

mechanik



Miesięcznik Naukowo-Techniczny

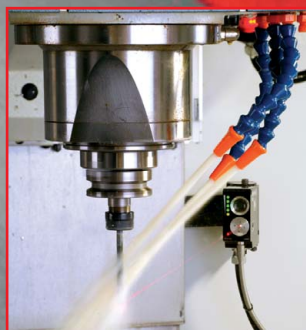
• Agenda Wydawnicza SIMP

• NR 3/2008

RENISHAW 
apply innovation™

The need for speed

Artykuł promocyjny na s. 195



Szybkie i pewne sprawdzanie narzędzi

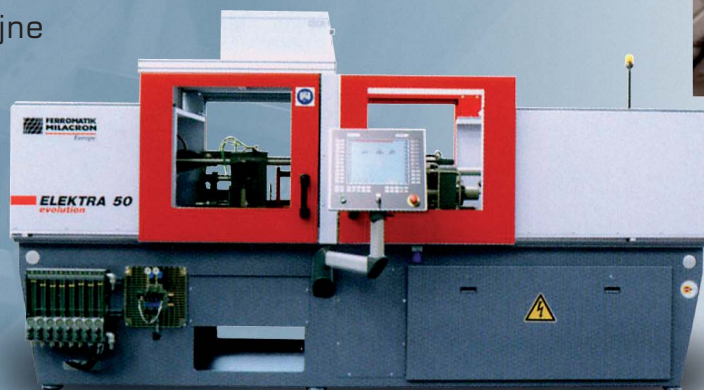


URZĄDZENIA DO PRZETWÓRSTWA TWORZYW SZTUCZNYCH

Wieloletnie zaufanie zbudowane dzięki
znajomości branży i zrozumieniu potrzeb klienta

Najpełniejsza oferta na rynku

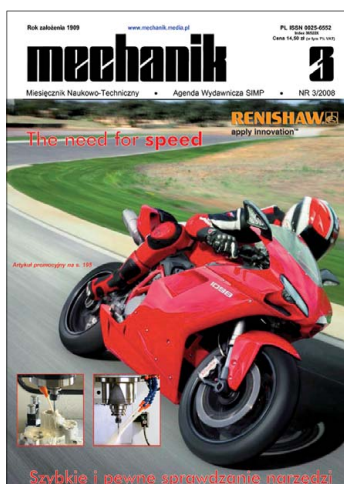
- Wtryskarki poziome kolanowe
- Wtryskarki poziome hydrauliczne z zamykaniem bezpośrednim
- Wtryskarki poziome elektryczne
- Wtryskarki pionowe
- Urządzenia do rotomoldingu
- Urządzenia peryferyjne i chłodnicze



Profesjonalne doradztwo, najlepsze ceny, pewny serwis

Abplanalp Consulting sp. z o.o.
ul. Marconich 11/10, 02-954 Warszawa
tel. 0-22 858 94 78, fax 0-22 642 50 77
e-mail: abplanalp@abplanalp.pl

Centrum Techniczno-Wystawowe
ul. Wróblewskiego 31, 02-978 Warszawa
tel. 0-22 858 78 54, fax 0-22 858 78 54
e-mail: salon@abplanalp.pl



ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Redaktor naczelny
Prof. zw. dr inż. dr h.c. Kazimierz E. Oczosł

Zastępca redaktora naczelnego
Mgr inż. Krzysztof Janus

Sekretarz redakcji
Mgr Ewa Bednarska-Dziarnowska

Redaktorzy
Mgr inż. Irena Dziwiszek
Mgr Ewa Michalska

REDAKTORZY DZIAŁOWI
Dr hab. inż. Lucjan Dąbrowski, prof. PW
– obróbka erozyjna
Prof. dr hab. inż. Jan Kosmol
– obrabiarki
Dr hab. inż. Mieczysław Marciniak, prof. PW
– obróbka skrawaniem, narzędzia
Prof. dr hab. inż. Maciej Pietrzyk
– obróbka plastyczna
Prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Polański
– informatyka stosowana, CAD/CAM
Prof. dr inż. Eugeniusz Ratajczyk
– metrologia techniczna
Prof. dr hab. inż. Jan Sieniawski
– materiały, technologie materiałowe
Prof. dr inż. Maciej Szafarczyk
– automatyzacja wytwarzania
Mgr inż. Henryk Zawistowski
– przetwórstwo tworzyw sztucznych

RADA PROGRAMOWA:

Przewodniczący
Prof. dr hab. inż. Mieczysław Kawalec

Członkowie

Mgr inż. Jan Barcentewicz
Prof. dr hab. inż. Edward Chlebus
Mgr inż. Janusz Dobrzański
Prof. dr hab. inż. Józef Gawlik
Prof. dr hab. inż. Andrzej Gołąbczak
Prof. dr hab. inż. Adam Hamrol
Prof. dr hab. inż. Jerzy Kozak
Prof. zw. dr hab. inż. Krzysztof Marchelek
Prof. dr hab. inż. Bogdan Nowicki
Prof. dr inż. Włodzimierz Przybylski

ADRES REDAKCJI:

00-050 Warszawa
ul. Świętokrzyska 14A
(wejście od ul. Świętokrzyskiej
lub ul. Czackiego 3/5), V p. pok. 534
tel./fax 022-827-16-37
tel. 022-336-14-76

ADRES KORESPONDENCYJNY:

MECHANIK, 00-950 Warszawa 1
skr. poczt. 309
e-mail: mechanik@wa.onet.pl
www.mechanik.media.pl

PANORAMA

126 Przegląd informacji krajowych i zagranicznych

METROLOGIA

- 129 *K. E. Oczosł, V. Liubimov*: Rozważania nad istotnością parametrów struktury geometrycznej powierzchni w układzie 3D*
- 165 *K. E. Oczosł, I. Cena*: RAPID INSPECTION – metody pomiarowo-kontrolne adekwatne do rapid-technologii*
- 191 Oprogramowanie Carl Zeiss do pomiaru krzywych (ZEISS)
- 195 Nowe wdrożenia laserowych systemów pomiaru i sprawdzania narzędzi (RENISHAW)
- 198 *S. Adamczak*: Struktura geometryczna powierzchni. Badania porównawcze przyrządów. Cz. 1. Eksperymentalny błąd metody*
- 204 Czujniki elektroniczne ID-H (MITUTOYO)

OBRABIARKI

- 138 Innowacyjne zmiany w CME (Abplanalp)
- 140 Prasa krawędziowa Beyeler Xpert – maksymalna powtarzalność za dotknięciem jednego przycisku (BYSTRONIC)
- 142 MAPPS III. Polskojęzyczna wersja systemu oprogramowania dla tokarek CNC (MORI SEIKI)
- 144 Automaty wzdłużne firmy PO LY GIM. Nowa oferta APX Technologie
- 146 Nowa rodzina 3-osiowych centrów obróbkowych typu HPM (+GF+ Agie Charmilles)
- 148 Technologia cięcia najwyższej jakości (BEHRINGER)
- 150 Nowe obrabiarki (RÖDERS, ZIMMER + KREIM, HEUN)
- 154 *W. Nitek, Z. Wasiał, J. Wojciechowski*: Retrofitting obrabiarek z wykorzystaniem narzędzi Open Source*
- 181 Automat tokarski wzdłużny STAR SR-20RIII (STAR)

NARZĘDZIA

- 162 *CHATTERFREE* i *HYDROFIT* – nowe narzędzia z grupy *SUMO TEC* (ISCAR)
- 178 Frezy *Xtra·tec*® zapewniają stabilność procesów (WALTER)
- 182 *SECOMAX*® – rozwiązanie problemów dotyczących obróbki stali hartowanej powierzchniowo (SECO TOOLS)
- 184 Obróbka szybkościowa stopów aluminium (MITSUBISHI MATERIALS)
- 186 Obróbka stopów magnezu narzędziami firmy MAPAL
- 188 *TENDO E* i *ES* – silna rodzina hydraulicznych opravek narzędziowych po korzystnej cenie (SCHUNK)
- 194 Powłoki *BALINIT*® – materiał dla konstruktorów (OERLIKON BALZERS)

NAPĘDY I STEROWANIE

- 206 Nowoczesne rozwiązania stosowane w przemyśle (CHIORINO, MEGADYNE, KabelSchlepp)
- 208 Elektrohydrauliczne układy EFM sterujące osprzętem maszyn budowlanych (REXROTH BOSCH GROUP)
- 212 Nowości firmy IGUS
- 214 Zastosowanie napędów NORD w wykonaniu ATEX (NORD NAPĘDY)
- 216 Regulacje ATEX sprawiają, że SPRZĘGŁO staje się URZĄDZENIEM (KTR)

CAD/CAM

- 219 Nowe pomysły, nowe standardy – jedno sprawdzone rozwiązanie (NICOM)
- 220 Nowe moduły w Delcam PowerMILL 8. Moduł do obróbki wirników i turbin (DELCAM)
- 222 Dynamiczny rozwój technologii Rapid Prototyping (BIBUS MENOS)
- 224 *B. Branowski, D. Torzyński*: Proinnowacyjne kształcenie inżynierów konstruktorów*
- 227 SpaceNavigator firmy 3Dconnexion wspierany przez aplikacje ESRI

RÓŻNE

- 152 Napawanie laserowe (TRUMPF)
- 210 Laser Znaczy Wszystko® (SOLARIS LASER)

Z DZIAŁALNOŚCI CIRP

- 232 Reperacja zniszczonych powierzchni form wtryskowych – *M. Szafarczyk**

WYDARZENIA

- 230 Targi STOM – Kielce

* Artykuły recenzowane

Miesięcznik notowany na liście czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (6 pkt.).

7. PROGRAM RAMOWY UNII EUROPEJSKIEJ

7. Program Ramowy w zakresie badań i rozwoju technologicznego (7PR) jest największym mechanizmem finansowania i kształtowania badań naukowych na poziomie europejskim. Jest to program siedmioletni (2007÷2013) z budżetem wynoszącym prawie 54 mld EUR, co przy obecnych kosztach stanowi wzrost o ok. 63% w porównaniu z 6PR.

7PR jest podstawowym instrumentem realizacji celu strategicznego, jaki wyznaczyła w marcu 2000 r. w Lizbonie Rada Europejska: przekształcenie UE w najbardziej konkurencyjną i dynamiczną – opartą na wiedzy – gospodarkę na świecie, zdolną do zapewnienia trwałego wzrostu gospodarczego, stworzenia liczniejszych i lepszych miejsc pracy oraz zagwarantowania większej spójności społecznej. Do osiągnięcia tego celu niezbędne jest wzmocnienie trójkąta wiedzy, który tworzą: edukacja, badania i innowacje.

Biorąc pod uwagę wyzwania stojące przed Europą, 7PR ma następujące cele:

- wspieranie współpracy ponadnarodowej we wszystkich obszarach badań i rozwoju technologicznego,
- zwiększenie dynamizmu, kreatywności i udoskonalanie europejskich badań naukowych w pionierskich dziedzinach nauki,
- wzmocnienie potencjału ludzkiego w zakresie badań i technologii poprzez zapewnienie lepszej edukacji i szkoleń, łatwiejszego dostępu do potencjału i infrastruktury badawczej, wzrost uznania dla zawodu naukowca oraz zachęcenie badaczy do mobilności i rozwijania kariery naukowej,
- zintensyfikowanie dialogu między światem nauki i społeczeństwem w Europie w celu zwiększenia społecznego zaufania do nauki,
- wspieranie szerokiego stosowania rezultatów i rozpowszechniania wiedzy uzyskanej w wyniku działalności badawczej, finansowanej ze środków publicznych.

7PR składa się z 4 programów szczegółowych (COOPERATION, IDEAS, PEOPLE, CAPACITIES), uzupełnionych o program szczegółowy obejmujący badania nuklearne (EURATOM) i działania Wspólnotowego Centrum Badawczego (JRC).

Program COOPERATION (Współpraca) ma na celu wspieranie ponadnarodowej współpracy naukowo-badawczej w wybranych dziesięciu obszarach tematycznych:

- zdrowie,
- żywność, rolnictwo, rybołówstwo i biotechnologia,
- **technologie informacyjne i komunikacyjne,**
- **nanonauki, nanotechnologie, materiały i nowe technologie produkcyjne,**
- energia,
- środowisko (łącznie ze zmianami klimatycznymi),
- **transport (łącznie z aeronautyką),**
- nauki społeczno-ekonomiczne i humanistyczne,
- przestrzeń kosmiczna,
- bezpieczeństwo.

Program IDEAS (Pomysły) wspiera badania z pogranicza różnych dyscyplin wiedzy (*frontier research*) inicjowane przez naukowców we wszystkich dziedzinach nauki.

Program PEOPLE (Ludzie) ilościowo i jakościowo wzmacnia potencjał ludzki w zakresie badań i rozwoju technologicznego w Europie oraz zachęca do mobilności międzynarodowej i międzysektorowej.

Program CAPACITIES (Możliwości) wspiera kluczowy potencjał europejski w zakresie badań, rozwoju technologicznego i innowacji poprzez infrastruktury badawcze, regionalne klastry badawcze, rozwój wspólnot regionalnych (szczególnie w regionach najbardziej oddalonych), badania na rzecz małych i średnich przedsiębiorstw, problemy budowy społeczeństwa wykorzystującego wiedzę, koordynację polityki badawczej oraz działania w zakresie współpracy międzynarodowej.

Więcej szczegółów: <http://cordis.europa.eu>

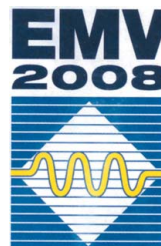
NOWE CENTRUM TARGOWO-WYSTAWIENNICZE W SOSNOWCU

10 stycznia 2008 r. nastąpiło otwarcie nowego **Centrum Targowo-Wystawienniczego – Expo Silesia** w Sosnowcu. Dysponuje ono również Centrum Konferencyjnym. Pierwsza impreza targowa została zorganizowana już w dniach 25÷27 stycznia 2008 r. Inne imprezy w 2008 r. to m.in. targi: SURFPROJECT, LOGISTEX, MOTO-SERVICE EXPO, MINING EXPO, ExpoWELDING czy WIRTOTECHNOLOGIA. Gospodarzem obiektów Expo Silesia jest firma Kolporter Expo z siedzibą w Kielcach.

KOLEJNE SPOTKANIE NAUKOWEJ SZKOŁY OBRÓBEK EROZYJNYCH W KIELCACH

22 stycznia 2008 r. odbyło się kolejne spotkanie **Naukowej Szkoły Obróbek Erozyjnych**, tym razem w Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach. W trakcie spotkania przedstawiciele tej uczelni prezentowali wyniki niektórych prac badawczych z zakresu obróbki elektroerozyjnej (dr hab. inż. Sławomir Spadło, dr inż. Norbert Radek, mgr inż. Jarosław Rolek i mgr inż. Andrzej Poterała). Spotkanie prowadził **prof. nzw. dr hab. inż. Lucjan Dąbrowski** (Politechnika Warszawska).

KONGRES NT. KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W DÜSSELDORFIE



W dniach 19÷21 lutego 2008 r. odbył się w Düsseldorfie **Kongres Kompatybilności Elektromagnetycznej – EMV 2008**. Kompatybilność elektromagnetyczna (niem. EMV, ang. EMC) oznacza zdolność danego urządzenia elektrycznego lub elektronicznego do poprawnej pracy w określonym środowisku elektromagnetycznym. W trakcie 28. sesji

przedstawiciele nauki i przemysłu wygłosili 92 referaty dotyczące aktualnego rozwoju, wyników badawczych i konkretnych rozwiązań w obszarze kompatybilności elektromagnetycznej. Oprócz niejako „klasycznych” tematów EMV, jak analiza i normalizacja czy technika pomiaru i kontroli, podjęto też problematykę w odniesieniu do techniki transportowej, energetycznej, informacyjno-komunikacyjnej i medycznej.

24. MIĘDZYNARODOWE KOLOKWIUM NT. TECHNICZNYCH TWORZYW SZTUCZNYCH W AACHEN

W dniach 21 ÷ 22 lutego 2008 r. Instytut Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych (IKV) w Aachen zorganizował **24. Międzynarodowe Kolokwium Technicznych Tworzyw Sztucznych**. W trakcie kolokwium IKV zaprezentował swoje najnowsze wyniki badawcze. Tematami światowego spotkania specjalistów z branży tworzyw sztucznych były: formowanie wtryskowe (technika maszynowa, narzędziowa i procesowa), wyłaczanie (od granulatu do wyrobu), obróbka wstępna (materiały i procesy), przeróbka plastyczna (formowanie przez rozdmuchiwanie, gorące kanały), tworzywa sztuczne piankowe (wytwarzanie i analiza), technologia kauczuku, technika powierzchni (obróbka plazmowa i plazmowe powlekanie), nowoczesne techniki wytwarzania wyrobów z tworzyw sztucznych oraz zastosowanie CAE w odniesieniu do symulacji procesów wytwarzania.

XIX MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA CIRP NT. INTELLIGENT MANUFACTURING FOR INDUSTRIAL BUSINESS W KARPACZU



Instytut Technologii Maszyn i Automatyki Politechniki Wrocławskiej organizuje w dniach 17 ÷ 20 marca 2008 r. w Karpaczu **XIX Międzynarodową Konferencję CIRP nt. Intelligent Manufacturing for Industrial Business**. Odbywa się ona pod patronatem International Academy for Production Engineering – CIRP. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego jest **prof. dr inż. Jerzy Jędrzejewski**.

