacja układów napędowych elektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych. W zakresie innowacyjnych rozwiązań technologicznych dużym zainteresowaniem cieszyły się nowoczesne tworzywa kompozytowe o szczególnych właściwościach fizycznych oraz technologie z zakresu bioniki i adaptroniki.

Dumą targów był też zainaugurowany w tym roku naukowo-warsztatowy program o nazwie TectoYou propagujący nowoczesne technologie i zawody techniczne wśród młodych ludzi. Inicjatywę tę wspierali wystawcy, m.in. czarterując autobusy, które przywoziły uczniów ze wszystkich zakątków Niemiec. Firma Bosch-Rexroth zaprosiła 1600 uczniów, Kaeser Kompressoren 550, Siemens 500, Rittal 450. Młodzież bardzo



chętnie zapoznawała się z perspektywami pracy w zawodach technicznych i jak wierzą twórcy tej inicjatywy, ma to niebagatelne znaczenie dla przyszłości gospodarczej Niemiec.

na podstawie materiałów
Hannover Messe

Grzyby po deszczu i nic nowego w Hanowerze



Targi przemysłowe Hannover Messe 2007, a w ich ramach specjalistyczne targi ComVac, jak zawsze były klasą dla siebie. W ponad 30 halach wystawienniczych można było zobaczyć wiele znakomitych ekspozycji znanych firm.

Tegoroczna edycja wyróżniała się jednak zdecydowanie większą liczbą gości i rozmów biznesowych. Stoiska znanych firm przeżywały istne oblężenie. Może to być oznaką ożywienia gospodarki i boomu inwestycyjnego. Niewątpliwym jednak zaskoczeniem w pawilonie ComVac była niespotykana duża liczba firm dotychczas nieznanych na rynku sprężarkowym. W sąsiedztwie dobrze znanych marek, takich jak Atlas Copco, Gardner Denver, Ingersoll Rand, Kaeser Kompressoren i innych, mających wieloletnie doświadczenia i ugruntowaną pozycję, na rynku wystawiały się firmy zupełnie nieznane. Liczba tych egzotycznych producentów oferujących sprężarki przypominała wysp grzybów po deszczu. Choć w każdej branży powstawanie nowych firm jest rzeczą naturalną, zastanawiająca jest zaobserwowana masowość tego zjawiska w dziedzinie tak wyspecjalizowanej jak sprężanie powietrza. Z jednej strony cieszy takie ożywienie, z drugiej jednak, pozostają wątpliwości techniczne. Sprężanie powietrza czy gazów wymaga ogromnego doświadczenia, wiedzy i zaplecza budowanego przez dziesięciolecia. Być może niektóre z tych nowo wyrastających firm okażą się prawdziwkami, a ich produkty zyskają uznanie użytkowników, jak na razie jednak budzą one ograniczone zaufanie. Wiele firm po prostu pod różnymi szyldami montuje sprężarki z dość przypadkowo dobranych podzespołów, na zasadzie – składać każdy może, trochę taniej i trochę gorzej. Prawdopodobnie niska cena zakupu takich produktów





skusi część nabywców, ale za rok czy dwa urządzenia pozbawione właściwego wsparcia serwisowego zaczną przysparzać samych problemów.

Inną cechą targów ComVac było wszechobecne hasło „energooszczędność”. Jest to rzeczywisty kierunek rozwoju i rzeczywiste są efekty zarówno w przypadku reprezentowanej przez firmę In-Tech marki WITTIG (należącej do koncernu



Gardner Denver), jak i innych sprężarek łopatkowych oraz śrubowych uznanych producentów. Jednak przez wielu „składaczy”, wbrew oczywistym faktom technicznym, hasło to jest nadużywane do celów marketingowych. Dotyczy to na przykład konstrukcji z napędami paskowymi, w wersji z przemiennikami częstotliwości.

Renomowani producenci dla odmiany chętnie mówią o nowatorskich technologiach, ale tych na targach nie dopatryliśmy się. Naszym zdaniem nie było rozwiązań przełomowych, znikły też gdzieś niektóre nowości sprzed kilku lat, jak choćby sprężarki z wtryskiem wody.



Z rzeczy, których wcześniej na targach nie widzieliśmy, warto wspomnieć o wysokociśnieniowej sprężarce wodoru napędzanej hydraulicznie, która była jednak eksponowana w dziale energii alternatywnych.

In-Tech
Szymon Sadowski
Andrzej M. Araszkiwicz



Nowy żółty kolor w Hanowerze

Każdy, kto miał przyjemność odwiedzić targi w Hanowerze, pozostaje pod wrażeniem ich wielkości i ważności dla światowej gospodarki. Przez Niemców są one traktowane jako wizytówka potęgi technologicznej ich kraju. Są też umiejętnie wykorzystywane na arenie międzynarodowej. Już po raz trzeci organizatorzy targów zapraszają do partnerstwa wybrane kraje. Robią to bez uprzedzeń, bazując jedynie na potencjale rozwojowym drzemającym w danym kraju.



Tego typu promocja krajów, które chcą podbić światowe rynki, nie tylko ubarwia targi, ale jest też istotnym wkładem w rozwój gospodarczy świata. Choć partnerstwo z Rosją (w roku 2005) wydawało się aktem politycznym, to partnerstwo z Indiami (2006) było dowo-

dem na czysto gospodarczą motywację takich przedsięwzięć.

Czas na Turcję

Kolejnym przykładem otwartości organizatorów targów Hannover Messe jest wybór tegorocznego partnera targów. Turcja, postrzegana jeszcze nie-

dawno jako kraj turystyczny na granicy Europy i Azji, producent tanich podróbek, teraz miała okazję zaprezentować się z zupełnie innej strony – jako godny zaufania i otwarty na innowacje kontrahent w dziedzinie przemysłu. Pokazała się jako kraj rozwinięty gospodarczo, otwarty na nowoczesne technologie i na współ-

ELEM ZAPRASZA dwa razy do Poznania

W najbliższym czasie będziemy uczestniczyć w targach, które będą okazją do zaprezentowania naszego produktu kompresorów TAMSAN.



Serdecznie zapraszamy do Poznania w dniach 22-24 maj na międzynarodowe targi EXPOPOWER. Znajdziecie nas Państwo przy pawilonie 7A (od strony pawilonu 15). Zapraszamy również na targi ENERGIA w dniach 11-14 czerwca. Nasze dwa stoiska umieszczone będą w pawilonie 5 miejsce nr 35, oraz na zewnątrz przy wejściu do pawilonu 5, od strony pawilonu 6.

Na naszych stoiskach czekać będzie na Państwa fachowa i kompetentna kadra pracowników, gotowa na wszelkie rozmowy o współpracy z firmą ELEM

Jedną z pierwszych firm, która nam zaufała i pozostaje z nami we współpracy jest firma ROTOR Suwałki Pana Stanisława Ciecierskiego





pracę. Na HANNOVERMESSE 2007 przybyło aż 326 wystawców z Turcji. Centralne stoisko w hali 26 oraz stoiska zbiorcze w różnych obszarach tematycznych sprawiły, że tureccy wystawcy byli obecni we wszystkich zakątkach targów. Przybyli także licznie przedstawiciele polityki,

biznesu i przemysłu. Wśród gości imprezy byli między innymi Ali Coşkun – minister przemysłu i handlu, oraz Mehmet Hilmi Güler – minister ds. energetyki. Premier Turcji Recep Tayyip Erdogan wspólnie z Angelą Merkel – Kanclerzem Niemiec, zainaugurował całe targi.

Niemiecko-tureckie partnerstwo targowe zaowocuje zapewne także partnerstwem gospodarczym. To śmiało przedsięwzięcie targów hanowerskich pozwala także innym krajom baczniej przyjrzeć się ofercie tureckiej. Dla polskich przedsiębiorców pozytywnym zaskoczeniem może

WARTO POZNAĆ NASZĄ OFERTĘ

Jeśli jesteś zainteresowany ofertą naszych kompresorów zadzwoń lub napisz do nas

P.H. ELEM
ul. Światowida 6
45-325 Opole

tel.: 077 455 97 02
fax.: 077 455 97 03
e-mail:
info@elem.com.pl

Chętnie wyślemy pełne informacje na płycie CD, oraz katalog naszych produktów

tamsan
KOMPRESORY / COMPRESSORS / КОМПРЕССОРЫ

ELEM AIR

- O FIRMIE
- WIDEO
- OFERTA
- KATALOG
- KONTAKT
- STRONA WWW
- PLIKI
- NASZ ADRES

compresory.elem.com.pl

P.H. ELEM
ul. Światowida 6
45-325 Opole
POLAND
tel.: (+48 77) 455 97 02
e-mail: info@elem.com.pl



okazać się oferta solidnych i godnych zaufania urządzeń przemysłowych.

TAMSAN
– dobre sprężarki

Od jakiegoś czasu widzimy sprężarki tureckie np. na targach w Polsce.

Początkowe obawy o ich jakość czy nowoczesność rozwiewają się tym szybciej, im więcej firm decyduje się na ich zakup i użytkowanie. Firma ELEM z Opola w porę doceniła wysoki poziom techniczny tych urządzeń i konsekwentnie oferuje je w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw.

Na targach Hannover Messe firma ELEM zaprezentowała się wspólnie ze swoim tureckim partnerem, produkującym sprężarki, firmą TAMSAN. W pawilonie 27, gdzie co dwa lata odbywa się największa na świecie wystawa z zakresu wytwarzania sprężonego powietrza i techniki próżniowej ComVac, jak zwykle domino wało kilka kolorów najważniejszych producentów sprężarek. Wszyscy znają np. odcień niebieskiego charakterystyczny dla ATLAS COPCO, czy inny dla BOGE, biało czerwony Ingersoll Rand, żółty sztandarowego producenta niemieckiego Kaeser Kompressoren. Bystrzejszy obserwator mógł jednak zauważyć, że tym razem co któraś żółta torba niesiona przez zwiedzającego nie pochodziła ze stoiska Kaeser Kompressoren, ale ze stoiska TAMSAN. Duże zainteresowanie ofertą tej firmy potwierdziło, że może ona konkurować na rynku europejskim. Również w Polsce za sprawą firmy ELEM jest coraz więcej żółtych sprężarek TAMSAN.

Artykuł promocyjny
ELEM / TAMSAN

HIROSS

Compressed Air Treatment
Filtry sprężonego powietrza



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

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

Kondensat – kosztowne ryzyko zawsze i wszędzie

Problem tworzenia się kondensatu dotyczy każdego systemu sprężania i może spowodować uszkodzenia systemu, jak i pociągnąć za sobą wysokie koszty napraw.

Kondensat jest naturalnym produktem ubocznym w procesie generowania sprężonego powietrza, który rozprzestrzenia się w obrębie całkowitego systemu sprężającego. Około 2/3 kondensatu wytwarzane jest w chłodnicy końcowej. Reszta zalega wszędzie tam, gdzie sprężone powietrze jest schładzane.

Kondensat może:

- być aktywny chemicznie (odczyn pH),
- rozprzestrzeniać w obiegu sprężania cząsteczki brudu (korozji rurociągów, zanieczyszczenia powietrza),
- zawierać szkodliwe substancje, które mogą przedostać się do powietrza,
- być zanieczyszczony olejem (w przypadku sprężarek smarowanych olejem).

Należy również zwrócić uwagę na fakt, że zawartość kondensatu w sprężonym powietrzu może zmieniać się ze względu na:

- temperaturę, strefę klimatyczną,
- względną wilgotność atmosferyczną,
- odległość od morza,
- tempo przepływu sprężonego powietrza.

Urządzenia umożliwiające uniknięcie ryzyka powstawania skroplin oraz do odprowadzania i obróbki skroplin to Bekomat®, Öwamat® i Bekosplit®.

Bekomat

Automatyczny spust do kondensatu BEKOMAT® został zaprojektowany do elektronicznie sterowanego odprowadzania kondensatu z systemów sprężających powietrze. Bekomat® funkcjonuje bez zbędnej utraty sprężonego powietrza przy równocześnie minimalnym zużyciu energii. Odbiorcy doceniają przede wszystkim wysoką skuteczność ekonomiczną i niezawodność tego urządzenia; dotychczas



zainstalowano na świecie 100000 jednostek typu Bekomat®.

Bekomat® osiągnął status przemysłowego standardu nie tylko ze względu na swoją niezawodność, ale przede wszystkim z powodu swego energooszczędnego trybu pracy bez zbędnej utraty sprężonego powietrza.

Öwamat

Kondensat zawiera zwykle 99% wody i zaledwie 1% oleju. Uzdatnianie kondensatu jest zatem bardziej opłacalną inwestycją niż koszty jego wywozu przez wyspecjalizowane do tego celu firmy.

Öwamat® to system separujący wodę/olej dla rozproszonych kondensatów, którego skuteczne działanie zostało udowodnione na przestrzeni lat i który nieustannie ulega dalszemu udoskonalaniu. Woda zostaje w pełni uzdatniona, a jej odprowadzenie do ścieków nie sprawia żadnych problemów i jest zgodne z wszelkimi wymaganymi przepisami.

- Uniwersalne wymiary umożliwiają dopasowanie urządzenia do każdego rodzaju instalacji bez dodatkowych nakładów energii.
- Prosta instalacja nie wymaga poboru energii elektrycznej.
- Wygodny w dozowaniu, przegląd urządzenia jest wymagany tylko raz w tygodniu.
- Koszty instalacji urządzenia zwracają się zaledwie w ciągu kilku miesięcy. Urządzenie może być użytkowane przy temperaturach ujemnych; samodzielnie

na jednostka grzewcza pozwala na sprawne funkcjonowanie urządzenia.

Bekosplit

W instalacjach sprężających powietrze niezbędne jest stosowanie urządzeń separujących.

Separujący system Bekosplit® pozwala na oczyszczenie zemulgowanych kondensatów, które powstają na skutek niesprzyjających warunków przetwórczych bądź jako produkt uboczny stosowania niektórych substancji smarujących w urządzeniach sprężających. Bekosplit® niezawodnie sprawdza się wszędzie tam, gdzie niezbędne jest oczyszczenie instalacji sprężających powietrze z zemulgowanych kondensatów.

Bekosplit® nie tylko skutecznie oczyszcza kondensat w systemach sprężających powietrze, ale nadaje się również do uzdatniania ścieków przemysłowych zawierających olej. Za pomocą systemu Bekosplit można usunąć rozpuszczające się w wodzie zanieczyszczenia pochodzenia organicznego – oleje, tłuszcze roślinne i zwierzęce, jak i różnorodne zanieczyszczenia o konsystencji stałej. Z powodzeniem zaadsorbowane zostaną również wszelkie metale ciężkie, brud oraz cząstki farby.

Artykuł promocyjny

Robert Fijołek
dyrektor ds. handlowych
Pneumat System Sp. z o.o.

Nowy Ultra-Filter Donaldsona Sprawność energetyczna w centrum uwagi

Ultra-Filter – nowa generacja filtrów zaprezentowana przez Donaldsona po raz pierwszy na targach w Hanowerze, przynosi zasadniczo nowe kryteria ekonomicznej oceny filtracji sprężonego powietrza i gazów. Jako wiodący producent i wykonawca systemów filtrów, Donaldson uważa za swój obowiązek wywierać nacisk na przemysł, by ten wykorzystywał wszystkie dostępne i rozsądne z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia możliwości oszczędzania energii. Przygotowanie sprężonego powietrza odgrywa tu kluczową rolę, gdyż obok elektryczności, wody i gazu, sprężone powietrze jest jednym z najważniejszych nośników energii w przemyśle.

Wysoka jakość przygotowania powietrza wymaga ekonomicznej filtracji z uwzględnieniem aktualnych wymagań ISO 12500-1. W oparciu o tę podstawę i wieloletnie doświadczenia oraz intensywne badania i testy praktyczne w laboratoriach sprężarkowych, jak również u reprezentatywnych użytkowników, Donaldson przedstawia nowe filtry Ultra-Filter, które pracują dużo efektywniej niż poprzednie generacje filtrów. Na każdym Ultra-Filtrze użytkownik może zaoszczędzić na kosztach energii w ciągu roku trzy- lub czterocyfrowe sumy. Co więcej, dostęp do elementów filtra i obsługa serwisowa zostały istotnie uproszczone dzięki zasadniczo nowej konstrukcji obudowy filtrów.

Filtracja ekonomiczna

Użytkownik sprężonego powietrza zakłada dzisiaj, że filtry sprężonego powietrza zapewniają wymaganą wy-



Fot. 1 Nowy Ultra-Filter

dajność filtracji i że nawet najdrobniejsze cząsteczki są niezawodnie odfiltrowywane. Pytanie brzmi – jak, w sposób bardziej ekonomiczny, osiągnąć wymagany poziom jakości określony przez standard ISO 8573-1? Rozważania ekonomiczne muszą się koncentrować, podobnie jak w przypadku sprężarek, na zredukowaniu zużycia energii. Jednak w przypadku filtrów nie chodzi o bezpośrednie zużycie energii, gdyż filtrowanie nie wymaga podłączenia do zasilania. Jest to niebezpośrednia konsumpcja, związana ze stratami ciśnienia na filtrach. Róż-

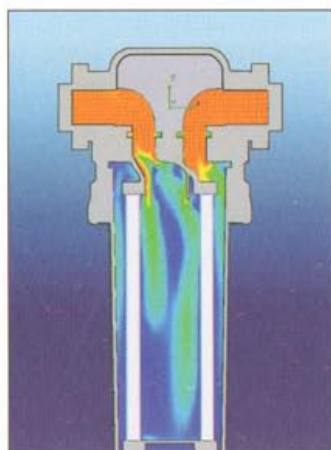
nica ciśnień przed i za filtrem (spadek ciśnienia lub ciśnienie różnicowe) przekłada się na koszty energii zużywaną na sprężanie powietrza. Z grubsza można przyjąć, że w systemie o ciśnieniu 7 barów użytkownik musi się liczyć ze zużyciem nawet do 10% energii więcej na każdy dodatkowy 1 bar wynikający ze spadku ciśnienia na elementach instalacji. Można to przedstawić na przykładowych liczbach. Przy zainstalowanej mocy sprężarek 100 kW pracujących przez 8000 godzin rocznie, przy cenie energii elektrycznej 0,08 euro/kWh, dodatkowe koszty roczne z tytułu straty ciśnienia na filtrach o 1 bar wyniosą 6400 euro.

Poszukiwanie możliwości optymalizacji

Gdzie tkwią możliwości zmniejszenia spadku ciśnienia na filtrze? To było podstawowe pytanie, jakie postawili sobie konstruktorzy na samym początku prac nad nowymi Ultra-Filtrami. Wzięli pod uwagę całą serię istotnych parametrów, mogących wpływać na redukcję spadku ciśnienia i tym samym na optymalizację efektywności filtrowania. W pracach tych mieli oni do dyspozycji zaawansowaną aparaturę do testowania rozwiązań w centrach badawczo-rozwojowych Donaldson Group. Równie ważne jest praktyczne doświadczenie Do-

Klasy czystości powietrza zgodnie ze standardem ISO 8571-1

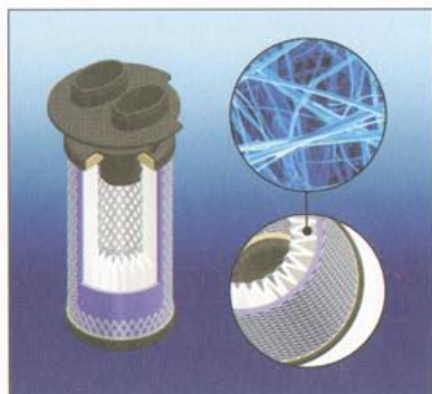
Klasa jakości	Cząstki stałe			Woda	Olej
	Maks. liczba w m ³ Rozmiar cząstek d w μm			Ciśnieniowy punkt rosy	Koncentracja
	0,10 < d ≤ 0,5	0,5 < d ≤ 1,0	1,0 < d ≤ 5,0	°C	mg/m ³
0	Określa specjalne wymagania wyższe niż dla klasy 1				
1	100	1	0	≤ -70	≤ 0,01
2	100.000	1.000	10	≤ -40	≤ 0,1
3	*	10.000	500	≤ -20	≤ 1
4	*	*	1.000	≤ +3	≤ 5
5	*	*	20.000	≤ +7	> 5



Rys. 1 Optymalne warunki przepływu są podstawą efektywnej pracy filtra

Donaldsona jako wiodącego światowego dostawcy systemów uzdatniania sprężonego powietrza.

Laboratoria sprężarkowe utrzymywane przez Donaldsona na całym świecie umożliwiły połączenie know-how z wiedzą praktyczną oraz testowanie nowych elementów uzdatniania w warunkach praktycznego zastosowa-



Rys. 2 Odpowiednie ukształtowanie najlepszych materiałów filtracyjnych zapewnia najwyższą efektywność filtracji

nia, w wyniku czego filtry są optymalnie dostosowane do aktualnie stosowanej technologii sprężania powietrza. Szeroka działalność badawcza obejmowała także liczne testy w rzeczywistych warunkach u użytkowników sprężonego powietrza.

Ulepszenie przepływu w obudowie

Optymalizacja przepływu była ważnym zadaniem dla konstruktorów. Aby zminimalizować spadek ciśnienia w obudowie, należało zapewnić możliwie „miękkie” przejścia i zmiany kierunku strumienia. Podstawą były szeroko zakrojone testy na modelach i analiza przepływów.

Rdzeń – nowe elementy filtrujące

Efektywna pod względem przepływu konstrukcja odnosi się nie tylko do obudowy, ale jest też ewidentną cechą elementów filtrujących. Ukierunkowanie strumieni powietrza w elemencie gwarantuje wolny od turbulencji, jednolity przepływ do medium filtrującego – absolutnie po raz pierwszy w technologii sprężonego powietrza. W dodatku nowe medium filtrujące zastosowane w filtrach zatrzymuje ciecze (olej i wodę) na powierzchni, w ten sposób utrzymując dużą powierzchnię przekroju dostępną dla wychwytywania cząsteczek i separacji aerozoli cieczy. Dla użytkowników oznacza to długą żywotność elementów z niezmienną wartością spadku ciśnienia.

Medium filtrujące – najlepsze włókna

Rożmieszczenie medium filtrującego w osłonie podtrzymującej jest także nowością. Procedura plisowania jest zoptymalizowana pod względem szerokości i liczby zagięć.

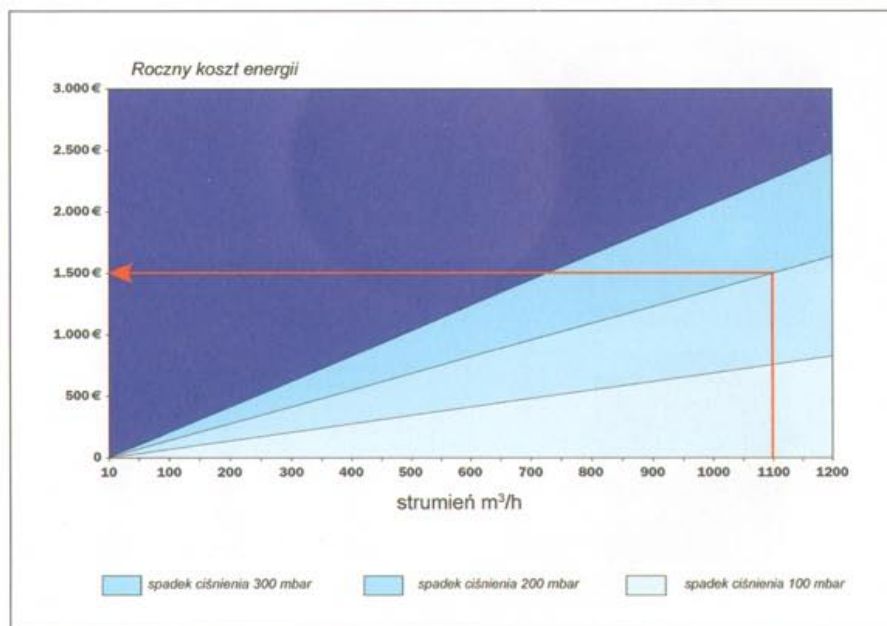
Dzięki temu zapewniono najwyższą możliwą powierzchnię przepływu. Jednocześnie osiągnięto najwyższą możliwą pojemność na wyłapywanie cząstek stałych. Do wytworzenia materiałów filtracyjnych zastosowano najlepszą wełnę z włókien borokrzemianowych, produkowaną w nowatorskim procesie. Wełna ta przyczynia się

znacząco do utrzymywania niskiego spadku ciśnienia na filtrze podczas całego okresu użytkowania.

Tworząc nowy element do wyłapywania cząstek aerozoli i odprowadzania ich w postaci kropli kondensatu, Donaldson skutecznie zintegrował materiał koalescencyjny z konstrukcją podtrzymującą ze stali nierdzewnej. Jest to istotny postęp, gdyż jak wynika z doświadczenia, powłoki koalescencyjne podpierane w tradycyjny sposób deformują się i mogą odstawać od konstrukcji, co ma negatywny wpływ na warunki przepływu w obudowie filtra. To ryzyko jest całkowicie wyeliminowane dzięki nowej konstrukcji elementu filtrującego.

Straty ciśnienia obniżone do połowy

Praktyczne wyniki prac rozwojowych są bardzo obiecujące. Straty ciśnienia mogą być zredukowane o ok. 50% dzięki opisanym tu innowacjom. W liczbach można to przedstawić następująco: typowe filtry na rynku wykazują straty ciśnienia od 450 do 500 mbar w wilgotnych warunkach, w przypadku nowych Ultra-Filtrów jest to jedynie ok. 259 mbar. To obniżenie o połowę może być także przełiczone na euro. Przy przepływie 1100 m³/h użytkownik oszczędza ponad 1500 euro w ciągu roku na kosztach energii (jeżeli spadek ciśnienia jest niższy tylko o 200 mbar), co kilkakrotnie przewyższa koszt

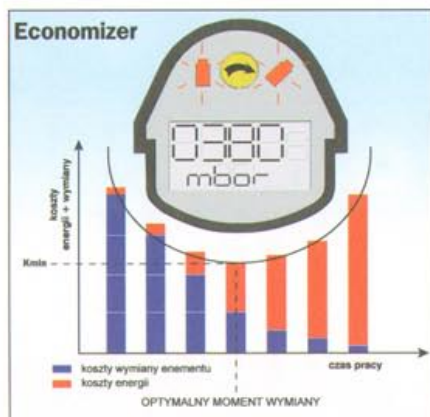


Rys. 3 Ekonomiczny filtr zarabia na sobie. Roczny koszt energii przy 8000 godzin pracy i cenie energii 0,008 euro/kWh

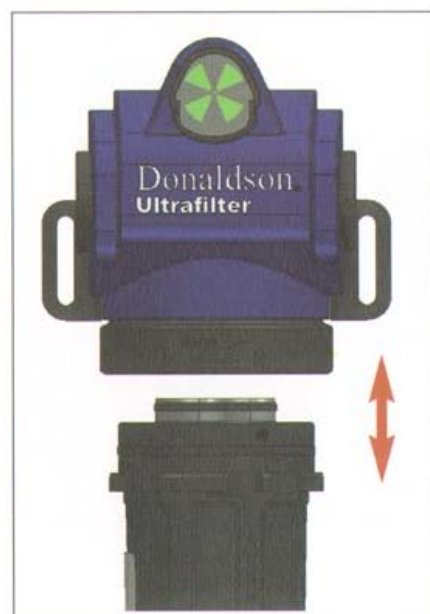
całego filtra. Tak więc inwestycja zwraca się w ciągu kilku miesięcy, nawet przy wymianie istniejących obudów filtrów.

Koszty stale pod kontrolą

Koszty są nie tylko niskie, ale i wycielalne. Nowy Ekonomizer zintegrowany z obudową pozwala na ciągły zapis ciśnienia różnicowego. Wbudowany procesor porównuje wzrost kosztów



Rys. 4 Ekonomizer oblicza optymalny moment wymiany elementu filtrującego i sygnalizuje go z pomocą diody LED tów energii będący następstwem zużycia wkładu filtracyjnego z kosztem wymiany tego wkładu. Program Ekonomizera oblicza najefektywniejszy moment wymiany wkładu i sygnalizuje za pomocą diody LED, że wymiana wkładu jest konieczna.



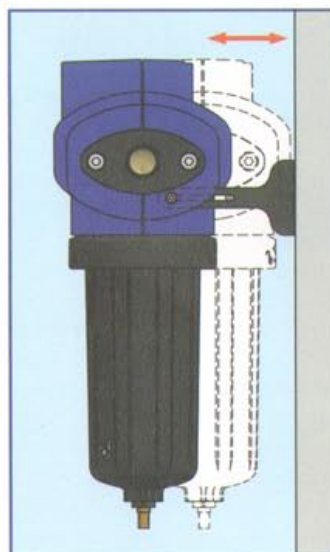
Rys. 5 Standardowo filtr jest wyposażony w elektroniczny Ekonomizer, ale może on być opcjonalnie zastąpiony prostszym Ekonometrem

Dodatkowo Ekonomizer umożliwia zdalny odczyt sygnału ciśnienia różnicowego (4 - 20 mA).

Dopracowanie najdrobniejszych szczegółów

Poza efektywnością ekonomiczną, innym ważnym zadaniem postawionym przed konstruktorami było zapewnienie łatwego montażu i konstrukcji przyjaznej w obsłudze. W innowacjach tych widać kilkudziesięcioletnie praktyczne doświadczenie konstrukcyjne firmy Donaldson i doświadczenia zebrane przez jej serwis na całym świecie.

Donaldson zastosował np. nowe podejście do połączenia głowicy filtra z obudową. Zamiast trzyczęściowej obudowy z nakrętką zastosowano połączenie bagnetowe, które może



Rys. 6 Odległość filtra od ściany może być dowolnie ustawiona za pomocą opcjonalnego regulowanego mocowania

być zwolnione albo zamknięte przez przekręcenie o 1/8 obrotu. Element filtrujący nie musi być wkręcany osobno, ale tworzy jeden zespół z obudową filtra. Ma to taką zaletę, że potrzeba

znacznie mniej przestrzeni dostępnej wokół filtra, by wymienić wkład. Bardzo praktyczne jest także, dostępne na zamówienie, mocowanie ściennym umożliwiające montaż filtra w dowolnej odległości od ściany. A fakt, że filtr może być zmontowany w kombinacjach z innymi elementami za pośrednictwem modułu adaptera bez dodatkowych elementów, takich jak np. podwójne nakrętki, nie tylko po-



Fot. 2 Przykład zespołu filtrów połączonych w jeden kompaktowy blok

prawia estetykę urządzenia, ale także redukuje ilość koniecznej przestrzeni ni instalacyjnej.

Elastyczność zastosowań

W praktycznym użytkowaniu wielką zaletą jest, że w takiej samej obudowie filtra może być umieszczony zarówno wkład koalescencyjny, jak i filtrujący cząsteczki stałe (przepływ od zewnątrz do wewnątrz). I najlepsza rzecz – jeżeli wymagania co do rodzaju filtra zmieniają się, nie ma nawet potrzeby wymiany głowicy filtra. Zmiana elementu kodującego wewnątrz obudowy filtra pozwala na wymianę wkładu na inny rodzaj.

Interesującym przykładem praktycznego zastosowania tej cechy są osuszacze adsorpcyjne serii Ultrapack HED/ALD/MSD. Tutaj taka sama obudowa filtra po stronie wejściowej zawiera wkład koalescencyjny, a po stronie wyjściowej filtr cząsteczek stałych, zabezpieczający instalację przed pyłem czynnika adsorpcyjnego.

Dane techniczne	Typ filtra	Przepływ	Przyłącze	Element filtrujący
		nominalny m ³ /h	G	wielkość
	0035	35	G 1/4"	0035
	0070	70	G 3/8"	0070
	0120	120	G 1/2"	0120
	0210	210	G 3/4"	0210
	0320	320	G 1"	0320
	0450	450	G 1 1/4"	0450
	0600	600	G 1/2"	0600
	0750	750	G 2"	0750
	1100	1100	G 2"	1100

Rys. 7 Kompletny typoszereg Ultra-Filter



Fot. 3 Nowe elementy filtrujące są dostępne w różnym wykonaniu i pokrywają pełen zakres wymagany w przemysłowej filtracji sprężonego powietrza – od filtracji wstępnej do submikrofiltracji i adsorpcji węglowej

Konstrukcja modułowa

Obudowy są całkowicie modułowe i mogą być elastycznie przystosowywane w zależności od wymagań. Użytkownik może więc wybrać np. Ekono-

metr zamiast standardowego elektronicznego Ekonomizera. Modernizacja może być przeprowadzona podczas pracy filtra. Elastyczny jest także wybór systemu odprowadzenia kondensatu. Użytkownik ma do wyboru spusty pływakowe lub spusty z elektroniczną kontrolą poziomu serii UFM-T. Co więcej, konstrukcja modułowa pozwala na dopasowanie połączeń gwintów o różnych standardach. To także zwiększa elastyczność dla poddostawców i odbiorców typu OEM (montujących filtry w produkowanych przez siebie urządzeniach). Ale to tylko część możliwości, jakie daje system modułowy. Dzięki zróżnicowaniu modułów, np. wygląd zewnętrzny filtra może być dostosowany do wymagań projektanta instalacji.

Kompletny typoszereg

Nowy Ultra-Filter ma dziewięć rozmiarów, które pokrywają zakres przepływu od 35 do 1100 m³/h, a tym samym wydajność sprężarek od 2 do 120 kW. Filtry są dostarczane jako

standard w wersji Plus z Ekonomizerem i pływakowym spustem kondensatu lub Superplus z Ekonomizerem i elektronicznym spustem kondensatu. Konstrukcja modułów pozwala także na produkcję wariantów wg specyfikacji odbiorców i z wymaganiem minimalnej przestrzeni instalacyjnej, np. do instalacji wewnątrz obudów sprężarek. Filtry są uniwersalne do różnych zastosowań również ze względu na różne dostępne elementy filtracyjne: do filtracji pyłu, filtracji wstępnej, dokładnej, mikro- i submikrofiltracji. Prezentując nowe Ultra-Filtry na targach w Hanowerze, Donaldson dokonał rzeczywistego skoku technologicznego w dziedzinie filtracji sprężonego powietrza, po raz kolejny dostarczając nowego zasadniczego impulsu rozwojowego dla tego ważnego obszaru zastosowań technologii filtracji. Kierunek tego rozwoju to wyższa funkcjonalność i efektywność energetyczna.

Artykuł promocyjny
Donaldson



ATMOPOL

KOMPRESORY ŚRUBOWE

od 30 do 2500 m³/h

JAKOŚĆ I OSZCZĘDNOŚĆ

- Sprężarki śrubowe zmiennobrotowe 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, 290 52 50

Współpraca CompRot z KAESER KOMPRESSOREN

Nowa strategia na solidnych podstawach

Na początku 2007 roku w branży dmuchaw przemysłowych miało miejsce wydarzenie o doniosłym znaczeniu dla polskiego rynku. Znany polski producent sprzężarek i dmuchaw, wrocławska firma CompRot, zawarł umowę o współpracy z polskim oddziałem niemieckiego potentata w tej dziedzinie – firmy KAESER KOMPRESSOREN. Porozumienie przewiduje ciągłą sprzedaż przez CompRot na rynku polskim pełnego typoszerzegu dmuchaw produkowanych przez KAESER KOMPRESSOREN.

Obie firmy są dobrze znane w zakładach przemysłowych i komunalnych, gdzie od lat dostarczają m.in. dmuchawy z tłokiem obrotowym (Roots'a). Firmy te dotychczas były dla siebie konkurencyjne. Od kilku lat na rynku dmuchaw obserwuje się ożywienie. Programy europejskie i inwestycje proekologiczne przyczyniają się do wzrostu zapotrzebowania na te urządzenia (stosowane np. w oczyszczalniach ścieków), co powoduje, że rynek ten staje się atrakcyjny również dla mniej dotychczas obecnych w Polsce producentów zagranicznych i małych firm serwisowo-dostawczych o zasięgu lokalnym. Można się spodziewać, że połączone działania firm tak znanych i uznanych, jak KAESER KOMPRESSOREN i CompRot, będą bardzo skuteczne i wkrótce szereg nowych inwestycji zostanie wyposażonych w dmuchawy KAESER KOMPRESSOREN.

Dla fachowców zorientowanych w branży ta nowa współpraca ma jeszcze inną wymowę. Od ponad roku CompRot ma nowy zarząd i całe środowisko z zainteresowaniem śledzi nowe kierunki rozwoju firmy.

Napytania „Pneumatyki” odpowiada

Krystyna Breszka

– prezes CompRot Sp. z o.o.

Współpraca CompRot z KAESER KOMPRESSOREN to odważne posunięcie dla obu stron.

Na pewno tak, ale jeszcze odważniejsze byłoby przy dzisiejszych warunkach rynkowych niepodejmowanie tego rodzaju współpracy. Odbiorcy są coraz bardziej wymagający zarówno pod względem ceny urządzeń, jak i ich jakości oraz obsługi serwisowej. Wyśrubowane wymagania powodują, że niektóre mniejsze firmy zmuszone są do zgłaszania oferty przekraczającej ich możliwości, a to w konsekwencji prowadzi do niestabilności tych firm, na czym traci głównie odbiorca i użytkownik urządzeń. Dobra i realna oferta może być przygotowana tylko przez renomowanych producentów, dobrze zorientowanych w zapotrzebowaniu kraju i poszczególnych regionów. CompRot zalicza się do czołowych dostawców urządzeń w Polsce, zaś KAESER KOMPRESSOREN to producent o niepodważalnej renomie międzynarodowej. Wspólne działanie z liczącymi się na świecie producentami jest elementem konsekwentnie realizowanej strategii rozwoju naszej firmy.

Jak CompRot osiągnął swoją wysoką pozycję na rynku?

Dobra firma nie powstaje z dnia na dzień, lecz hartuje się w ogniu walki. CompRot ma za sobą wieloletnią obecność na rynku, gdzie odnosił wiele sukcesów. Firma ma olbrzymie zasługi przy wprowadzaniu na początku lat 90. ubiegłego wieku nowoczesnej techniki sprężania powietrza w polskim przemyśle. Po zmianach ustrojowych w naszym kraju to właśnie CompRot przecierał szlaki, którymi potem podążało wiele innych firm. Docierał do zarządców zakładów, w których dominowała technika z lat pięćdziesiątych lub starsza, i uczył je in-



nego myślenia o sprężonym powietrzu. Dzisiaj największym atutem CompRotu jest profesjonalna oferta oparta na znajomości specyfiki polskiego odbiorcy, stały kontakt z zakładami przemysłowymi w całej Polsce i posiadane zaplecze produkcyjno-serwisowe. Nie bez znaczenia jest też położenie w dynamicznie rozwijającej się części kraju, jaką jest Dolny Śląsk.

CompRot był dotychczas znany raczej jako producent urządzeń.

Fenomen CompRotu w chwili jego powstania polegał właśnie na zorganizowaniu w Polsce produkcji sprzężarek i dmuchaw zupełnie nowej generacji w stosunku do wytwarzanych wcześniej w polskich zakładach produkcyjnych. Powstało tu rozbudowane zaplecze produkcyjne, biuro konstrukcyjne, służby serwisowe, logistyczne i handlowe przenoszące na grunt polski zachodnie metody pracy. W kraju nie były dostępne żadne zespoły niezbędne do wytwarzanych urządzeń, dlatego produkcja ta opierała się na kooperacji z renomowanymi producentami zachodnimi. W ten sposób CompRot zdołał stworzyć serie urządzeń idealnie odpowiadających zapotrzebowaniu polskiego przemysłu. Dzisiaj CompRot nadal dyspo-

nuje zapleczem produkcyjnym (produkuje m.in. sprężarki serii CRS i prasy sitowo-taśmowe) i nadal występuje jako dostawca całościowych rozwiązań. Nowa strategia kompleksowych realizacji przewiduje stosowanie nie tylko wyprodukowanych przez siebie urządzeń, ale także gotowych produktów najbardziej renomowanych producentów. Z prawdziwą satysfakcją włączamy do swej oferty dmuchawy KAESER KOMPRESSOREN, gdyż według naszej oceny jest to produkt godny najwyższego zaufania.

Czy współpraca z dużą firmą międzynarodową nie oznacza przesunięcia marki CompRot na drugi plan?

Wręcz przeciwnie. Pozycja CompRotu jako dostawcy dmuchaw Roots'a w Polsce jest bardzo wysoka. Ponadto CompRot to nie tylko same produkty, ale legenda związana z postacią twórcy firmy - Romana Breszki - oraz z całym pokoleniem specjalistów od sprężonego powietrza, którzy się w tej firmie wychowali. Duże uznanie dla tej marki jest powszechne wśród kadry technicznej wielu zakładów przemysłowych. Nie zapominajmy, że także czasopismo „Pneumatyka” narodziło się w CompRocie. Ta wspaniała tradycja obliuguje nas do pielęgnowania i utrwalania pozycji naszej firmy. Drogą do tego jest realizacja śmiałych planów rozwojowych obejmujących również współpracę z najlepszymi. Zamierzamy jeszcze wzmocnić naszą obecność w polskim przemyśle i nadal szcycić się marką CompRot. Naszym celem jest, by ta nazwa nieprzerwanie kojarzyła się z najwyższą jakością produktów i najwyższym profesjonalizmem obsługi.

Na pytania „Pneumatyki” odpowiada

Artur Kaczorowski

– Sales & Service Manager w KAESER KOMPRESSOREN Sp. z o.o.

KAESER KOMPRESSOREN jest jednym z liderów rynku w dziedzinie sprężonego powietrza. Jakie atuty o tym zdecydowały?

Jest kilka spraw decydujących o powodzeniu na rynku. W przypadku dóbr inwestycyjnych, od których zależy pewność produkcji, na pierwszy plan wysuwa się jakość urządzeń. I tutaj KAESER KOMPRESSOREN jest od wielu lat niekwestionowanym liderem. Drugą sprawą jest kwestia dobo-



ru najlepszych dla klienta rozwiązań technicznych. To zależy od kwalifikacji inżynierów, jacy pracują w firmie KAESER KOMPRESSOREN. Od kwalifikacji, dobrej organizacji pracy zależy też szybkość reakcji i jakość usług serwisowych. W obu tych przypadkach KAESER KOMPRESSOREN dzięki najwyższym kwalifikacjom swojego personelu gwarantuje najwyższą jakość. Dodatkowo możemy liczyć na doskonałą organizację dystrybucji materiałów eksploatacyjnych i części zamiennych, jaką zapewnia nasz zakład produkcyjny w Coburgu w Niemczech.

Kaeser Kompressoren ma w Polsce dobrze zorganizowaną sieć sprzedaży obsługiwanej przez własnych specjalistów. Współpraca z firmą CompRot jest przykładem współdziałania w zakresie sprzedaży także z innymi firmami obecnymi na rynku.

KAESER KOMPRESSOREN w Polsce bazuje na obu kanałach sprzedaży, tzn. na sprzedaży bezpośredniej przez naszych inżynierów sprzedaży, jak też na współpracy z doświadczonymi firmami specjalistycznymi. Każdy z tych kanałów dociera do innych klientów, a to pozwala nam na dotarcie do maksymalnej liczby odbiorców.

Wybór partnera do współpracy w tak specjalistycznej dziedzinie nie może być przypadkowy. Jakie kryteria zdecydowały o podjęciu współpracy z CompRotem?

Firma współpracująca z nami musi zapewnić ten sam wysoki poziom usług co KAESER KOMPRESSOREN. Mamy tutaj na myśli zarówno sam proces sprzedaży, doboru urzą-

dzeń, zaproponowania idealnego rozwiązania w trosce o dobro klienta, jak też i późniejszą współpracę z klientem w trakcie eksploatacji urządzeń. Firma ta bowiem, sprzedając maszyny KAESER KOMPRESSOREN, tworzy wizerunek naszej marki w takim samym stopniu jak nasi pracownicy. Podejmując się współpracy z firmą CompRot, jesteśmy pewni, że chociażby ze względu na wieloletnie doświadczenie na rynku sprężonego powietrza spełni nasze standardy.

Na co warto zwrócić szczególną uwagę czytelników „Pneumatyki”, jeżeli chodzi o ekspozycję Kaeser Kompressoren w Hanowerze?

Na targach w Hanowerze przedstawiliśmy zarówno wprowadzane właśnie nowe rozwiązania, jak też maszyny, które od kilku lat cieszą się uznaniem klientów. Z ważniejszych nowości należy wymienić wprowadzenie nowej serii maszyn o symbolu DSDX, jak też i modernizację pierwszych na rynku maszyn z napędem bezpośrednim 1:1 serii DSD, produkowanych i sprzedawanych od 1997 roku. Obie te serie należą do maszyn większych (powyżej 75 kW mocy) i cechują się doskonałymi parametrami energetycznymi. Chcemy tutaj podkreślić, iż prezentowane na targach w Hanowerze nowości będzie można zobaczyć także na targach w Poznaniu od 11 czerwca.

W jakim kierunku zmieniają się wymagania użytkowników sprzętów i dmuchaw powietrza i w jaki sposób Państwa firma wychodzi im naprzeciw?

Zmienia się otoczenie, w jakim działamy, jest też ciągły postęp techniczny i technologiczny. Obserwujemy rynek i doświadczenia całej grupy KAESER KOMPRESSOREN są wykorzystywane w projektowaniu nowych i modernizacji istniejących urządzeń, sprężarek, dmuchaw i osuszaczy. Generalnie występuje stałe dążenie do obniżenia kosztów eksploatacji, jej uproszczenia i przedłużenia okresów międzyprzeglądowych. Coraz większego znaczenia nabiera energooszczędność urządzeń. Wszystkie nowe konstrukcje KAESER KOMPRESSOREN te wymogi spełniają.

rozmawiał Zdzisław Chrapkiewicz

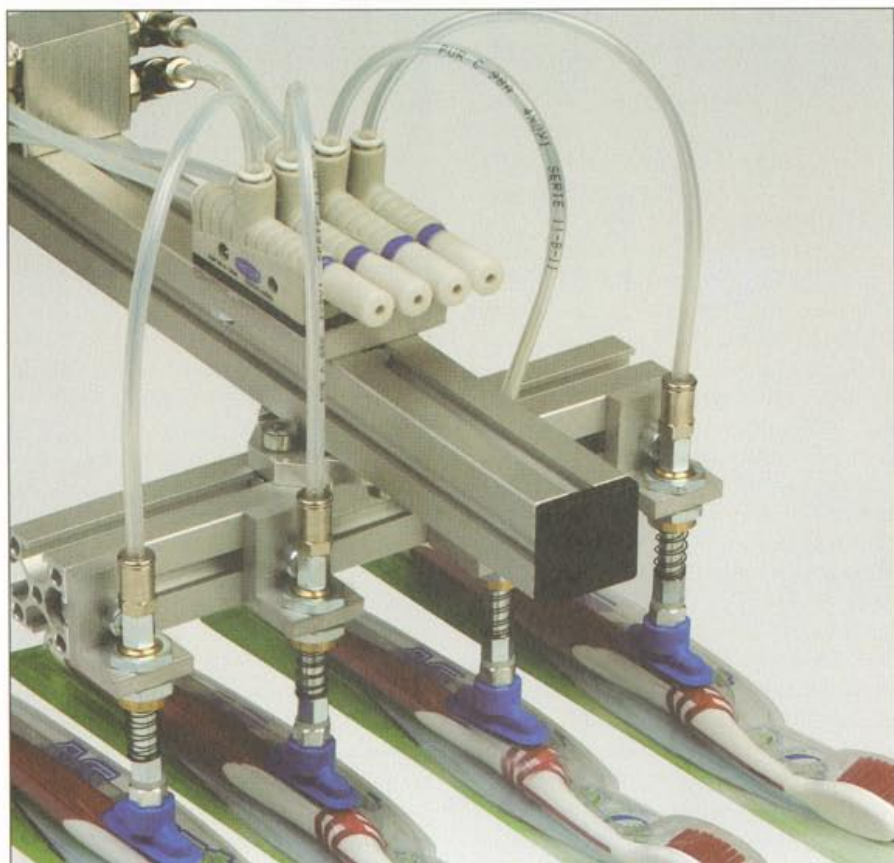
Schmalz – kompleksowy program generatorów podciśnienia od SLP do X-Pump

Wśród znanych metod wytwarzania podciśnienia stosowanego najczęściej w układach chwytaków podciśnieniowych eżektory jako generatory podciśnienia nie znalazły jeszcze swojego wyraźnego miejsca. A są to przecież elementy, za zastosowaniem których przemawia szybkość reakcji, możliwość optymalnego zużycia energii, niewielki ciężar w stosunku do ich wydajności oraz coraz częściej wbudowywane funkcje „lokalnej inteligencji”. Są to argumenty, które powinny zachęcić konstruktorów maszyn i integratorów układów automatyki do coraz częstszego stosowania eżektorów, zwiększając w ten sposób uniwersalność, elastyczność i pewność działania urządzeń.

Firma Schmalz będąca jedną z wiodących firm z dziedziny techniki podciśnienia, w swoim programie elementów szczególną uwagę zwraca na kompleksowość oferty eżektorów, od najprostszych typu „in-line” do bardzo złożonych, z kompleksowymi funkcjami, odpowiadając w ten sposób na oczekiwania konstruktorów urządzeń chwytających i przenoszących.

Nowe eżektory SLP

Eżektor SLP - Schmalz Line Pump – to element typu „in-line” o zwartej konstrukcji, umożliwiającej zainstalowanie go bezpośrednio w ciągu przewodów, co oszczędza zdecydowanie koszt montażu oraz ciężar samej konstrukcji. Zaprojektowane jako generatory podciśnienia z przyłączami posiowymi, eżektory „in-line” SLP



Fot. 1 Przykład zastosowania eżektorów SBP

ważą tylko 5 gramów (!), a posiadają ogromną zdolność ssącą: 14 litrów przy 21 litrach zużycia sprężonego

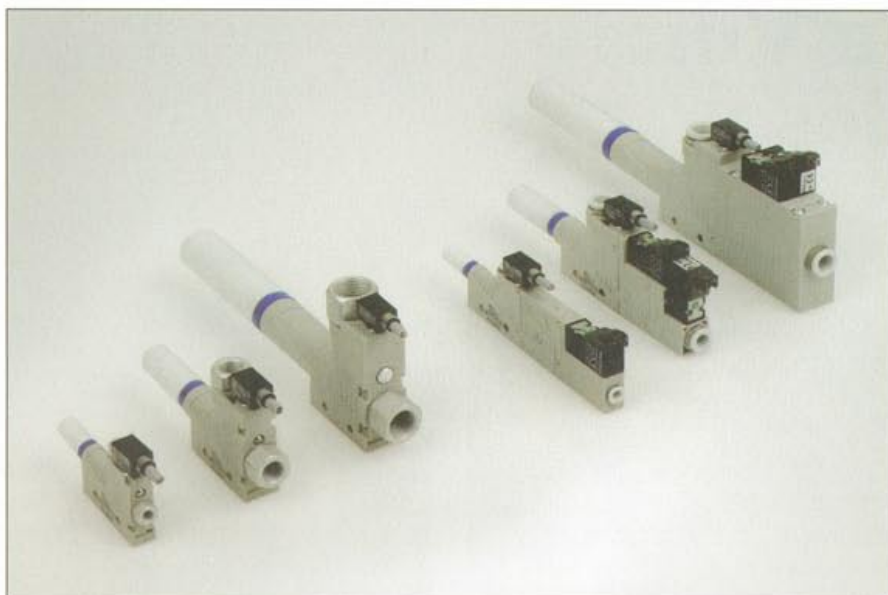


Fot. 2 Eżektory SPL zainstalowane bezpośrednio w ciągu przewodów

powietrza! Generatory podciśnienia SLP istnieją w wykonaniu z jedno-stopniową dyszką o średnicach 0,5 i 0,7 mm. Zastosowane szybkozłącza pozwalają na łatwą zabudowę. Nie są potrzebne żadne dodatkowe mocowania a zoptymalizowany przepływ powietrza wywołuje niewielki poziom hałasu. Eżektory in-line SLP z powodu ich niewielkiej średnicy (tylko 10 mm) i dużej sprawności nadają się szczególnie do wymagających zastosowań w dynamicznych procesach przemieszczania, jak np. zchwytakami do urządzeń podających, pozycjonujących i w systemach manipulujących.

Eżektor podstawowy SBP

Rodzina eżektorów SBP – Schmalz Base Pump – została zaprojektowana



Fot. 3 Rodzina eżektorów SBP-C

do wymagań systemów chwytaków o lekkiej konstrukcji. Ten generator podciśnienia z jednostopniową dyszką, istnieje w sześciu wielkościach: od 0,5 do 2,5 mm średnicy. Lekki korpus z tworzywa jest wytrzymały i odporny na uderzenia i można go zamocować również na listwie zaciskowej. Podłączenie ciśnienia i podciśnienia odbywa się poprzez szybkozłącza lub złącza gwintowane. Eżektory podstawowe SBP znajdują zastosowanie w systemach podających, chwytakach podciśnieniowych, automatach montażowych, urządzeniach sortujących, podawania blachy i tworzyw, jak również jako centralne bloki zasilające lokalne przysawki.

Nowość: eżektor SBP-C (Control) w lekkiej, wytrzymałej obudowie, z dodatkowymi funkcjami

Wszystkie wymienione powyżej zalety eżektora SBP zostały zachowane w konstrukcji eżektora SBP-C, który dodatkowo został wyposażony w zawory oraz kontrolę podciśnienia. Czujnik pozwala na kontrolę układu, a zawory są odpowiedzialne za przysanie i odrzucenie elementu.

Eżektory ze średnicami dyszek 0,5 i 0,7 mm wyposażone są w akumulator ciśnienia, zawór (ssanie) oraz czujnik. Akumulator wyzwala, po ustaniu ssania, automatyczny impuls odrzutu elementu. Eżektory z większą średnicą dyszek (od > 0,7 mm) są wyposażone w zawory ssania i odrzutu (silny wydmuch) oraz czujnik. W sumie proponowanych jest

6 wielkości eżektorów w różnych konfiguracjach.