NOC NAUKOWCÓW 2008

Komisja Europejska ogłosiła konkurs na zorganizowanie **Nocy Naukowców 2008** (termin składania wniosków – 5 marca 2008 r.). Celem konkursu jest popularyzacja nauki, prac badawczo-rozwojowych i zawodu naukowca w społeczeństwie, zbliżenie naukowców i społeczeństwa poprzez stworzenie im okazji do spotkania się, poznania i wspólnych działań. Noc Naukowców to jedyna taka noc w Europie, podczas której w ostatni piątek września 2008 r. będą odbywać się w całej Europie imprezy popularno-naukowe i rozrywkowe.

DR WILFRIED SCHÄFER DYREKTOREM ZARZĄDZAJĄCYM ZWIĄZKU NIEMIECKICH PRODUCENTÓW OBRABIAREK (VDW)

Od 1 kwietnia 2008 r. stanowisko dyrektora zarządzającego w Związku Niemieckich Producentów Obrabiarek (*Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken*) będzie sprawował **dr inż. Wilfried Schäfer**. Jednocześnie będzie on dyrektorem zarządzającym w Zrzeszeniu Branżowym Obrabiarek i Systemów Wytwarzania w VDMA.

Dr W. Schäfer pracował i doktoryzował się w WZL RWTH w Aachen. W latach 1992 ÷ 2001 kierował Działem Badań i Techniki w VDW. Przez ostatnie siedem lat był dyrektorem zarządzającym Zrzeszeń Branżowych Techniki Druku i Papieru oraz Systemów Bezpieczeństwa w VDMA.

MIĘDZYNARODOWE TARGI TECHNIK WYTWARZANIA I AUTOMATYZACJI – METAV 2008 W DÜSSELDORFIE

Od 31 marca do 4 kwietnia 2008 r. w Düsseldorfie odbędą się **Międzynarodowe Targi Techniki Wytwarzania i Automatyki – METAV 2008**. Uczestnictwo w nich zgłosiło ponad 760 wystawców z 23 krajów, którzy będą eksponować swoją ofertę targową na powierzchni ponad 52 000 m² netto. Na szczególną uwagę zasługuje impreza *praxis-trends*, która odbędzie się 1 kwietnia 2008 r., adresowana do producentów obrabiarek i ich odbiorców i dotycząca tematu *Efektywność energetyczna w produkcji*. Jej celem jest przybliżenie przedsiębiorstwom, w jaki sposób mogą one spełniać przyszłościowe ustępstwa polityczne Unii Europejskiej, które można traktować jako „śruby nastawne” dla wyższej efektywności energetycznej, nie tylko w odniesieniu do wyposażenia produkcji, ale także do jej planowania oraz, jak polityka chce wspomagać rozwój, podejmując odpowiednie programy badawcze.

KONFERENCJE NT. RAPID MANUFACTURING

W pierwszym półroczu 2008 r. zostaną zorganizowane dwie konferencje poświęcone problematyce Rapid Manufacturing:

- 20 ÷ 22 maja 2008 r. w Lake Buena Vista (FL, USA) doroczna **Północnoamerykańska Konferencja Rapid Manufacturing – RAPID 2008** połączona z wystawą;
- 9–10 lipca 2008 r. w Loughborough (Wielka Brytania) **3. Międzynarodowa Konferencja Rapid Manufacturing**. Jej głównymi organizatorami są: Rapid Manufacturing Research Group oraz Loughborough University.

Redakcja MECHANIK
oferuje swoim czytelnikom
bezpłatne bilety wstępu
na targi **Hannover Messe**,
które odbywać się będą
w dn. 21 ÷ 25 kwietnia 2008 r.
Zainteresowane osoby
prosimy o kontakt z redakcją:
mechanik@wa.onet.pl

Monthly magazine for engineers and technicians of machinery and production engineering industry. Organ of the Polish Society of Mechanical Engineers and Technicians – SIMP.

Magazine publishes articles covering theoretical and practical problems of production engineering with regard to design, manufacture and exploitation of machine tools and tools for metal cutting, metal forming and other methods of working as well as problems of science of materials, measurements, economics and organization of production, time estimating, information on standards, invents and improvements, work safety and welfare, etc.

CONTENTS

K.E. OCZOŚ, V. LIUBIMOV: **A discussion on importance of surface texture parameters in 3D system.** Mechanik No 3/2008, p. 129. Discussion on importance surface texture parameters (STP) when applied in 3D system. Dealt with in the discussion are relations developing between finish texture parameters and the corresponding surface service specification. Reviewed is a range of possible control means to surface texture parameters. Consideration is given to parameters beyond the control. Surface texture basic and auxiliary parameters when applied in a 3D system also noted.

Innovative changes to CME (Abplanalp). Mechanik No 3/2008, p. 138.

Beyeler XPert bending brake – maximum repeatability index available at a touch of the pushbutton (BYSTRONIC). Mechanik No 3/2008, p. 140.

MAPPS III. CNC operating software in Polish version (MORI SEIKI). Mechanik No 3/2008, p. 142.

Parallel automatic machine tools PO LY GIM. A new offer APX Technologie. Mechanik No 3/2008, p. 144.

A new HPM family of three-spindle machining centers (AGIE CHARMILLES). Mechanik No 3/2008, p. 146.

A process of highest quality cutting (BEHRINGER). Mechanik No 3/2008, p. 148.

New machine tools (RÖDERS, ZIMMER + KREIM, HEUN). Mechanik No 3/2008, p. 150.

Laser pad welding (TRUMPF). Mechanik No 3/2008, p. 152.

W. NITEK, Z. WASIAK, J. WOJCIECHOWSKI: **Machine tools retrofitting process employing Open Source tools.** Mechanik No 3/2008, p. 154. Discussed are basics for creation of the applications intended to generate machining programs, which would provide for fast and easy creation of plain applications in case, when the available issues show to be impracticable. Presented are process methods employing Open Source tools.

CHATTERFREE and HYDROFIT – new tools from SUMO TEC (ISCAR). Mechanik No 3/2008, p. 162.

K.E. OCZOŚ, I. CENA: **RAPID INSPECTION – measurement/control methods duly harmonized with rapid-technology processes.** Mechanik No 3/2008, p. 165. The heart and general specification of the Rapid Inspection methods with particular attention paid to the rapid-technology process products.

Xtra-tec milling cutters for stability of process operations (WALTER). Mechanik No 3/2008, p. 178.

Automatic parallel lathe STAR SR-20RIII (STAR). Mechanik No 3/2008, p. 181.

SECOMAX® – a solution to problems occurring in machining of the skin hardened steel components (SECO TOOLS). Mechanik No 3/2008, p. 182.

Aluminum alloy high speed machining operations (MITSUBISHI MATERIALS). Mechanik No 3/2008, p. 184.

Monatsschrift für Ingenieure und Techniker, Spezialisten aus dem Gebiet der Fertigungstechnik in der Maschinenbauindustrie. Organ des Vereins der Polnischen Maschinenbau-Ingenieure und Techniker SIMP.

Die Zeitschrift behandelt sowohl theoretische und praktische Probleme der Fertigungstechnik in der Maschinenbauindustrie, unter Berücksichtigung von Konstruktion, Herstellung und Explorations von Maschinen und Werkzeugen für die spanende Formgebung, für das Umformen und für andere Bearbeitungsmethoden, als auch Probleme der Materialkunde, Werkstattmetrologie, Betriebswirtschaft, Produktionsorganisation, Arbeitsnormung, Normalisierung, Erfindungen, des Unfallschutzes usw.

INHALT

K.E. OCZOŚ, V. LIUBIMOV: **Erwägungen über die Wesentlichkeit der Parameter der geometrischen Oberflächenstruktur im 3D-System.** Mechanik Nr 3/2008, S. 129. Erwägungen über die Wesentlichkeit der Parameter der geometrischen Oberflächenstruktur (GOS) im 3D-System. Analyse der Zusammenhänge zwischen den GOS-Parametern und den Betriebscharakteristiken der Oberfläche. Möglichkeit der Steuerung der GOS-Parameter. Unabhängigkeit der GOS-Parameter. Haupt- und Hilfsparameter der GOS im 3D-System.

Innovative Veränderungen bei CME (Abplanalp). Mechanik Nr 3/2008, S. 138.

Abkantpresse Beyeler XPert – maximale Wiederholbarkeit mit nur einem Knopf (BYSTRONIC). Mechanik Nr 3/2008, S. 140.

MAPPS III. Polnischsprachige Version des Softwaresystems für Drehbanke CNC (MORI SEIKI). Mechanik Nr 3/2008, S. 142.

Längsautomaten der Firma PO LY GIM. Neues Angebot an APX Technologie. Mechanik Nr 3/2008, S. 144.

Neue Familie von 3-Achsen-Bearbeitungszentren vom Typ HPM (AGIE CHARMILLES). Mechanik Nr 3/2008, S. 146.

Trennschneidverfahren höchster Qualität (BEHRINGER). Mechanik Nr 3/2008, S. 148.

Neue Werkzeugmaschinen (RÖDERS, ZIMMER + KREIM, HEUN). Mechanik Nr 3/2008, S. 150.

Laseraufschweißen (TRUMPF). Mechanik Nr 3/2008, S. 152.

W. NITEK, Z. WASIAK, J. WOJCIECHOWSKI: **Retrofitting von Werkzeugmaschinen unter Nutzung von Open-Source-Werkzeugen.** Mechanik Nr 3/2008, S. 154. Besprochen wurde die Methodik der Erstellung von Applikationen, welche die Bearbeitungssoftware generieren, und die eine schnelle und leichte Erstellung von einfachen Applikationen ermöglichen, wenn die zugänglichen Lösungen nicht einsetzbar sind. Dargestellt wurde die Methodik der Durchführung von Retrofitting unter Nutzung von Open-Source-Werkzeugen.

CHATTERFREE und HYDROFIT – neue Werkzeuge aus der Gruppe SUMO TEC (ISCAR). Mechanik Nr 3/2008, S. 162.

K.E. OCZOŚ, I. CENA: **RAPID INSPECTION – Mess- und Kontrollmethoden, Rapidtechnologie entsprechend.** Mechanik Nr 3/2008, S. 165. Wesen und allgemeine Charakteristik der Methoden Rapid Inspection mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in Bezug auf mit Rapidtechnologie hergestellte Erzeugnisse.

Fräsen Xtra-tec versichern die Prozessstabilität (WALTER). Mechanik Nr 3/2008, S. 178.

Längsdrehautomat STAR SR-20RIII (STAR). Mechanik Nr 3/2008, S. 181.

SECOMAX® – Lösung von Problemen bezüglich Bearbeitung von oberflächengehärtetem Stahl (SECO TOOLS). Mechanik Nr 3/2008, S. 182.

Schnellverfahren-Bearbeitung von Aluminiumlegierungen (MITSUBISHI MATERIALS). Mechanik Nr 3/2008, S. 184.

ciąg dalszy na s. 235

Neutralna, techniczno-handlowa platforma informacyjna: obrabiarki, maszyny, narzędzia, technologia

www.machine.pl

Jedyny w Polsce tak obszerny interaktywny branżowy serwis informacyjny!

Rozważania nad istotnością parametrów struktury geometrycznej powierzchni w układzie 3D

KAZIMIERZ E. OCZOŚ*
VOLODYMYR LIUBIMOV

Rozważania nad znaczeniem parametrów struktury geometrycznej powierzchni (SGP) w układzie 3D. Analiza związków między parametrami SGP i charakterystykami eksploatacyjnymi powierzchni. Możliwość sterowania parametrami SGP. Niezależność parametrów SGP. Parametry podstawowe i pomocnicze SGP w układzie 3D.

Wymaganie struktury geometrycznej powierzchni składa się z kilku różnych elementów, które mogą wchodzić w skład oznaczenia na rysunku lub w innych dokumentach zawierających wymagania.

To jak silny jest związek między parametrem struktury geometrycznej powierzchni a funkcjonalnością powierzchni, i które parametry są odpowiednie do zagwarantowania właściwej funkcjonalności danej powierzchni, przyjmuje się na podstawie literatury lub doświadczalnie.

Norma PN-EN ISO 1302:2004, załącznik D, s. 36

Przytoczone – przykładowo – cytaty z aktualnej normy PN-EN ISO 1302:2004, w wielu miejscach niezbyt zrozumiale sformułowanej, stały się główną inspiracją do podjęcia rozważań nad istotnością parametrów struktury geometrycznej powierzchni w układzie 3D. Dodatkowy impuls do zajęcia się tą problematyką stanowił fakt występowania relatywnie bardzo dużej – wynoszącej ponad 50 – liczby parametrów opisujących strukturę geometryczną powierzchni (SGP) i jej walory eksploatacyjne zarówno w układach 2D, jak i 3D.

Obowiązująca nadal norma PN-EN ISO 4287:1999 *Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa. Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni* [1 ÷ 4] podaje 14 parametrów SGP w układzie 2D. Natomiast w układzie 3D przewidziano 24 parametry SGP [5 ÷ 8]. Zestawienie parametrów w obu układach zawiera tabl. I. Do tego zestawienia należy dołączyć jeszcze kilka parametrów, jak np. parametry związane z analizą krzywej udziału materiału profilu (krzywej nośności).

Wielość występujących parametrów SGP powoduje, że potęgają się trudności w ocenie ich przydatności i celowo-

ści wykorzystywania, zwłaszcza w sytuacji, kiedy obecne normy PN-EN ISO 1302 [9] oraz PN-EN ISO 4287 [3] dotyczą wyłącznie parametrów w układzie 2D, natomiast parametry w układzie 3D nie są jeszcze znormalizowane w skali europejskiej czy krajowej i istnieją wyłącznie w postaci norm firmowych [5 ÷ 11]. Należy przy tym podkreślić, że wybór właściwego parametru SGP, w celu jego oznaczenia na rysunku technicznym, jest problemem o niezwykle istotnym znaczeniu dla jakości powierzchni wytwarzanego wyrobu.

Norma PN-EN ISO 1302:2004, dotycząca oznaczania struktury geometrycznej powierzchni w dokumentacji technicznej wyrobu, nie zawiera żadnych rekomendacji w odniesieniu do właściwego wyboru parametru. Z jej treści wynika jedynie, że jakkolwiek z wymienionych w niej 14 parametrów może być uwzględniany w wymaganiach SGP samodzielnie lub łącznie z innymi parametrami. Ponadto twórcy normy raczej asekuracyjnie dodają, że wybór parametrów gwarantujących właściwą funkcjonalność danej powierzchni, ...*przyjmuje się na podstawie literatury lub doświadczalnie.*

Konfrontacja ujętego w normach stanowiska z bardzo interesującymi badaniami przeprowadzonymi w latach 1998 ÷ 2004 z inicjatywy uznanych na świecie organizacji i stowarzyszeń (CIRP, ASME i in.), przyniosła zaskakujące, chociaż niepozbawione logicznego uzasadnienia, rezultaty. Prawie 100% przedsiębiorstw badanych pod kątem sposobu określania stanu SGP stwierdziło, że korzysta z parametru R_a , znacznie mniej z parametrów R_z (~85%), R_t (~60%), R_p (~30%). Pozostałe parametry wykorzystuje mniej niż 10% firm. Ponad 70% firm uważa parametr R_a za najbardziej znaczący pod względem funkcjonalności miernik SGP, następnymi miejscami zajmują parametry R_q i R_{sk} (odpowiednio 18% i 17%) i R_t (14%), pozostałe zaś nie przekraczają 6% prognozy. Ok. 59% przedsiębiorstw korzysta z normy ISO 4287, ok. 40% – z wewnętrznych norm zakładowych (firmowych), a ok. 10% – z norm DIN 4760 i DIN 4776. Zdziwiał fakt, że ok. 3% firm w ogóle nie mogło wymienić obowiązującej w danej firmie normy dotyczącej SGP. Jeśli zaś chodzi o stosowanie parametrów SGP w układzie 3D, to takiej informacji praktycznie nie uzyskano [12].

Uzyskany rzeczywisty obraz praktycznego wykorzystywania parametrów SGP – w następstwie przeprowadzonych sondaży ich stosowności – świadczy o sztuczności i bezpodstawności wprowadzenia niektórych z nich

* Prof. zw. dr inż. Kazimierz E. Oczos i prof. dr. hab. inż. Volodymyr Liubimov są pracownikami naukowymi Katedry Techniki Wytwarzania i Automatyzacji Politechniki Rzeszowskiej.