Innowacyjne eżektory X-Pump o wysokiej sprawności, ze zintegrowaną funkcją monitoringu kondycji układu

W związku z ich zintegrowaną, kompaktową konstrukcją i poważną oszczędnością zużycia sprężonego powietrza, eżektory X-Pump są coraz częściej stosowane w dziedzinach przemieszczania blach oraz płaskich przedmiotów.

Eżektory X-Pump charakteryzują się wysoką mocą ssania i odrzutu przysanego elementu (o 30% większą



Fot. 4 Eżektory X-Pump dysponują funkcją oszczędności sprężonego powietrza i monitoringu stanu układu

w porównaniu ze zwykłymi eżektorami kompaktowymi, przy tej samej średnicy dyszki), bardzo stromą charakterystyką osiągnięcia podciśnienia (0,05 sec), minimalnym czasem reakcji, jak również zwartą i lekką konstrukcją. Dzięki podanym cechom możliwe jest osiągnięcie krótkich czasów cykli pracy urządzeń, np. pras podających w przemyśle motoryzacyjnym.

Oprócz tego eżektory X-Pump dysponują zarówno funkcją oszczędności sprężonego powietrza, jak i funkcją monitoringu stanu układu (funkcja diagnostyczna). Firma Schmalz od lat konsekwentnie stosuje w swoich wyrobach rozwiązania oszczędności zużycia sprężonego powietrza, osiągając 98% oszczędności w porównaniu z konwencjonalnymi generatorami. System oparty jest na zasadzie wyłączania i włączania przepływu sprężonego powietrza w momencie osiągnięcia przez układ założonych wartości podciśnienia (łatwo ustawialna histereza).

Inną, najbardziej docenianą przez użytkownika zaletą eżektora X-Pump jest przywołana już funkcja monitorowania stanu układu, pozwalająca na znaczne podniesienie technicznej dyspozycyjności, a w ten sposób na podniesienie bezpieczeństwa układu, systemu chwytaków podciśnieniowych. Przecieki podciśnienia będą wykryte jeszcze w stadium postoju maszyny (odpowiednie sygnały optyczne pokazują aktualny stan systemu chwytaków, a odpowiednie informacje mogą zostać wyprowadzone do systemu nadrzędnego sterowania). Przy zastosowaniu tej techniki można zredukować praktycznie o 100% występujące awarie związane ze zniszczeniem czy zużyciem przysawek chwytaków, co oznacza poważną redukcję kosztów awaryjnych przestojów instalacji powiązanych często z poważnymi uszkodzeniami maszyn.

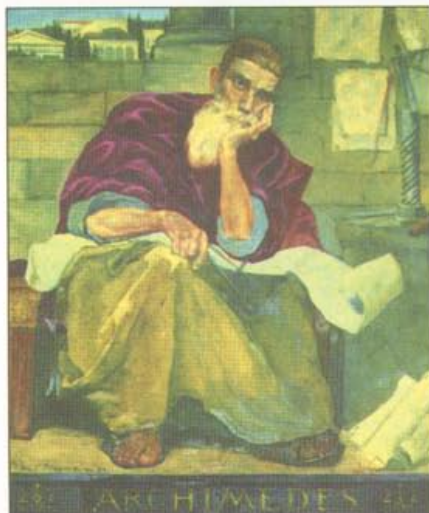
Eżektor X-Pump oznacza w praktyce ogromne oszczędności zużycia sprężonego powietrza, kosztów zużycia energii i kosztów utrzymania.

W uznaniu tych cech eżektor X-Pump został w tym roku nagrodzony złotym medalem na Targach Automaticon 2007.

Artykuł promocyjny
Schmalz
Wojciech Kożuchowski

Leonardo da Vinci u Archimedesesa

Eureka! Eureka! wołał Archimedes, wyskoczywszy z kąpieli i biegnąc ulicami Syrakuz, kiedy wpadł na pomysł, jak, zanurzając w wodzie koronę króla Hierona, rozpoznać, czy została ona wykonana z czystego złota. Archimedes (287-212 p.n.e.) był największym uczonym starożytnej Grecji, matematykiem i twórcą mechaniki. Prawo Archimedesesa, śruba Archimedesesa, wartość π , metody wyznaczania środka ciężkości, teoria dźwigni, to tylko jego najbardziej znane dokonania.



Rozbudowany park maszynowy i możliwości technologiczne pozwalają firmie na świadczenie szerokiego

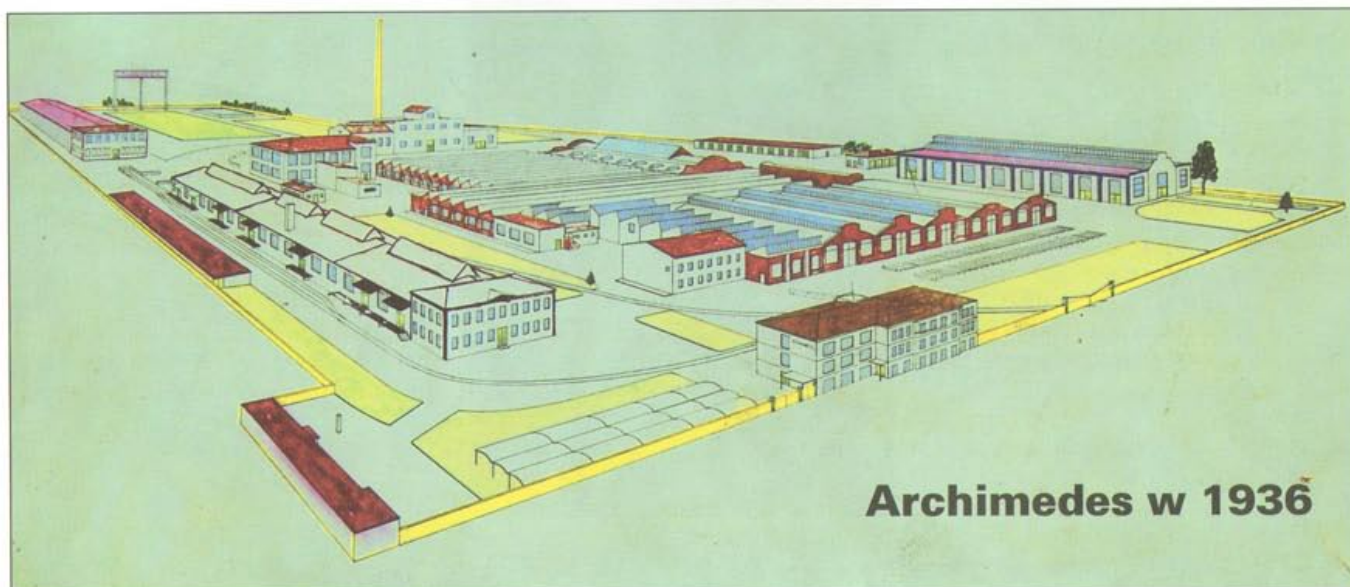


asortymentu usług w zakresie mechanicznej i cieplnej obróbki metali, naprawy, konserwacji i instalacji maszyn.

Dla mieszkańców Wrocławia nazwa „Archimedes” ma jeszcze inne ważne znaczenie. Jest to jeden z tych obszarów miasta, który tworzył jego przemysłową potęgę. Na terenie tym (o powierzchni 19 ha) od 1875 r. rozwijała się niemiecka fabryka śrub (nazwa Archimedes od 1876 r.), dla której okres największej prosperity to lata pierwszej wojny światowej. Również w polskim, powo-

jennym Wrocławiu Archimedes był jednym z największych przedsiębiorstw i zatrudniał w szczytowym okresie ponad 2400 pracowników. Utrwalił swoją wysoką markę jako producent urządzeń dla rolnictwa oraz narzędzi pneumatycznych.

Dzisiaj, po przemianach ustrojowych i restrukturyzacji przemysłu, Archimedes jest spółką akcyjną i zatrudnia ok. 230 pracowników. Produkuje maszyny i elementy maszyn oraz narzędzia pneumatyczne.



Archimedes w 1936

Producent narzędzi pneumatycznych

Archimedes jest jedynym producentem narzędzi pneumatycznych w Polsce. Wykonuje profesjonalne narzędzia w następujących grupach:

Szlifierki proste

Narzędzi przeznaczone do długotrwałej pracy w trudnych warunkach. Niski poziom wibracji hałasu oraz zabezpieczenia czynią je bezpiecznymi i nieuciążliwymi dla operatora.



Szlifierki kątowe

Wysokowydajne narzędzi używane do obróbki powierzchni spawanych, odlewów i odkuwek. Wyposażenie w pierścień samowyważający zapewnia komfort i bezpieczeństwo obsługi.



Szlifierki pionowe

Do intensywnej obróbki dużych powierzchni oraz w budownictwie do cięcia kształtowników i prętów zbrojeniowych.

Wysokoobrotowe szlifierko-frezarki

Do obróbki małych odlewów, odkuwek, kokilli, matryc itp. przystosowane do pracy z trzpieniowymi



ściernicami lub frezami. Duża moc przy małych wymiarach i masie.

Frezarki proste

Przydatne do obróbki większych matryc i kokili oraz spoin i powierzchni odlewów w trudnych warunkach.

Młotki ścinaki

Zastosowanie w przemyśle maszynowym, odlewniczym i w budownictwie. Używane do ukosowania blach, wy-



równywania spoin spawalniczych, usuwania nadlewów i wlewków, przebijania ścian i wykonywania rowków pod instalacje. Specjalne końcówki umożliwiają także zakuwanie nitów stalowych. Młotek kliniak jest niezastąpiony w pracach kamieniarskich.

Młoty udarowe

Bardzo duża wydajność przy wykonywaniu następujących prac: rozkruszanie i rozdrabnianie podłoża kalistego oraz zamrożonych gruntów, rozbijania nawierzchni dróg betonowych i konstrukcji żelbetonowych, usuwania nawierzchni asfaltowych, rozbijania i przebijania murów betonowych i ceglanych, rozbijania bloków skalnych, ze specjalną

przystawką można wbijać elementy szalunkowe zabezpieczające wykopy. Cechują się małym zużyciem sprężonego powietrza, nieskomplikowaną eksploatacją i dużą odpornością



na ciężki warunki pracy. Jeden z modeli jest specjalnie odporny na zamarzanie.

Ubijaki formierskie

Do prac formierskich w odlewniach żeliwa, staliwa i metali kolorowych. Większe modele są stosowane przy zagęszczaniu nawierzchni dróg.

Klucze udarowe

Do prac montażowych zarówno w przedsiębiorstwach dużych, jak i mniejszych. Szeroko wykorzystywane w przemyśle motoryzacyjnym i maszynowym.



Gwintownice

Wykonują szybko i efektywnie ręczne operacje gwintowania. Z różnymi uchwytami ze zwiększoną prędkością powrotną.

Wiertarki

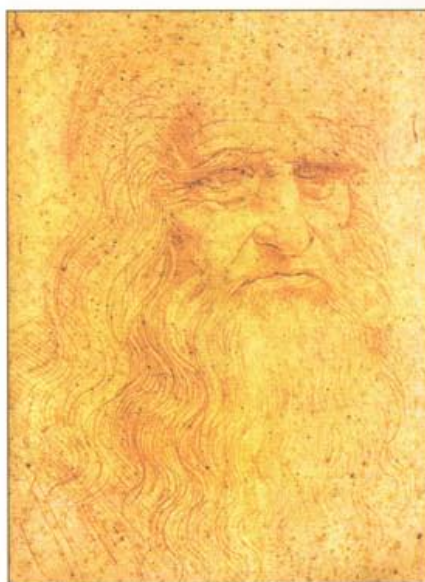
Zwarta budowa i mała masa. Umożliwiają szybkie wiercenie głębokich otworów różnorodnych materiałów.

Wkrętaki

Znaczne wartości momentu przy zwartej budowie i małych wymiarach. Różne rodzaje sprzęgieł umożliwiają uzyskanie dokładnego momentu dokręcającego.



Leonardo da Vinci (1452-1519), wybitny malarz, rzeźbiarz, muzyk, poeta, fizyk i filozof, uznany jest za symbol włoskiego i światowego Odrodzenia. Jego niezliczone, wybiegające daleko w przód opracowania, idee, konstrukcje i dzieła artystyczne fascynują tym bardziej, im więcej wiemy, a słynny uśmiech Mony Lisy świadczy o tym, że Leonardo wiedział jeszcze więcej.



Archimedes wykorzystuje szansę, jaką jest nasza obecność w Unii Europejskiej. Współpracuje z kontrahentami zagranicznymi wykonując dla nich części maszy i podzespołów. Bierze także czynny udział w międzynarodowych programach szkolnictwa zawodowego. Jednym z takich programów jest „Leonardo da Vinci”, którego celem jest wspieranie międzynarodowych projektów w zakresie kształcenia i doskonalenia zawodowego. To właśnie w ramach tego programu w Archimedesie odbywają praktyki uczniowie i słuchacze niemieckich szkół o profilu technicznym.

Artykuł promocyjny
Archimedes SA



Model matematyczny pneumatycznego czujnika niskich ciśnień

Jacek Kosek

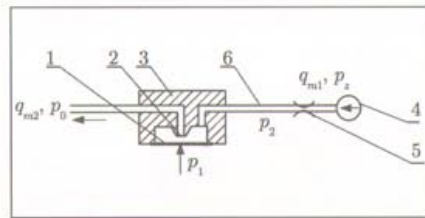
Czujnik jest przeznaczony do bezinwazyjnego pomiaru przebiegu ciśnienia krwi w czasie. Pomiar tego ciśnienia odbywa się następująco: czujnik 1 (rys. 1) przykładana się do ciała pacjenta w takim miejscu, gdzie bezpośrednio pod skórą przebiega tętnica z wyczuwalnym tętnem. Następnie czujnik dociska się stopniowo do tej tętnicy. Po jednorazowym docisku pomiar jest skończony, a na monitorze komputera 3 wyświetlana jest tzw. fala tętna krwi, czyli przebieg ciśnienia krwi w czasie oraz charakteryzujące ten przebieg wielkości.

Konstrukcja czujnika jest oparta na pneumatycznym wzmacniaczu typu dysza-przysłona, objętym ujemnym sprzężeniem zwrotnym. W skład czujnika wchodzi: kapilara 5 (rys. 2), dysza 2 i gumowa membrana 1 w roli przysłony. Gdy ciśnienie p_1 , działające na membranę 1 z zewnątrz, jest równe ciśnieniu atmosferycznemu p_0 , powietrze przepływa przez kapilarę 5 oraz komorę pomiarową i przez szczelinę pomiędzy krawędzią dyszy 2 i membranę 1 bez przeszkód uchodzi do atmosfery. Ciśnienie, jakie panuje w tej sytuacji w komorze pomiarowej i na wyjściu czujnika, jest zbliżone do ciśnienia atmosferycznego. Natomiast gdy ciśnienie mierzone p_1 wzrasta powyżej ciśnienia atmosferycznego, wówczas następuje ugięcie membrany 1 w kierunku dyszy 2 oraz jej przyciskanie. W wyniku tego ciśnienie p_2 w komorze pomiarowej wzrasta do takiej wartości, przy której nastąpi równowaga sił działających na membranę z obydwu stron; w praktyce ciśnienie p_2 przyjmuje wartość ciśnienia mierzonego p_1 . Strukturę tego czujnika przedstawiono na rys. 3, gdzie: A_1 , A_2 – pola czynnych po-



Rys. 1 Układ pomiaru i rejestracji fali tętna krwi: 1 – czujnik, 2 – moduł zasilający, 3 – laptop, 4 – przewód zasilający

wierzchni membrany odpowiednio od strony działania ciśnienia p_1 i p_2 ; $p_2 = f_1(x)$ – zależność sygnału wyjściowego wzmacniacza typu dysza-przysłona od otwarcia dyszy; x_0 – odsadze-



Rys. 2 Schemat przyrządu do pomiaru ciśnienia krwi ze wzmacniaczem typu dysza-przysłona: 1 – membrana, 2 – dysza, 3 – czujnik, 4 – sprężarka, 5 – kapilara, 6 – przewód zasilający

nie dyszy; $y = f_2(\Delta p)$ – zależność ugięcia membrany od różnicy ciśnień. Modelowanie czujnika polegało na identyfikacji jego podzespołów: wzmacniacza typu dysza-przysłona i membrany, a następnie wyprowadzeniu w oparciu o zaproponowany schemat strukturalny (rys. 3) zależności pomiędzy sygnałem wyjściowym p_2 i wejściowym p_1 czujnika zarówno w stacjach ustalonych, jak i nieustalonych.

Identyfikacja wzmacniacza typu dysza-przysłona

Kapilara 5 (rys. 2) wraz z elementem dysza-przysłona stanowi dzielnik ciśnienia, przy czym przewód 6 wnosi niepożądaną pojemność i oporność pneumatyczną. Równaniem opisującym taki dzielnik jest równanie bilansu masy.

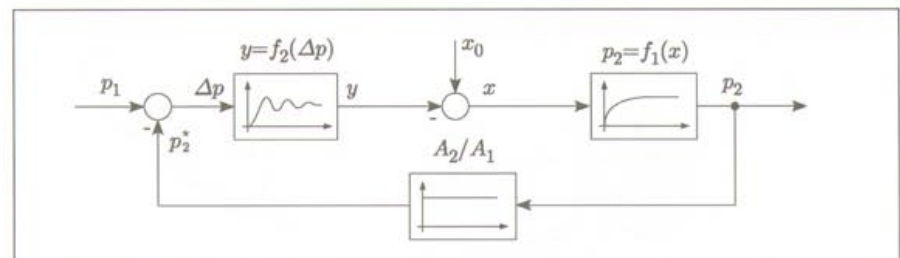
$$\frac{V}{RT} \frac{dp_2}{dt} = q_{m1}(p_2) - q_{m2}(p_2, x) \quad (1)$$

gdzie:

x – otwarcie dyszy, będące sygnałem wejściowym wzmacniacza
 R – uniwersalna stała gazowa
 T – temperatura absolutna powietrza
 V – objętość przewodu zasilającego i instalacji pomiarowej
 p_2 – ciśnienie za kapilarą, będące sygnałem wyjściowym wzmacniacza
 $q_{m1}(p_2)$ – strumień masy dopływający
 $q_{m2}(p_2, x)$ – strumień masy odpływający

Model kapilary

Wartość strumienia q_{m1} obliczana jest z następującego wzoru rekurencyjnego (parametrem uwikłanym jest liczba Re) [5]



Rys. 3 Schemat struktury czujnika do pomiaru ciśnienia krwi ze wzmacniaczem typu dysza-przysłona

$$q_{m1} = \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{\frac{p_2^2 - p_0^2}{RT \left(\lambda \frac{1}{d_1} + \xi_1 + 2 \ln \frac{p_2}{p_0} \right)}} \quad (2)$$

gdzie:

μ – współczynnik lepkości dynamicznej powietrza

ξ_1 – współczynnik strat miejscowych (na wylocie i wlocie)

p_1 i p_2 – ciśnienie przed i za kapilarą

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad \text{– współczynnik strat liniowych}$$

$$Re = \frac{4q_{m1}}{\pi d_{1\mu}} \quad \text{– liczba Reynoldsa w kapilarze}$$

Współczynnik strat miejscowych ξ_1 wyznaczony został doświadczalnie metodą najmniejszych kwadratów z charakterystyk przepływowych czterech różnych kapilar; wszystkie kapilary miały tę samą średnicę $d_1 = 0,22$ mm i następujące długości l : 5, 10, 20, 35 mm. Średnia wartość współczynnika wynosiła $\xi_1 = 1,6$.

Charakterystyka zespołu dysza-przysłona

Wartość strumienia q_{m2} zależy głównie od średnicy dyszy d_2 , ciśnienia p_2 oraz od otwarcia x przysłony. Do obliczenia strumienia masy q_{m2} posłużył wzór

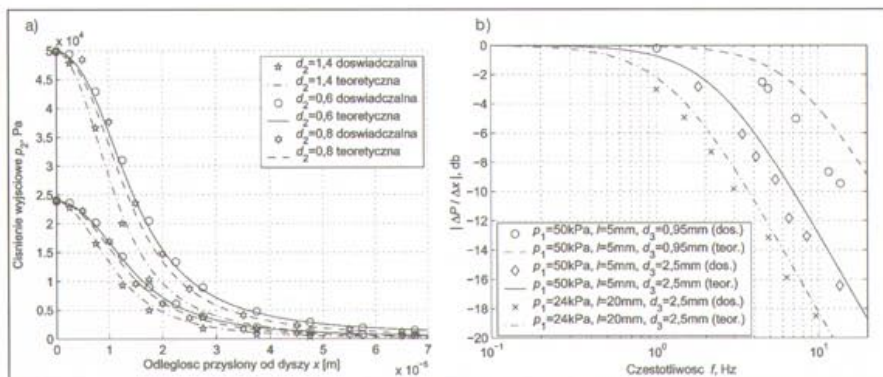
$$q_{m2} = \alpha \pi d_2 x \sqrt{\frac{2p_2}{RT} (p_2 - p_0)} \quad (3)$$

gdzie:

p_0 – ciśnienie atmosferyczne,

α – wyznaczony doświadczalnie współczynnik przepływu; aproksymowano go równaniem [2]

$$\alpha = \left(a_0 \frac{x}{d_2} + a_1 \right) Re^{a_2 \frac{x}{d_2} + a_3} \quad (4)$$



Rys. 4 Charakterystyki wzmocniacza: a) statyczna – wykres zależności ciśnienia p_2 od otwarcia dyszy x dla dwóch ciśnień zasilania p_1 : 24 kPa, 50 kPa i kapilary o długości $l = 20$ mm, b) częstotliwościowa (wzmocnienie wzmocniacza wprowadzono do jedynki)

Charakterystyka statyczna wzmocniacza

Znając model elementu dysza-przysłona dany wzorem (2) oraz model elementu dysza-przysłona dany wzorem (3), za pomocą równania bilansu masy (1) dla warunków statycznych ($dp^2/dt = 0$) opisano właściwości statyczne całego wzmocniacza. Przykładowe wykresy zależności ciśnienia p_2 od x dla dwóch różnych ciśnień zasilania i trzech różnych średnic dyszy d_2 przedstawione są na rys. 4a. Różnymi rodzajami punktów zaznaczone są charakterystyki doświadczalne, natomiast liniami charakterystyki modeli.

Charakterystyka częstotliwościowa (dynamiczna) wzmocniacza

Modelowanie rozpoczęto od wykonania doświadczalnych charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych wzmocniacza typu dysza-przysłona na specjalnie do tego zbudowanym stanowisku [4]. Z analizy charakterystyk (rys. 4b) wynika, że badany wzmocniacz można traktować jak człon inercyjny I rzędu opisywany równaniem (1). Równanie to pozwala wyznaczyć charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe wzmocniacza. W tym celu na wejście modelu wprowadzany jest sygnał sinusoidalny x o wartości średniej i amplitudzie takiej jak przy wyznaczaniu charakterystyk doświadczalnych, a następnie na badaniu amplitudy sygnału wyjściowego p_2 . Przykładowe przebiegi charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych doświadczalnych i obliczeniowych przytoczono na rys. 4b.

Identyfikacja membrany

Membrana jest traktowana jako człon oscylacyjny o nieliniowej charakterystyce statycznej. Jest ona opisana równaniem

$$T_s^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2\xi T_s \frac{dy}{dt} + y = f(\Delta p) \quad (5)$$

gdzie:

T_s – stała czasowa,

ξ – współczynnik tłumienia,

$f(\Delta p)$ – sztywność ciśnieniowa membrany,

Δp – różnica ciśnień działająca na membranę (sygnał wejściowy),

y – ugięcie membrany (sygnał wyjściowy).

Charakterystyka statyczna membrany

Zależność ugięcia membrany y od różnicy ciśnień Δp wyznaczono za pomocą badanego czujnika ciśnienia, pracującego w układzie otwartym: zasilanie czujnika odbywało się dyszą 2 (rys. 2), a przestrzeń nad membraną była połączona z atmosferą. Wcześniej w takim układzie wyznaczono charakterystykę statyczną wzmocniacza: $p_2 = f(x)$, z której w czasie eksperymentu odczytywano ugięcie membrany. Wyznaczoną w ten sposób charakterystykę statyczną (rys. 5a) aproksymowano równaniem

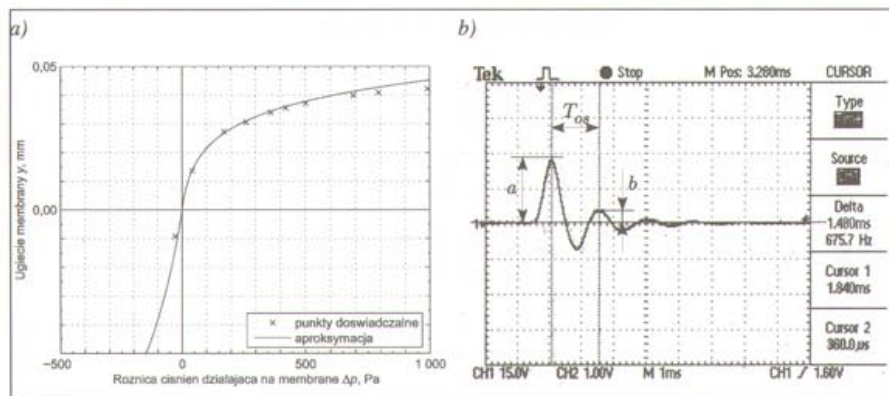
$$f(\Delta p) = \begin{cases} 11 \cdot 10^{-6} \lg(0,06 \Delta p + 1) & \text{dla } \Delta p \leq 0 \\ -55 \cdot 10^{-6} \lg(-0,01 \Delta p + 1) & \text{dla } \Delta p > 0 \end{cases} \quad (6)$$

Charakterystyka dynamiczna membrany

Właściwości dynamiczne membrany określono za pomocą jej doświadczalnej charakterystyki impulsowej. Charakterystykę tę uzyskano metodą rzutu kulki na membranę, zamykającą komorę pomiarową pojemnościowego przetwornika pneumoelektrycznego. Z charakterystyki tej (rys. 5b) odczytano okres oscylacji T_{os} oraz wartości a i b . Wielkości te pozwoliły obliczyć wartości współczynników występujących w równaniu (5) [3]: $T_s = 0,23$ ms, $\xi = 0,2$.