TABLICA I. Zestawienie parametrów SGP

Układ 3D		Układ 2D	
Nazwa parametru	Symbol		Nazwa parametru
Wysokość nierówności	<i>St</i>	<i>Rt</i>	Całkowita wysokość nierówności
Średnie kwadratowe odchylenie rzędnych powierzchni	<i>Sq</i>	<i>Rq</i>	Średnie kwadratowe odchylenie rzędnych profilu
Średnie arytmetyczne odchylenie rzędnych powierzchni	<i>Sa</i>	<i>Ra</i>	Średnie arytmetyczne odchylenie rzędnych profilu
Wysokość najwyższego wzniesienia powierzchni	<i>Sp</i>	<i>Rp</i>	Wysokość najwyższego wzniesienia profilu
Głębokość najniższego wgłębienia powierzchni	<i>Sv</i>	<i>Rv</i>	Głębokość najniższego wgłębienia profilu
Współczynnik asymetrii powierzchni	<i>Ssk</i>	<i>Rsk</i>	Współczynnik asymetrii profilu
Współczynnik nachylenia powierzchni	<i>Sku</i>	<i>Rku</i>	Współczynnik nachylenia profilu
Wysokość chropowatości według 10 punktów	<i>Sz</i>	-	Nie występuje
Nie występuje	-	<i>Rz*</i>	Największa wysokość profilu
Nie występuje	-	<i>Rc</i>	Średnia wysokość elementów profilu
Gęstość wzniesień między określonymi przekrojami	<i>Spc</i>	-	Nie występuje
Wskaźnik tekstury powierzchni	<i>Str</i>	-	Nie występuje
Gęstość wierzchołków nierówności powierzchni	<i>Sds</i>	-	Nie występuje
Wymiar fraktalny	<i>Sfd</i>	-	Nie występuje
Długość odcinka najszybszego zanikania funkcji autokorelacji	<i>Sal</i>	-	Nie występuje
Kierunek tekstury powierzchni	<i>Std</i>	-	Nie występuje
Nie występuje	-	<i>Rmc</i>	Udział materiałowy profilu
Udział nośny na zadanej wysokości	<i>STd</i>	<i>Rmr</i>	Względny udział materiałowy
Wysokość obszaru nośności	<i>SHTp</i>	-	Nie występuje
Średnia objętość materiału	<i>Smmr</i>	-	Nie występuje
Średnia objętość pustek	<i>Smvr</i>	-	Nie występuje
Nie występuje	-	<i>RSm</i>	Średnia szerokość rowków elementów profilu
Nie występuje	-	<i>Rδc (Rdc)</i>	Różnica między dwoma poziomami cięcia
Średnie kwadratowe nachylenie powierzchni	<i>Sdq</i>	<i>RΔq (Rdq)</i>	Średni kwadratowy wznios profilu
Średnia arytmetyczna krzywizna wierzchołków nierówności powierzchni	<i>Ssc</i>	-	Nie występuje
Rozwinięcie powierzchni	<i>Sdr</i>	-	Nie występuje
Wskaźnik nośności powierzchni	<i>Sbi</i>	-	Nie występuje
Wskaźnik zatrzymania cieczy przez rdzeń	<i>Sci</i>	-	Nie występuje
Wskaźnik zatrzymania cieczy przez wgłębienia	<i>Svi</i>	-	Nie występuje

* Jeżeli nie określono inaczej, to $Rz = Rt$; wówczas zaleca się stosowanie parametru Rt .

oraz o tym, że dalsze ich istnienie w wykazie parametrów SGP jest zbędne. W celu przeprowadzenia analizy przydatności parametrów SGP należałoby uzależnić zasadność ich stosowania na rysunkach technicznych w pierwszym rzędzie od odpowiedzi na następujące zasadnicze pytania:

- Na jaki konkretny walor eksploatacyjny wywiera wpływ wybrany parametr lub wybrany zestaw parametrów SGP?

- Czy istnieje możliwość celowego, niezależnego sterowania wybranym, konkretnym parametrem SGP w procesie kształtowania powierzchni (w procesie obróbkowym)?

- Czy wybrany parametr może być traktowany jako parametr samodzielny, którego wartość nie zależy od wartości pozostałych parametrów SGP?

W celu udzielenia pogłębionych odpowiedzi na tak postawione pytania należy – na podstawie własnego doświadczenia i analizy branżowej literatury technicznej – dokonać szerszego omówienia istniejącego stanu wiedzy o rozpatrywanym zagadnieniu.

Analiza związków między parametrami SGP i charakterystykami eksploatacyjnymi powierzchni

Rozpatrywaniu związków zachodzących między parametrami SGP i charakterystykami eksploatacyjnymi powierzchni poświęcono już wiele uwagi w licznych opracowaniach naukowych, m.in. w monografii P. Pawlusa cytującej ponad 1300 źródeł literatury [11]. Ich lektura pozwala sformułować interesujące spostrzeżenie: otóż



Haas
Proste rozwiązanie nr 5
Ustawianie dysz bez użycia rąk



Programowalne dysze cieczy smarująco-chłodzącej

Spędziliśmy wiele czasu obserwując, jak operatorzy obrabiając części bez przerwy otwierają drzwi maszyn, aby przestawić kierunek padania cieczy smarująco-chłodzącej. Nasze programowalne dysze cieczy smarująco-chłodzącej są sterowane automatycznie przez program obróbkowy, kierując strumień chłodziwa bezpośrednio w obszar skrawania, co eliminuje konieczność ciągłego przestawiania dysz przez operatora. Położeniem dysz można sterować także z klawiatury podczas działania programu obróbkowego.



Haas Factory Outlet

Abplanalp Consulting • 02-954 Warszawa | Tel: +(48 22) 858 94 78 | abplanalp@abplanalp.pl

Centrum Techniczno-Wystawowe • 02-978 Warszawa | Tel: +(48 22) 858 78 54 | salon@abplanalp.pl
www.abplanalp.com | www.HaasCNC.com

nawet w odniesieniu do dwuwymiarowych parametrów SGP pojawia się w pracach poświęconych temu zagadnieniu zaledwie połowa parametrów ujętych w aktualnej normie PN-EN ISO 14660-1:2001 [10]. Dokonując analizy ok. 300 publikacji z lat 1998÷2006 ustalono częstość wykorzystywania parametrów SGP, określających właściwości eksploatacyjne powierzchni, a jej wyniki przedstawiono w tabl.II

TABLICA II. Częstość wykorzystywania parametrów SGP w celu określenia właściwości eksploatacyjnych powierzchni (w %)

Parametr SGP	Ra	Rz	Rt	Rq	Std	Rds	Rdq
Częstość wykorzystywania	98	92	67	12	8	6	6

W nielicznych pracach występowały parametry układu 3D, analogiczne do przytoczonych w tabl.II parametrów układu 2D (patrz tabl. I). Dość często wymieniano również kierunkowość powierzchni, przy czym najczęściej nie w postaci parametru *Std*, ale w postaci określenia opisowego, np. *skrzyżowanie śladów po obróbce pod kątem 60°* [11]. Z tego względu parametr *Std* trafił – w pewnym sensie umownie – do tabl.II, natomiast parametry *Rdc* (*Sdc*) i *Rdq* (*Sdq*) były często wymieniane przy określaniu ich wpływu na walory konstrukcyjne, np. w postaci: *...jest jasne, że te parametry nie mogą nie wpływać na ...*. Podczas dokonywania analizy literatury nie spotkano żadnego wzoru bądź wykresu, który potwierdzałby zasadność tego rodzaju wniosków.

Możliwość sterowania parametrami SGP

Wykaz parametrów SGP, których wartościami podczas realizacji procesu obróbkowego można celowo sterować, jest jeszcze krótszy w porównaniu z parametrami określającymi właściwości eksploatacyjne powierzchni. W tabl. III przytoczono parametry SGP, którymi sterowanie zostało jednoznacznie i skutecznie zrealizowane w procesie obróbkowym, oraz częstość ich wzmiankowania w literaturze źródłowej. Praktycznie brak jest analizy możliwości sterowania skojarzonymi parametrami w układzie 3D oraz pozostałymi parametrami w układzie 2D.

Przez pojęcie możliwości sterowania parametrem SGP w procesie obróbkowym rozumie się istnienie (analityczne lub graficzne) zależności konkretnego parametru SGP od parametrów procesu obróbkowego. W niektórych przypadkach, jak np. w procesie toczenia z dużą prędkością skrawania nożem z zaokrąglonym narożem, chropowatość powierzchni udaje się obliczyć analitycznie wg wzoru:

$$R_t = S_t = \frac{f^2}{8r_\epsilon} \quad (1)$$

gdzie: *f* – posuw, mm/obr, *r_ε* – promień naroża ostrza, μm.

W zasadzie wzór (1) jest modelem matematycznym pozwalającym na sterowanie parametrem wyjściowym *Rt* (lub *St*) za pomocą zmiany wartości parametrów wejściowych *f* i *r_ε*.

Najczęściej spotyka się jednak modele analityczno-doświadczalne lub doświadczalne. W modelach analityczno-doświadczalnych podstawę stanowi wzór analitycz-

ny, uzupełniony dodatkowymi członami lub współczynnikami uwzględniającymi konkretne warunki obróbkowe. Przykładem takiego modelu może być zależność (2) służąca do prognozowania parametru *Ra* powierzchni frezowanych czołowo [9]:

$$Ra = \sqrt{\left(\frac{tg\kappa tg\kappa^1}{tg\kappa + tg\kappa^1}\right)^2 \frac{f^2}{16} + \frac{3}{4} D^2(\xi) \left[1 + \frac{tg\kappa tg\kappa^1}{(tg\kappa + tg\kappa^1)^2}\right]} \quad (2)$$

gdzie: *f* – posuw, *κ* i *κ¹* – kąty ostrza, *D²(ξ)* – wariancja drgań względnych.

Pierwszy człon (2) jest analitycznym wzorem do obliczenia parametru *Ra* szczytkowych nierówności, drugi zaś uwzględnia zakłócenia spowodowane drganiami samowzbudnymi w procesie frezowania.

Przykładem modelu doświadczalnego może być zależność (3) do obliczania chropowatości powierzchni obrabianej w szlifowaniu osiowym [13]:

$$Ra = R_1 \cdot R_{as}^{r_1} \left(\frac{a_e}{b_s/f_a}\right)^{r_2} \quad (3)$$

gdzie: *R₁*, *r₁*, *r₂* – współczynniki zależne od charakterystyki ściernicy, *R_{as}* – chropowatość ściernicy, *a_e* – nastawny dosuw promieniowy, *b_s* – szerokość ściernicy, *f_a* – posuw osiowy.

W przypadku gdy zamierza się rozpatrywać modele w układzie 3D we wzorach (2) i (3) *Ra*, należy zamienić na *Sa*.

Jeżeli model jest adekwatny i dokładnie odzwierciedla proces obróbkowy, stwarza on możliwość sterowania SGP, ale tylko pod kątem tego parametru, dla którego został on opracowany. Ponadto należy mieć na uwadze, że opracowanie modelu analityczno-doświadczalnego lub doświadczalnego jest bardzo pracochłonne i czasochłonne, co prawdopodobnie spowodowało, że wykaz sterowanych parametrów SGP jest tak ograniczony (patrz tabl. III).

TABLICA III. Częstość wzmiankowania możliwości sterowania parametrami SGP (w %)

Parametr SGP	Ra	Rz	Rt	Rq	Std
Częstość wzmiankowania	100	~100	92	9	60

W odniesieniu do parametrów w układzie 3D, możliwość sterowania nimi można by – w pewnym przybliżeniu – oceniać na podstawie analogicznych parametrów 2D ujętych w tabl. III. Oznacza to, że jako sterowane można przyjmować parametry *Sa*, *St* i *Sq*. Aktualnie brak jakichkolwiek danych dotyczących możliwości sterowania pozostałymi parametrami, w tym szczególnie wskaźnikami SGP. Bardzo często identyczne pod względem wartości parametry dotyczą powierzchni zasadniczo różniących się między sobą, których przykłady przytoczono na rys. 1. W obu przypadkach wartości parametru *Sci* są niemal jednakowe: *Sci*=1,61 dla powierzchni kulowanej i *Sci*=1,6 dla powierzchni frezowanej, przy czym jednak powierzchnia kulowana jest powierzchnią izotropową losową o wysokości nierówności *St*=22,2 μm, a powierzchn-



MASZyny, INSTALACJE, OPRZYRZĄDOWANIE DO OBRÓBKI BLACH, RUR, Kształtowników, DRUTÓW ORAZ SZKIELETÓW METALOWYCH. WYTŁOCZEK. SPAWANIA. OBRÓBEK TERMICZNYCH. OBRÓBEK I WYKONCZEN POWIERZCHNI.

Lamiera

Bologna, 14-17/5/2008

Promowane przez



UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE



BolognaFiere



CEU



022-2006

LAMIERA

OFFICIAL MAGAZINE OF THE EXHIBITION



Regione Emilia-Romagna

Światowy Leader dla produkcji obrabiarek do kształtowania (2.273 miliony euro w 2006), Włochy są dumne z LAMIERY, jednej z najbardziej utytułowanych międzynarodowych wystaw sektora, której czternasta edycja będzie miała miejsce w dniach od 14 do 17 maja 2008 roku, w dzielnicy wystawowej Targów Bolonii. Impreza promowana przez UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE (UCIMU-SYSTEMY DO PRODUKCJI), zapewnia użytkownikom możliwość przemyślenia wyborów inwestycyjnych, w oparciu o wyczerpującą weryfikację najlepiej ocenianych kompetencji wyrażanych przez rynek. Ponadto edycja 2008 wystawy organizowanej przez CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU (CEU-CENTRUM WYSTAW UCIMU) przestawi nową wersję Lambdy, skupioną na "RTDI-in-Forming: badanie, rozwój technologiczny i innowacja" i będzie okazją do dyskusji nad najbardziej interesującymi tematami oraz aktualnościami sektora. Niepowtarzalną okazją do określenia nowych, bardziej korzystnych, relacji techniczno - handlowych, LAMIERA w 2006 roku gościła jako wystawców 528 firm (w tym 27% zagranicznych), które prosiły o przygotowanie powierzchni wystawowej równej 25.549 metrów kwadratowych. Spośród wystawionych wyrobów najliczniejszymi były maszyny do cięcia blachy, maszyny do kształtowania blachy, maszyny, urządzenia i materiały do spawania oraz cięcia tlenowego, prasy, maszyny do obróbki prętów, kształtowników i rur, usługi dla przedsiębiorstw, maszyny do wykrwania i przebijania blachy, roboty. Edycja 2006 LAMIERY odnotowała 23.215 odwiedzin; 6% operatorów przybyło do Bolonii z zagranicy.

Jednostka organizacyjna
CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU SPA

We współpracy z

Senaf srl, via Eritrea 21/A, 20157 Milano MI (Italy)
tel. +39 023 320 391, telefax +39 0239 005 289

Informacji udziela

LAMIERA c/o CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU SPA
viale Fulvio Testi 128, 20092 Cinisello Balsamo MI (Italy)
tel. +39 02 262 551, telefax +39 0226 255 214/349
www.lamiera.net lamiera.vista@ucimu.it

Promowane przez

UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE

Miejsce: Fiera Bologna (Targi Bolonia),
wejście Michellino, Nord (Północ)

Czas trwania:

Od środy 14 do soboty 17 maja 2008 roku

W godzinach: od 9.00 do 18.00

Wejście: stała przepustka € 12,00;
bezpłatna po wcześniejszej rejestracji

Katalog: € 12,00, do dyspozycji na
terenie imprezy



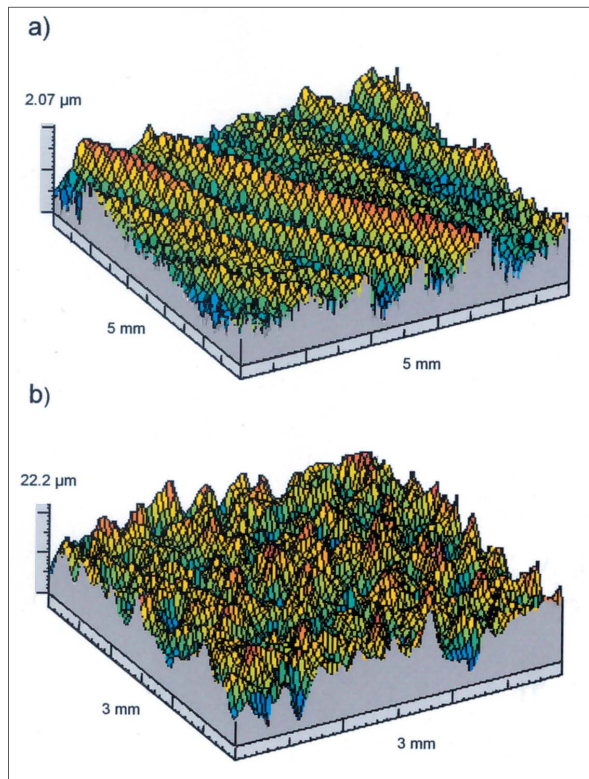
BolognaFiere

Powierzchnia do dyspozycji dla imprezy

wcześniejsza rejestracja

umożliwia zwiedzającym otrzymanie bezpłatnie stałej przepustki wejściowej, w terminach określonych on line.
ON LINE WSZYSTKIE INFORMACJE, STAŁE UAKTUALNIANE, DO ZAPLANOWANIA SVOJEJ WIZYTY NA IMPREZIE.

www.lamiera.net



Rys. 1. Powierzchnie o zbliżonych wartościach parametru Sc_i otrzymane w procesie: a) frezowania czołowego, b) dekoracyjnego kulowania precyzyjnego

nia frezowana jest powierzchnią anizotropową okresową o wysokości nierówności $St = 2,07 \mu\text{m}$.