Model czujnika i jego weryfikacja

Model numeryczny czujnika opracowano za pomocą narzędzia „Matlab Simulink”, opierając się na schemacie strukturalnym przedstawionym na rys. 3. Równanie różniczkowe drugiego rzędu (5), opisujące membranę z nieliniową charakterystyką statyczną (6), przekształcone zostało do nieliniowego równania stanu i wprowadzone jako S-funkcja. Równanie (1) wzmocniacza typu dysza-przysłona nie wymagało przekształcenia i wpro-



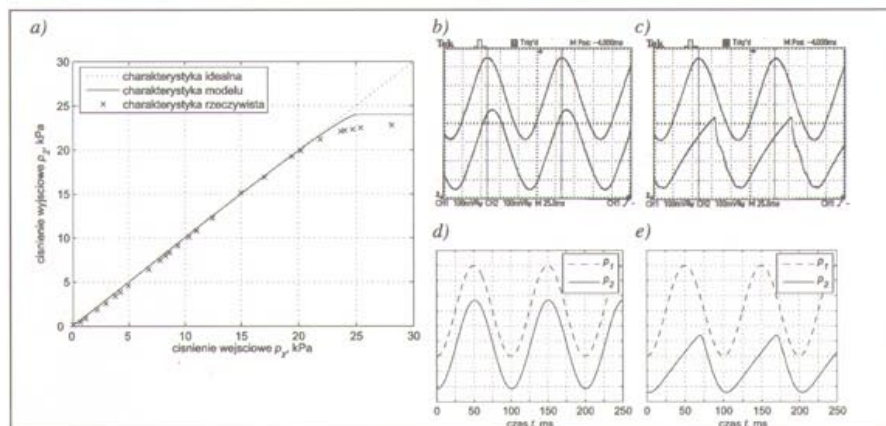
Rys. 5 Charakterystyki membrany: a) statyczna, b) impulsowa

wadzone zostało podobnie jak równanie membrany (5), przy czym uwikłane strumienie masy: q_{m1} – równanie (2) i q_{m2} – równania (3) i (4), występujące w równaniu (1) obliczane są w osobnych m-plikach jako funkcje matlaba. Do obliczeń zmiennych uwikłanych użyto algorytmu rekurencyjnego.

Charakterystykę statyczną wyznaczono z równań (1) i (5) przy założeniu zerowania się pochodnych po czasie. Na rys. 6a znajduje się przykładowe porównanie charakterystyki czujnika idealnego, charakterystyki doświadczalnej oraz charakterystyki uzyskanej za pomocą modelu numerycznego. Błąd modelu statycznego obliczono jako odchylenie standardowe między modelem a wynikami doświadczenia i wynosi ono $\sigma = 0,3$ kPa. Model czujnika jest nieliniowy, więc badania charakterystyki dynamicznej zawężono do warunków, w jakich będzie pracował czujnik. Przykładowe przebiegi dynamiczne czujnika znajdują się na rys. 6b i c, natomiast przebiegi dla odpowiadających im modeli czujnika odpowiednio na rys. 6d i e.

Podsumowanie i wnioski

Model czujnika jest opisywany równaniami (1), (2), (3), (4), (5) i (6). Równania te są nieliniowe i posiadają zmienne uwikłane. Aby znaleźć związek pomiędzy ciśnieniem mierzonym p_1 i wyjściowym p_2 czujnika o konkretnych parametrach, konieczne jest utworzenie modelu numerycznego, gdzie sprzężenie zwrotne obliczane jest algebraicznie, natomiast zmienne uwikłane obliczane rekurencyjnie. Głównym przeznaczeniem modelu jest optymalizacja wymiarów oraz ciśnienia zasilania czujnika. Ze wstępnych analiz w tym zakresie wynika, iż poprawna praca czujnika jest możliwa tylko przy odpowiednio dobranych trzech jego parametrach: długości kapilary, średnicy przewodu łączącego czujnik z kapilary i ciśnienia zasilania. Dla przykładu na rys. 6d i e linią kreskowaną zaznaczono przebiegi mierzonego ciśnienia p_1 , a linią ciągłą – sygnału wyjściowego p_2 dwóch czujników różniących się wyżej wymienionymi parametrami.



Rys. 6 Przykładowe charakterystyki czujnika: a) statyczna, b, c, d, e) dynamiczne. Górne przebiegi dotyczą sygnałów mierzonych p_1 , dolne przebiegi – wyjściowych p_2 czujnika, b i c – wyznaczone doświadczalnie, d, e – obliczone w oparciu o model

Przebiegi na rys. 6b i d odpowiadają czujnikowi, w którym zastosowano kapilarę o średnicy $d_1 = 0,22$ mm i długości $l = 5$ mm, przewód o średnicy $d_3 = 0,95$ mm i ciśnienie zasilania $p_2 = 50$ kPa, natomiast przebiegi na rys. 6c i e odpowiadają czujnikowi, którego parametry wynosiły: $d_1 = 0,22$ mm, $l = 20$ mm, $d_3 = 2,5$ mm i $p_2 = 24$ kPa. Inne parametry charakteryzujące czujniki były te same, a częstotliwość mierzonego sygnału p_1 w obydwu przypadkach wynosiła $f = 10$ Hz. Jak widać, model poprawnie odwzorowuje kształt mierzonych przebiegów.

Literatura

- [1] Werszko M., Tomczuk K., Jędruska A.: Przyrząd do bezinwazyjnego pomiaru fali tętnicznej krwi. VII Sympozjum: Modelowanie i pomiary w medycynie, Krynica 2005.
- [2] Kosek J.: Model matematyczny wzmacniacza typu dysza-przysłona pneumatycznego czujnika ciśnienia krwi. Modelowanie i pomiary w medycynie, Krynica 2006.
- [3] Chorowski B., Werszko M.: Mechaniczne Urządzenia Automatyki. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1975.
- [4] Werszko M., Werszko R.: Generator sinusoidalnych sygnałów przesunięciowych i ciśnieniowych. Pneumatyka, nr 4/2000, str. 46-47.
- [5] Zalmanzon L.A.: Teoria elementów stosowanych w technice strumieniowej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1971.

Jacek Kosek

Politechnika Wroclawska,
Wydział Mechaniczno-Energetyczny,
Instytut Techniki Ciepłej
i Mechaniki Płynów
e-mail: jacek.kosek@pwr.wroc.pl

Summary

Mathematical model of low pressure pneumatic sensor

Construction and principle of work of original pneumatic low pressure sensor is described and its numerical model is analysed. Some characteristics of the real device were compared with those computed with using "Matlab Simulink" software. Good accordance of model results with experimental data allows improving patient blood pressure measurements.

Investigation of gaseous medium state change in pneumatic element of flexible shaft coupling

For calculation of pressure and loading characteristics of pneumatic springs it is necessary to know value of exponent γ . It is exponent of state change in gaseous medium (the polytropic exponent γ).

In the case of springing calculation in the automotive industry it is supposed the value $\gamma = 1,3$ for deformation of pneumatic springs during oscillating movement of spring-loaded mass and in the case of oscillation without spring-loading the value $\gamma = 1,4$, i.e. it is adiabatic change. For calculation of transversal stability of vehicle it is supposed an isothermal deformation for pneumatic springs without mutual interconnection ($\gamma = 1$) and for springs with interconnection it is possible to put $\gamma = 0$, i.e. isobaric change. For calculation of oscillating movement of stable and mobile objects, which are pneumatic spring-loaded, it is suitable to put $\gamma = 1,3$, i.e. polytropic change.

The main purpose of this paper is an investigation of thermodynamic processes of gaseous medium in pneumatic element PE-130/1, which is applied in a pneumatic flexible shaft coupling developed at the TU of Košice [1]. The task of research is determination of relation between polytropic exponent in flexible element and various system parameters.

Thermodynamic processes in gases

Thermodynamic processes in gases are described with equation

$$pV^\gamma = C \quad (1)$$

where C is constant (depends on temperature and amount of gas), p – pressure, V – volume, γ – polytropic exponent.

For medium in the pneumatic flexible coupling (Fig. 1) the γ value is

from the interval 1,0–1,4. The lower value 1,0 is valid for an isothermal process – every increasing of temperature is absorbed into the flexible rubber cover. The upper value $\gamma = 1,4$

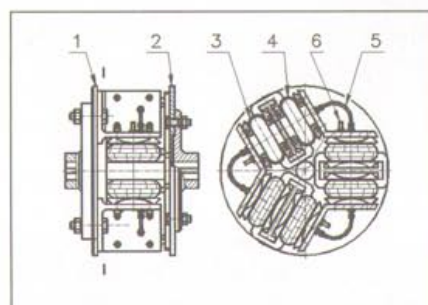


Fig. 1 Pneumatic coupling, tangential

presents an adiabatic process without exchange of energy between gas and surroundings.

If it is possible to record the volume and pressure values of gas during process, it can be determined the polytropic exponent in the next way:

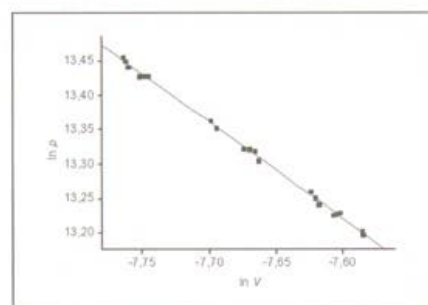


Fig. 2 Relation between $\ln p$ and $\ln V$

After logarithmic calculation of the equation (1) we obtain

$$\ln p + \gamma \ln V = \ln C \Rightarrow \ln p = \ln C - \gamma \ln V \quad (2)$$

The dependence between $\ln p$ and $\ln V$ is a line. Gradient of this line is just the polytropic exponent. Illustration of such diagram, which presents a registration of process in the gas under certain conditions (these conditions are described like standard conditions on the beginning of the next

part), is on the Fig. 2. There are 20 values obtained every 20 seconds.

From this figure it is evident, that the points are arranged not exactly on the line, because in every time it is in the flexible rubber-cord material accumulated other amount of heat. The gas has various values of pressure levels in the same volume according to the heat energy. But the line relation between $\ln p$ and $\ln V$ is quite proper.

Relation between the polytropic exponent γ and system parameters

There are in the next part described relations between the polytropic exponent and individual system parameters

Table 1 Standard values of parameters

Parameter	Value
ambient temperature T_0	22°C
amplitude of flexible element loading A	7,7 mm
speed of driving part n	800 min ⁻¹
inside pressure of flexible element p_0	600 kPa
material heat conductivity of flexible element λ	0,0158 Wm ⁻¹ K ⁻¹
ratio of heat losses in flexible element η	0,188%

meters in the form of graphs, created by means of the software *vlnovec.pas* [2] application. There are various

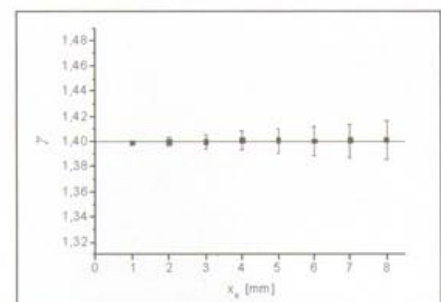


Fig. 3 Relation between γ and amplitude of loading

system parameters. Therefore it is always described relation only with one of them, while other are kept unchanged like so-called „standard levels”.

Standard levels (or standard conditions) are in the Table 1:

a) Relation between the γ and amplitude of flexible element loading

From the Fig. 3 it can be seen, that the polytropic exponent is independent from the amplitude of loading, because it describes heat exchange between the gas closed in the flexible element and the rubber cover of it. Deformation of flexible element does not have any influence on this exchange. The only change during increasing of amplitude $A = x_0$ is estimation of value γ indeterminacy. This fact means, that graph of relation between $\ln p$ and $\ln V$ is more and more different from the line.

Note to the graph on the Fig. 3 (and to all next): Values of polytropic exponent on given parameters (for example $A = 1$ mm) were computed always on the base of 20 „measurements” (records of gas pressure and volume values obtained by means of *vlmavec.pas* software simulation) every 20 seconds. According to these values it was designed the graph of relation between $\ln p$ and $\ln V$ (this was already mentioned in the Part 2) and by means of application of the software MicroCalc ORIGIN, using linear regression, it was put a line through the individual points. According to this method it was determined the value of polytropic exponent γ . The software ORIGIN enables also to calculate value of indeterminacy for inclination of line – it is marked with vertical lines in the graphs.

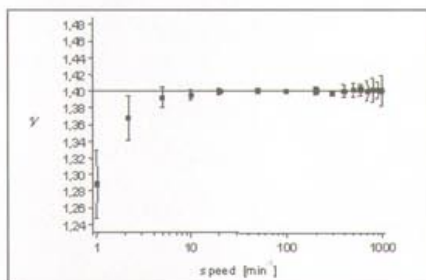


Fig. 4 Relation between γ and speed of driving part

If in the graph it is described a relation between the γ value and for example amplitude A , it means, that it was changed value of amplitude A and all other parameters had stan-

dard values (see Tab. 2). This method is applied also for relations between γ and speed, p_0 , η , a .

b) Relation between the γ and speed of driving part

From the Fig. 4 it can be seen, that the dependence of γ from the speed of actuating component is not relevant in the framework of common used values ($100-1000 \text{ min}^{-1}$). Just for illustration there are calculated values of g also for very low level of speed (from 1 min^{-1}) and here it is evident reduction of polytropic exponent to the value $1,29$. This fact is expected – because the higher are speed, the shorter is period of temperature changes and the less time is for the heat exchange between gas and cover of flexible element. Reduction of heat exchange shifts the process towards to the adiabatic process and the value of γ is shifted to $1,4$ (it is value of polytropic exponent for adiabatic process) On the other side, in the case of slow deformations it is time enough for heat exchange between air and cover – i.e. the process is close to the isothermal process and the γ decreases, just according to the graph on the Fig. 4.

c) Relation between the γ and ratio of heat losses in flexible element

Rising of heat losses ratio in the flexible element causes global rising of temperature in this element, but it does not influence the heat exchange between gaseous medium and cover. The graph is in accordance with

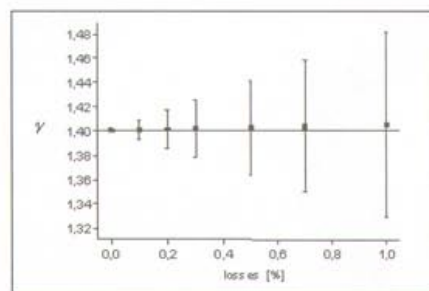


Fig. 5 Relation between γ and heat losses ratio

this fact, because the γ value is always about $1,4$. But we can see here an important gradient of indeterminacy.

Explanation of this fact is following: the process in gas becomes to be not polytropic (characterised with the equation $pV^\gamma = \text{const.}$), it is already more complicated process. In the real situation the ratio of heat losses is not so high, so that this process is not very important. Results obtained from experi-

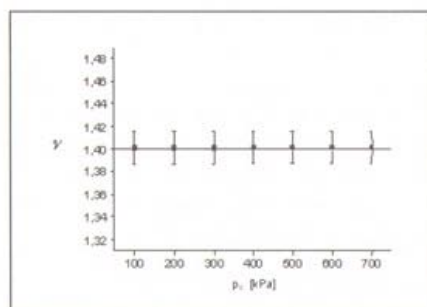


Fig. 6 Relation between g and pressure

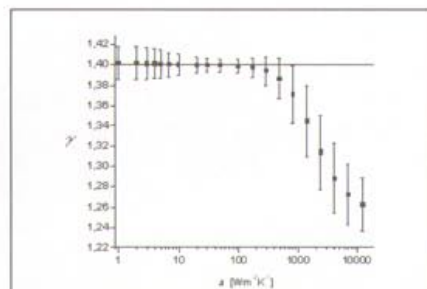


Fig. 7 Relation between γ and heat transfer coefficient

mental measurements of temperatures (Kardoš, 2006: 68) confirm, that the value of heat losses ratio is approx. $0,2\%$.

d) Relation between the γ and pressure in flexible element

From the Fig. 6 it can be seen, that on standard conditions (see tab.2) the polytropic exponent γ is independent from the pressure p_0 .

e) Relation between the γ and heat transfer coefficient between gaseous medium and cover of flexible element

With the increasing value of heat transfer coefficient α the heat exchange between gaseous medium and material of flexible element increases and the process in the gas is more similar to the isothermal process. It means also reduction of polytropic exponent value from $1,4$ (adiabatic process without heat exchange – coefficient of heat transfer is 0) to the theoretical value $1,0$ (in the case of infinitely high values of α). Again it can be seen, that important decrease of γ is for such high values of α , which are not corresponding with the reality (according to the experimental measurements – Kardoš, 2006: 67 – the value of α is from interval $2-5 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$). So, the process in the flexible element is considered to be adiabatic process.

Conclusion

All the above-mentioned graphs describe relations between the poly-

tropic exponent for the gas in the flexible element and individual parameters. It is not possible to say exactly, whether the process is adiabatic or isothermal. But according to the results the value of polytropic exponent is 1,4, practically, what presents the adiabatic process.

Literature

- [1] Homišin J.: Nové typy pružných hriadeľových spojok, vývoj – výskum – aplikácia, Vienala, Košice, 2002.
- [2] Kardoš F.: Teoreticko-experimentálna analýza vzniku tepla pneumatiko-pružných elementov hriadeľových spojok, Doktorandská dizertačná práca, Košice, 2006.

Ing. František Kardoš, PhD.
 Prof. Ing. Jaroslav Homišin, PhD.
 Ing. Robert Grega, PhD.
 Ing. Silvia Medvecká, PhD.

Department of Machine Design,
 Transport and Logistics

Section of Machine Design
 and Machine Parts,
 Technical University of Košice,
 Letná 9/B, 042 00 Košice,
 040 01 Košice
 Slovak Republic
 e-mail: frantisek.kardos@tuke.sk
 e-mail: jaroslav.homisin@tuke.sk
 e-mail: robert.grega@tuke.sk
 e-mail: silvia.medvecká@tuke.sk

This paper was written in the framework of Grant Project GP No. 1/3230/06 „Research in the area of control of actuating source, which are causing vibration of automotive gearboxes in the driving aggregate of mechanical systems”.

Streszczenie

Badanie stanu medium gazowego w pneumatycznym elemencie sprzęgła elastycznego

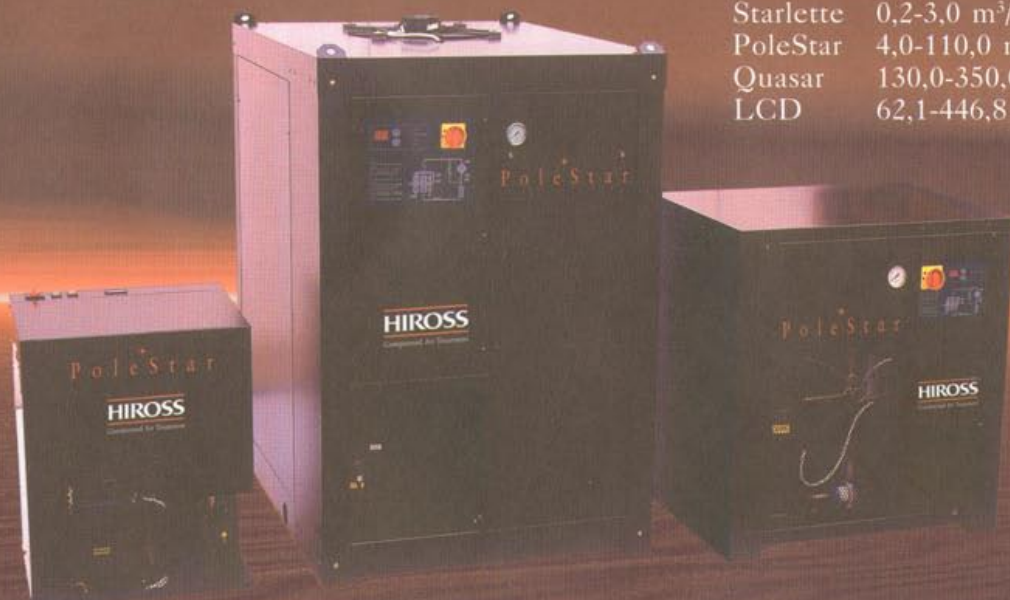
W artykule opisano badanie procesów termodynamicznych w pracującym

elemencie pneumatycznym sprzęgła elastycznego opracowanego na Uniwersytecie Technicznym w Koszycach (Słowacja). Element ten jest sprężyną gazową, której charakterystyka objętościowo-ciśnieniowa zależy od tego, czy proces sprężania i rozprężania gazu jest bardziej zbliżony do izotermicznego, czy adiabaticznego. Charakter procesu wyraża się wartością wykładnika politropy w równaniu stanu gazu, która teoretycznie może się mieścić w granicach od 1 (proces izotermiczny) do 1,4 (proces adiabaticzny). W danej sprężynie gazowej charakter procesu będzie zależał m.in. od szybkości pracy i od współczynnika przewodzenia ciepła całego układu. Przeprowadzone pomiary wskazują, że w praktyce w zakresie pracy badanego sprzęgła wykładnik politropy osiąga wartości bliskie 1,4, co oznacza, że proces jest adiabaticzny.

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

Badania modelowe zjawisk przepływowych w procesie odlewania ciśnieniowego

Jerzy Stojek, Rafał Dańko

Badania modelowe zjawisk przepływowych, jakie zachodzą podczas trwania I fazy procesu odlewania ciśnieniowego, prowadzone są najczęściej pod kątem minimalizacji niekorzystnego zjawiska okluzji powietrza. Teoria przepływu ciekłego metalu w komorze prasowania, opisana na gruncie ogólnej teorii przepływów płynów, opiera się głównie na wynikach symulacji procesu z zastosowaniem ciągle udoskonalanych modeli matematycznych [1].

Pierwszy z odnotowanych w literaturze modeli teoretycznych, w którym wykorzystano prawa hydrauliki (ciągłości przepływu Bernoulliego) dla stacjonarnego przepływu cieczy nieściśliwej i który umożliwiał określenie wysokości i prędkości, powstającej na czole strugi fali przy określonej prędkości tłoka prasującego, został opracowany na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia przez Garbera [2].

Rezultaty obliczeń według opracowanego modelu pozwoliły stwierdzić, że w cieczy idealnej wysokość fali i jej prędkość w określony sposób zależą od średnicy komory prasowania oraz jej początkowego wypełnienia ciekłym metalem (stopnia napełnienia). Ponadto Garber określił wartość „krytycznej prędkości” dla tłoka o danej średnicy, która powoduje powstanie fali wypełniającej komorę prasowania i pomaga sprowadzić do minimum niekorzystne zjawisko okluzji.

Wspomniany model, mimo istotnego postępu w zakresie stworzenia możliwości obliczania parametrów opisujących kształt powstającej na powierzchni cieczy modelowej fali, nie umożliwiał określenia wpływu zmian lepkości ciekłego metalu na przebieg zjawisk przepływowych podczas roz-

ważanej fazy procesu, a w szczególności na wielkość tworzącej się okluzji powietrza.

W celu lepszego rozeznania zjawisk przepływowych występujących podczas I fazy procesu odlewania ciśnieniowego oraz zbadania wpływu zmian lepkości ciekłego metalu na okluzję powietrza, zbudowane zostało stanowisko badawcze w Katedrze Automatyki Procesów przy współpracy z Katedrą Maszyn Odlewniczych Wydziału Odlewnictwa AGH w Krakowie. W ramach wspólnego grantu badawczego dokonano niezbędnej modernizacji stanowiska oraz wyposażenia go w model fizyczny komory prasowania poziomej zimnokomorowej maszyny ciśnieniowej.

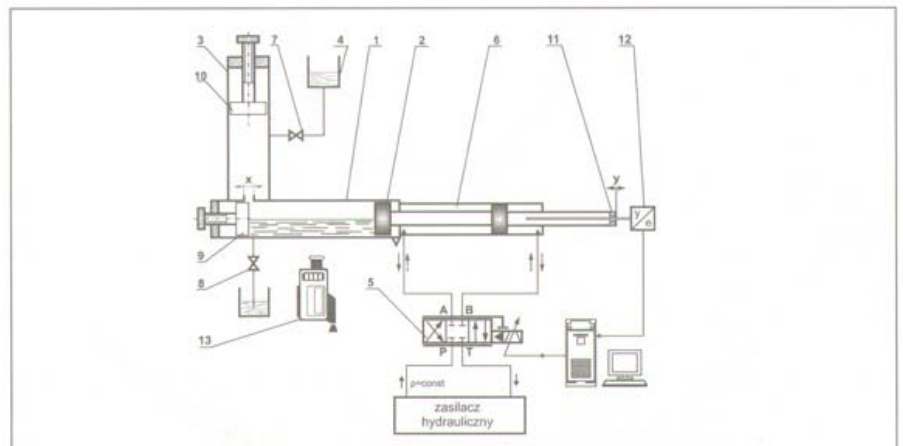
Opis stanowiska laboratoryjnego

Zbudowane stanowisko do badań modelowych I fazy procesu odlewania ciśnieniowego przedstawiono schematycznie na rys. 1. Podstawowym elementem stanowiska jest model zespołu prasowania, obejmujący poziomo usytuowany model komory prasowania 1 (wykonany w skali 1:1) wraz z tłokiem prasującym 2 oraz pionową rurą 3, pełniącą w pierwszej fazie badań (przed wykonaniem modelu

fizycznego wnętrza formy ciśnieniowej) funkcję formy odlewniczej.

W celu umożliwienia wizualizacji zjawisk przepływowych elementy 1, 3 oraz 4 wykonane zostały z bezbarwnej wytłaczanej rury. Podczas eksperymentów siłownik 6 napędzał tłok prasujący 2, który powodował przetłaczanie cieczy modelowej z komory 1 do komory 3. Jako cieczy modelujące ciekłe stopy aluminium wykorzystano barwione mieszaniny wody destylowanej i gliceryny. Zwrócono szczególną uwagę na zachowanie przybliżonej wartości lepkości kinematycznych stosowanych cieczy modelowych z lepkością rzeczywistych stopów odlewniczych w stanie ciekłym.

Sterowanie pracą siłownika 6, a więc i ruchem tłoka prasującego 2 było realizowane za pomocą elektrohydraulicznego serwowzaworu przepływowego 5, nie stosowanego dotychczas w zespołach prasowania maszyn odlewniczych. Element ten umożliwia dynamiczne sterowanie przebiegiem prędkości tłoka prasującego. Dzięki temu modelowanie I fazy procesu odlewania ciśnieniowego może być przeprowadzane w szerokim zakresie zmian parametrów pracy, szerszym niż w rzeczywistych maszynach odlewniczych. Serwowzawór 5 umożliwia zaprogramowanie praktycznie



Rys. 1 Schemat stanowiska laboratoryjnego: 1 – model komory prasowania, 2 – tłok prasujący, 3 – komora pionowa, 4 – zbiornik, 5 – serwowzawór, 6 – siłownik, 7, 8 – zawór odcinający, 9, 10 – tłok ograniczający, 11 – magnes, 12 – przetwornik położenia, 13 – kamera

dowolnego przebiegu prędkości tłoka prasującego w funkcji jego drogi, co rozszerza możliwości badawcze stanowiska. Do sterowania przebiegiem eksperymentu wykorzystano komputer PC wyposażony w kartę pomiarową, a do rejestracji przepływu standardową kamerą wideo 13.

Omówienie wyników badań

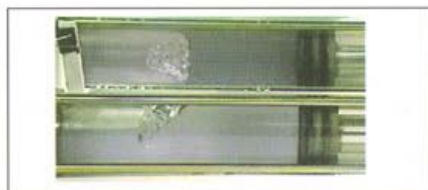
Zgodnie z zasadami teorii planowania doświadczeń przeprowadzono eksperyment badawczy dla czterech stopni napełnienia komory prasowania cieczami modelowymi ($\phi = 50\%, 60\%, 70\%, 80\%$). Jako cel badań przyjęto określenie zależności funkcyjnej pomiędzy wielkościami wejściowymi: zmianą wartości prędkości tłoka prasującego v i zmianą lepkości kinematycznej ν cieczy modelowej, a wielkością wyjściową w postaci okluzji powietrza na czole formującej się fali cieczy. Wartość okluzji OF wyrażono w postaci pola powierzchni przekroju cieczy objętego tą okluzją. Badania prowadzono przy skokowej zmianie sygnału sterującego prędkością tłoka prasującego. Następnie dokonano wyboru typu funkcji aproksymującej mierzone wielkości. Ze względu na gwarancję dobrej aproksymacji wyników pomiarów przyjęto, że będzie to wielomian drugiego stopnia:

$$OF = c_0 + c_1 \cdot v + c_2 \cdot \nu + c_{11} \cdot v^2 + c_{22} \cdot \nu^2 + c_{12} \cdot v \cdot \nu \quad (1)$$

dla którego należy określić współczynniki $c_0, c_1, c_2, \dots, c_{12}$.