Niezależność parametrów SGP

Niezależność konkretnego parametru od pozostałych parametrów jest zagadnieniem bardzo ważnym i odgrywa (lub może odgrywać) decydującą rolę przy wyborze sposobu identyfikacji SGP. W idealnym przypadku wybrany parametr SGP musi być absolutnie niezależny od pozostałych parametrów, gdyż tylko wówczas można ustalać jego wartości w sposób obiektywny i jednoznaczny. Przykładem mogą być parametry St (wysokość nierówności) i Std (kierunek tekstury powierzchni). Przy stałej wartości St można zmieniać wartość Std , np.: zmieniając kierunek obróbki przy szlifowaniu płaskim lub przy stałym kierunku ($Std = \text{const}$) można zmieniać wartość St , np. zmieniając geometrię noża lub posuw podczas strugania.

Większość istniejących parametrów łączy się jednak między sobą w sposób korelacyjny lub analityczny. Przykładem związku korelacyjnego mogą być parametry Ra i Rq . W przypadku idealnej powierzchni o nierównościach 2. stopnia (np. okresowej promieniowej) występuje między nimi związek analityczny [12, 14, 15]:

$$Sa = 0,86 Sq \quad (4)$$

Dla powierzchni losowych o rozkładzie Gaussa [5, 12]:

$$Sa = (2/\pi)^{0,5} Scq = 0,798 Sq \quad (5)$$

Dla średniostatystycznej powierzchni rzeczywistej korelację można wyrazić wzorem doświadczalnym:

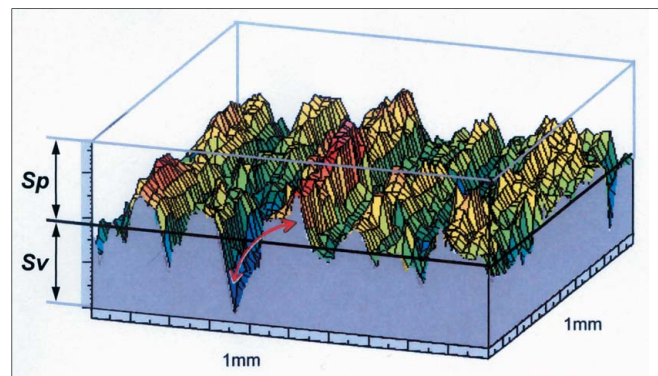
$$Sa = 0,854 Sq \quad (6)$$

przy współczynniku korelacji $R^2 = 0,985$ [5, 12, 16].

W tym przypadku nasuwa się pytanie: czy potrzebne jest ujmowanie w wykazie parametrów SGP obu tych parametrów, tj. Sa i Sq ? Można przecież zostawić jeden z nich (np. Sq), a drugi – w razie potrzeby – obliczyć z użyciem zależności (4)÷(6).

Kolejny przykład zbędności parametrów SGP można przytoczyć rozpatrując parametry $Smmr$ i $Smvr$, określające objętość materiału i pustek w strukturze powierzchni, wyrażane w mm^3/mm^2 [4÷8, 17]. Rozważania te ilustruje rys. 2. Z określenia płaszczyzny (linii) średniej [4, 6÷8, 11] wynika, że objętości (powierzchnie w układzie 2D) wzniesień nad płaszczyzną (linią) średnią równają się objętości (powierzchni) pustek pod płaszczyzną (linią) średnią. W konsekwencji objętość SGP w odniesieniu do 1 mm^2 powierzchni wynosi:

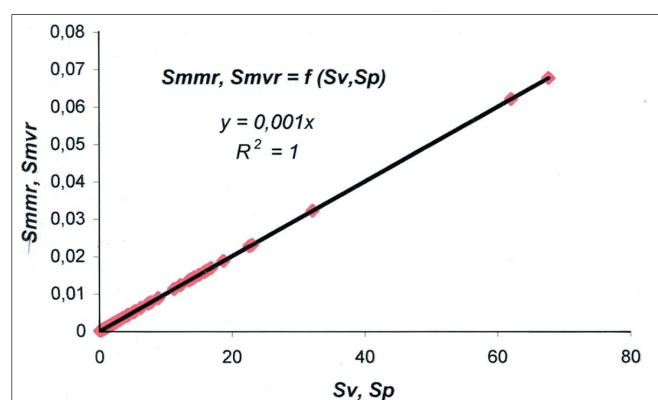
$$\begin{aligned} Q &= K \cdot St \cdot 1 \text{ mm}^3/\text{mm}^2 \\ Q_m &= Smmr = K \cdot Sv \cdot 1 \text{ mm}^3/\text{mm}^2 \\ Q_v &= Smvr = K \cdot Sp \cdot 1 \text{ mm}^3/\text{mm}^2 \end{aligned} \quad (7)$$



Rys. 2. Objętość materiału i pustek SGP

gdzie: Q – całkowita objętość SGP, Q_m – objętość materiału, Q_v – objętość pustek, $K = 0,001$ – współczynnik wymiarowy; St , Sv , Sp , $Smmr$, $Smvr$ – parametry SGP.

Zależności (7) pokrywają się z wynikami badań 100 przypadkowych powierzchni wybranych z surfoteki Katedry Techniki Wytwarzania i Automatykacji Politechniki Rzeszowskiej na podstawie listy liczb losowych [12] przytoczonych na rys. 3. W tym miejscu ponownie nasuwa się wątpliwość: Czy rzeczywiście niezbędne są parametry $Smmr$ i $Smvr$, jeśli charakterystyki objętościowe SGP można obliczyć za pomocą prostych wzorów (7)?



Rys. 3. Graficzna interpretacja doświadczalnych relacji zachodzących pomiędzy parametrami $Smmr$, $Smvr$, Sv i Sp



 **Precyzja** jest najważniejsza



 **FEELER**

HEADQUARTER

No. 186, Yong Chi Road, Taipei, Taiwan
Tel: +886-2-2763-9696
Fax: +886-2-2768-0636/37/39
<http://www.fairfriend.com.tw>
E-mail: chairom@fairfriend.com.tw

MACHINE TOOLS DIVISION

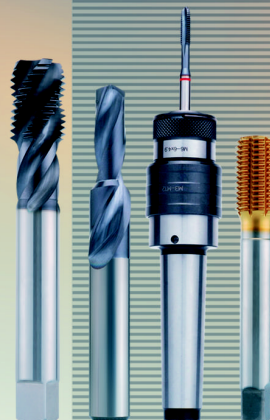
No. 133, Gong 1st Road, Taichung Industrial Park,
Taichung City, Taiwan.
Tel : +886-4-2359-4075 (MAIN)
+886-4-2359-4845 (SALES DEP.)
Fax: +886-4-2359-0318 (MAIN)
+886-4-2359-4873 (SALES DEP.)
<http://www.feeler.com>
E-mail: sales@feeler.com

**Potrzebny
przedsta-
wiciel!**



 **FANAR**[®]

Serdecznie Państwa zapraszamy
do odwiedzenia naszego stoiska
na Targach Kielce w Pawilonie C-94
Salon Technologii Obróbki Metali STOM
w dniach 26-28 III 2008.



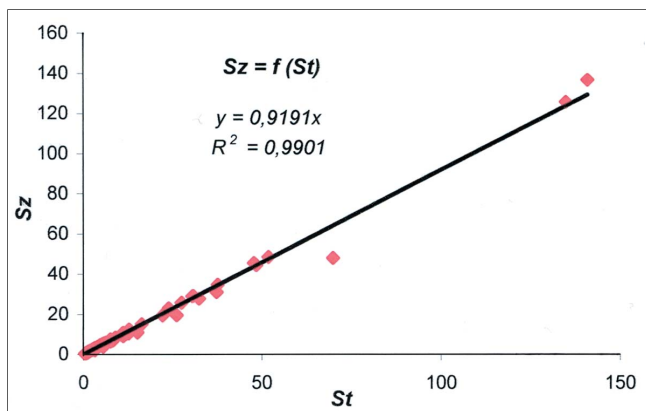
Fabryka Narzędzi FANAR S.A. ul. Płocka 11, 06-400 Ciechanów
tel.(48 23) 672 44 44, 674 30 00, fax.(48 23) 672 23 31, 672 48 41, e-mail: info@fanar.pl

TABLICA IV. Zestawienie proponowanych parametrów SGP w układzie 3D

Parametry		Wpływ na właściwości eksploatacyjne	Możliwość sterowania w procesie wytwarzania	Ścisły związek z parametrami	Charakter parametru
Amplitudowe	St	stwierdzony	stwierdzona	<i>Sq, Sa, SHTp, Sz₁, Sdr</i>	podstawowy
	Sq	stwierdzony	stwierdzona	<i>St, Sa, Sz, SHTp, Sdr</i>	podstawowy
	Sp	?	stwierdzona	<i>S_{mv}*</i>	pomocniczy
	Sv	?	stwierdzona	<i>S_{mm}*</i>	pomocniczy
	Ssk	?	stwierdzona		pomocniczy
	Sku	?	?	<i>Sq / St</i>	pomocniczy
	Sz	stwierdzony	stwierdzona	<i>St, Sa, Sq, SHTp, Sdr</i>	-
	Sa	stwierdzony	stwierdzona	<i>St, Sq, Sz, SHTp, Sdr</i>	-
Przestrzenne	SPc	nie stwierdzony	nie stwierdzona		-
	Sds	?	?		pomocniczy
	Str	stwierdzony	stwierdzona		podstawowy
	Sal	nie stwierdzony	nie stwierdzona		pomocniczy
	Std	stwierdzony	stwierdzona		podstawowy
	Sfd	nie stwierdzony	nie stwierdzona		pomocniczy
Powierzchniowe i objętościowe	STp	nie stwierdzony	nie stwierdzona		-
	SHTp	nie stwierdzony	?	<i>St, Sq, Sa, Sz</i>	-
	S_{mm}	?	?	<i>S_v*</i>	-
	S_{mv}	?	?	<i>S_p*</i>	-
Hybrydowe	Sdq	?	nie stwierdzona	<i>Sdr</i>	pomocniczy
	Ssc	?	nie stwierdzona		pomocniczy
	Sdr	?	?	<i>Sdq, St, Sa, Sz</i>	pomocniczy
Funkcjonalne	Sbi	nie stwierdzony	nie stwierdzona		pomocniczy
	Sci	nie stwierdzony	nie stwierdzona		pomocniczy
	Svi	nie stwierdzony	nie stwierdzona		pomocniczy

* Związek analityczny

Warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden parametr, od ponad 50 lat dominujący w ocenie SGP, a mianowicie Sz (Rz), tj. wysokość nierówności wg 10 ekstremalnych punktów. W układzie 3D, w którym na 1 mm² przypada ≥ 10 000 punktów pomiarowych, wyodrębnienie 10 ekstremalnych punktów traci w istocie sens. Potwierdzają to wyniki badań doświadczalnych zinterpretowanych graficznie na rys. 4 [12]. Na ich podstawie można znowu



Rys. 4. Graficzna interpretacja doświadczalnych relacji zachodzących pomiędzy parametrami Sz i St

sformułować problem: Czy są potrzebne w wykazie parametrów wzajemnie dublujące się wskaźniki?

Jeżeli raz jeszcze odwołamy się do cytatu z normy [9]: *Wymaganie struktury geometrycznej powierzchni składa się z kilku różnych elementów (tj. parametrów – autorzy), które mogą wchodzić w skład oznaczenia na rysunku lub w innych dokumentach...* to stwierdzimy, że nie mówi on nic o ewentualnych relacjach między parametrami, pozostawiając wybór ich wartości do decyzji konstruktora. Czy nie mogą pojawić się wówczas na rysunku technicznym lub w innych dokumentach oznaczenia w odniesieniu do wymagań SGP, ujęte w postaci kilku parametrów o wzajemnie rozbieżnych wartościach?

Przykład takiej niezgodności można znaleźć w samej normie PN-EN ISO 1302 [9]. Na s.48 (w załączniku I, tabl I. 1, linijka g) przytoczono przykład podawania wymagań SGP na rysunkach: „...Ra plus inny parametr niż Ra”, przy czym wcześniej podawano wartości: Ra = 1,6 i Rz = 4,2. Relacja między nimi wynosi Rz/Ra = 2,625, chociaż na podstawie licznych badań analitycznych i doświadczalnych [6, 11, 12, 14 ÷ 17] udowodniono, że średniostatystyczny stosunek Rz/Ra = 5,7. A to oznacza, że stosowanie wartości parametrów niezgodnych z istniejącymi między nimi relacjami może doprowadzić do niejednoznacznego odczytania rysunku technicznego i niepoprawnego wykonania przedmiotu.

PODSUMOWANIE

Z przytoczonych powyżej rozważań wynika, że w wykazie podstawowych parametrów SGP znajdują się takie parametry, dla których:

- udowodniono wpływ na właściwości eksploatacyjne powierzchni,
- istnieją możliwości niezależnego sterowania w procesie kształtowania powierzchni,
- udowodniono niezależność od pozostałych parametrów SGP.

Kierując się tymi przesłankami, sporządzono tabl. IV. Pod nazwą parametr podstawowy określono w niej parametry charakteryzujące podstawowe, niezbędne wymagania struktury geometrycznej powierzchni w zależności od jej funkcjonalności. Parametr podstawowy musi być niezależny od pozostałych parametrów i umożliwiać jednoznacznie sterowanie nim podczas kształtowania powierzchni w procesie obróbkowym. Z kolei pod nazwą parametr pomocniczy rozumie się parametr uszczegółwiający (łącznie z parametrem podstawowym) walory funkcjonalne powierzchni w zależności od konkretnych warunków eksploatacji.

Parametr podstawowy może być stosowany na rysunkach technicznych lub w innych dokumentach samodzielnie, natomiast parametr pomocniczy może występować wyłącznie razem z parametrem podstawowym (jako parametr uzupełniający). Przykład analizy porównawczej powierzchni z zastosowaniem parametrów podstawowych i pomocniczych przytoczono w [5].

LITERATURA

1. S. ADAMCZAK: Normalizacja pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. *Mechanik*, **78**(2005)5/6, 492 + 495.
2. S. BIAŁAS: Tolerancje geometryczne w specyfikacjach geometrii wyrobu. *Mechanik*, **76**(2003)3, 140 + 144.
3. PN-EN ISO 4287:1999 Specyfikacje geometrii wyrobów. Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa. Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni
4. M. WIECZOROWSKI, A. CELLARY, J. CHAJDA: Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni. Politechnika Poznańska Poznań 2003.
5. K. E. OCZOŚ, V. LIUBIMOV: Struktura geometryczna powierzchni. Oficyna Wydawnicza PRz, Rzeszów 2003.
6. T. R. THOMAS: Rough surfaces. Imperial Press, London 1999.
7. www.hommelwerke.de
8. www.taylor-hobson.com
9. PN-EN ISO 1302:2004 Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Oznaczenie struktury geometrycznej powierzchni w dokumentacji technicznej wyrobu
10. PN-EN ISO 14660-1:2001 Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Elementy geometryczne. Część 1: Podstawowe terminy i definicje
11. P. PAWLUS: Topografia powierzchni. Oficyna Wydawnicza PRz Rzeszów 2005.
12. E. JANOWSKA: Badania analityczne i doświadczalne istotności oraz współzależności parametrów struktur geometrycznych powierzchni. Rozprawa doktorska. Politechnika Rzeszowska 2006.
13. W. HABRAT: Wpływ zużycia obciągacza na chropowatość obrabianych powierzchni w szlifowaniu osiowym. Rozprawa doktorska. Politechnika Rzeszowska 2006.
14. V. LIUBIMOV: K woprosu ocenki parametrov mikrotopografii obrabotannykh powerchnostej. *Progressywna Technika i Technologia*, T. 2, Kijów 1998, 101 + 105.
15. J. TOMASIK: Analiza wybranych parametrów mikrogeometrii powierzchni określonych stykową metodą pomiaru. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska 1979.
16. A. HUMAR: Correlation between surface texture parameters Ra and Rz (ISO). 6th IMEKO Symposium „Metrology for Quality Control in Production”, 1988, 259 + 264.
17. A. J. TERRY, J. C. BROWN: A comparison of topographic characterization parameters in grinding. *CIRP Annals*, **46**(1997)1, 497 + 500. ■



42.000 INNOWACYJNYCH PRODUKTÓW DO ODKRYCIA

Aktualne tematy w dziedzinie projektowania produktów:

- Nowe materiały, tworzywa i technologie
- Usługi badawczo-rozwojowe
- Adaptronika
- Transfer technologii
- Certyfikacja/normowanie/patentowanie
- Mikro- i nanotechnologie
- CAD/symulacje/projektowanie oprogramowań
- Projektowanie i wzornictwo produktów
- Przetwarzanie mikromateriałów

GET NEW
TECHNOLOGY FIRST
21–25 KWIETNIA 2008 R.

Bilety wstępu: www.hannovermesse.com

JAPAN
EXHIBITION



INNOWACYJNE ZMIANY W CME

Firma CME jest znanym producentem wysokiej klasy uniwersalnych frezarek, umożliwiających obróbkę skrawaniem detali wielkogabarytowych. Wzrost zainteresowania tymi urządzeniami na całym świecie przełożył się na dynamikę sprzedaży a w konsekwencji na rozwój infrastruktury CME. Budowa nowych hal produkcyjnych, zwiększenie powierzchni magazynowych oraz przeniesienie do nowej siedziby to strategiczne posunięcia firmy mające na celu znaczne zwiększenie możliwości produkcyjnych maszyn oraz skrócenie czasu dostarczania części zamiennych. Wyłącznym przedstawicielem CME w Polsce jest firma Abplanalp Consulting.

Rozwój Infrastruktury w CME

Aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na produkowane maszyny, firma CME poczyniła inwestycje w rozwój własnej infrastruktury. W 2007 roku wybudowała nową halę produkcyjną oraz przeprowadziła się do dużo większej siedziby. Łączny metraż nowych powierzchni to 12.000 m². Zwiększyła się również wielkość magazynu, dzięki czemu CME dysponuje obecnie przestronnym składem części zamiennych. Profesjonalnie wyposażone stanowiska montażowe umożliwiają wykonanie bardziej precyzyjnego montażu maszyn. Obrabiarki są montowane w niemal sterylnych warunkach.



Widok hali montażowej CME

CME w Polsce

Firma CME w Polsce jest reprezentowana przez spółkę Abplanalp Consulting. W chwili obecnej kilkudziesięciu kontrahentów z Polski, w tym bardzo renomowane firmy, posiadają w swoim parku maszynowym obrabiarki CME. Stworzony przez Abplanalp Consulting Dział Aplikacji pozwala na kompleksową obsługę klienta. Naczelną dewizą firmy jest nie tylko sprzedaż urządzeń ale dostarczenie klientom usług w zakresie serwisu, części zamiennych i wyposażenia oraz szkoleń i aplikacji.



Obsługa obrabiarki CME

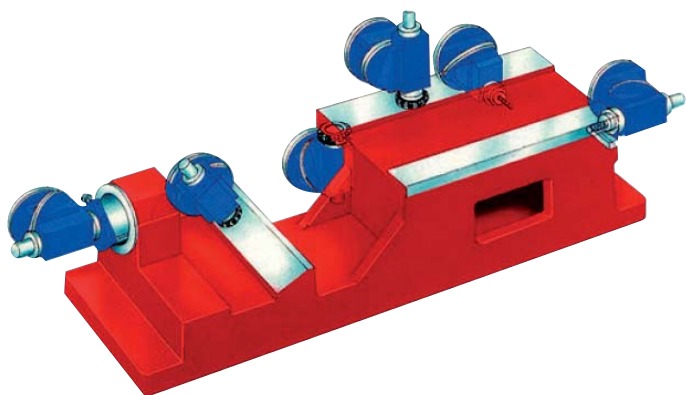
Abplanalp Consulting posiada prężnie działający dział techniczny liczący obecnie ok. 50 wykwalifikowanych pracowników. W ubiegłym roku spółka dostarczyła ponad 300 różnego typu obrabiarek. Nie byłoby to możliwe bez sprawnej organizacji oraz uniwersalnego systemu CSI, który pozwala kontrolować proces wdrażania urządzeń. Obsługą użytkowników maszyn CME zajmuje się 3 inżynierów sprzedaży, 4 inżynierów serwisu oraz koordynator serwisu i inżynier szkoleniowo-aplikacyjny. Abplanalp Consulting dysponuje również bogato wyposażonym magazynem części zamiennych.

Obrabiarki CME – urządzenia z najwyższej półki

Współpraca CME z najbardziej renomowanymi dostawcami podzespołów, takimi jak Siemens czy Heidenhain, połączona z wieloletnim doświadczeniem oraz innowacyjnymi rozwiązaniami technicznymi, gwarantuje wysoką jakość obrabiarek. Zastosowanie skrętnej głowicy frezarskiej sprawia, że urządzenia CME są uniwersalne. Umożliwiają obróbkę detali z różnych stron – z góry, boków, od czoła, pod kątem a nawet od dołu, bez konieczności przemocowania (obracania) detalu na stole. Klasyczne pionowe centra innych firm umożliwiają obróbkę tylko „z góry”. Ponadto duża sztywność obrabiarek CME umożliwia bardzo wydajną obróbkę skrawaniem.



Obrabiarka FS-4



Ilustracja możliwych położeń głowicy skrętnej

Maszyny CME znajdują zastosowanie jako podstawowe obrabiarki produkcyjno – remontowe, jak również są wykorzystywane w narzędziowniach przy produkcji dużych form, tłoczników, wykrojników oraz w firmach produkujących różnego rodzaju maszyny. Jak zaprezentowano w poniższej tabeli przesuwu osi umożliwiają obróbkę naprawdę dużych detali.

Zakres obrabiarek produkowanych przez firmę CME obrazuje poniższa tabela.

PRZESUWY	Wzdłużny (oś X) [mm]	1500 - 30000
	Poprzeczny (oś Y) [mm]	1200 (opcja 1500)
	Pionowy (oś Z) [mm]	1000 - 5000
WRZECIONO	Zakres obrotów [obr/min]	3000 (opcja 4000, 5000, 8000, 18000)
	Moc [kW]	22 (opcja 27, 35)
POSUW	Szybki [m/min]	20 (35)

Potężne inwestycje CME w rozwój zaplecza produkcyjnego, połączone ze zmianami organizacyjnymi, mają duże znaczenie dla polskich użytkowników maszyn. Przede wszystkim produkowane obecnie obrabiarki posiadają jeszcze lepsze parametry techniczne. Z kolei większy skład części zamiennych będzie miał bezpośrednie przełożenie na szybszą reakcję serwisową w Polsce. Poprawa oferty produktowej CME oraz lepsza jakość usług z całą pewnością spowoduje wzrost zainteresowania urządzeniami tego producenta w Polsce.



Artykuł promocyjny

Bystronic

Prasa krawędziowa **Beyeler Xpert** – maksymalna powtarzalność za dotknięciem jednego przycisku

Najnowsza prasa krawędziowa **Beyeler Xpert** sprawi, że nawet niedoświadczony operator zmieni się w eksperta w dziedzinie gięcia. Zapewnia ona najwyższą precyzję gięcia, którą uzyskamy po naciśnięciu zaledwie jednego przycisku.

Czy można być profesjonalnym operatorem giętarki bez odpowiedniego doświadczenia? Tak, jeśli się pracuje na nowej prasie krawędziowej **Beyeler Xpert!** Wtedy każde gięcie jest udane już od pierwszej próby. Operator naciska jeden przycisk i przywołuje obszerną bazę danych, zawierającą wyniki gięcia zgromadzone w firmie Bystronic przez wiele lat doświadczeń. Dzięki temu gięcie staje się znacznie prostsze niż dotychczas. Programowalna platforma sterownicza – którą można modyfikować – powoduje, że proces gięcia jest jasny i przejrzysty dla każdego użytkownika prasy krawędziowej **Beyeler Xpert**. Stosowana przez firmę Bystronic filozofia gięcia pozwala na zredukowanie kosztów, a jednocześnie na zwiększenie wydajności pracy maszyny.

Obszerna baza danych z pomocną funkcją uczenia

Prasa krawędziowa **Beyeler Xpert** to urządzenie inteligentne. Wyposażona jest w bogatą bazę danych o materiałach (według norm DIN) z możliwością jej poszerzania o nowe materiały i kształty elementu. Operator może wybrać proces gięcia w pełni zautomatyzowany lub manualny. Przy procesie manualnym operator może wybierać sekwencję gięcia elementu kierując się własnym doświadczeniem.

Prasa krawędziowa **Beyeler Xpert** pozwala na wykorzystanie wieloletniego doświadczenia firmy Bystronic w technologii cięcia. Stworzone kontury elementu mogą być w sposób automatyczny projektowane pod wykrawanie, dzięki możliwości narzucenia rozluźnień naroży lub dodatkowych linii przecięcia odpowiednich do konturu części. Zastosowanie tego typu platformy pamięciowej na prasie krawędziowej pozwala na zintegrowanie procesu obróbkowego prowadzonego przez laser i prasę krawędziową.

Najwyższa precyzja i dokładność gięcia

Prasa krawędziowa **Beyeler Xpert** jest precyzyjna. Jako jedyna na rynku nie powoduje błędów gięcia wynikających z np.: nieprecyzyjnego pomiaru temperatury czy złego pomiaru odgięcia. Pozycjonowanie gięcia odbywa się z dokładnością



Rys. 1. Prasa krawędziowa Beyeler Xpert o rozmiarach 2050 ÷ 4100 i naciskach 600 ÷ 3200 kN

cią 0,004 mm. Zagwarantowany jest taki sam kąt i taka sama długość linii gięcia przy każdym powtórzeniu procesu. Automatyczny pomiar ugięcia oblicza korektę, która wynika z rozbieżności kąta rzeczywistego i wymaganego.

Najprostsza obsługa z zastosowaniem wszystkich standardowych narzędzi

Wymaganą dokładność gięcia prasą **Beyeler Xpert** może osiągnąć nawet niedoświadczony operator, naciskając tylko jeden przycisk. Całkowita sekwencja gięcia, wraz z pozycjonowaniem zderzaków tylnych, generowana jest automatycznie. Generalnie jednak proces cięcia ma charakter otwarty i operator może wprowadzić zmiany w dowolnej chwili procesu.

Prasę **Beyeler Xpert** charakteryzuje prosty sposób programowania i obsługi. Programowanie **Beyeler Xpert** jest znacznie prostsze i wygodniejsze niż tego typu maszyn innych producentów pras krawędziowych. Przykładowo: 6 kliknięć myszką pozwala zaimportować projekt elementu w 3D i przetworzyć go na przygotowany do realizacji w technologii gięcia (naciśnięcie jednego przycisku w trybie automatycznym). Nie trzeba w tym celu tworzyć dodatkowego stanowiska PC z oprogramowaniem do budowy i rozwijania modeli przestrzennych. Podczas programowania gięcia operatorowi towarzyszy wirtualny asystent gięcia, który – wyświetlony na panelu roboczym – sugeruje krok po kroku kolejne ruchy. Hydrauliczne wsporniki materiału umożliwiają dodatkowo przesuw w osi H i eliminują przeciwigięcia, co gwarantuje optymalną jakość procesu. **Beyeler Xpert** może być przystosowana do różnych standardów uchwytu narzędzi, zgodnie z życzeniem klienta. Dzięki ergonomicznej konstrukcji i nadzorowanym przez czujniki procesom roboczym zredukowano do minimum obciążenie na zużywających się elementach. System diagnozy *Remote Diagnostics* planuje wizyty serwisowe w sposób efektywny, eliminując tym samym niepotrzebne czasy przestoju.

Reasumując: **Beyeler Xpert** jest urządzeniem inteligentnym i precyzyjnym, obsługiwanym przez dotknięcie jednego przycisku. Ta prasa krawędziowa firmy Bystronic definiuje nowe standardy w dziedzinie gięcia. Ferdi Töngi – CEO firmy Bystronic stwierdza: *To co dla użytkowników maszyn firmy Bystronic jest dzisiaj rzeczywistością, dla wszystkich innych stanowi przyszłość.*



Rys. 2. Panel sterownika prasy Beyeler Xpert. Gięcie wykonywane po dotknięciu jednego przycisku



Rys. 3. Hydrauliczna oś H pozwala wyeliminować wszystkie przeciwigięcia

O FIRMIE BYSTRONIC

Bystronic jest światowym dostawcą wysoko technologicznych rozwiązań do ekonomicznej obróbki materiałów metalowych i niemetalowych. Naszym użytkownikom proponujemy dopracowane do perfekcji urządzenia do wykrawania laserowego, cięcia wodą oraz gięcia. Szwajcarska firma, z siedzibą w Niederonz (w szwajcarskim kantonie Bern), jest jednym z nielicznych dostawców urządzeń, których wszystkie elementy wywodzą się od jednego producenta i powstały pod jednym dachem. Tego typu strategia wpływa na niezawodność urządzeń, wysoką precyzję i gwarantowaną satysfakcję naszych użytkowników. Bystronic Polska (z siedzibą w Jankach) zapewnia pełne zaplecze logistyczne i wsparcie serwisowe prowadzone przez serwisantów technicznych na terenie całej Polski. Nasze maszyny można obejrzeć w centrum wystawienniczym Bystronic.

Bystronic jest częścią Conzeta, szwajcarskiego przemysłowego holdingu, w skład którego wchodzi firmy z dziedziny budowy maszyn, automatyzacji, produkcji pianek izolacyjnych, sprzętu sportowego oraz nieruchomości.

Dodatkowe informacje można uzyskać na stronie internetowej www.bystronic.pl lub pod numerem telefonu: 022 3313770. Skrzynka pocztowa: michal.goreczny@bystronic.pl

Bystronic Polska Sp. z o.o.
Al. Krakowska 38, Janki
05-090 Raszyn
T 022 33 13 770 F 022 33 13 771

Krok w kierunku trójwymiarowych systemów operacyjnych trzeciej generacji



15-calowy panel operatorski do zintegrowanych centrów tokarsko-frezarskich i centrów poziomych



10.4-calowy panel operatorski do pionowych centrów obróbkowych i tokarek CNC

MAPPS III

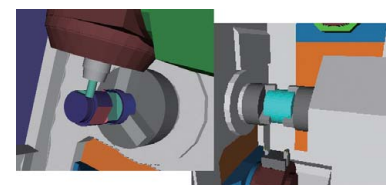
(MORI ADVANCE PROGRAMMING PRODUCTION SYSTEM)

Polskojęzyczna wersja systemu oprogramowania dla tokarek CNC, zintegrowanych centrów obróbkowych tokarsko-frezarskich

MORI SEIKI
THE MACHINE TOOL COMPANY

Udoskonalone możliwości hardware'u oraz wyposażenie w nowe funkcje pozwala na skrócenie czasu programowania oraz przygotowania przed obróbką. System operacyjny trzeciej generacji został zaprojektowany w celu zwiększenia zdolności produkcyjnej. Ma możliwość importu plików dxf.

- Funkcja trójwymiarowej detekcji kolizji dla zintegrowanych centrów tokarsko-frezarskich



Ma zabezpieczenia zapobiegające kolizjom; umożliwia wykonanie trójwymiarowego testu w czasie rzeczywistym

- Szybsze tworzenie programów

System wyposażony został w wiele funkcji, które znacząco upraszczają tworzenie programów NC



Konwersacyjne menu obróbki



Symulacja obróbki 3D



Cykl szybkiej obróbki /zamknięte cykle/ «opcja» (sterownik serii MSX-500, MSX-700)



Funkcja bezpośredniego programowania operacji w menu konwersacyjnym; funkcja bezpośredniego zobrazowania w menu konwersacyjnym

- Minimalizacja czasu przestoju

Dodane funkcje ułatwiają obsługę maszyny



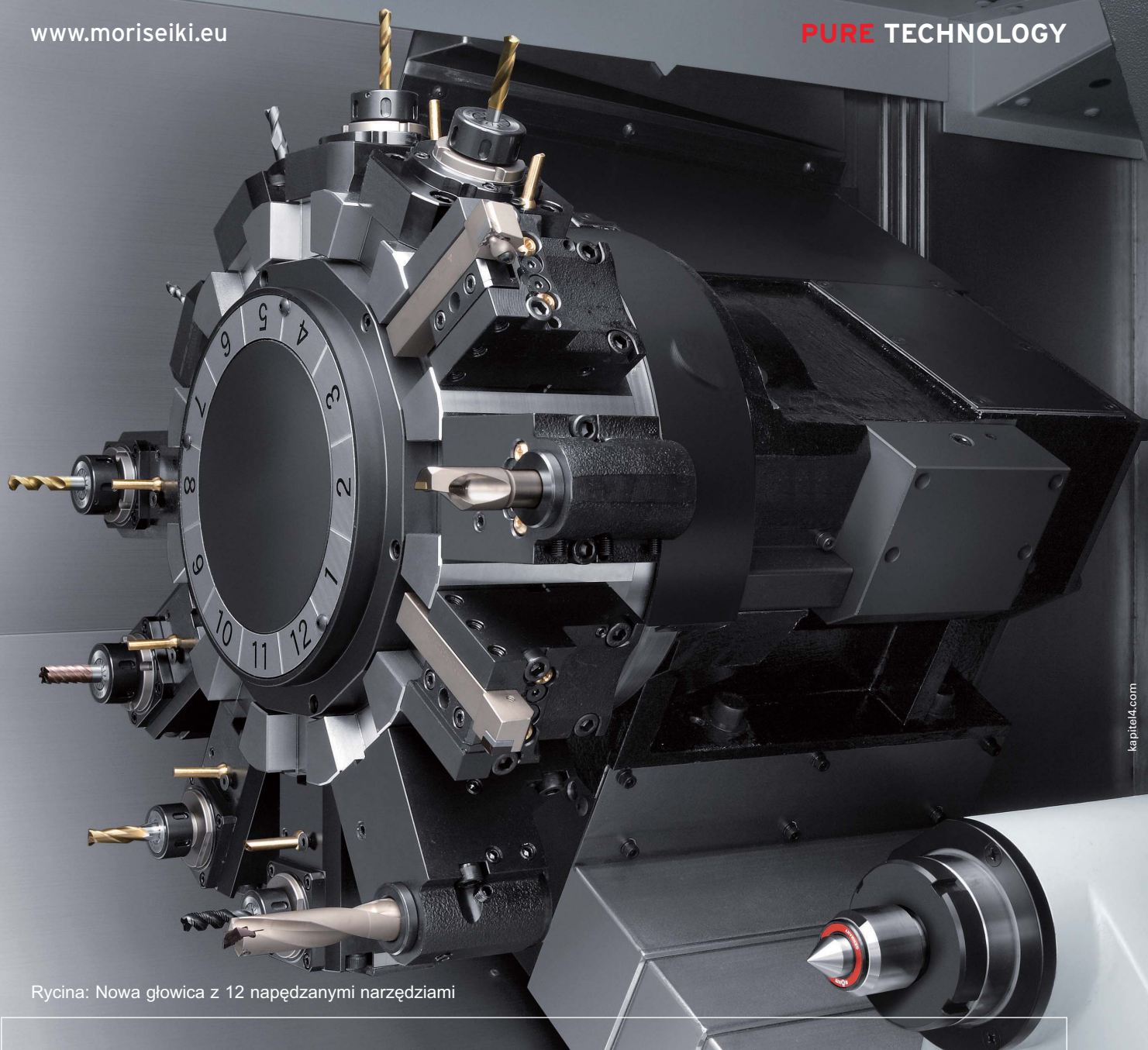
Mapa aktywnych czujników zbliżeniowych



Funkcja kontroli regularnych przeglądów

- MORI – APL/M/ZT

Odpowiednik oprogramowania MAPPS III w wersji na zewnętrzny komputer PC (opcja)



Rycina: Nowa głowica z 12 napędzanymi narzędziami

Typoszereg DuraTurn – zwarty i uniwersalny. **NOWOŚĆ** – dostępna głowica z napędem narzędzi.