Oświetlając model komory prasowania I za pomocą czterech punktowych źródeł światła, filmowano zachodzące procesy formowania się fali na powierzchni cieczy kamerą wideo 13. Zamontowane nad komorą wizualizacyjną lustro umożliwiło równoczesną rejestrację obrazu tworzącej się fali w widoku z góry oraz z boku. Przykładowe ujęcia formującej się fali z wyraźną strefą cieczy objętej okluzją powietrza przedstawiono na rys. 2. Za wartość okluzji powietrza przyjęto wartość pola powierzchni profilu strumienia cieczy, jaki został objęty zaburzeniem na czole fali. Tak otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej.

Wyniki badań opracowano w postaci charakterystyk okluzji powietrza OF w funkcji prędkości tłoka prasującego v oraz lepkości kinematycznej ν cieczy modelowej dla czterech stop-



Rys. 2 Widok z góry i z profilu (część dolna) obszaru cieczy objętego spiętrzeniem cieczy modelowej w wyniku ruchu tłoka prasującego (prędkość przemieszczania tłoka $v >$ od wyliczonej prędkości krytycznej)

ni napełnienia komory prasowania. Następnie dokonano wyznaczenia funkcji obiektów dla przyjętych napełnień komory [4].

Umożliwiło to zmodyfikowanie wzoru opracowanego przez Garbera [2] i rozszerzenie go o współczynnik korygujący, uwzględniający lepkość kinematyczną odlewianego stopu. Zaprezentowane badania wykazały, że wzór Garbera wymaga stosowania współczynnika korygującego w przypadku początkowego napełnienia komory prasowania $\phi < 70\%$. Powyżej tego napełnienia otrzymane wyniki badań wskazują na brak bezpośredniego wpływu lepkości ν cieczy modelowej na wartość powstałej okluzji OF .

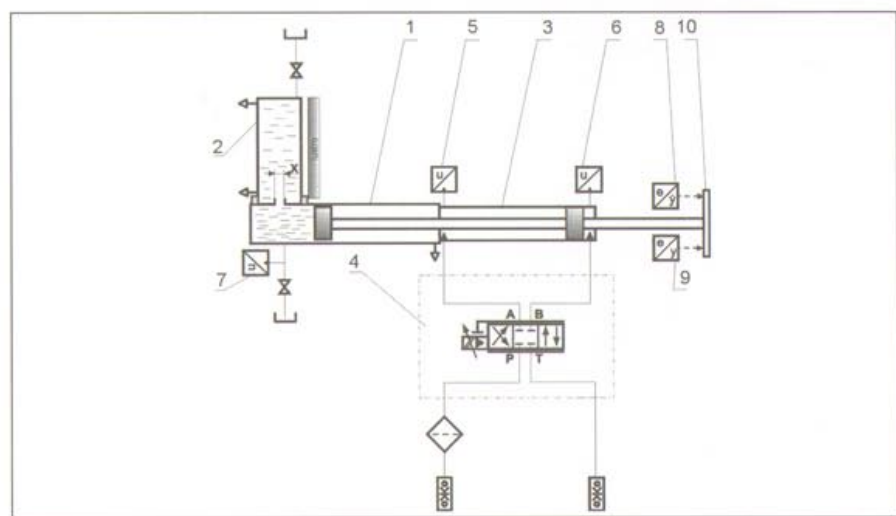
Zjawiska przepływowe towarzyszące II fazie procesu odlewania ciśnieniowego

Druga faza procesu odlewania ciśnieniowego związana jest z etapem za-

pełniania wnęki formy ciekłym metalem. Jej nieprawidłowy przebieg prowadzi do dużej dyspersji strugi metalu zapalnającego formę, co ma decydujący wpływ na zawartość struktury otrzymanego odlewu (jego gęstość) oraz stopień utlenienia stopów wykazujących duże powinowactwo z tlenem. Na wartość dyspersji strugi metalu wydatnie wpływa wiele parametrów, z których najważniejsze to [1]:

- prędkość ewakuacji powietrza z wnęki formy,
- prędkość wypełniania wnęki ciekłym metalem,
- czas narastania ciśnienia doprasowania,
- geometria układu wlewowego i odpowietrzającego formy.

Teoretyczne ujęcie procesu zapalnania formy ciekłym metalem jest nadal przedmiotem badań, a opracowywane modele teoretyczne znalazły bardzo silne i efektywne wsparcie w postaci profesjonalnych komputerowych programów symulacyjnych. Podstawowym problemem technologicznym odlewania ciśnieniowego są trudności z całkowitym usunięciem fazy gazowej z objętości wnęki formy, w warunkach całkowitego braku przepuszczalności formy metalowej i bardzo krótkiego czasu wypełniania jej metalem, wynoszącego ułamek sekundy. W tych warunkach na zjawisko okluzji fazy gazowej w komorze prasowania może się nakładać obecność podpowierzchniowej porowatości gazowej pochodzenia meta-



Rys. 3 Schemat stanowiska laboratoryjnego przystosowanego do badań modelowych II fazy procesu odlewania ciśnieniowego z uwzględnieniem jego ważniejszych elementów: 1 – komora wizualizacyjna pozioma (model komory prasowania), 2 – komora wizualizacyjna pionowa (model formy ciśnieniowej), 3 – siłownik hydrauliczny, 4 – serwowoźwór, 5, 6, 7 – przetwornik i ciśnienia, 8 – przetwornik prędkości liniowej, 9 – przetwornik przemieszczenia liniowego, 10 – tarcza pomiarowa

lurgicznego, związanej z wydzieleniem się gazów rozpuszczonych w krzepnącym stopie. Następstwem porowatości odlewów ciśnieniowych jest ich mniejsza szczelność, defekty powierzchni po obróbce cieplnej, brak możliwości ich spawania, nanoszenia powłok lakierniczych techniką piecową i ograniczenie temperatury pracy.

Stanowisko laboratoryjne do badań procesu zapelniania formy odlewniczej maszyny ciśnieniowej

Stanowisko opisane wcześniej zostało zaprojektowane i dodatkowo wyposażone w następujące zespoły:

- model fizyczny formy ciśnieniowej,
- model fizyczny komory prasowania,
- elektrohydrauliczny zespół sterujący,
- zasilacz hydrauliczny.

Model fizyczny zespołu prasowania obejmuje następujące elementy (rys.3):

- model komory prasowania (komora wizualizacyjna pozioma) – poz. 1,
- model formy odlewniczej (komora wizualizacyjna pionowa) – poz. 2,
- siłownik hydrauliczny stanowiący napęd tłoka prasującego – poz. 3, elementy mocujące i osprzęt pomiarowy.

Przy końcu komory prasowania, na jej górnej powierzchni, wykonana jest szczelina (modelująca układ wlewowy) o szerokości „x”, przez którą ciecz wtłaczana jest do komory pionowej, stanowiącej model formy ciśnieniowej (2). Kształt oraz szerokość szczeliny „x” może być zmieniona za pomocą zestawu wymiennych wkładek. Umożliwia to realizację badań wpływu kształtu szczeliny układu wlewowego na stopień dyspersji strugi ciekłego metalu wprowadzanej do formy, w zależności od przyjętych modelowych parametrów procesu.

Nad szczeliną komory prasowania zamocowany został wymienny element umożliwiający montaż transparentnych modeli form odlewniczych o kształtach odpowiadających najczęściej spotykanym, typowym układom połączenia odlew – kanał doprowadzający cieczy modelowej. Dodatkowo dla ułatwienia obserwacji zjawisk zachodzących w modelu formy przewidziano sposób równoległej rejestracji przebiegu przemieszczania cieczy modelowej z profilu bocznego oraz od góry. Do pomiaru ciśnienia w komorach siłownika (3) w komorze prasowania zastosowano piezoelektryczne przetworniki ciśnie-

nia (5), (6), (7). Dzięki zastosowaniu odpowiednich przetworników pomiarowych zamontowanych na stanowisku możliwy jest pomiar ciśnień i w komorze prasowania, do pomiaru przemieszczenia przesuwającego się tłoka prasującego siłownika (3) wykorzystano magnetostrykcyjny liniowy przetwornik drogi o konstrukcji prętowej. Pomiar prędkości tłoka odbywa się dzięki zastosowaniu przetwornika prędkości (8) o konstrukcji liniału. Zjawiska zachodzące w modelu formy podczas procesu zapelniania rejestrowane będą przy odpowiednim oświetleniu za pomocą szybkiej kamery wideo z obróbką komputerową obrazu.

Funkcję sterownika mikroprocesorowego oraz narzędzia pomiarowego w przedstawionym układzie spełnia komputer i standardowa dwunastobitowa karta pomiarowa. Sygnał sterujący po wzmocnieniu w układzie wzmacniacza mocy trafia na cewki serwozaworu, który steruje pracą siłownika hydraulicznego. Sygnały pomiarowe z przetworników trafiają na wejścia analogowe karty, po czym następuje archiwizacja i dalsza ich obróbka w komputerze. Programowanie karty odbywa się za pomocą przygotowanego w środowisku Matlab-Simulink [2] schematu układu pomiarowo-sterującego i załadowaniu go do karty przy wykorzystaniu kompilatora RTW (Real-Time Workshop).

Koncepcja dalszych doświadczalnych badań procesu

Badaniami doświadczalnymi zostaną objęte zmienne wartości stopnia zapelnienia komory wizualizacyjnej poziomej cieczami modelowymi o zróżnicowanych lepkościach kinematycznych ν . Analiza wizualna oraz metrologiczna posłuży do oceny stopnia dyspersji strugi Sr w zależności od zmiany lepkości ν cieczy modelowej, kształtu szczeliny układu wlewowego oraz stopnia jej rozwarcia x . Zakłada się także przeprowadzenie badań dla kilku typowych kształtów modeli form. Dodatkowo planuje się wyznaczenie funkcji wiążącej wielkość stopnia dyspersji Sr strugi w zależności od zmian współczynnika lepkości ν ciekłego stopu i zmian stopnia rozwarcia x szczeliny układu wlewowego.

Efektom badań modelowych, wspomaganym symulacyjnymi obliczeniami komputerowymi, będzie identyfikacja szeregu parametrów fizycznych

oraz warunków decydujących o zachowaniu się strugi, jak i próba opisu matematycznego procesu zapelniania formy.

Literatura

- [1] Dańko J.: Maszyny i urządzenia do odlewania pod ciśnieniem: podstawy teorii, konstrukcja, pomiary i eksploatacja. Wydawnictwa AGH, Kraków 2000.
- [2] Garber L.W.: Theoretical Analysis and Experimental Observation of Air Entrapment During Cold Chamber Filling. Die Casting Engineer, s. 14 – 22 (May – Jun 1982).
- [3] Jędrzykiewicz Z., Pluta J., Stojek J.: Stanowisko laboratoryjne do badania zjawisk przepływowych w komorze prasowania odlewniczej maszyny ciśnieniowej. Hydraulika i Pneumatyka. Nr 1/1999.
- [4] Jędrzykiewicz Z., Stojek J., Dańko R.: Badania modelowe zjawisk przepływowych w komorze prasowania zimnokomorowej maszyny ciśnieniowej. Przegląd Odlewnictwa. 2004, t. 54, nr 3, s. 222–229.

*Jerzy Stojek
AGH, Wydział Inżynierii
Mechanicznej i Robotyki,
Katedra Automatyzacji Procesów
e-mail: stojek@imir.agh.edu.pl*

*Rafał Dańko
AGH, Wydział Odlewnictwa, Katedra
Maszyn i Urządzeń Odlewniczych
e-mail: rd@agh.edu.pl*

Summary

Modeling of flow phenomena in die casting processes

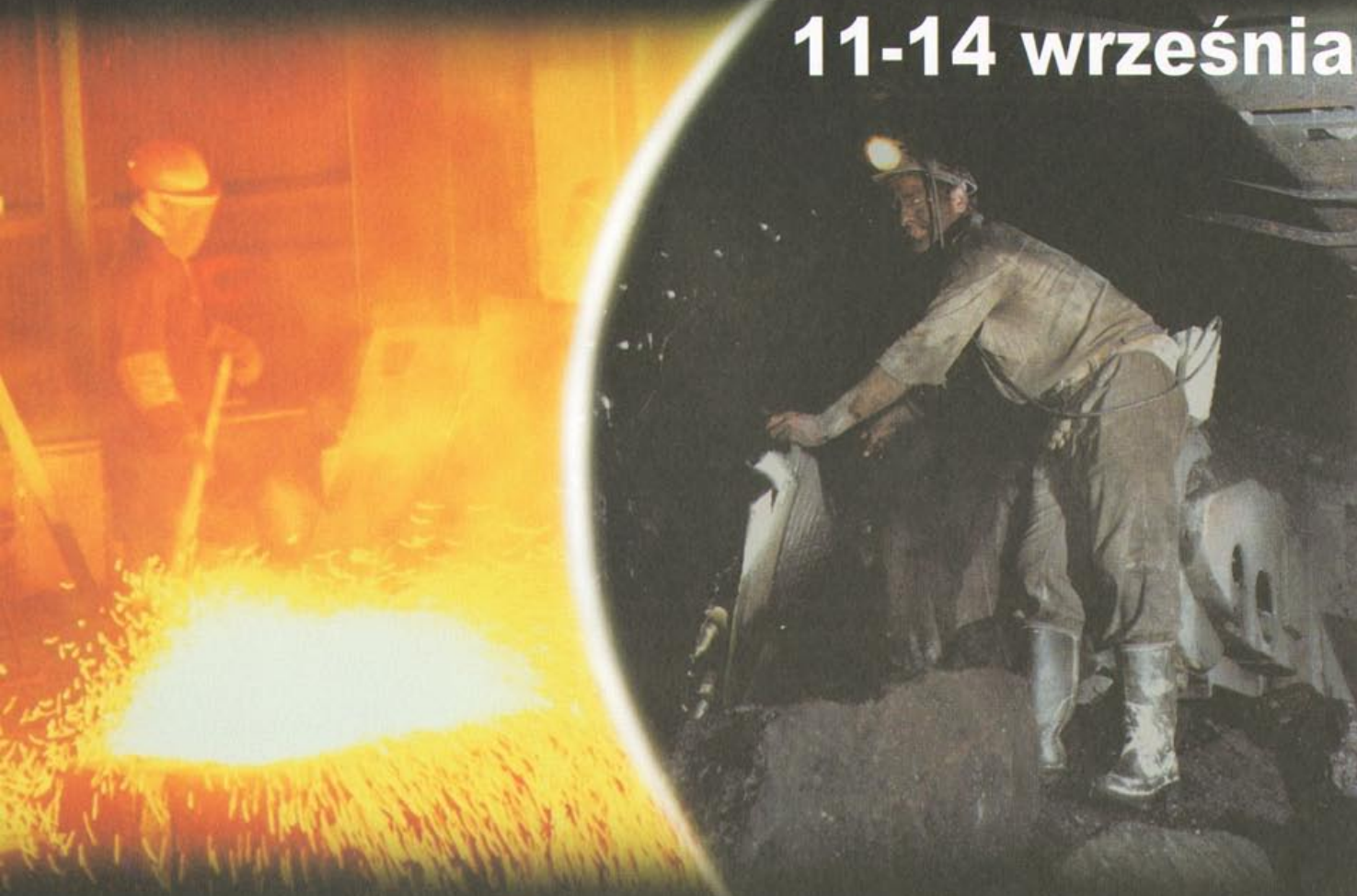
In the paper the construction and operation of the laboratory stands purposed to modeling of phenomena occurring during I phase of die casting processes have been described. The stands, as well, will serve for investigation of phenomena occurring during filling the die cavity with liquids modeling the liquid cast alloy. The selected results of the modeling of I phase of die casting process and the attempt to methodology of future investigations concerning the die filling process have been discussed.



KATOWICE 2007

MIĘDZYNARODOWE TARGI GÓRNICICTWA
ENERGETYKI I METALURGII

11-14 września



Zapraszamy

na XII edycję Targów KATOWICE 2007

Najważniejszą branżową ekspozycją w Polsce

Targi dobrych interesów

ORGANIZATOR



Międzynarodowe Targi Katowickie Sp. z o.o.

tel. +48 (32) 78 99 105; 78 99 140

fax +48 (32) 254 02 27

e-mail: katowice@mtk.katowice.pl

www.katowice.mtk.katowice.pl

Międzynarodowe Targi Katowickie Sp. z o.o. z siedzibą w Katowicach to jedna z czołowych firm branży wystawienniczej w Polsce. Firma organizuje imprezy wystawiennicze o wymiarze regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Od blisko 15 lat kalendarz targów MTK obejmuje od kilku do ponad 30 imprez targowych w roku. Obecnie firma skupia się na organizacji 15 stałych tematów rocznie. Targi katowickie dysponują łącznie 25.100 m² powierzchni wystawienniczej. Zaplecze techniczne pozwala realizować MTK specjalistyczne targi branżowe, jak i duże imprezy masowe.

PATRONAT MEDIALNY

**SŁUŻBY
UTRZYMANIA
RUCHU**

produkcja

energia

mechanik

**napedy
i sterowanie**

**COAL
INTERNATIONAL**

**UTRZYMANIE
RUCHU**

RYNKI ZAGRANICZNE

energoelektronika.com.pl

**Nowoczesne
Budownictwo**

**transport
przemysłowy**

**MM
Magazyn
Przemysłowy**

MECAN Industry

Pneumatyka

eurofirm

Wykorzystanie pakietu CFD FLUENT do analizy przepływu medium w elementach hydrauliki górniczej

Krzysztof Władzielczyk,
Piotr Stępień

W związku z rosnącym zapotrzebowaniem krajowych kopalń węgla kamiennego na elementy hydrauliki górniczej oraz zwiększającym się eksportem tych elementów, krajowi producenci hydrauliki górniczej rozpoczęli szereg prac badawczo-konstrukcyjnych nad modernizacją dotychczas produkowanych wyrobów, jak również dotyczących konstrukcji elementów nowych typoszeręgów.

Proces projektowania każdego elementu hydraulicznego wymaga dokładnej znajomości procesu przepływu medium roboczego w jego wnętrzu. Analizę przepływu medium można wykonać trzema metodami:

- metodą analityczną, wykorzystującą np. równania ciągłości strugi medium przepływającego przez poszczególne podzespoły elementu [4],
- metodą doświadczalną, polegającą na zastosowaniu przetworników ciśnienia i natężenia przepływu medium wmontowanych w odpowiednie miejsca korpusu badanego elementu,
- metodą symulacji przepływu medium w badanym elemencie za pomocą odpowiednich programów komputerowych.

Metoda analityczna pozwala w sposób przybliżony określić wartości charakteryzujące przepływ medium w badanym elemencie. Z uwagi na niedokładności w przyjmowaniu współczynników miejscowych strat ciśnienia jest ona obciążona błędem sięgającym nawet 40% [4]. Z kolei metoda doświadczalna jest metodą niezwykle kosztowną i z racji stosunkowo małych wymiarów elementów trudną do zastosowania w ich badaniach.

W związku z tym jedyną metodą pozwalającą na analizę przepływu medium w konstrukcjach elementów hydrauliki górniczej okazuje się wy-

korzystanie odpowiednich programów komputerowych. Zastosowany do tego typu badań program musi charakteryzować się m.in. dużą dokładnością uzyskiwanych wyników (błąd obliczeń nie powinien przekraczać 10%), stosunkowo prostym sposobem przygotowania modelu obliczeniowego badanego elementu oraz różnorodnym sposobem wizualizacji uzyskanych wyników obliczeń, umożliwiającym ich interpretację w odniesieniu do zespołów badanego elementu.

W chwili obecnej istnieje tylko jeden pakiet programów spełniający ww. wymagania – CFD FLUENT [2].

Charakterystyka pakietu CFD FLUENT

Metoda CFD (Computational Fluid Dynamics) stanowi w swojej istocie numeryczny algorytm, za pomocą którego możliwe jest rozwiązywanie zagadnień dotyczących przepływu medium roboczego. Pozwala on uzyskiwać pełną informację o przepływie medium oraz ruchu ciepła i masy w odniesieniu do każdego płynu rzeczywistego. Programy CFD wykorzystują w obliczeniach zarówno metodę elementów skończonych, jak i metodę objętości skończonych.

Pakiet CFD FLUENT, podobnie jak inne pakiety zawierające kod CFD, zawiera trzy główne elementy [2]. Są to:

- preprocessor – program przygotowujący model (generator siatki),
- solver – program liczący,
- postprocessor – program dokonujący wizualizacji wyników.

Modelowanie przepływu medium w pakiecie CFD FLUENT (rys. 1) składa się z następujących etapów:

- stworzenie geometrii i dyskretyzacja numeryczna modelu w programie Gambit,
- przeprowadzenie obliczeń w programie Fluent,
- wizualizacja oraz weryfikacja wyników również w programie Fluent.

Z uwagi na szczupłość miejsca zrezygnowano ze szczegółowego opisu budowy i obsługi pakietu. Informacje te można znaleźć w [2], [6], [7]. W dużym uproszczeniu można stwierdzić, że badanie przepływu medium przez analizowany element hydrauliczny składało się z kilku etapów:

- stworzenia geometrii modelu, poprzez import pliku z przygotowanym wcześniej modelem geometrycznym medium,
- dyskretyzacji numerycznej modelu,
- przypisania warunków brzegowych,
- eksportu do programu Fluent,
- wyboru odpowiedniego typu solvera,
- wyboru modelu przepływu medium,
- określenia parametrów wejściowych: wartości ciśnienia zasilania,
- przeprowadzenia obliczeń,
- wizualizacji wyników obliczeń.

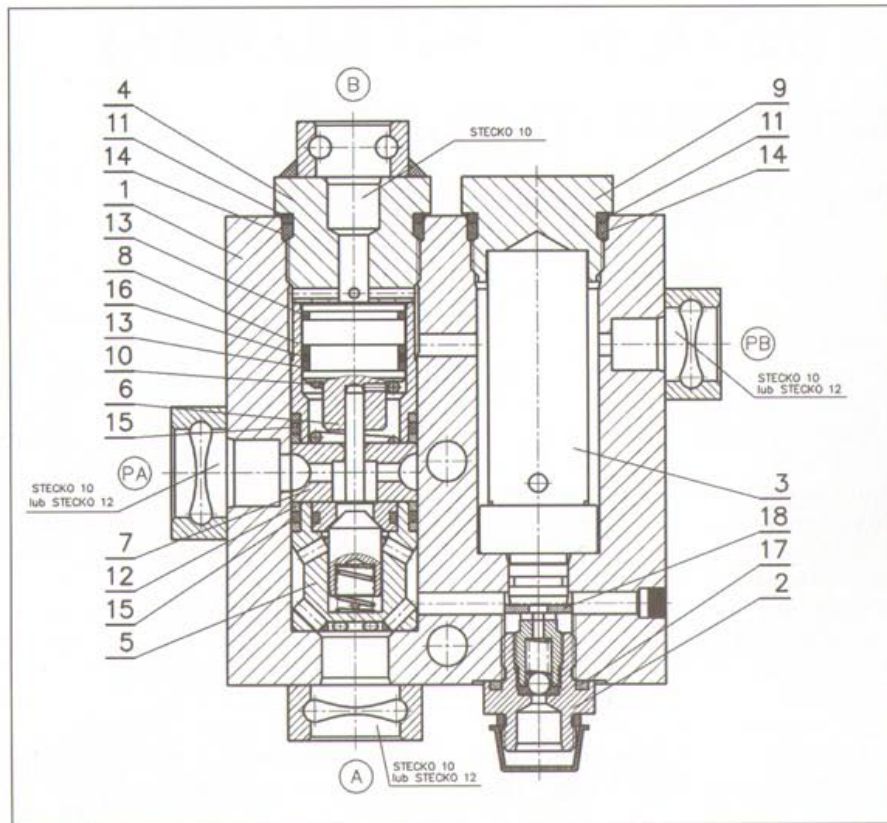
Przykładowe wyniki obliczeń przepływu medium roboczego

Autorzy przeprowadzili badania przepływu medium roboczego za pomocą pakietu CFD FLUENT dla wszystkich rodzajów elementów występujących w układach hydraulicznych górniczych obudów zmechanizowanych [8].

Jednym z nich był blok zaworowy pojedynczy BZF1/A2 [3]. Jest to jeden z najczęściej spotykanych ele-



Rys. 1 Schemat pakietu CFD FLUENT

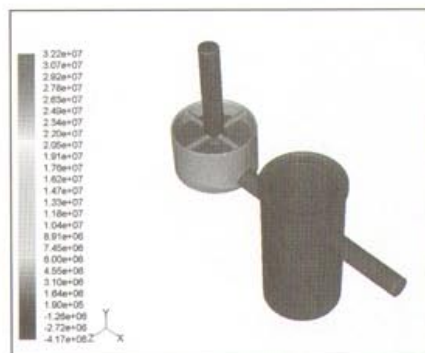


Rys. 2 Konstrukcja bloku zaworowego pojedynczego: 1 – korpus bloku zaworowego, 2 – wkładka manometru, 3 – zawór przelewowy, 4 – pokrywa tłoka, 5 – zawór zwrotny, 6 – popychacz, 7 – przegroda, 8 – tuleja, 9 – korek, 10 – sprężyna naciskowa, 11 – pierścień oporowy I, 12 – pierścień oporowy II, 13 – pierścień oporowy III, 14 – pierścień uszczelniający I, 15 – pierścień uszczelniający II, 16 – pierścień uszczelniający III, 17 – pierścień uszczelniający IV, 18 – płytkę oporową

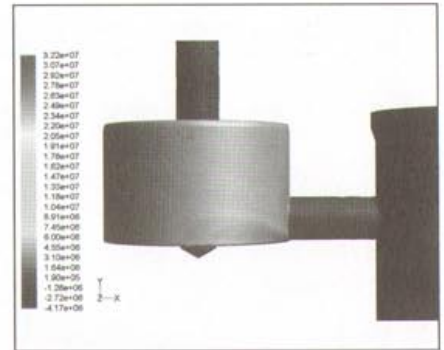
mentów podpornościowych, których zadaniem jest utrzymywanie stałej wartości ciśnienia roboczego w komorze podtłokowej stojaka obudowy [8]. Konstrukcja bloku została pokazana na rys. 2.