Fakty dotyczące typoszeregu DuraTurn:

- | Bardzo sztywna obrabiarka z łożem wyposażonym w prowadnicę rolkową toczną z dokładnością powierzchni do $1 \mu\text{m}^*$
- | Maksymalne obroty wrzeciona do 6000 obr/min
- | Szybkie przesuw 24 m/min dla uzyskania wydajnej ciężkiej obróbki
- | **NOWOŚĆ:** dostępna głowica narzędziowa z napędzanymi narzędziami i wbudowanym silnikiem napędu narzędzi z pojemnością 12 stacji
- | MAPPS III: proste programowanie konwersacyjne, sprawdzanie antykolizyjne w przestrzeni 3 wymiarowej

*w zdefiniowanych warunkach



Automaty wzdłużne firmy PO LY GIM

Nowa oferta APX TECHNOLOGIE

Automaty wzdłużne (zwane również automatami typu szwajcarskiego) są przeznaczone do produkcji seryjnej drobnych przedmiotów z pręta (praca z podajnikiem pręta) w trybie automatycznym.

W automacie wzdłużnym wrzeciono główne może przesuwać się liniowo wzdłuż osi obracającego się pręta. Przesuw wrzeciona głównego pozwala na wysuwanie pręta z tulejki podpierającej podczas obróbki, dzięki czemu obróbka jest realizowana bardzo blisko podparcia.

Dzięki takiemu sztywnemu podparciu obrabianej części, i możliwości wysuwu podczas obróbki, obrabiarki tego typu nadają się szczególnie do produkcji części długich i wiotkich. Aby umożliwić obróbkę mało sztywnych przedmiotów, narzędzia są umieszczane w suportach przemieszczających się promieniowo do osi obrotu przedmiotu. Materiał obrabiany podczas obróbki jest wysuwany z tulei umieszczonej w bocznej ścianie automatu.

Naprzeciwno tulejki podpierającej przedmiot obrabiany umieszczone są wrzeciono narzędziowe, w których zamocowane są narzędzia do obróbki powierzchni czołowej.

W czasie obróbki pręt jest zamocowany we wrzecionie (lub wrzecionie przechwytyjącym). Ruch posuwowy wykonuje wrzeciennik wraz z prętem przesuwającym się w tulejce, która go prowadzi i podiera.

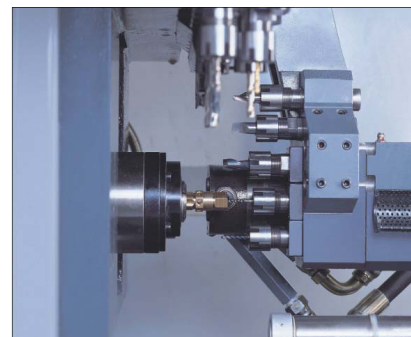
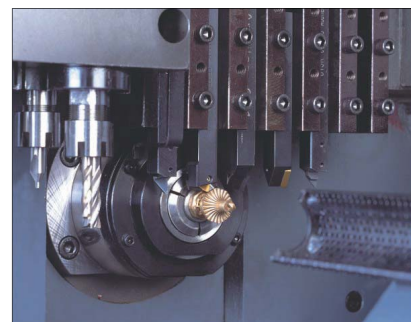
Noże zamocowane w grzebieniowych imakach suportów poprzecznych przesuwają się o określony wymiar.

Podczas toczenia wzdłużnego suporty poprzeczne są nieruchome.

Po wykonaniu powierzchni czołowej wrzeciono przechwytyjące przechwytuje część, odcina ją i obrabia „od tyłu”.

W zależności od konfiguracji obrabiarki oraz liczby narzędzi i osi ich ruchu jest możliwa jednoczesna obróbka przedmiotu we wrzecionie głównym oraz wrzecionie przechwytyjącym, co znacznie skraca jednostkowy czas produkcji części.

Po obróbce część jest odbierana, a z podajnika – automatycznie – wysuwa się kolejny odcinek pręta.



HPM 1350U

Idealna ergonomia
i dostępność
Wysoka dynamika
i sztywność konstrukcji

Szwajcarska jakość



Sztywność konstrukcji oraz dynamiczne osie są niezbędne w przypadku stosowania zaawansowanych technologicznie narzędzi skrawających.

Dzięki sztywności konstrukcji wibracje są silnie redukowane, czas eksploatacji narzędzi się wydłuża, czas frezowania się skraca, a jakość powierzchni jest lepsza. Są to warunki, które zapewniają długotrwałą precyzję obróbki i ekonomiczną eksploatację.

W obrabiarkach HPM osie uchylna i obrotowa są zaopatrzone w napędy bezpośrednie (silniki momentowe). Ta najnowocześniejsza rodzina napędów charakteryzuje się wysokim przyspieszeniem ruchów, co redukuje czas obróbki, a także zapewnia optymalne parametry skrawania podczas symultanicznego frezowania pięcioosiowego.

Podczas obróbki zgrubnej, przy której występują duże siły, osie te mogą być sztywno blokowane hamulcami hydraulicznymi.

O przeznaczeniu serii maszyn Mikron HPM (High Performance Milling) do obróbki wysoko wydajnościowej decydują następujące cechy:

- napędy bezpośrednie we wszystkich osiach;
- ręcznie skrobane powierzchnie montażowe pod prowadnice osi liniowych – w celu uzyskania wysokiej dokładności geometrycznej;
- linały optyczne we wszystkich osiach;
- termosymetryczna struktura;
- duża nośność stołu;
- elektrowrzeciona o wysokiej wydajności;
- zoptymalizowane usuwanie wiórów z przestrzeni obróbki;
- zwartość i sztywność konstrukcji maszyny.

Kryteria te charakteryzują obróbkę wysoko wydajnością. Szwajcarska firma GF AgieCharmilles poświęciła im szczególnie dużo uwagi podczas prac konstrukcyjnych nad serią Mikron HPM.

Centrum obróbkowe		Mikron HPM 1350 U
Podstawowe dane techniczne		
Wymiary maszyny	mm	5200 × 2750
Masa maszyny	kg	12 600
Obszar roboczy		
Maks. masa części	kg	1600
Wymiary stołu roboczego	mm	∅ 1100
Przesuw osi		
X	mm	1350
Y	mm	1150
Z	mm	700 / 895
Uchył stołu	°	+16/-120
Obrót stołu	°	n × 360
Wrzeciono (40% ED, S6)		
15 000 min ⁻¹ , ISO B40	kW/Nm	38/193
15 000 min ⁻¹ , HSK A63	kW/Nm	38/193
24 000 min ⁻¹ , HSK A63	kW/Nm	30/75
Posuw		
Roboczy / szybki [X, Y]	m/min	15/32
Roboczy / szybki [Z]	m/min	15/32
Prędkość obrotowa robocza / szybka	min ⁻¹	11/20
Prędkość uchyłu robocza / szybka	min ⁻¹	40
Zmieniacz narzędzi		
ISO B40		30/46/92
HSK A63		30/46/92
Sterowanie maszyny		
		Heidenhain iTNC 530 Siemens 840 D

+GF+

AgieCharmilles

Agie Charmilles Sp. z o.o.
Al. Krakowska 81, Śekocin Nowy
05-090 Raszyn k. Warszawy

Tel. 022 326 50 50, fax 022 326 50 99
Info.pl@agie-charmilles.com
www.gfac.com/pl

NOWOŚĆ

+GF+

AgieCharmilles



Nowa rodzina 3-osiowych centrów obróbkowych typu HPM

**3-osiowe centra obróbkowe,
z możliwością automatyzacji,
z czasem wymiany narzędzia
poniżej 2 s oraz opcjonalnie
zmiennicem palet stanowią
nową, kompletną linię
obrabiarek w rodzinie HPM**

Jedną z głównych nowości przedstawionych na targach EMO 2007 w Hanowerze jest linia 3-osiowych centrów obróbkowych typu HPM – nowe osiągnięcie szwajcarskiej firmy GF AgieCharmilles. Składają się na nią maszyny Mikron HPM 600, HPM 900 oraz HPM 1200. Te 3-osiowe centra obróbkowe – dzięki swojej sztywności oraz masywnej konstrukcji – idealnie nadają się do obróbki HPC (*High Performance Cutting* – obróbka wysoko wydajnościowa).



Mnogość opcji oraz modułowość budowy nowej linii maszyn HPM pozwalają na konfigurację według życzenia – od minimalnej do wszechstronnej, zautomatyzowanej jednostki produkcyjnej. Użytkownik ma możliwość wyboru pomiędzy różnymi opcjami paletyzacji oraz



magazynami (z 30, 60, a nawet 220 narzędziami), z czasem wymiany krótszym niż 2 s.

Nowa linia centrów obróbkowych HPM, dzięki swojej modułowej budowie jest przeznaczona do różnych zastosowań, w zależności od opcji i ich powiązań. Nadaje się do wytwarzania prototypów, jednostkowej produkcji narzędzi i form oraz do produkcji w pełni zautomatyzowanej. Dostępnych jest kilka rozwiązań automatyzacji – od zmienniczy palet zainstalowanego obok centrum obróbkowego (stosowany jest popularny zmienniczy firmy Mikron), po system transportu skrawanej części. Wszystkie komponenty centrum obróbkowego są ze sobą logicznie zsynchronizowane, dzięki czemu możliwa jest wysoko wydajna praca w systemie 24 h.

Użytkownik serii HPM może wybrać pomiędzy dwoma głównymi rozwiązaniami dotyczącymi magazynowania

narzędzi: wbudowanym w centrum obróbkowe 30- lub 60-pozycyjnym zmieniaczem, bądź zewnętrznym magazynem typu wieża (ATC), z możliwością zainstalowania 120, 170 lub 220 narzędzi. Niezwykle krótkie czasy wymiany narzędzia można uzyskać przy zastosowaniu podwójnego uchwytu ramieniowego (czas wymiany poniżej 2 s). Nowe modułowe elektrowrzeciona Step-Tec 15 000 obr/min oraz 20 000 obr/min, dostępne z opcją chłodzenia przez wrzeciono, zaprojektowane zostały do obróbki wysoko momentowej, z usuwaniem dużych ilości wiórów. Elektrowrzeciona te charakteryzują się ekonomiczną konstrukcją modułową, dzięki której – w przypadku uszkodzenia wrzeciona – nie jest ono wymieniane w całości, lecz tylko uszkodzony moduł.



Daje to wysokie oszczędności podczas eksploatacji. Zastosowane we wrzecionach łożyska typu hybrydowego mają automatyczny system smarowania. Dostępne są elektrowrzeciona Step-Tec 30 000 obr/min oraz 42 000 obr/min. Stanowią one propozycję dla tych użytkowników, którzy zainteresowani są włączeniem strategii obróbki typu HSC (*High Speed Cutting*), czyli obróbki z wysokimi prędkościami skrawania. Wszystkie stosowane wrzeciona są sterowane wektorowo, umożliwiając

tym samym gwintowanie otworu bez oprawki kompensacyjnej.

Starannie przemyślana budowa wanny maszyny rozwiązuje problem odprowadzania dużej ilości wiórów. Separacja i usunięcie wiórów z chłodziwa jest efektywne oraz ekonomiczne. Producent oferuje do wyboru kilka rozwiązań dystrybucji wiórów. Przy najprostszym z nich wióry magazynowane są w zbiorniku, a chłodziwo jest odsączone. Przy bardziej zaawansowanych rozwiązaniach zautomatyzowanych istnieje możliwość użycia niezawodnego, spiralnego transportera wiórów.

Zastosowanie dwóch lekkich, przesuwnych drzwi zachodzących na siebie w rogu maszyny zapewnia operatorom łatwy dostęp do przestrzeni roboczej. Szyby ochronne o dużej powierzchni umożliwiają łatwą obserwację procesu obróbki oraz jego kontrolę. Bez względu na rodzaj konfiguracji linia Mikron HPM to gwarancja łatwego dostępu do wszystkich stref serwisowych oraz maszynowych. Dostęp do stołu roboczego, palety i magazynu narzędzi jest równie łatwy jak dostęp do stref konserwacji. Załadunek części na stół roboczy czy palety jest oczywiście możliwy za pomocą dźwigu.

Na targach EMO 2007 zaprezentowano dwie konfiguracje centrum obróbkowego Mikron HPM 600: wersję minimalną z magazynem 30-pozycyjnym oraz wrzecionem 15 000 min⁻¹ przeznaczoną do prac narzędziowych oraz wersję wyposażoną w magazyn 60 narzędzi, wrzeciono 20 000 min⁻¹ z wewnętrznym systemem chłodzenia, spiralny transporter wiórów oraz magazyn palet przeznaczony do produkcji „bez operatora”. Zwiększające efektywność obróbki inteligentne systemy Smart Machine są dostępne w obu konfiguracjach.

Linia 3-osiowych centrów obróbkowych Mikron HPM ma trzy zakresy przesuwu osi X: 650, 900 lub 1200 mm. Maksymalna masa części ładowanej manualnie wynosi 1200 kg, a stół ma wymiary 1400×600 mm. Wszystkie trzy typy maszyn mają maksymalny przesuw w osi Y=600 mm oraz zakres osi Z=500 mm. Rodzina maszyn pozwala na obróbkę części zarówno o małych, jak i dużych gabarytach.

Centrum obróbkowe			Mikron HPM 600	Mikron HPM 900	Mikron HPM 1200	
Zakresy przesuwów			X, mm	650	900	1200
			Y, mm	600	600	600
			Z, mm	500	500	500
Stół roboczy	stół teowy	mm	800×600	1100×600	1400×600	
	palety EROWA UPC	mm		320×320		
	palety 3R Dynafix	mm		280×280		
	palety Mecatool GPS	mm		240×240		
	maks. masa części	kg	500	800	1200	
Wrzeciono	15 000 min ⁻¹	wrzeciono modułowe	SK40 lub BT40-CAT40			
	20 000 min ⁻¹	wrzeciono modułowe	HSK-A63			
	30 000 min ⁻¹	elektrowrzeciono	HSK-A63 lub HSK-E40			
	42 000 min ⁻¹	elektrowrzeciono	HSK-E40			
System sterowania	Heidenhain iTNC 530					

Serdecznie zapraszamy Państwa do odwiedzenia stoiska GF AgieCharmilles i zapoznania się z naszą ofertą podczas targów STOM 26 ÷ 28 marca 2008 r. hala C, stoisko 49



AgieCharmilles

Agie Charmilles Sp. z o.o.
Al. Krakowska 81, Sękocin Nowy
05-090 Raszyn k. Warszawy

Tel. 022 326 50 50, fax 022 326 50 99
Info.pl@agie-charmilles.com
www.gfac.com/pl

BEHRINGER

**technologia cięcia
najwyższej jakości**

Po raz kolejny mamy przyjemność prezentować Państwu zalety obrabiarek, produkowanych przez grupę zakładów Behringer. W chwili obecnej grupa ta zrzesza trzech producentów maszyn:

- **BEHRINGER GmbH (Niemcy)**
- **BEHRINGER – EISELE (Niemcy)**
- **BEHRINGER – VERNET (Francja)**

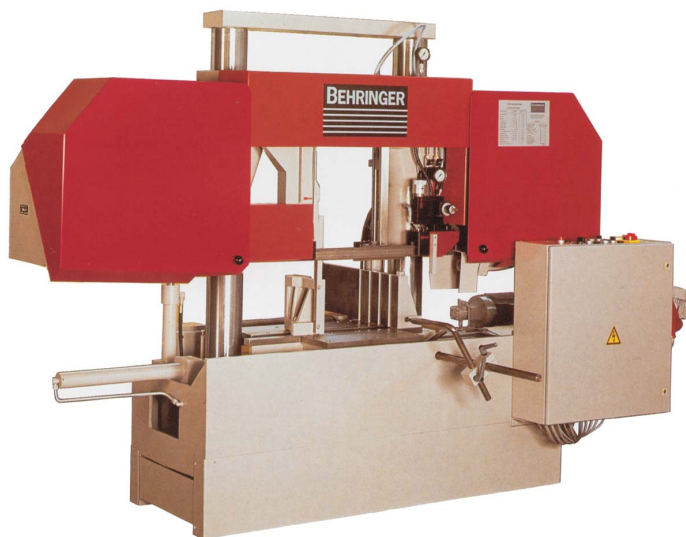
„Technika cięcia najwyższej jakości” jest dewizą, konsekwentnie realizowaną przez wszystkie te firmy. Liczne zalety maszyn **BEHRINGER** oraz ich wysoka jakość i trwałość pozwalają szukać klientów wszędzie tam, gdzie nie sprawdzają się popularne, tanie maszyny.