Zasada działania bloku (rys. 2) jest następująca: medium robocze, doprowadzone pod ciśnieniem roboczym przez podłącze (PA), przepływa przez zawór zwrotny (5), który jest sterowany (otwierany) hydraulicznie, do komory podtłokowej siłownika – podłącze (A). Dopływ medium roboczego do tej komory powoduje wysuwanie się tłoka siłownika (tzw. operacja rozpierania obudowy) aż do zadanego wysuwu. Gdy w trakcie pracy (rozparcia) siłownika w komorze podtłokowej nastąpi wzrost ciśnienia przekraczający zadaną wartość nastawy zaworu przelewowego, medium poprzez podłącze (A) i otwory w siedlisku stożka zaworu zwrotnego (5) dopływa do zaworu przelewowego (3) i jest przez niego upuszczane na zewnątrz, aż do osiągnięcia wartości nastawy zaworu.

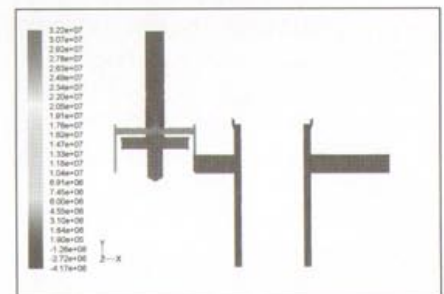
W przypadku konieczności wsunięcia tłoka siłownika (tzw. operacja rabowania obudowy) kierunek przepływu medium roboczego zmienia się za pomocą rozdzielacza. W tym przypadku medium robocze doprowadzane jest do podłącza (PB) połączonego kanałami z podłączeniem (B), a więc z komorą nadtłokową siłownika. Jednocześnie następuje otwarcie zaworu



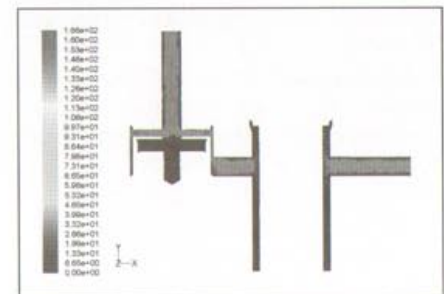
Rys. 3 Rozkład wartości ciśnienia medium w bloku zaworowym pojedynczym BZF1/A2, w widoku izometrycznym ($p_2 = 32 \text{ MPa}$, rabowanie)



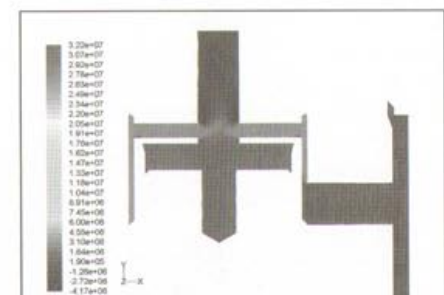
Rys. 4 Rozkład wartości ciśnienia medium w bloku zaworowym pojedynczym BZF1/A2, w zespole tuleja – popychacz ($p_2 = 32 \text{ MPa}$, rabowanie)



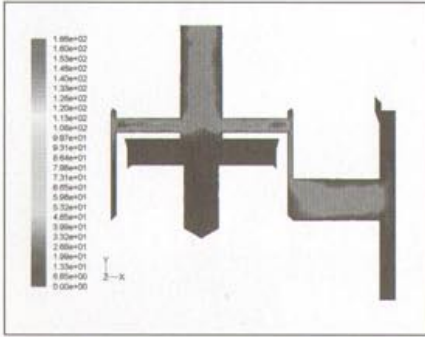
Rys. 5 Pełny rozkład wartości ciśnienia medium w bloku zaworowym pojedynczym BZF1/A2, w płaszczyźnie symetrii korpusu bloku ($p_2 = 32 \text{ MPa}$, rabowanie)



Rys. 6 Pełny rozkład prędkości medium w bloku zaworowym pojedynczym BZF1/A2, w płaszczyźnie symetrii korpusu bloku ($p_2 = 32 \text{ MPa}$, rabowanie)



Rys. 7 Rozkład wartości ciśnienia medium w bloku zaworowym pojedynczym BZF1/A2, w płaszczyźnie symetrii korpusu bloku, w zespole tuleja – popychacz ($p_2 = 32 \text{ MPa}$, rabowanie)



Rys. 8 Rozkład prędkości medium w bloku zaworowym pojedynczym BZF1/A2, w płaszczyźnie symetrii korpusu bloku, w zespole tuleja – poppychacz ($p_2 = 32 \text{ MPa}$, rabowanie)

mory podtłokowej, poprzez podłącze (A), zawór zwrotny (5), przegrodę (7), sphywa przez podłącze (PA) do magistrali sphywowej.

Na rys. 3–8 zaprezentowano w postaci graficznej przykładowe wyniki obliczeń przepływu medium w bloku BZF1/A2.

Podsumowanie

Autorzy przeprowadzili za pomocą pakietu CFD FLUENT badania numeryczne przepływu medium w elementach hydrauliki górniczej: blokach zaworowych pojedynczych i podwójnych, różnych typach sterowania pilotowego, zaworach redukcyjnych, progowych itd. [8].

Podsumowując uzyskane wyniki obliczeń i możliwość ich zastosowania do analizy konstrukcji badanych elementów, należy stwierdzić, że pakiet CFD FLUENT okazał się być doskonałym narzędziem dla konstruktora elementów hydrauliki górniczej. Wykorzystanie pakietu na etapie konstruowania pozwoli na weryfikację przyjętych założeń i wymiarów już w chwili projektowania. Pozwoli to również na uniknięcie wykonania kosztownych prototypów oraz ich badań laboratoryjnych, a także znacznie skróci okres wprowadzania nowego elementu do produkcji seryjnej.

Niezwykle istotnym zagadnieniem dla użytkownika pakietu CFD FLUENT jest problem wiarygodności uzyskanych wyników obliczeń w odniesieniu do rzeczywistych parametrów przepływu medium. Autorzy dysponowali wynikami badań szeregu elementów wykonanych przez CMG KOMAG i GIG (np. [1], [5]), mieli więc możliwość porównania wyników badań numerycznych z wynikami

badan laboratoryjnych. Porównanie np. wartości ciśnienia medium na wyjściu (A) prezentowanego powyżej bloku zaworowego wskazuje, że różnice między wynikami wahają się w granicach 3,7–5,9%. Uwzględniając błąd przyrządów pomiarowych, różnica ta w rzeczywistości może być jeszcze mniejsza.

Oceniając obsługę pakietu CFD FLUENT z punktu widzenia jego użytkownika, można stwierdzić, że zarówno przygotowanie modelu obliczeniowego, wprowadzenie danych, jak i wykonywanie obliczeń nie nastręcza poważniejszych trudności. Trzeba jednak podkreślić, że pakiet jest wyposażony w niezwykle szeroki zakres różnorodnych narzędzi. W związku z tym pełna znajomość możliwości poszczególnych aplikacji pakietu i umiejętność ich doboru do konkretnych przypadków obliczeń jest podstawą uzyskania wiarygodnych wyników badań. Wymaga to od użytkownika pakietu CFD FLUENT sporego przygotowania pod względem informatycznym.

Na szczególną uwagę zasługują możliwości wizualizacji wyników obliczeń w rzutach izometrycznych lub w dowolnej płaszczyźnie przekroju oraz ich powiększanie. Ułatwia to analizę wyników obliczeń i wyciąganie wniosków dotyczących rozwiązań poszczególnych węzłów konstrukcyjnych badanego elementu.

Literatura

- [1] Badania bloków zaworowych pojedynczych typu BZF1. CMG KOMAG, Gliwice 1989 [niepublikowane].
- [2] Dokumentacja pakietu FLUENT. ACK CYFRONET, Kraków.
- [3] Dokumentacja techniczno-ruchowa bloku zaworowego pojedynczego BZF1/A2. GEORYT, Kraków 1996 [niepublikowane].
- [4] Kosma Z.: Podstawy mechaniki płynów. WPR, Radom 1998.
- [5] Sprawozdanie z wyników badań bloków zaworowych produkcji „GEORYT-Centrum Produkcyjne”. GIG, Katowice 2004 [niepublikowane].
- [6] http://www.cyfronet.krakow.pl/uslugi_obliczeniowe/?a=fluent – możliwości pakietu FLUENT, zastosowanie.
- [7] <http://www.itc.polsl.pl/numerki/dydaktyka/fluent/Fluent.pdf> – przykład modelowania.
- [8] Smurzyński J.: Obudowy zmechanizowane. ŚWT, Katowice 1993.

Krzysztof Władzielczyk
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica

Piotr Stępień
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica

Autorzy składają serdeczne podziękowania ACK CYFRONET AGH w Krakowie za możliwość wykorzystania pakietu CFD FLUENT.

Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania pakietu CFD FLUENT do analizy przepływu medium w elementach hydraulicznych stosowanych w górnictwie. Najpierw opisano w skrócie możliwości obliczeniowe pakietu CFD FLUENT. Następnie przedstawiono modelowe wyniki analizy przepływu medium dla pojedynczego bloku zaworowego będące podstawą do analizy konstrukcji poszczególnych elementów hydraulicznych.

Summary

Application of CFD FLUENT software for fluid flow analyse in hydraulic elements of mining installations

In this paper the possibility of using the CFD FLUENT package for analysing the fluid flow in hydraulic elements of powered roof supports has been studied. First, the CFD FLUENT package with its computational potential has been briefly described. Then, model results of the fluid flow analysis for a single valve block have been presented and on their basis the analysis of its structure has been carried out.

KATOWICE 2007
11-14 WRZEŚNIA



GÓRNICTWO

ENERGETYKA

HUTNICTWO

MIĘDZYNARODOWE TARGI GÓRNICTWA, PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO I HUTNICZEGO

tel.: (+48 32) 323 42 10
(+48 32) 323 42 14
(+48 32) 353 70 23
(+48 32) 353 70 24
fax: (+48 32) 323 42 22
(+48 32) 353 55 60

www.ptg.info.pl

www.ptg.info.pl

www.ptg.info.pl

www.ptg.info.pl

www.ptg.info.pl

www.ptg.info.pl

www.ptg.info.pl

Szanowni Państwo

Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego w Katowicach to jedna z największych w Europie ekspozycji producentów i eksporterów maszyn, urządzeń i technologii tzw. ciężkich branż.

Polska Technika Górnicza SA jest kompetentnym, w pełni wiarygodnym organizatorem i kontynuatorem tej prestiżowej, posiadającej kilkudziesięcioletnią tradycję imprezy targowej.

Unikalna lokalizacja terenów targowych wokół katowickiego „Spodka” - architektonicznego symbolu stolicy przemysłowego serca Polski, stanowi dodatkową atrakcję dla wystawców i gości Targów.

Ponadto Targom będą towarzyszyć sympozja tematyczne, a miasto Katowice przygotowuje szereg imprez kulturalnych i artystycznych.

Serdecznie zapraszamy

**PTG SA - Organizator MTGPEiH
Piotr Uszok - Prezydent Katowic**

Nowy typoszereg bloków zaworowych do układów podpornościowych obudów zmechanizowanych

Arkadiusz Cymerys,
Krzysztof Władzielczyk

W hydraulicznych układach sterowania obudów zmechanizowanych wyróżniamy m.in. tzw. elementy podpornościowe, do których zaliczamy bloki zaworowe pojedyncze lub podwójne [1]. Zadaniem bloków zaworowych jest ograniczenie ciśnienia medium w stojakach hydraulicznych obudów zmechanizowanych do założonej wartości maksymalnej.

Do osiągnięcia ciśnienia roboczego w stojakach bloki muszą utrzymywać ich stałą ciśnienia w całym zakresie rozparcia obudowy. Taki wymóg musi być spełniony zarówno przy stałej wartości wysuwu tłoka stojaka, jak również przy jego ewentualnym skróceniu (wsunięciu tłoka pod wpływem działania górotworu). Oznacza to, że blok zaworowy musi umożliwiać ujście medium roboczego ściśniętego w cylindrze stojaka do magistrali sphywowej układu hydraulicznego lub bezpośrednio do otoczenia. Należy przy tym pamiętać, że wartości ciśnienia otwarcia bloków oraz ich zamknięcia powinny być maksymalnie zbliżone do nominalnego ciśnienia roboczego.

Podsumowując przedstawione powyżej zadania bloków zaworowych, można stwierdzić, że są one głównymi elementami w układach hydraulicznych obudów zmechanizowanych, odpowiedzialnymi za pewność i bezpieczeństwo pracy każdej sekcji obudowy. Niewłaściwa praca bloków zaworowych powoduje zmniejszenie podporności obudowy lub w skrajnych przypadkach całkowite wyeliminowanie danej sekcji z pracy na ścianie.

Założenia konstrukcyjne nowego typoszeregu bloków zaworowych

W krajowym górnictwie węglowym stosowane są bloki zaworowe produk-

cji krajowej oraz zagranicznej. Wiodącym krajowym producentem bloków jest firma „Georyt–Centrum Produkcyjne” Sp. z o.o. [3], a oprócz tego bloki produkowane są również w firmie „Zaw-Hyd” oraz „Pro-Tech” [4]. W znacznie mniejszym zakresie stosowane są bloki zaworowe wyprodukowane przez firmy niemieckie, tj. „Dams”, „Tiefenbach” czy „Henlich”. Bloki zaworowe produkcji krajowej oparte są na sprawdzonych, liczących blisko 30 lat konstrukcjach, które jednak nie spełniają coraz wyższych wymagań stawianych przez producentów zmechanizowanych obudów górniczych. Jednocześnie z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej producentów bloków zaworowych zaczęły obowiązywać nowe wymagania, zawarte w normie zharmonizowanej z Dyrektywą Maszynową 98/37/WE, PN EN 1804-3:2004 [5]. Fakty te wymusiły konieczność pilnego skonstruowania i wdrożenia do produkcji nowego typoszeregu bloków zaworowych pojedynczych, które zostały opracowane w firmie „Georyt–Centrum Produkcyjne” Sp. z o.o.

Przy ich opracowaniu przyjęto następujące założenia techniczne:

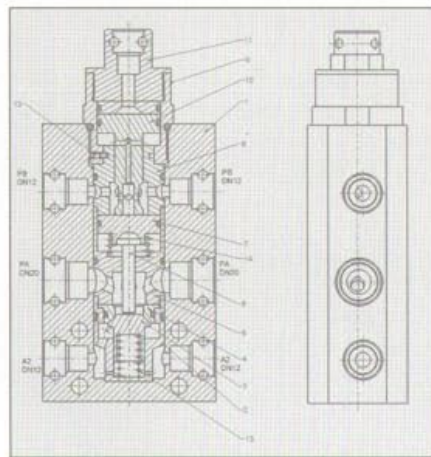
- typoszereg powinien zapewniać zastosowanie bloków do cylindrów stojaków o średnicach do 450 [mm],
- przepływy medium w blokach muszą osiągać maksymalne możliwe wartości, wyższe od wymagań normy [5],
- bloki będą pracować przy ciśnieniu zasilania 35 [MPa] i maksymalnym ciśnieniu roboczym 45–50 [MPa],
- liczba elementów bloku zaworowego powinna być zminimalizowana,
- w celu łatwego demontażu podzespołów powinny być one montowane w korpusie bloku w postaci wkładów zaworowych,
- liczba pierścieni uszczelniających powinna być ograniczona oraz powinny zostać wprowadzone uszczelnienia z nowych ulepszonych materiałów zwiększających ich trwałość,
- wszystkie podzespoły bloku (poza sprężynami) muszą być wykonane ze stali nierdzewnych.

Poczynione założenia zostały wdrożone w zaprojektowanym typoszeregu bloków zaworowych pojedynczych BZ1, składającym się z dwóch typów bloków:

- bloku zaworowego BZ1 DN20,
- bloku zaworowego BZ1 DN10/DN12.

Konstrukcja i charakterystyka techniczna bloku BZ1 DN20

Blok BZ1 DN20 jest nową, oryginalną konstrukcją bloku zaworowego pojedynczego, przeznaczoną do współpracy ze stojakami obudów zmechanizowanych o średnicach cylindrów 300–450 [mm] [7].



Rys. 1 Rysunek zestawieniowy bloku zaworowego BZ1 DN20

Rysunek zestawieniowy bloku zaworowego BZ1 DN20 przedstawiono na rys. 1, a na rys. 2 przedstawiono model 3D bloku zaworowego. W korpusie (1) zamontowany jest zawór zwrotny składający się z tulei (2) i stożka zaworu (3) oraz gniazda zaworu (4) i sprężyny (13). Górna powierzchnia stożka zaworu (3) współpracuje z popychaczem (8) oraz tłoczkiem (7). W górnej części otworu znajdują się tuleja zasilająca (5) oraz tłoczek sterujący (10). Otwór zamyka gwintowany korek (9), w który wkręcane jest przyłącze sterujące (11).

Korpus bloku (1) wyposażony jest oprócz przyłącza sterującego (11)

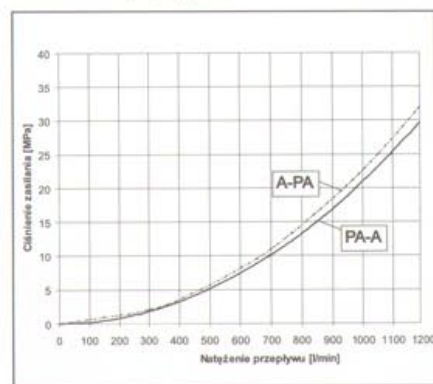
w gniazda (PB) do zasilania komory nadłokowej siłownika stojaka oraz gniazda (PA) do zasilania komory podłokowej. Gniazda (A2) służą do podłączenia manometru lub zaworu przelewowego z zewnętrznym wypływem medium roboczego. W zależności od sposobu montażu bloku jedno z gniazd (PA) i (A2) może być zaślepione.



Rys. 2 Model 3D bloku zaworowego BZ1 DN20

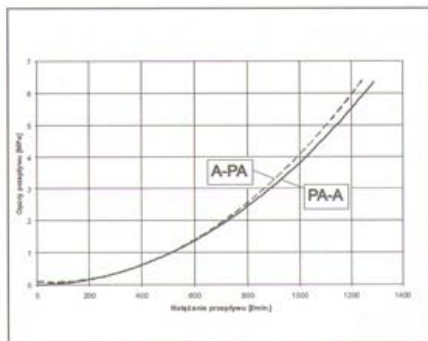
Charakterystyka techniczna bloku zaworowego BZ1 DN20 przedstawia się następująco:

- ciśnienie zasilania – 35 [MPa],
- maksymalne ciśnienie robocze – 45 [MPa],
- przepływ maks. przez zawór przelewowy – 485 [l/min],
- przełożenie hydrauliczne – 0,35 PN,
- typ przyłączy – STECKO DN12, DN20,
- masa – 8,9 [kg].



Rys. 3 Charakterystyka przepływu medium w bloku zaworowym BZ1 DN20

Na rys. 3 zaprezentowano charakterystykę przepływu medium w bloku BZ1 DN20, a na rys. 4 charakterystykę oporów przepływu medium w bloku. Krzywe PA-A dotyczą operacji wysuwania tłoka stojaka, natomiast



Rys. 4 Charakterystyka oporów przepływu medium w bloku zaworowym BZ1 DN20

krzywe A-PA odnoszą się do zsuwania tłoka stojaka.

Konstrukcja i charakterystyka techniczna bloku BZ1 DN10/DN12

Blok zaworowy BZ1 DN10/DN12 przewidziany jest do zastąpienia obecnie produkowanych bloków zaworowych BZF1 serii A, B i C [3]. Blok ten może współpracować ze stojakami o średnicach cylindrów w zakresie 250–320 [mm]. W zależności od średnicy cylindrów blok może być wyposażony w gniazda STECKO DN10 lub DN12.

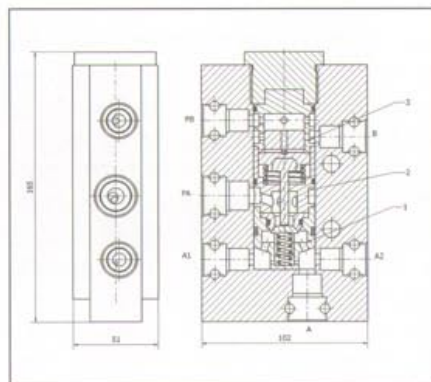
Blok BZ1 DN10/DN12 (rys. 5) posiada konstrukcję zasadniczo zmienioną w stosunku do bloków zaworowych BZF1 serii A, B i C. Całkowitemu przekonstruowaniu poddany został zawór zwrotny (1) oraz tuleja zasilająca (2). Modyfikacji uległ również kształt oraz ilość i średnice kanałów w przegrodzie (3). Wprowadzone zmiany pozwoliły na znaczne zwiększenie wartości przepływu medium przez blok. Korpus bloku BZ1 DN10/DN12 wyposażony jest w gniazdo przyłączeniowe (PA) do zasilania komory podłokowej stojaka, gniazdo (A) wyjściowe do komory podłokowej, gniazdo (PB) do zasilania komory nadłokowej stojaka i gniazdo (B) wyjściowe do komory nadłokowej. Gniazda (A1 i A2) służą do podłączenia zamiennie manometru i/lub zaworu przelewowego. Rys. 6 przedstawia model 3D bloku zaworowego BZ1 DN10/DN12.

Charakterystyka techniczna bloku zaworowego BZ1 DN10/DN12 przedstawia się następująco:

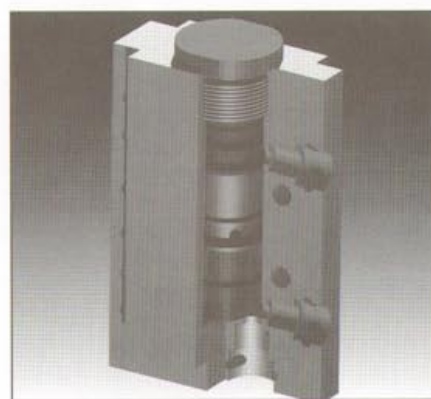
- ciśnienie zasilania – 35 [MPa],
- maksymalne ciśnienie robocze – 50 [MPa],
- przepływ maks. przez zawór przelewowy – 265 [l/min],

- przełożenie hydrauliczne – 0,28 PN,
- typ przyłączy – STECKO DN10, DN12,
- masa – 5,6 [kg].

Na rys. 6 i 7 przedstawiono charakterystyki przepływu i oporu przepływu medium w bloku BZ1 DN10/DN12 (PA-A – wysuw tłoka stojaka, A-PA – zsuw tłoka stojaka).



Rys. 5 Rysunek zestawieniowy bloku zaworowego BZ1 DN10/DN12

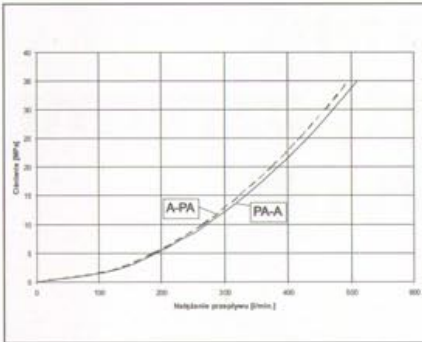


Rys. 6 Model 3D bloku zaworowego BZ1 DN10/DN12

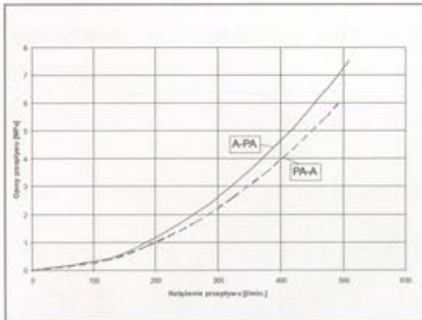
Podsumowanie

Przedstawione w artykule bloki zaworowe BZ1 DN20 i BZ1 DN10/DN12 są pierwszymi, nowymi konstrukcjami bloków zaworowych pojedynczych, zaprojektowanymi i wykonanymi od podstaw w kraju. Parametry robocze bloków spełniają wymagania normy PN EN 1804-3:2004 i swoimi wartościami dorównują (lub przewyższają) parametry bloków producentów zagranicznych.

Zastosowanie w konstrukcji bloków stali nierdzewnych oraz nowych materiałów pierścieni uszczelniających, przy wysokiej jakości wykonania elementów bloków i ich montażu, zapewni długotrwałą eksploatację bloków w trudnych warunkach pracy w kopalniach węgla kamiennego.



Rys. 7 Charakterystyka przepływu medium w bloku zaworowym BZ1 DN10/DN12



Rys. 8 Charakterystyka oporów przepływu medium w bloku zaworowym BZ1 DN10/DN12

Prezentowane bloki przeszły już badania wartości parametrów roboczych, badania niezawodności działania oraz próby eksploatacyjne. Wyniki badań i prób potwierdziły słuszność

przyjętych założeń konstrukcyjnych i wysoki poziom techniki konstrukcji bloków.

Należy się spodziewać, że jeszcze w tym roku zostanie uruchomiona produkcja seryjna bloków, przy czym zapotrzebowanie na bloki BZ1 DN20 powoduje, że ich produkcja rozpocznie się już w październiku.

Literatura

- [1] Smurzyński J.: Obudowy zmechanizowane. ŚWT, Katowice 1993.
- [2] Sprawozdanie z wyników badań bloków zaworowych produkcji „Georyt – Centrum Produkcyjne” Sp. z o.o. GIG, Katowice 2004 [niepublikowane].
- [3] <http://www.georyt.com/katalog-wyrobow/blokizaworowe.pdf>. Katalog wyrobów firmy „Georyt – Centrum Produkcyjne” Sp. z o.o.
- [4] <http://www.pro-tech.pl/oferta-1.html>. Katalog wyrobów firmy PRO-TECH.
- [5] PN-EN 1804-3:2004: Maszyny dla górnictwa podziemnego. Wymagania bezpieczeństwa dla obudów zmechanizowanych. Część 3: Hydrauliczne układy sterownicze.
- [6] Władzielczyk K.: Opracowanie założeń do konstrukcji nowego typoszeregu bloków zaworowych. Praca własna, AGH, Kraków 2005 [niepublikowane].
- [7] Władzielczyk K., Cymerys A.: Dokumentacja techniczno-konstrukcyj-

na bloku zaworowego DN20. „Georyt – Centrum Produkcyjne” Sp. z o.o., Kraków 2005.

Arkadiusz Cymerys
„Georyt – Centrum Produkcyjne”
Trzebinia

Krzysztof Władzielczyk
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. St. Staszica, Wydział Inżynierii

Summary

New series of single valve sections for mining shield supports

The article presents a construction of new series of type of single valve sections destined for operation in hydraulic systems of mechanized mining shield supports. The series of type meets all requirements of the PN EN 1804-3:2004 standard being in force in European Union. Besides the section construction description some working characteristics of valve sections and their technology characteristics were shown. All construction changes in a new valve section structure in comparison with the sections used at present were also detailed.



ROK ZAŁOŻENIA 1950

Spółdzielcza Wytwórnia Aparatów Natryskowych WAN

81-963 Gdynia, ul. Łużycka 10

tel. cent. 058 622 60 26 ■ Dział handlowy 058 622 26 61

Dział marketingu 058 622 26 61 ■ Sklep 058 622 00 29

www.wan-gdynia.pl

- Agregaty sprężarkowe tłokowe i śrubowe
- Doprężacze
- Agregaty do malowania natryskowego, piaskowania, konserwacji
- Zbiorniki na farbę i płyny konserwujące
- Zbiorniki ciśnieniowe
- Filtry i osuszacze sprężonego powietrza
- Remonty agregatów
- Systemy sprężonego powietrza z polipropylenu
- Doradztwo i projektowanie



Wirtualny model ramienia bionicznego z pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi

Ryszard Dindorf

W artykule przedstawiono projekt wirtualnego modelu ramienia bionicznego z pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi jako elementami wykonawczymi. Jest to projekt bioniczny, ponieważ łączy zagadnienia biologiczne (ruch ludzkiej ręki) i techniczne (kinematyka manipulatora dwuczłonowego).