Poszukując potencjalnych klientów, szczególną uwagę zwracamy na firmy, które stawiają wysokie wymagania technologiczne. Jeżeli w Państwa cyklu produkcyjnym oczekujecie:

- **dużej wydajności cięcia**
- **wysokiej dokładności cięcia**
- **cięcia materiałów trudnych**
- **dużej żywotności narzędzia**
- **wysokiej trwałości i niezawodności maszyny**
- **rozbudowanych systemów podawczych**

to wszędzie tam maszyny **BEHRINGER** z nawiązką spełnią Państwa oczekiwania. Ponieważ różne są potrzeby klientów, oferta producenta jest bardzo rozległa.

Szeroka gama produkowanych maszyn i urządzeń towarzyszących pozwala na sprawną realizację nawet skomplikowanych zadań technologicznych w zakresie cięcia i wiercenia materiałów pełnych, profili i płyt. Jak w każdej innej dziedzinie, tak i w przemyśle maszynowym – im bardziej uniwersalna maszyna, tym większe ma ograniczenia. Dlatego w ofercie firmy **BEHRINGER** znajduje się kilka podstawowych serii maszyn o różnym przeznaczeniu:



HBP-430

- **przecinarki taśmowe i tarczowe do cięcia prostego, ręczne i automatyczne**
- **przecinarki taśmowe i tarczowe do cięcia kąтового, ręczne i automatyczne**
- **wysokowydajne, automatyczne przecinarki tarczowe**
- **taśmowe przecinarki pionowe do rozcinania płyt i bloków**
- **wielkogabarytowe przecinarki taśmowe**
- **wielkogabarytowe przecinarki bramowe typu „Gantry”**
- **wielorzecionowe wiertarki do profili**
- **wielofunkcyjne urządzenia do obróbki profili**
- **urządzenia do wiercenia i wykrawania płyt węglowych**



Przecinarka tarczowa
VMS 350 PV

W zależności od potrzeb dostępne są różne rozwiązania imadeł, prowadnic taśmy, systemów podawczych i odbiorczych. Maszyny mogą być wyposażone w numerycznie sterowane, hydrauliczne imadła podające bądź podobnie sterowane układy zderzakowe do odmierzania większych długości. Specjalne układy mocowania umożliwiają cięcie różnych materiałów w pakietach i wiązkach.



LPS40-4A

Producent oferuje gotowe i sprawdzone rozwiązania ciągów technologicznych do realizacji różnych zadań. Przykłady:

- **linia technologiczna do cięcia, wiercenia i znakowania profili konstrukcyjnych typu HEB, HEA itp.**
- **linia do automatycznego cięcia profili w pakietach**
- **linia do cięcia i konfekcjonowania materiałów do dalszej obróbki skrawaniem**
- **wysokowydajne cięcie wałków i profili (na potrzeby maszyn CNC)**
- **cięcie, wykrawanie i znakowanie profili typu C; L; H; I**

BEHRINGER

Tajemnicą wysokiej jakości urządzeń **BEHRINGER** jest stosowanie bezkompromisowych rozwiązań technicznych opartych na wieloletnim doświadczeniu i najnowszych technologiach. W budowie maszyn stosowane są wyłącznie komponenty o najwyższej jakości. Z założenia, maszyny projektowane są do ciężkiej, wielozmianowej pracy w cyklach produkcyjnych. Przyjęcie takich założeń powoduje, że urządzenia **BEHRINGER** stanowią swoisty symbol solidności wśród przecinarek (jak Mercedes czy BMW w branży motoryzacyjnej). Prawdą jest, że wysoka jakość ma swoją cenę. Jest to jednak pojęcie względne. Wiedząc dobrze co oferujemy, jako nieliczni, jesteśmy w stanie zagwarantować na piśmie czasy technologiczne i żywotności narzędzia. Proste wyliczenia jednoznacznie wskazują, że pomimo pozornie wysokiej ceny maszyny gwarantujemy najniższy, sumaryczny koszt cięcia.

Podstawowa reguła mówi, że nawet najlepsza maszyna jest warta tyle, ile wart jest serwis jej producenta. Działając jako wyłączny i w pełni autoryzowany przedstawiciel firmy **BEHRINGER** na polskim rynku, zapewniamy naszym klientom sprawny serwis gwarancyjny i pogwarancyjny. Posiadamy wykwalifikowanych pracowników, specjalistyczne wyposażenie i niezbędny magazyn części zamiennych i materiałów eksploatacyjnych. Zapewniamy 24-godzinny czas reakcji, bez konieczności wzywania serwisu producenta z Niemiec.

Awexim Sp. z o.o jest również przedstawicielem niemieckiej firmy **WIKUS**, światowego lidera w produkcji pił taśmowych. Dzięki temu jesteśmy w stanie zapewnić sprawne dostawy najwyższej jakości taśm tnących różnego typu i rozmiaru.

Zestawienie przedstawicielstw **BEHRINGER + WIKUS**, oraz nabyte w tym zakresie doświadczenie, pozwalają nam na składanie atrakcyjnych ofert na urządzenia rozwiązujące nawet skomplikowane zadania technologiczne w zakresie przemysłowego cięcia materiałów.

Jeżeli macie Państwo trudne zadania w zakresie cięcia metali to maszyny **BEHRINGER**, taśmy tnące **WIKUS** i nasi specjaliści są do Państwa dyspozycji.

Wiesław Kopylec

**Wyłączny
przedstawiciel
generalny importer**

AWEXIM
Narzędzia skrawające



HPB263A



HBP303A

Podstawowe zalety przecinarek **BEHRINGER**:

- Najważniejsze elementy maszyny odlewane z żeliwa
- Zwarta, kolumnowa konstrukcja
- Bezstopniowy napęd taśmy z falownikiem
- Hydrauliczny naciąg taśmy
- Hydraulicznie zaciskane węglkowe prowadnice taśmy
- Hydrauliczny posuw roboczy z wyborem nacisk/prędkość
- Podwójne imadło przytrzymujące odcinaną część
- Programowanie długości odcinka z klawiatury
- Mały (45°) skręt taśmy

03-934 Warszawa
ul. Wąchocka 1/3 seg. 8
tel./fax (22) 750 78 07
e-mail: awexim@awexim.pl
www.awexim.pl

Nasi specjaliści są do Waszej dyspozycji (22) 750 78 07



Nowe obrabiarki

Artykuł promocyjny



Największa na rynku frezarka HSC

Firma Röders wypuściła na rynek nową frezarkę RXP 1200 o przestrzeni roboczej 1200×1000×500 mm, obrotach wrzeciona 30 000 lub 36 000 obr/min, do obróbki części o masie do 3 t.



Niewielka drążarka do obróbki wyjątkowo wysokich części




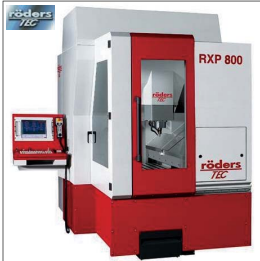











Firma ZIMMER+KREIM wypuściła na rynek elektrodrążarkę węgelną Genius 1000 The Cube, która przy przejazdach XY 700×500 mm dysponuje poziomem dielektryka oraz przejazdem osi Z 500 mm, dostępnym dotychczas jedynie dla największych maszyn.



Technologia kosmiczna

Najnowsza elektrodrążarka do otworów APos 800 firmy HEUN spełnia wszelkie oczekiwania: dokładność i powtarzalność wykonania głębokich otworów o małej średnicy, praca w 5 osiach, z automatyczną wymianą elektrod i przewodników.

PROBLEMY NAJCZĘŚCIEJ I NAJPOWSZECHNIEJ WYSTĘPUJĄCE W NARZĘDZIOWNI

<p>Małe wymiary części, mikronowe tolerancje wymiarowe, cienkie i wysokie ścianki, najwyższa jakość powierzchni (lustro)</p>	<p> Najszybsze sterowanie, najkrótsze czasy obróbkowe, najlepsza dokładność i jakość powierzchni form</p> <p> Sterowanie na światłowodach, najwyższa dokładność, drążarki do mikroczęści</p> <p> Otwory od $\varnothing 0,1$ mm, najkrótsze czasy i zużycie elektrod</p>	<p>Frezarki szybkoobrotowe</p>	
<p>Obróbka metali w stanie utwardzonym, obróbka węglików spiekanych</p>	<p> Najlepsza dokładność i jakość powierzchni, najkrótsze czasy obróbkowe</p> <p> Najmniejsze zużycie elektrod, najkrótsze czasy drążenia miedzią i grafitem, najniższe koszty bieżącej eksploatacji</p> <p> Najmniejsze zużycie elektrod, najkrótsze czasy obróbkowe</p>	<p> Drążarki wgłębne</p>	
<p>Obróbka grafitu – elektrody o ściankach cienkich, łatwych do złamania</p>	<p> Najszybsze sterowanie – płynna praca na najwyższych parametrach, przygotowanie do obróbki grafitu (standard)</p>	<p> Drążarki do otworów</p>	
<p>Automatyzacja procesu produkcyjnego</p>	<p> Magazyn elektrod i palet (własne i obce)</p> <p> Własne systemy magazynowe do obsługi różnych maszyn (drążarek, frezarek, maszyn pomiarowych itp.)</p> <p> Oryginalny magazyn elektrod i przewodników własnej konstrukcji</p>		



VECTOR HIGH TECH MACHINERY
 ul. Relaksowa 45, 02-797 Warszawa
 Tel./fax: 022 649 07 43, 605 047 467
 e-mail: vector@mwk.pl www.vector.mwk.pl

Drążarki do otworów

OBRABIARKI SKRAWAJĄCE CNC

Specjalizujemy się w sprzedaży obrabiarek CNC. Od roku 1991 dostarczamy centra tokarskie i frezarskie takich firm jak: MAG Cincinnati, Hyundai-Kia, Zayer, Dugard, będąc ich wyłącznym przedstawicielem na terenie Polski.

Wieloletnie doświadczenie oraz wysoko wykwalifikowana kadra pozwala nam na kompleksowe wykonanie każdego zadania z zakresu obróbki skrawaniem.

Wielokrotnie realizowaliśmy wdrożenia obejmujące dostawę maszyn wraz ze specjalnymi przyrządami, narzędziami, stołami obrotowymi 4/5 oś, itp.

Jednym z naszych atutów jest jakość usług serwisowych, prowadzonych przez etatowych inżynierów. Pracownicy serwisu są na bieżąco szkoleni przez producentów obrabiarek z zakresu mechaniki oraz systemów sterowania: Siemens, Fanuc, Heidenhain.



Zapraszamy na stałą ekspozycję obrabiarek w siedzibie naszej firmy.

TRUMPF

Artykuł promocyjny

Napawanie laserowe

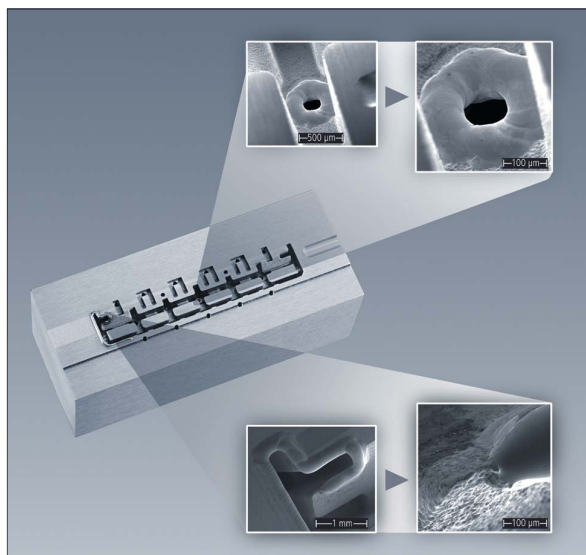
Zastosowanie lasera do obróbki materiałów nie ogranicza się do cięcia i spawania. Jego zalety – polegające na skupieniu energii do obszaru o szerokości dziesiątych części milimetra oraz na bardzo krótkim czasie stopienia przy niewielkiej ilości energii – sprawiają, że laser jest bardzo dobrym narzędziem także w procesie napawania. Dzięki laserowi możemy uzyskać bardzo dużą precyzję nakładania stopianego materiału przy niewielkim oddziaływaniu na materiał bazowy. Daje to duże możliwości zastosowania, począwszy od naprawy biżuterii, a skończywszy na odtwarzaniu zużytych powierzchni łopatek turbin.

Firma TRUMPF oferuje pełną gamę laserów impulsowych i ciągłych oraz maszyn umożliwiających napawanie w trybie ręcznym bądź automatycznym.

■ **Napawanie z drutem.** Napawanie polega na nakładaniu warstw na materiał bazowy poprzez stapianie obu składników. Najprostszym sposobem podawania napawanego materiału jest ręczne wprowadzanie drutu w obszar oddziaływania lasera. Sposób ten stosowany jest do naprawy wybranych obszarów precyzyjnych form lub narzędzi. Używane są druty z różnych materiałów (stal, aluminium, brąz) o średnicach $0,15 \div 1,0$ mm. Pozwala to na uzyskanie spawów o szerokości dziesiątych części milimetra, co

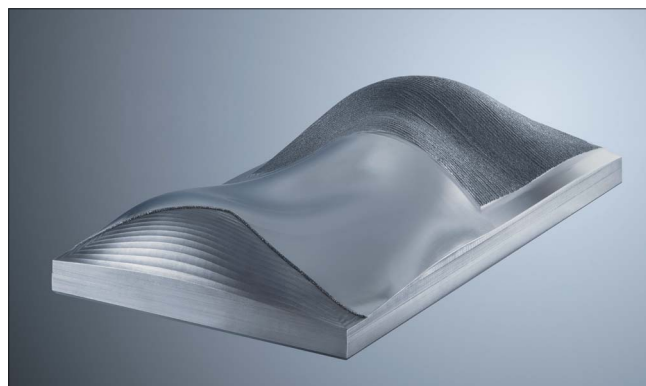
W przypadku narzędzi napawanie pozwala zwiększyć ich trwałość poprzez nakładanie materiałów twardszych – o podwyższonej odporności na ścieranie – w miejsca narażone na szybsze zużycie. Proces ten może być powtarzany.

■ **Napawanie proszkowe.** Stosowanie sproszkowanych materiałów umożliwia automatyzację procesu napawania i zwiększenie jego wydajności. Sproszkowany metal jest wdmuchiwany przez dyszę w obszar działania lasera i stapiany z materiałem bazowym. Przesuwając głowicę laserową po liniach równoległych, w niewielkiej odległości, możemy budować nowe warstwy materiału, a także bryły trójwymiarowe (rys. 2). Specjalna konstrukcja dyszy umożliwia podawanie zarówno



Rys. 1. Regeneracja formy w obszarze bezpośrednio sąsiadującym z kanałem chłodzącym

umożliwia napawanie małych powierzchni o bardzo różnorodnej geometrii. Rys. 1 przedstawia regenerację formy w obszarze bezpośrednio sąsiadującym z kanałem chłodzącym. Wymiary odtwarzanych elementów są rzędu 0,1 mm. Precyzja lasera zapewnia ograniczenie wpływu cieplnego i minimalną zmianę struktury materiału. Dzięki temu zachowujemy twardość i sprężystość materiału, a także jego uziarnienie. Nie jest wymagane ani wstępne, ani późniejsze nagrzewanie materiału. Po napawaniu powierzchnia może być poddawana obróbce (np. poprzez skrawanie, elektroerozję, polerowanie, trawienie). Pozwala to w rezultacie uzyskać kształt identyczny z częścią oryginalną



Rys. 2. Odtwarzanie powierzchni trójwymiarowej przez napawanie proszkowe

proszku, jak i gazu osłonowego, co zapewnia dobrą jakość spawu. W zależności od aplikacji stosowane są różne materiały w postaci sproszkowanej (m.in. stale narzędziowe, stale odporne na korozję, stopy niklu, kobaltu, tytanu, węgliku wolframu, tytanu).

■ **Laserowe systemy do napawania.** Firma TRUMPF, jako wiodący producent laserów i maszyn, ma w swojej ofercie różnego typu urządzenia do napawania laserowego.