Bionika jest nauką poszukującą wzorców i inspiracji z natury do rozwiązywania różnych zagadnień technicznych [7]. W „naturze” można znaleźć wiele optymalnych rozwiązań, jakie nie są jeszcze osiągalne w technice, np. układ mięśniowy w systemach biologicznych ma najkorzystniejszy stosunek siły do własnego ciężaru oraz wymaga niewielkiej energii do jego pobudzenia. Z tego względu trudno jest zaprojektować mechanizm manipulatora dwulub wieloramienny, dokładnie odwzorowujący ruch ramion jak w organizmach żywych [5]. Celem wielu prac badawczych jest stworzenie ramienia bionicznego (protezy ramienia, egzoskeletonu ramienia, ramienia robota antropomorficznego) o funkcjonalności i podobieństwie do ramienia ludzkiego. W przypadku protezy ramienia jego konstrukcja i układ kinematyczny powinny być dostosowane do ciężaru i wymiarów naturalnej ręki. Zastosowanie ramienia bionicznego jako protezy lub aparatu ortopedycznego wiąże się z rozpoznaniem możliwości i potrzeb ruchowych pacjenta. Ramiona bioniczne powinny być wyposażone w biochwytaki, czyli chwytaki bioniczne przypominające dłonie ludzkie, przydatne do chwytania dowolnych przedmiotów z dużą dokładnością, odpowiednią siłą, w sposób zsynchronizowany przez niezależny ruch palców i kciuka. Biochwytaki o trzech, czterech lub pięciu palcach mają zastosowanie jako protezy dłoni oraz jako chwytaki w robotach antro-

pomorficznych i humanoidalnych [4]. Projekt Unii Europejskiej SYNERAGH (Systems Neuroscience and Engineering Research for Anthropomorphic Grasping and Handling), wykonany przez pięć jednostek badawczych z różnych krajów, dotyczył rozwoju chwytania antropomorficznego z uwzględnieniem zagadnień technicznych, biomechanicznych i neurofizjologicznych. Przy projektowaniu protez bionicznych wykorzystuje się układy sterowania współdziałające z fizjologicznym układem mięśniowym. W ramionach bionicznych tradycyjne napędy pneumatyczne siłownikowe wypierane są przez aktulatory mięśniowe, czyli elementy wykonawcze w postaci sztucznych mięśniów pneumatycznych. Na całym świecie trwają zaawansowane prace nad rozwojem sztucznych mięśniów pneumatycznych (ang. PAM Pneumatic Artificial Muscle). Mięskły pneumatyczne wykonane są z elastycznej przepony w kształcie rurki lub balonu (mieszka), wykonanej z gumy, lateksu lub silikonu [2].

W wirtualnym modelu ramienia bionicznego zaproponowano układ wykonawczy składający się z mięśniów pneumatycznych, nazywanych pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi (ang. PMA Pneumatic Muscle Actuators). Aktulatory mięśniowe mają odpowiednie charakterystyki statyczne i dynamiczne, wymiary, masę i źródło zasilania, przydatne do zastosowania w ramionach bionicznych. Najprostsze i najbardziej zadowalające rozwiązanie ruchu ramienia bionicznego można uzyskać po zastosowaniu mięśniów pneumatycznych Fluidic Muscle typu MAS firmy Festo. Mięskły pneumatyczne MAS zalicza się do elastycznych siłowników jednostronnego działania dla ruchu ciągnącego. Przy wzroście ciśnienia mięskły MAS kureczy się i pęcznieje, wtedy zmienia się jego siła i stopień skrócenia. Mięskły pneumatyczne MAS znalazły zastosowanie w robotach mobilnych, antropomorficznych i humanoidalnych oraz w protezach i or-

tezach kończyn górnych i dolnych. Zasadę działania i charakterystyki mięskłów pneumatycznych MAS przedstawiono w licznych publikacjach, m.in. autora artykułu [1], [2].

Projekt ramienia bionicznego

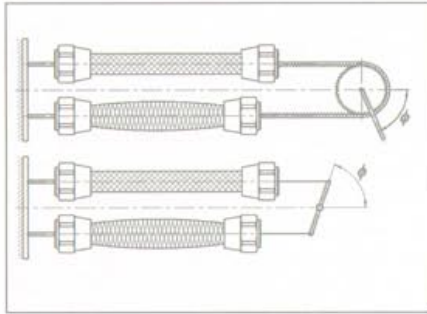
Celem projektu było wykonanie wirtualnego modelu ramienia bionicznego, projekt ten był jednocześnie te-



Rys. 1 Wzorce projektu ramienia bionicznego według [8]

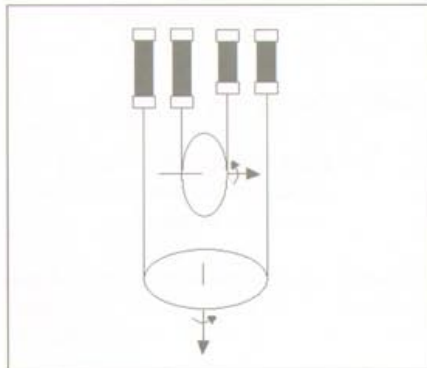
matem pracy dyplomowej magisterskiej [6]. Model ramienia bionicznego składa się z ramienia i przedramienia, które połączono przegubem łokciowym. Pierwszym zrealizowanym etapem projektu było stworzenie ramienia bionicznego o ruchomym przedramieniu. Dokładne odtworzenie ruchu przedramienia biologicznego jest zbyt trudne, ze względu na jego złożony układ mięśniowy. Z tego względu ruch ramienia bionicznego można było przedstawić w znacznym uproszczeniu, czyli z przedramieniem wykonującym w przegubie łokciowym dwa ruchy – ruchy zginające i prostujące oraz ruchy obrotowe wokół własnej osi. Wykonanie takich ruchów przedramienia jest możliwe tylko po zastosowaniu dwóch par przeciwstawnie działających aktuatorów mięśniowych – mięskłów pneumatycznych typu MAS umieszczonych na ramieniu. Napęd złożony z dwóch przeciwstawnie działających aktuatorów mięśniowych (ang. BMDS Bi-

Muscular Driving System) tworzy system napędowy porównywalny do pracy naturalnych mięśni antagonistycznych [3]. Schemat działania systemu z dwoma aktuatorami mięśniowymi, zastosowanymi do wykonania ruchu obrotowego koła zębatego i dźwigni,



Rys. 2 System z dwoma aktuatorami mięśniowymi wykorzystany do obrotu koła zębatego i dźwigni [1]

przedstawia rys. 2. Natomiast schemat kinematyczny zaprojektowanego wirtualnego modelu ramienia bionicznego przedstawia rys. 3. Para mięśni pneumatycznych użyta do



Rys. 3 Uproszczony schemat kinematyczny ramienia bionicznego [6]

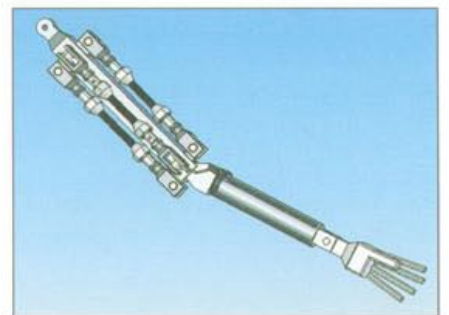
wykonania ruchów zginającego i prostującego przedramienia odpowiada funkcjom mięśni naturalnych: mięśnia dwugłowego (biceps) i mięśnia trójgłowego (triceps). Ramię bioniczne znajduje się w pozycji wyjściowej, kiedy aktuator mięśniowy prostownik (extensor), odpowiadający za prostowanie przedramienia, jest w stanie maksymalnego skurczu. Natomiast przedramię jest zgięte, kiedy aktuator mięśniowy zginacz (flexor), odpowiadający za zginanie przedramienia, jest w stanie maksymalnego skurczu. Kąt zgięcia przedramienia zależy więc od długości i stopnia skrócenia obu mięśni pneumatycznych. O ile ruch zginający i prostujący przedramienia można zrealizować bez większego problemu, o tyle jego ruch

obrotowy wokół własnej osi nie jest taki prosty do wykonania. Najtrudniejszym zadaniem było przeniesieniem skurczu aktuatora mięśniowego prostownika i rozkurczu aktuatora mięśniowego zginacza na ruchy obrotowe przedramienia wokół jego osi. Ruch obrotowy został zrealizowany poprzez zastosowanie koła pasowego i linki stalowej przechodzącej przez rolkę prowadzącą. Linka została zamocowana jednym końcem do głowicy widelkowej mięśnia pneumatycznego, a drugim końcem do wieńca koła pasowego. Przy skurczu i rozkurczu mięśni pneumatycznych przesunięcie linki stalowej powoduje ruchy obrotowe koła pasowego i połączonego z nim przedramienia. Jest to oryginalne rozwiązanie autora projektu [8]. Kąt obrotu ramienia zależy od długości i stopnia skurczu mięśni pneumatycznych tworzących parę aktuatorów mięśniowych. Pojedynczy aktuator mięśniowy składa się z mięśnia pneumatycznego typu MAS-20-115 firmy Festo, dwóch adapterów promieniowych i dwóch głowic widelkowych. Maksymalna siła pojedynczego mięśnia pneumatycznego wynosi 380 N [9]. Mięśnie pneumatyczne przymocowane zostały z jednej strony do ramienia, a z drugiej do przedramienia za pomocą uchwytów. Przewiduje się wykonanie ramienia i przedramienia z aluminiowego pręta o średnicy $\phi 15$ mm i długości 610 mm, wtedy masa całego ramienia bionicznego wraz z aktuatorami mięśniowymi nie przekroczy 6 kg. Do przedramienia przymocowany został chwytak bioniczny, który będzie uruchamiany mięśniami pneumatycznymi umieszczonymi na przedramieniu. Chwytak bioniczny wykonany zostanie w kolejnym etapie projektu ramienia bionicznego.

Model bryłowy i animacja ruchu ramienia bionicznego

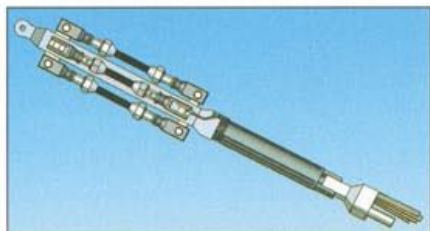
Model bryłowy, obliczenia i animacja ruchu ramienia bionicznego wykonane zostały w środowisku 3D CAD z użyciem programu komputerowego SolidWorks. SolidWorks jest zaawansowanym oprogramowaniem do trójwymiarowego projektowania komputerowego (3D CAD). Program ten ułatwia projektantom i inżynierom tworzenie konstrukcji przestrzennych, oszczędza także czas i koszty wykonania projektu. Program SolidWorks zawiera narzędzia do

trójwymiarowego modelowania bryłowo-powierzchniowego z możliwością projektowania i analizy ruchu oraz analizy MES. Modelując każdy detal ramienia bionicznego, należało wziąć pod uwagę także możliwości montażu poszczególnych podzespołów, jak i proces technologiczny ich wytwarzania. Złożenie wszystkich zaprojektowanych detali w jedną całość daje spójny obraz projektu ramienia bionicznego oraz umożliwia sprawdzenie, czy poszczególne elementy ramienia bionicznego są do siebie dopasowane oraz czy nie występuje między nimi kolizja. Na podstawie dopasowania wszystkich elementów można ocenić jakość całego projektu ramienia bionicznego. Tworzenie modelu złożeniowego przeprowadza się w kilku etapach: utworzenie nowego pliku złożenia; wstawienie istniejącego komponentu; nadanie wiązań pomocnych przy dopasowaniu komponentów względem siebie. Wykonano animacje modelu ramienia bionicznego pokazujące ruchy przedramienia (zginające i prostujące oraz obrotowe wokół własnej osi), a także skurcze i rozkurcze mięśni pneumatycznych MAS firmy Festo towarzyszące tym ruchom. Jedna para mięśni pneumatycznych służyła do zginania i prostowania przedramienia, natomiast druga para mięśni pneumatycznych służyła do wykonania ruchów obrotowych wokół własnej osi przedramienia. Widok modelu bryłowego ramienia bionicznego w pozycji ze zgiętym nie obróconym przedramieniem



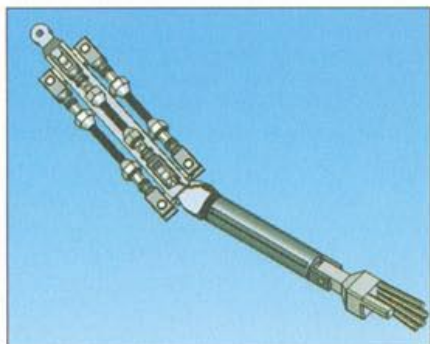
Rys. 4 Model bryłowy ramienia bionicznego w pozycji ze zgiętym przedramieniem [6]

przedstawiono na rys. 4. Model bryłowy ramienia bionicznego w pozycji z wyprostowanym i obróconym przedramieniem przedstawiono na rys. 5, natomiast model bryłowy ramienia bionicznego w pozycji ze zgiętym i obróconym przedramieniem przedstawiono na rys. 6. W projekcie ramie-



Rys. 5 Model brytowy ramienia bionicznego w pozycji z wyprostowanym i obróconym przedramieniem [6]

nia bionicznego widoczny jest nieruchomy biochwytak, który został wprowadzony dla lepszego widoku ruchu obrotowego przedramienia. Przy tworzeniu animacji ruchu modelu ramienia bionicznego wykorzystano moduł *SolidWorks Animator*. O wyglądzie animacji ramienia bionicznego decyduje użytkownik, natomiast moduł *SolidWorks Animator* umożliwia obliczanie sekwencji ruchu, np. zginanie



Rys. 6 Model brytowy ramienia bionicznego w pozycji ze zgiętym i obróconym przedramieniem [6]

lub obrót przedramienia z jednej pozycji do drugiej. Korzystając z modułu *Animator*, można manipulować widokiem i położeniem ramienia bionicznego, jego tłem, kolorami, teksturami. Podczas animacji ruchu ramienia bionicznego moduł *Animator* umożliwia sterowanie prędkością ruchu mięśniów pneumatycznych, dzięki czemu można nadawać przedramieniu bionicznemu ruch przyspieszony lub opóźniony.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono projekt modelu wirtualnego ramienia bionicznego wykonanego w programie komputerowym *SolidWorks*. Wykonanie projektu ramienia bionicznego wymagało znajomości oprogramowania w *SolidWorks* i różnych jego modułów: *CAMWorks* i *CosmosWorks*. Przed wykonaniem modelu 3D ramienia

bionicznego należało przeprowadzić dokładną analizę budowy i zasady działania ramienia biologicznego oraz ramienia robota przemysłowego. Wykonanie złożenia projektu ramienia bionicznego umożliwiło sprawdzenie, czy poszczególne elementy ramienia bionicznego i aktuatorów mięśniowych są do siebie dopasowane oraz czy nie występuje między nimi kolizja. Przedstawiony model brytowy 3D CAD ramienia bionicznego daje wystarczające wyobrażenie o wyglądzie i działaniu zaprojektowanego ramienia bionicznego z pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi. Bardzo trudnym zadaniem było wykonanie animacji ruchu ramienia przez wygenerowanie ruchów zginających i prostujących oraz obrotowych przedramienia, zsynchronizowanych ze skurczem i rozkurczem aktuatorów mięśniowych. Po wykonaniu modelu fizycznego ramienia bionicznego przeprowadzone zostaną badania nad jego układem sterowania z użyciem metod sztucznej inteligencji. Przedstawiony projekt wirtualnego modelu ramienia bionicznego może być inspiracją do powstania kolejnych modeli bionicznych związanych z robotyką, np. projektów chwytaków bionicznych, robotów humanoidalnych i antropomorficznych.

Literatura

- [1] Dindorf R.: Mięśnie pneumatyczne. *Pneumatyka*, nr 4 i 5/2003.
- [2] Dindorf R.: Mięśń pneumatyczny jako element napędowy. *Napędy i Sterowanie*, nr 7-8/2003.
- [3] Dindorf R.: Static and dynamic models of pneumatic muscle actuator. *Proc. The 18th International Conference on Hydraulics and Pneumatics*, Prague, September 30 – October 1, 2003.
- [4] Dindorf R.: Model i charakterystyki mięśniów pneumatycznych. *Pomiary Automatyka Robotyka*, nr 2/2004.
- [5] Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: *Teoria mechanizmów i manipulatorów*. WNT Warszawa, 2002.
- [6] Osman T.: Projekt ramienia bionicznego z pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi. Praca dyplomowa. Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2006.
- [7] Samek A.: *Bionika. Projekty koncepcyjne studentów IV roku kierunku Automatyka i Robotyka*. Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Mechaniczny, Kraków 2001.

- [8] Der bionische Roboterarm. www.sim.informatik.tu-darmstadt.de/res/bmbf/biorob
- [9] Katalog „Muscle for automation”. Info 501, Festo, 2003/04.

Streszczenie

W artykule przedstawiono projekt wirtualnego modelu ramienia bionicznego z pneumatycznymi aktuatorami mięśniowymi jako elementami wykonawczymi. Jest to projekt bioniczny, ponieważ łączy zagadnienia biologiczne (ruch ludzkiej ręki) i techniczne (kinematyka manipulatora dwuczłonowego). Zadowalające rozwiązanie kinematyki wirtualnego modelu ramienia bionicznego uzyskano po zastosowaniu mięśniów pneumatycznych Fluid Muscle typu MAS firmy Festo. Model brytowy i animację ruchu modelu ramienia bionicznego wykonano w programie SolidWorks.

Summary

Virtual model of bionic arm with pneumatic muscle actuator

In paper is presented project of virtual model of bionic arm based on pneumatic muscle actuator. In this project was mainly presented construction and animation of bionics arm in computer software SolidWorks. The action of the pneumatic muscle actuator is often compared to that of the natural one and therefore, the pneumatic muscle finds application in bionic arm. The pneumatic artificial muscle selected as the actuator of this bionic arm is Fluidic Muscle MAS manufactured by FESTO.

dr hab. inż. Ryszard Dindorf
profesor Politechniki Świętokrzyskiej
kierownik Zakładu Mechatroniki
fax 041 3424534
tel. 041 3424481
e-mail: dindorf@tu.kielce.pl

Lintra® Plus – nowa seria siłowników już w Polsce

NORGREN wprowadził na rynek nową serię siłowników beztłoczkowych LINTRA® PLUS. Ich konstrukcja została tak zoptymalizowana, że zapewnia uniwersalność działania, wydajność oraz wysokie osiągi w połączeniu z absolutną niezawodnością.

Nowa seria Norgren Lintra® Plus łączy w sobie wszystkie zalety, które posiadają już istniejące produkty Norgrena z serii Lintra®, które istnieją na rynku od ponad 15 lat i udowodniły swoją jakość na całym świecie.

Nowa Lintra® Plus to:

- Plus – Zdolność do przenoszenia większych obciążeń dzięki ulepszonej konstrukcji tłoka
- Plus – Niższy poziom tarcia statycznego i dynamicznego
- Plus – Uniwersalne rowki montażowe w profilu
- Plus – Nowy, o wiele lżejszy profil aluminiowy
- Plus – Otwory przyłączeniowe w pokrywie i inne opcje otworów przyłączeniowych
- Plus – Wzmocniona ochrona przed kurzem
- Plus – Nowoczesny rozdzielacz taśm daje lepsze osiągi ruchu
- Plus – Redukcja wagi o 15%

- Plus – Wielokrotne otwory przyłączeniowe są w standardzie we wszystkich modelach
- Plus – Wyszukany system mocowania taśm – nie wymaga narzędzi przy ich wymianie
- Plus – W pełni wymienna z M/46000 (ze „starymi” modelami Lintry)
- Plus – Cena bez zmian

Seria LINTRA® Plus zapewnia konstruktorom maszyn wysoki stopień uniwersalności i elastyczność dzięki jej różnorodnym systemom prowadzenia. Uniwersalne rowki montażowe umożliwiają bezpośredni montaż LINTRAPlus w wyspecjalizowanych układach budowy maszyn i proste łączenie wielu innych elementów i akcesoriów. Są wykorzystywane w licznych technicznych zastosowaniach, takich jak: podnoszenie/opuszczanie, podawanie/prowadzenie, wybieranie/mieszanie, sortowanie, napełnianie, malowanie natryskowe, cięcie.

Bezettłoczkowe siłowniki LINTRA® Plus znajdują zastosowanie w wielu branżach przemysłu. Należy tu wspomnieć: obrabiarki, przemysł papierniczy, obróbkę drewna, przemysł tekstylny, przemysł spożywczy i produkcję opakowań.

W skład nowej serii Lintra® Plus wchodzi cztery modele:

- M/146000 – zewnętrznym prowadzeniem



Siłowniki Lintra® Plus mogą pracować w trudnych warunkach

- M/146100 – z zewnętrznym prowadzeniem
- M/146200 – z precyzyjnym prowadzeniem rolkowym
- M/146200/P – z precyzyjnym prowadzeniem na kulkowych łożyskach liniowych

Zapraszamy na stronę internetową www.norgren.pl, na której znajduje się:

- program doboru siłownika
- karty katalogowe
- 2D / 3D CAD i wiele innych pomocnych narzędzi.

W przypadku dodatkowych pytań prosimy o kontakt z biurem Norgren w Warszawie.

Artykuł pomocny

Grażyna Chudzińska Marketing & PR
NORGREN



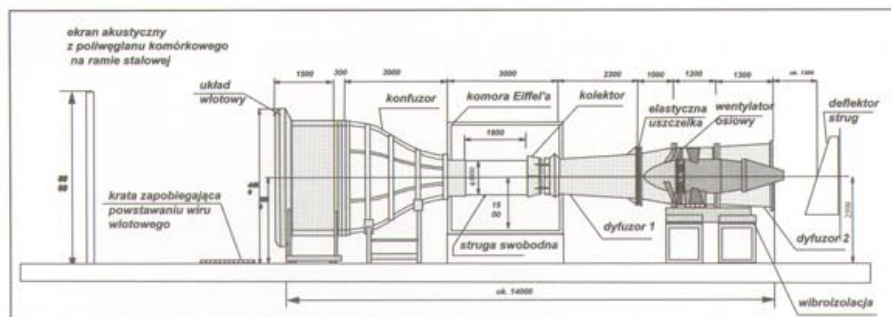
Tunel aerodynamiczny do badania śmigieł i turbin wiatrowych

Łukasz N. Węsierski,
Piotr Strzelczyk,
Zygmunt Szczerba

W artykule opisane zostały założenia projektowe tunelu do badań śmigieł i wiatraków, zaprojektowanego i wybudowanego w Zakładzie Mechaniki Płynów i Aerodynamiki. Omówiono również jego wyposażenie pomiarowe i możliwości badawcze, jakie daje to unikatowe urządzenie badawcze.

Tunel aerodynamiczny do badania śmigieł i wiatraków został zaprojektowany i zbudowany w Zakładzie Mechaniki Płynów Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej wg koncepcji Piotra Strzelczyka. Budowa tunelu aerodynamicznego została rozpoczęta w ramach działalności statutowej zakładu, a następnie finansowana w ramach dotacji na specjalne urządzenia badawcze, w ramach grantu Fundacji Nauki i Techniki Polskiej. Prace projektowe oraz część prac związanych z przygotowaniem elementów przepływowych tunelu została zrealizowana w ramach działalności statutowej Zakładu w latach 2004–2006. Pozostałe prace przy tunelu oraz niezbędne zakupy sprzętowe wykonane zostały w ramach zadania inwestycyjnego: *Tunel aerodynamiczny z wyposażeniem pomiarowym* (umowa nr 192/FNiTP/JA/153/2005).

Część projektowa tunelu została wykonana przez Tadeusza Knapa (wentylator główny z układem chłodzenia silnika, wibroizolacja) i Piotra Strzelczyka (projekt części przepływowej, określenie wymaganych charakterystyk przepływowych i geometrycznych wentylatora, projekty pneumatycznych sond pomiarowych, specyfikacje dotyczące wyposażenia pomiarowego i pomocniczego). Koncepcję zabudowy tunelu i wyposażenia opracował Łukasz N. Węsierski. Wymagania dotyczące strony elektronicznej były opracowane przez Zygmunta Szczerbę. Od strony technolo-



Rys. 1 Schemat układu konstrukcyjnego tunelu

gicznej i wykonawczej w budowie elementów tunelu uczestniczyli Marek Szumski, Andrzej Miąsik i Ryszard Środoń.

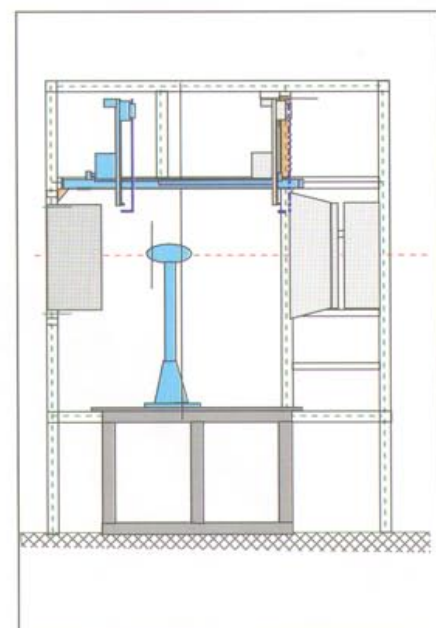
Zasadniczymi celami budowy tego urządzenia było umożliwienie prowadzenia badań modelowych śmigieł i turbin wiatrowych (wiatraków) oraz pól fizycznych (prędkości i ciśnienie) generowanych przez te maszyny wirnikowe. Maksymalna średnica modeli do badania wirników metodami wagowymi (dynamometrycznymi) wynosi ok. 0,60 [m], natomiast do badania pól fizycznych – 0,40 [m]. Rozpiętości modeli statków powietrznych i ich części składowych nie powinny przekraczać 0,7 [m].

W przypadku badań profili płatów nośnych samolotów i łopatek wiatraków metodami ciśnieniowymi możliwe jest prowadzenie pomiarów w szerokim zakresie liczb Reynoldsa do $Re \approx 1 \times 10^6$. Dzięki występowaniu obszaru o zerowej osiowej składowej gradientu ciśnienia możliwe jest badanie ciał wydłużonych, jak np. kadłuby. Parametry konstrukcyjne tunelu pozwalają na wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych małych aparatów bezpilotowych w zakresie liczb Re zbliżonych do występujących w warunkach lotu, a w przypadku niektórych ich komponentów możliwe jest nawet prowadzenie pomiarów w skali naturalnej. Opis tunelu zaprojektowanego specjalnie do tych celów można znaleźć np. w [2]. W przypadku modelowania małych turbin wiatrowych o mocy do 100 [kW] możliwe jest prowadzenie badań modelowych

z zachowaniem szybkobieżności wirnika podobieństwa pola ciśnienia, przy hamowaniu wirnika za pomocą generatora elektrycznego o mocach rzędu 1 [kW] i prędkości ok. 3000 [obr/min]. W tunelu możliwe jest również wzorcowanie anemometrów czasowych, wiatraczkowych itp.

Do projektu tunelu przyjęto następujące założenia konstrukcyjne:

- prędkość maksymalna – ok. 45 [m/s],
- średnica przestrzeni pomiarowej – 1000 [mm],
- długość przestrzeni pomiarowej – 1700...1800 [mm],
- kontrakcja konfuzora – 1/9,



Rys. 2 Przestrzeń pomiarowa z badanym modelem siłowni wiatrowej oraz pozycjonerem

- długość konstrukcji tunelu z uwagi na dostępne miejsce na hali nie przekracza 14 [m],
- otwarty obieg powietrza i otwarta przestrzeń pomiarowa.

Konstrukcja tunelu została wykonana jako mieszana z wykorzystaniem elementów z kompozytu szklanoepoksydowego, elementów stalowych i drewnianych. Przestrzeń pomiarowa została zaprojektowana w układzie ze strugą swobodną przepływającą przez hermetyczną komorę Eiffla, o konstrukcji drewnianej (sklejka) na szkielecie z rur stalowych. Komora ma kształt sześcianu krawędzi ok. 3 [m].

Przyjęty układ konstrukcyjny pozwala na zastosowanie modeli powodujących znacznie większe przesłonięcie przestrzeni pomiarowej niż w przypadku tuneli z przestrzenią zamkniętą. Dotyczy to zarówno blokowania tunelu modelem, jak i jego śladem aerodynamicznym. Cecha ta stanowi istotną zaletę przy badaniach brył nieopływowych, jak również kół wirnikowych, np. śmigła, wiatraki. Istnieje też możliwość uzyskania na pewnym odcinku przepływu bez poziomej składowej gradientu ciśnienia. W przypadku zamkniętej przestrzeni pomiarowej wymaga to stosowania ścianek o regulowanej zbieżności lub odsysania warstwy przysiennej. Zastosowanie otwartej przestrzeni pomiarowej jest również korzystne przy badaniu ciał smukłych (np. kadłuby) czy pomiarach oporu/ciągu opartych o zasadę pędu i badaniach przepływów w śladach aerodynamicznych. Istotną dla tego układu tunelu cechą jest łatwy dostęp do obszaru eksperymentu ze względu na brak ścianek przestrzeni pomiarowej. Rozwiązanie to jest bardzo wygodne

w przypadku tuneli o małych przekrojach przestrzeni pomiarowej, gdzie możliwość zabudowania mechanizmów do operowania sondami jest silnie ograniczona przez obecność ścianek i blokowanie przepływu przez elementy samego manipulatora.

Ceną, jaką się płaci za korzyści wynikające z zastosowania przyjętego tu rozwiązania konstrukcyjnego, jest występowanie szeregu ubocznych efektów natury aerodynamicznej [1], jak i również aeroakustycznej:

- większe opory przepływu w porównaniu z zamkniętą przestrzenią pomiarową,
- wyższy poziom turbulencji w przestrzeni pomiarowej,
- powstawanie na granicy strumienia pierścieniowych struktur wirowych generujących pulsacje ciśnienia (rys. 3),
- generowanie, na skutek interferencji z wlotem do dyfuzora [3], [4], [5], pulsacji ciśnienia o częstotliwości wirowej (ang. *edgetone frequency*):

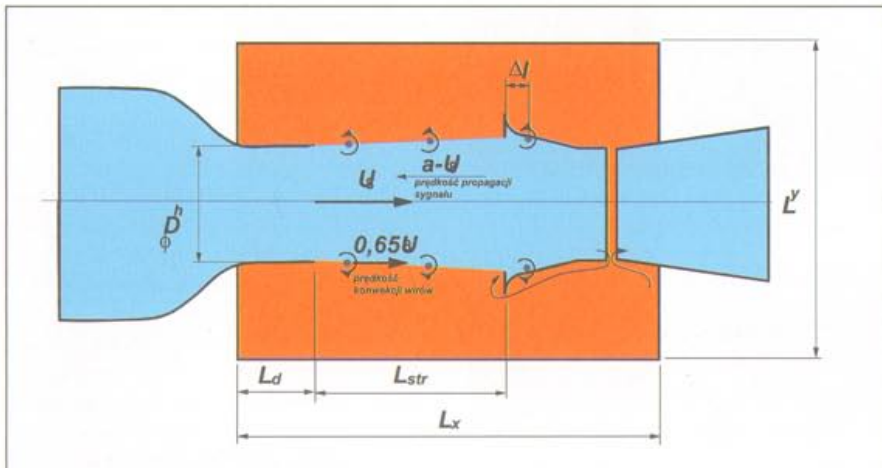
$$f_E = \frac{1}{\left(\frac{1}{n_w}\right)(L_{str} + \Delta l) \left(\frac{1}{0,65U_\infty} + \frac{1}{a - U_\infty}\right)}$$

$$n_w = 0,52 L_{str} / D_h \tag{1}$$

przy czym w naszym przypadku: $\Delta l = 0,1$ [m] liczba wirów pierścieniowych przebywających jednocześnie w komorze Eiffla $n_w = 1$, $a = 340$ [m/s],

- rezonans Helmholtza, który dla komory Eiffla ma miejsce przy częstotliwości

$$f_H = \frac{aD_h}{4\pi} \sqrt{\frac{\pi}{V \left(L_d + \frac{\pi D_h}{4} \right)}} \tag{2}$$



Rys. 3 Mechanizm powstawania rezonansu

gdzie:

D_h – średnica hydrauliczna dyszy, $L_d = 0,40$ [m],

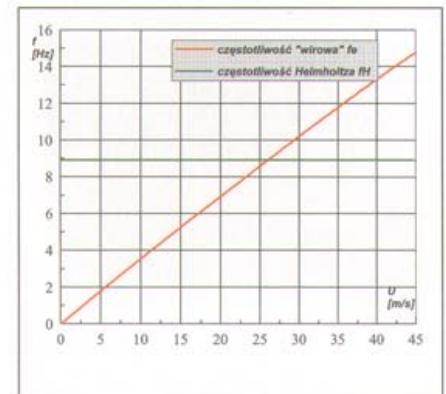
– rezonans akustyczny komory Eiffla, który zachodzi przy częstotliwościach określonych wzorem:

$$f = \frac{a}{2\sqrt{\left(\frac{L_x}{n_x}\right)^2 + \left(\frac{L_y}{n_y}\right)^2 + \left(\frac{L_z}{n_z}\right)^2}}$$

W przypadku opisywanego tunelu pierwsza częstotliwość rezonansowa komory wynosi 32,7 [Hz] i leży powyżej zakresu spodziewanych częstotliwości wirowych tunelu.

Ponieważ tunel ma obieg otwarty, nie występują rezonanse obwodowe, charakterystyczne dla tuneli o obiegu zamkniętym, a związane z propagacją zaburzeń „z prądem” i „pod prąd” obiegu [5].

W celu regulacji przepływowej tunelu przygotowano szereg kolektorów wlotowych do dyfuzora, ze zmienną szerokością szczeliny i o różnych kątach rozwarcia [4]. Przewiduje się również zastosowanie tzw.



Rys. 4 Częstotliwość Helmholtza i wirowa w funkcji prędkości w przestrzeni pomiarowej

szewronów na krawędzi wylotu w celu ograniczenia tworzenia się pierścieniowych struktur wirowych na granicy strugi swobodnej [8].

Zespół napędowy stanowi jednostopniowy wentylator z układem kierownic i dyfuzorem wylotowym. Wentylator jest bezpośrednio napędzany 90 [kW] silnikiem prądu stałego, z chłodzeniem zewnętrznym. Podstawowe dane wentylatora są następujące: spręż nominalny wentylatora $\Delta p = 1600$ [Pa], nominalny wydatek objętościowy $Q_v = 32$ [m³/s], prędkość obrotowa: $n = 1000$ [obr/min]. Średnica wierzchołków łopat $D = 1596$ [mm], średnica wewnętrzna obudowy wen-



Fot. 1 Widok z komory Eiffel'a w kierunku wentylatora napędowego, przez stożek szczelinowego kolektora wlotowego i dyfuzor

tylatora $D_w = 1600$ [mm], średnica zewnętrzna gondoli mieszczącej silnik elektryczny: $d_o = 960$ [mm].

Powietrze do chłodzenia silnika pobierane jest z tylnej części gondoli silnikowej i odprowadzane przez podpory silnika na zewnątrz. Wylot z tunelu wykonano w formie dyfuzora stożkowego. Jego zadaniem jest zmniejszenie



Fot. 2 Komora Eiffel'a. Widoczna powierzchnia stołu montażowego i elementy oświetlenia

straty energii kinetycznej strumienia i ograniczenie oddziaływania na konstrukcję hali. W celu ochrony okien przed szkodliwym działaniem strugi za dyfuzorem wylotowym



Fot. 3 Zespół napędowy, wraz z układem wylotowym. W tle deflektor strug



Fot. 4 Dyfuzor wylotowy

umieszczono deflektor strug. Przed wlotem do tunelu znajduje się ekran akustyczny, mający za zadanie ograniczyć odbicia fal dźwiękowych wychodzących z konfuzora od betonowych ścian hali.

W skład wyposażenia pomiarowego tunelu wchodzi:

1. Komputerowy system pomiarowy w wersji modułowej składa się z:
 - modułu głównego DaBook2001 o częstotliwości próbkowania 200 [kHz],
 - modułu rozszerzeń dbk 41 z szeregiem kart pomiarowych, dającego możliwość pomiaru maksymalnie do 512 punktów pomiarowych.
2. Komputerowy system pomiarowy z szybkim próbkowaniem 1 [MHz] w wersji rozproszonej.
3. System termooanemometryczny do



Fot. 5. Sondy pneumatyczne kierunkowe: kulista i stożkowe.



Fot. 6 Sonda Pitot'a z wbudowanym przetwornikiem ciśnienia

pomiaru prędkości przepływu i turbulencji wyposażony w sondy jednokierunkowe i wielokierunkowe.

4. 64 punktowy skaner ciśnienia różnicowego typu równoległego.
5. 10 manometrów ciśnień różnicowych.



Fot. 7 Manipulator trójosiowy do sond zamontowany w komorze Eiffla

6. 2 aerodynamiczne wagi tensometryczne:
 - zewnętrzna pięcioskładowa,
 - wewnętrzna /kadłubowa/ sześcioskładowa.
7. Zestaw wielootworowych sond pneumatycznych do pomiaru średnich wartości wektora prędkości i ciśnienia.
8. Szybkie sondy spiętrzające z sygnałem napięciowym na wyjściu.
9. Tachometry laserowe do pomiaru prędkości obrotowych na odległość.
10. Analizator drgań i dźwięku SVAN918.
11. Anemometr wiatraczkowy UAS.

Do przemieszczania sond pomiarowych różnych typów przeznaczony jest trójwspółrzędny manipulator zaprojektowany i wykonany w OBRUSN-Toruń na podstawie specyfikacji opracowanej przez ZMPiA Politechniki Rzeszowskiej.

Zadaniem tego urządzenia jest umożliwienie pomiarów przestrzennych rozkładów ciśnienia i prędkości w obszarze rdzenia strugi swobodnej, w celu uzyskania informacji dotyczących zjawisk związanych ze zmianą pędu, momentu pędu i procesów energetycznych w strumieniach za płatami nośnymi, śmigłami, turbinami wiatrowymi. Pomiarzy tego typu mogą służyć określaniu obciążenia turbin i śmigieł, wyznaczaniu globalnych charakterystyk aerodynamicznych tych urządzeń, a także w diagnostyce ich stanu pracy.

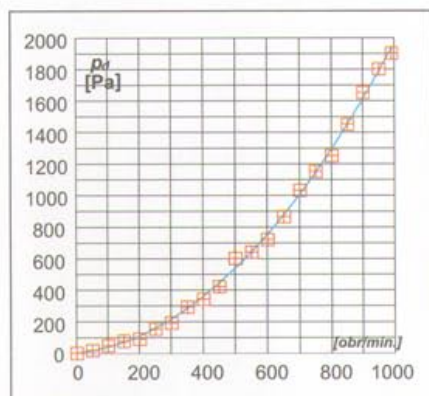
Inny zakres zastosowań tunelu to badania wykonywane dla budownictwa i dotyczą między innymi badań ciśnieniowych i przepływowych nasadek kominowych i modeli klap dymnych. Te ostatnie prowadzone są zgodnie z normą PN-EN 12101-2 cz. 2. *Wymagania techniczne dotyczące klap dymowych.*

Wygląd tunelu TA-1000, umieszczonego w hali H-31 budynku L Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej przedstawiono na fot. 8.



Fot. 8 Ogólny widok tunelu TA-1000

Maksymalna osiągnięta prędkość przepływu uzyskana przy wstępnych uruchomieniach tunelu wyniosła $V_{max} = 56,3$ [m/s], ciśnienie dynamiczne



Rys. 13 Ciśnienie dynamiczne w funkcji prędkości obrotowej wentylatora

ne: $q_{\infty} = 1900$ [Pa] przy pustej przestrzeni pomiarowej, wobec założonych 45 [m/s]. Prędkość ta została osiągnięta przy 99 % maksymalnej prędkości obrotowej wentylatora.

W obecnej chwili trwają prace mające na celu określenie szczegółowych charakterystyk przepływowych tunelu, takich jak rozkłady prędkości i ciśnienia, jak również regulacji części przepływowej poprzez odpowiedni dobór kształtu kolektora, długości wylotu z kolektora. Prace te mają na celu obniżenie poziomu turbulencji w rdzeniu strumienia i redukcję poziomu pulsacji ciśnienia w komorze Eiffla.

Literatura

[1] Elsner J. W.: Turbulencja Przepływów, PWN, Warszawa 1987.
 [2] Kotwani K.: Sane S. K., Arya H., Sudhakar K. Experimental Characterization of Propulsion System for Mini Aerial Vehicles. 31st National Conference on FMFP December 14-16, 2004, Jadavpur University Kalkota.
 [3] Lacey J. J. Jr.: Concept for Reducing the Cost of Subsonic Wind Tunnels. USAF Developmental Test and Evaluation Summit 16-18 November 2004, Woodland Hills California pp 1-12.
 [4] Manuel G. S., Molloy J. K., Barna P. S.: Effect of Collector Configuration on Test Section Turbulence Levels in an Open-Jet Wind Tunnels. NASA TM 4333 1992.
 [5] Rennie M., Mo-Sang K., Jung-Ho L., Jung-Do H.: Suppression of Open-Jet Pressure Fluctuations in The Hyundai Aeroacoustic Wind Tunnel SAE Paper 2004-01-0803.
 [6] Strzelczyk P.: Tunel aerodynamiczny do badania śmigieł. Journal of Aeronautics Integra (1) 1/2006 str. 69-73
 [7] Sueki T. RTRI's Large-Scale Low-Noise Wind Tunnel. Railway Technology Avalanche No. 7 Jan. 1, 2005 pp. 40-41.
 [8] Szlezinger S. M., Gorlin, I. I.: Aeromechanicheskije izmierjenija. Nauka Moskwa 1964.
 [9] Weinig F.: Aerodynamik der Luftschraube, Spronger Verlag, Berlin 1940.

prof. ndzw. dr hab. inż.
 Łukasz N. Węsierski
 dr inż. Piotr Strzelczyk
 mgr inż. Zygmunt Szczerba



Gdziekolwiek
 jest ciśnienie,
 tam jest LEGRIS



Oferta firmy Legris obejmuje również sterki, gąsienice, komponenty hydrauliczne itp.



Więcej informacji na stronie
www.legris.pl



LEGRIS POLAND Sp. z o.o.
 ul. Duchnicka 3
 01-796 Warszawa
 tel: 48 22 560 27 01 - fax 48 22 663 43 61

Od Czytelników



Szanowni Czytelnicy „Pneumatyki”,
Szanowna Redakcjo,

proszę wybaczyć poziom tej dyskusji toczącej się na łamach „Pneumatyki”.

Jej ton przestał być elegancki nie z mojej winy.

W gruncie rzeczy nie jest to dyskusja merytoryczna, chociaż o taką apelowałem. Prosiłem o to publicznie podczas konferencji naukowej KOMPRESOR 2006, organizowanej przez Politechnikę Łódzką, oraz na łamach „Pneumatyki” w październiku zeszłego roku.

Na moją prośbę o dowody hipotezy firmy „In-tech” pojawiła się tylko ekspresja specyficznego marketingu posługującego się nie argumentami czy dowodami, ale oczernianiem konkurencji. Wydaje się to zresztą niepotrzebne, bo sprężarki łopatkowe i śrubowe to ta sama grupa sprężarek wporowych i ich sprawność w zakresie tolerancji normy PN – ISO 1217 aneks C jest porównywalna. Co ważniejsze, czasem na korzyść sprężarek łopatkowych, czasem na korzyść śrubowych – zależy to od parametrów i wielkości modułu sprężającego.

Sprężarki obu typów mogą różnić się zasadniczo tylko co do trwałości łożysk – i to tylko w zależności od obrotów roboczych modułu sprężającego. Te wolniejsze „żyją” dłużej, szybsze krócej. Wszystko zależy od tego, czy ktoś chce użytkować tę samą sprężarkę np. przez 10 lat, czy też 20. Wszystko jest wyliczalne, pod warunkiem że stosuje się weryfikowalne technicznie kryteria. Do czego zachęcam. Dodam, że każdy ma prawo kalkulować produkcję i użytkowanie sprężonego powietrza wg potrzeb i kosztów swojego procesu produkcji.

Dlatego pewnie rynek, jak i siła poszczególnych producentów sprężarek różnych typów, a także dostępność do serwisu urządzeń różnych typów powodują, że statystyki ilości sprzedawanych sprężarek są takie, jakie są.

Poniżej pozwalam sobie zamieścić odpowiedź na list firmy „In-tech”, adresowany także do mnie, a zamieszczony w numerze 6 (61)2006 „Pneumatyki”. W razie pytań ze strony Użytkowników i Redakcji

Pozostaję do Państwa dyspozycji, z poważaniem

Wojciech Halkiewicz
wh@powietrze.com.pl



Szanowni Panowie,

nie wdaję się w dyskusję bez argumentów, bo niestety ich Panowie nie przytaczacie, chociaż sami o argumenty prosicie.

Przykro mi to stwierdzić, ale na moją już drugą publiczną prośbę o przekazanie mnie lub czytelnikom materiałów dokumentujących hipotezę dotyczącą utraty wydajności sprężarek śrubowych w tempie 3%/8000 h pracy otrzymuję wymijającą odpowiedź, że takie materiały istnieją. Jednak materiałów nie otrzymuję.

Jeżeli materiały są dostępne, to uprzejmie informuję, że ich dostęp jest widocznie ograniczony, bo do mnie przez 17 lat pracy w branży sprężarkowej ani razu nie dotarły.

Albo te materiały ujawnicie, albo zaprzestańcie bezpodstawnego oczerniania dostawców i urzędów, o których działaniu być może nie wiecie wszystkiego. W związku z tym ponownie proszę o udokumentowanie hipotezy o szybkim zużyciu się sprężarek śrubowych.

To, czym Panowie posługujecie się, to hipoteza. Przypomnę, że hipoteza to teza hipotetyczna, a więc wymagająca udowodnienia, co więcej – z pewnością nie jest to teza, na podstawie której można wydać miarodajną opinię.

Zapewniam, że wielokrotne powtarzanie i publikowanie przez Panów tej hipotezy wywołuje emocje wśród specjalistów w środowisku, bo są powszechnie uznawane za oszczerstwo. Braki komentarzy uzasadnione są śmiałością niedorzeczności tej hipotezy i niechęcią do angażowania się w dyskusję bez argumentów, bo dowodów na słuszność swoich teorii Panowie nie podają. Proszę więc się nie dziwić, że nie ma o czym dyskutować.

Uważam, że sprężarki łopatkowe to dobre maszyny, natomiast zły jest marketing opierający się na negocjowaniu innych produktów. Szczególnie zaś brzydzi mnie stosowanie w takim marketingu nieprawdziwych (nie popartych solidnymi dokumentami lub badaniami) stwierdzeń, które przez autorów uznawane są za jedynie słuszne.

Oczekując Panów publicznej odpowiedzi, z poważaniem

Wojciech Halkiewicz

Zapraszamy do prenumeraty kwartalnika „Pneumatyka”

Poniższy druk polecenia przelewu/wpłaty gotówkowej służy do zapłaty za prenumeratę kwartalnika „Pneumatyka” oraz jego archiwalnych egzemplarzy. Prosimy o wycięcie i uważne wypełnienie druków.
 Prenumerata może być rozpoczęta w dowolnym momencie.
 Cena prenumeraty: prenumerata roczna (4 egz.) 48,00 zł, prenumerata półroczna (2 egz.) 24 zł, wydanie bieżące 12 zł, wydanie archiwalne 5,00 zł. Wszystkie ceny zawierają VAT i obejmują koszty wysyłki.
 Wstawienie faktury i wysyłka zamówionych egzemplarzy następuje po wpłynięciu na nasze konto należnej kwoty lub po otrzymaniu potwierdzenia zapłaty.
 Wydawstwo Lektorium, ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław, tel. (071) 798 59 46, fax (071) 798 59 47 e-mail: prenumerata@lektorium.pl.
 Urzecznie informujemy, że prenumeratę oprócz naszej redakcji przyjmuje: RUCH SA, SIGMA-NOT Sp. z o.o., KOLPORTER SA, GARMOND Ltd. W sprzedaży detalicznej czasopismo dostępne jest w „cempikach”, salonach prasowych oraz w siedzibie naszego wydawnictwa.

Bank BPH SA
 oddział we Wrocławiu
 72 1060 0076 0000 3260 0103 0315
 Wydawnictwo Lektorium
 53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72
 Zamawiam prenumeratę „Pneumatyka”
 roczną (4 egz.) od nr
 półroczną (2 egz.) od nr
 wydanie bieżące nr
 wydanie archiwalne nr
 Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
 Wyrazem zgody na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych, zgodnie z Ustawą z 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium, podpis

Adres zamawiającego: _____
 NIP: _____
 Imię: _____
 Stempel: _____
 Data: _____

Bank BPH SA
 oddział we Wrocławiu
 72 1060 0076 0000 3260 0103 0315
 Wydawnictwo Lektorium
 53-608 Wrocław, ul. Robotnicza 72
 Zamawiam prenumeratę „Pneumatyka”
 roczną (4 egz.) od nr
 półroczną (2 egz.) od nr
 wydanie bieżące nr
 wydanie archiwalne nr
 Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
 Wyrazem zgody na przetwarzanie moich danych osobowych w celach marketingowych, zgodnie z Ustawą z 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U. nr 133, poz. 883) przez Wydawnictwo Lektorium, podpis

Adres zamawiającego: _____
 NIP: _____
 Imię: _____
 Stempel: _____
 Data: _____

Polecenie przelewu / wpłata gotówkowa

nazwa odbiorcy: WYDAWNICTWO LEKTORIUM
 nazwa odbiorcy cd.: 53 - 608 WROCLAW ROBOTNICZA 72
 LK: 7210600076000326001030315
 nr rachunku odbiorcy: 7210600076000326001030315
 * PLN
 waluta: PLN
 kwota: _____
 nr rachunku zlecającego (przelew) / kwota słownie (wpłata): _____
 nazwa zlecającego: _____
 nazwa zlecającego cd.: _____
 tytułem: _____
 tytułem cd.: _____
 Opłata: _____
 pieczęć, data i podpis(y) zlecającego: _____

Polecenie przelewu / wpłata gotówkowa

nazwa odbiorcy: WYDAWNICTWO LEKTORIUM
 nazwa odbiorcy cd.: 53 - 608 WROCLAW ROBOTNICZA 72
 LK: 7210600076000326001030315
 nr rachunku odbiorcy: 7210600076000326001030315
 * PLN
 waluta: PLN
 kwota: _____
 nr rachunku zlecającego (przelew) / kwota słownie (wpłata): _____
 nazwa zlecającego: _____
 nazwa zlecającego cd.: _____
 tytułem: _____
 tytułem cd.: _____
 Opłata: _____
 pieczęć, data i podpis(y) zlecającego: _____

Rozwiązania dla przemysłu
Rozwiązania dla oczyszczalni ścieków

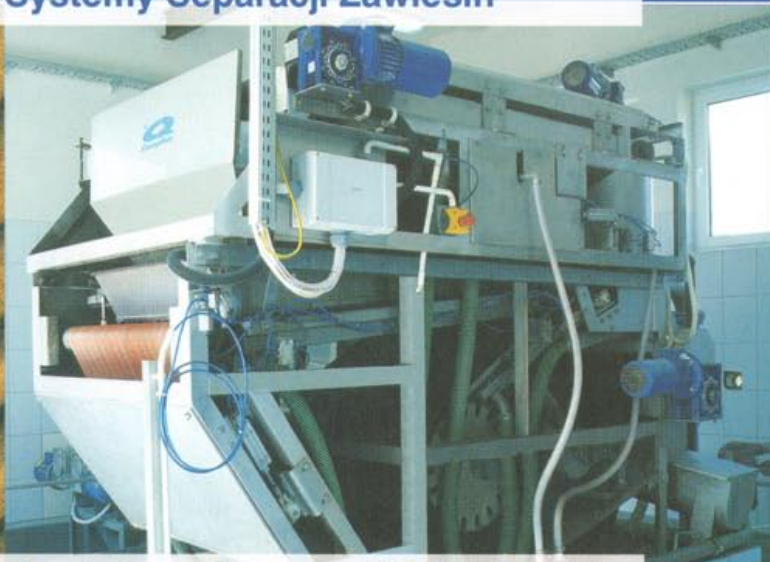


Systemy Sprężonego Powietrza



sprężarki śrubowe CRS

Systemy Separacji Zawiesin



dwutaśmowe prasy filtracyjne



Rozwiązania dla przemysłu
Rozwiązania dla oczyszczalni ścieków



Systemy Sprężonego Powietrza



dmuchawy Kaeser Kompressoren

CompRot działa na rynku polskim od 1992. Jako pionier nowoczesnych sprężarek w Polsce dostarczyliśmy setki najnowocześniejszych urządzeń tego typu o zróżnicowanych mocach. Obecnie nasza oferta to nowoczesne usługi i produkty m. in.:

- Rozwiązania dla przemysłu z zakresu dostaw sprężonego powietrza, separacji zawieszin
- Rozwiązania dla oczyszczalni ścieków z zakresu napowietrzania komór oraz odwadniania osadów pościekowych

W ramach rozwiązań proponujemy Systemy Separacji Zawieszin oraz Systemy Sprężonego Powietrza oparte zarówno na urządzeniach własnej marki jak i uznanych producentów. Dzięki kompleksowej wiedzy o maszynach i sposobach ich zastosowania popartej kilkunastoletnim doświadczeniem, oferujemy również naszym Klientom fachowe doradztwo oraz pełną obsługę posprzedażową.

CompRot

ul. Robotnicza 72, 53-608 Wrocław
tel. (071) 798 59 00, fax (071) 798 59 09
e-mail: comprot@comprot.com.pl
www.comprot.com.pl