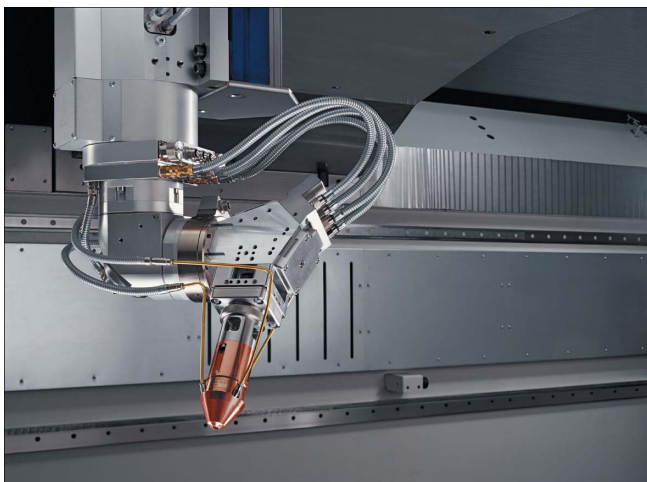
Najprostsze z nich umożliwiają napawanie z ręcznym podawaniem drutu i są wyposażone w lasery impulsowe o mocy w impulsie do 10 kW. Opcjonalnie mogą być także wyposażone w układ sterowania numerycznego z osiami liniowymi i osią obrotową. Napawanie



Rys. 3. Stacja robocza TruLaser Station 5004

wykonywane jest w wydzielonej przestrzeni roboczej, obserwowanej przez operatora przez mikroskop.

Nowym produktem firmy TRUMPF do napawania jest **TruLaser Station 5004** (rys. 3) – współpracujący z laserami impulsowymi z serii TruPulse o mocy średniej do 150 W. Trzy osie liniowe głowicy optycznej są sterowane numerycznie, co pozwala obrabiać precyzyjnie także duże elementy. Oprócz napawania ma-

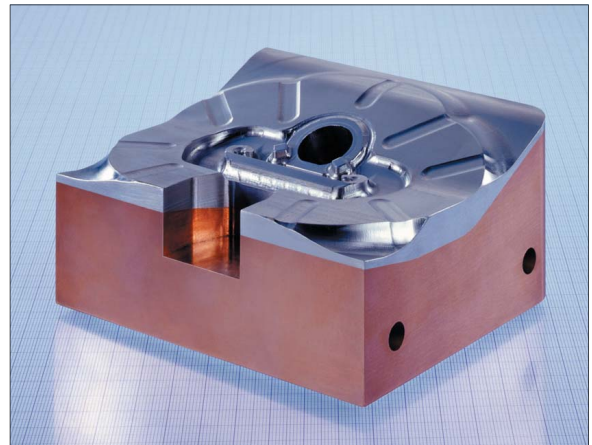


Rys. 4. Głowica do napawania proszkowego w maszynie TruLaser Cell

szyna może spawać w trybie ręcznym lub automatycznym (bez podawania drutu).

Do napawania proszkowego został opracowany specjalny pakiet technologiczny **Deposition Line**, który można zainstalować na standardowych maszynach oferowanych przez firmę TRUMPF, w szczególności na wieloosiowej obrabiarce laserowej TruLaser Cell (rys. 4) lub na robocie TruLaser Robot wyposażonym w laser. Pakiet technologiczny zawiera zbiornik z proszkiem, układ pneumatycznego transportu proszku do głowicy oraz specjalną głowicę, wyposażoną w dyszę do wdmuchiwania proszku w obszar roboczy lasera. Układ sterowania jest wyposażony w dodatkowe funkcje sterujące podawaniem sproszkowanego materiału. W zależności od aplikacji do napawania proszkowego można stosować lasery impulsowe TruPulse do obróbki precyzyjnej (przy niedużych wydajnościach) lub lasery ciągłe TruDisk o mocy rzędu kilku kilowatów, które pozwalają uzyskać większe wydajności.

Technologia napawania pozwala zredukować koszty związane z eksploatacją urządzeń, w których występują zużywające się elementy. W wielu przypadkach stanowi ona korzystną alternatywę dla wymiany zużytych części, szczególnie jeśli są wykonane z drogich materiałów bądź wymagają złożonego procesu produkcyjnego. Przykładem mogą być formy, które po



Rys. 5. Napawanie warstwy stalowej na miedź

wielokrotnym użyciu tracą wymaganą dokładność wymiarową, bądź podlegające zużyciu elementy zespołów napędowych. Napawanie proszkowe pozwala także stworzyć przedmioty o trójwymiarowej geometrii, bardzo trudne (lub niemożliwe) do uzyskania innymi technologiami, np. złożone formy z wewnętrznymi kanałami chłodzącymi. Możliwe jest także tworzenie struktur z różnych materiałów, np. nakładanie wierzchniej warstwy formy ze stali odpornej na zużycie na bazę z miedzi, zapewniającą efektywne chłodzenie (rys. 5).

TRUMPF POLSKA

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.k.

02-232 Warszawa, ul. Łopuszańska 38 B

tel. 022 575 39 00, fax 022 575 39 01

www.trumpf.pl

Retrofitting obrabiarek z wykorzystaniem narzędzi Open Source

WOJCIECH NITEK
ZBIGNIEW WASIAK
JAN WOJCIECHOWSKI*

Omówiono metodykę tworzenia aplikacji generujących program obróbki, która umożliwi szybkie i łatwe tworzenie prostych aplikacji, gdy dostępne rozwiązania nie nadają się do zastosowania. Przedstawiono metodykę prowadzenia retrofittingu z wykorzystaniem narzędzi Open Source.

Proces retrofittingu obrabiarek jest związany bezpośrednio z modernizacją napędów i układów sterowania [1÷4]. Często termin ten oznacza przekształcenie obrabiarki konwencjonalnej lub NC w obrabiarkę CNC. Modernizacja układów napędu i sterowania obejmuje również zwykle wymianę elementów wyposażenia elektrycznego (aparaty elektryczne oraz okablowanie), bowiem nie ma sensu wyposażać obrabiarki w nowoczesne układy sterowania, gdy pozostałe zespoły nie są w stanie korzystać z ich rozszerzonych możliwości.

Starsze obrabiarki CNC przechodzą proces retrofittingu celem wyposażenia ich w najnowsze rodzaje układów sterowania, których nie było w chwili ich zakupu. Szybsze przetwarzanie danych wiąże się z uzyskiwaniem większych przyspieszeń czy opóźnień w napędach, a także z krótszym czasem pozycjonowania.

Proces retrofittingu jest bezpośrednio związany z napędami elektrycznymi (niezależnie od tego, czy wykorzystywane będą narzędzia komercyjne, czy też Open Source). Możliwości retrofittingu napędów hydraulicznych i pneumatycznych są bardzo ograniczone. Napędy elektromechaniczne można niekiedy wykorzystać jako napędy główne, po wprowadzeniu niezbędnych zmian konstrukcyjnych (usunięcie lub przebudowa skrzynki prędkości) i zastosowaniu odpowiedniego zasilacza (przekształtnika mikroprocesorowego).

Napędy elektryczne nadają się do dalszego wykorzystania w modernizowanej obrabiarence, o ile pozwalają na to ich parametry i stan techniczny i jeżeli zastosuje się odpowiedni zasilacz. Napędy z silnikami skokowymi mają ograniczone zastosowanie – do małych obrabiarek. Jeżeli zachodzi konieczność wymiany napędu, to w miarę możliwości powinno się dążyć do uproszczenia struktury kinematycznej, stosując elektrowrzeciona i napędy liniowe.

Zastosowanie narzędzi Open Source (Wolne Oprogramowanie) w retrofittingu

Wykorzystanie systemów Open Source w procesie retrofittingu obrabiarek polega na implementacji jednego lub kilku elementów:

- programowego układu sterowania,
- aplikacji wspomagających proces projektowania obróbki,
- programów niezwiązanych bezpośrednio z procesem obróbki, ale np. umożliwiających wymianę danych z systemami informatycznymi przedsiębiorstwa.

Wolne Oprogramowanie jest udostępniane na warunkach pozwalających użytkownikowi na jego swobodne studiowanie, rozpowszechnianie i modyfikację. Licencje na korzystanie z Wolnego Oprogramowania nie zawierają restrykcji, których celem byłaby maksymalizacja zysku właściciela praw autorskich, przy jednoczesnym skrajnym ograniczeniu praw użytkownika.

Idea Wolnego Oprogramowania wywodzi się z czasów pierwszych systemów operacyjnych opartych na założeniach systemu UNIX, rozwijanych m.in. w środowiskach akademickich. Cechy charakterystyczne Wolnego Oprogramowania przydatne w praktycznych zastosowaniach to:

- dostęp do kodu źródłowego,
- wolność dystrybucji,
- wolność zastosowania.

Systemy sterowania Open Source

Istnieją (na razie nieliczne) programowe układy sterowania dostępne jako Open Source, z których kilka przeznaczonych jest do obrabiarek CNC. Najbardziej funkcjonalny jest system Enhanced Machine Control (EMC) [5]. Może być on zainstalowany w większości modernizowanych obrabiarek. Dlatego przyjmuje się go często do retrofittingu jako rozwiązanie bazowe. W przypadku gdy z jakichś szczególnych powodów nie można wykrzystać do modernizacji systemu EMC, należy wybrać inny system sterowania, bądź stworzyć go samodzielnie. Nie ma sensu tworzenie systemu sterowania od podstaw, ponieważ EMC jest dostępny z kodem źródłowym, który można dowolnie modyfikować i w ten sposób utworzyć odpowiedni system.

Podstawowe cechy systemu EMC to:

- przynależność do rodziny wolnego oprogramowania z dostępnym kodem źródłowym,
- wyposażenie w interpreter G-kodu (RS-274),
- nie generuje G-kodu na podstawie danych CAD/CAM,
- obsługuje do 6 osi sterowanych,
- obsługuje zarówno serwonapędy (układy ze sprzężeniem zwrotnym), jak i silniki skokowe (układy otwarte),
- uwzględnia korekcję narzędzia,
- wspiera niekartezjańskie układy współrzędnych,
- wspiera kinematyki równoległe,
- ma możliwość zdalnej obsługi.

Najważniejszą właściwością, jaką powinien zapewniać układ sterowania, jest prawidłowa współpraca z napędami. Przy zastosowaniu odpowiednich rozwiązań sprzętowych, układ EMC może współpracować z dowolnym silnikiem elektrycznym, co pozwala na szerokie wykorzystanie go w retrofittingu. Na podstawie danych geometrycznych procesu skrawania interpolator wyznacza odpowiednią zadaną wartość przemieszczenia, która jest następnie przekazywana do układu regulacji położenia i prędkości napędu.

System EMC zawiera zaimplementowane moduły, pozwalające na sterowanie silnikami skokowymi poprzez

* Dr inż. Wojciech Nitek — Akademia Ekonomiczna, Wrocław; dr inż. Zbigniew Wasiak — Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej; dr hab. inż. Jan Wojciechowski — Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Opolskiej





FABRYKA OBRABIAREK PRECYZYJNYCH



Pionowe centra obróbkowe 3-, 4- osiowe serii VMC i VMC HS oraz 5- osiowe serii VARIO 5-axis.

ze sterowaniami wiodących producentów, firm Heidenhain i Fanuc, z wrzecionami 10 000, 18 000 i 24 000 obr/min, szybkie przesuwu 35 lub 40 m/min we wszystkich osiach, szybki automatyczny magazyn narzędzi na 24 narzędzia. Wyjątkowo sztywna konstrukcja, najwyższej klasy komponenty oraz super-precyzyjne wrzeciona i przekładnie śrubowe toczne AVII zapewniają uzyskiwanie bardzo dużych gładkości powierzchni obrabianych oraz wysoką dokładność wymiarową i powtarzalność. **Bogaty wybór opcji:** sondy narzędziowe i przedmiotowe, lina optyczna, chłodzenie przez wrzeciono 20 bar, chłodzenie powietrzem, zgarniakowy transporter wiórów, programy CAD/CAM - pozwalają dostosować obrabiarkę do indywidualnych potrzeb.

Nowość: 5- osiowe centra obróbkowe umożliwiające kompletną obróbkę w jednym zamocowaniu.



Frezarki CNC i konwencjonalne nowej generacji,

wyposażone są we wrzeciono poziome i głowicę skrętną z wrzecionem pionowym na 4 000 obr/min (opcja 8 000 obr/min). Frezarki manualne wyposażone są w odczyt crowsy Heidenhain, i lina optyczna w 3 osiach, frezarki CNC oferujemy ze sterowaniami Heidenhain TNC 320 oraz iTNC 530.

Obrabiarki te znakomicie sprawdzą się w zastosowaniach:

- narzędziowych,
- produkcyjnych,
- warsztatowych,
- remontowo-naprawczych,
- szkoleniowych.



Tokarki CNC ze skośnym łóżem serii AVIAturn,

wyposażone są w najnowocześniejsze sterowania wiodących firm światowych - Fanuc i Siemens oraz wrzeciona 5 000 obr/min i posiadają kompletnie osłoniętą przestrzeń obróbkową.

Obrabiarki te umożliwiają:

- wykonywanie operacji frezowania z wykorzystaniem osi "C" i napędzanych narzędzi (AVIAturn 30M),
- obróbkę stali hartowanej,
- obróbkę seryjną z pręta, z zastosowaniem podajnika prętów,
- obróbkę uchwytową, obróbkę w kłach,
- osiąganie bardzo wysokich dokładności i gładkości powierzchni,
- najwyższą wydajność i produktywność dzięki bardzo szybkim przesuwom: 30 m/min w osi X i 25 m/min w osi Z.



Rok założenia firmy 1902

FABRYKA OBRABIAREK PRECYZYJNYCH "AVIA" SPÓŁKA AKCYJNA

03-768 Warszawa, ul. Siedlecka 47

tel: (022) 619 90 81, fax: (022) 818 29 54,

e-mail: market@avia.com.pl, www.avia.com.pl

standardowy port równoległy lub na wykorzystanie specjalistycznych kart rozszerzeń z wbudowanymi sterownikami napędów (dla pozostałych rodzajów silników). Możliwości powiązania układu sterowania z napędami są następujące:

- ✦ wykorzystanie silników skokowych i standardowego portu równoległego,
- ✦ samodzielna implementacja układu regulacji,
- ✦ wykorzystanie specjalistycznych kart rozszerzeń obsługiwanych standardowo przez EMC,
- ✦ wykorzystanie kart rozszerzeń obsługiwanych przez EMC (nieobsługiwanych standardowo),
- ✦ wykorzystanie pozostałych kart rozszerzeń obsługiwanych przez Linuxa,
- ✦ samodzielna budowa karty rozszerzeń,
- ✦ wykorzystanie sterowników napędów emulujących pracę silników skokowych.

Większość obrabiarek jest wyposażona w serwonapędy, więc konieczne jest zapewnienie współpracy pomiędzy nimi a układem CNC. Spośród wymienionych wyżej możliwości powiązania układu sterowania z napędami można w praktyce wykorzystać następujące:

- ✦ wyposażenie komputera sterującego w odpowiedni kontroler,
- ✦ zastosowanie sterownika serwonapędu emulującego pracę silnika skokowego.

Pozostałe możliwe rozwiązania (np. samodzielna budowa karty rozszerzeń) są nieopłacalne. Koszt zakupu wyspecjalizowanych kontrolerów jest mniejszy od kosztu projektowania, budowy i testowania samodzielnych rozwiązań.

Programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie

System sterowania obrabiarki, oprócz nadzorowania pracy napędów, musi umożliwiać programowanie procesów obróbkowych. Programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie polega na wprowadzeniu do obrabiarki danych (w odpowiednim formacie) niezbędnych do uzyskania pożądanego kształtu przedmiotu.

W zależności od miejsca powstawania programu można wyróżnić programowanie procesu obróbkowego bezpośrednio na obrabiarce lub poza nią. W zależności zaś od sposobu powstawania programu można wyróżnić programowanie ręczne (operatorskie), maszynowe i metodami pośrednimi.

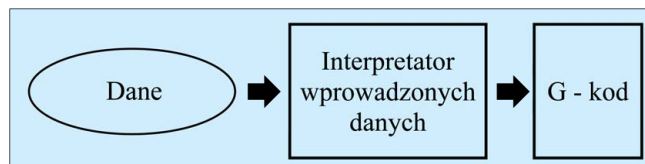
Programowanie ręczne i maszynowe są sposobami stosowanymi od początków istnienia obrabiarek NC. Mimo upływu lat są nadal szeroko stosowane, zwłaszcza w obrabiarkach wytwarzających przedmioty o nieskomplikowanych kształtach. W przeciwieństwie do programowania ręcznego, programowanie maszynowe jest zorientowane na przedmiot obrabiany [6]. Oznacza to, że programowanie maszynowe jest możliwe bez znajomości parametrów konkretnej obrabiarki i sterowania numerycznego. Dopasowanie programu obróbki do danej obrabiarki jest możliwe dzięki wykorzystaniu postprocesorów.

Oprócz ręcznego i maszynowego programowania procesu obróbkowego istnieją sposoby pośrednie, szczególnie przydatne w obrabiarkach modernizowanych. Są to: programowanie interoperacyjne, konwersacyjne lub zorientowane warsztatowo (WOP). Istotą takiego rodzaju programowania jest to, że program obróbki tworzy operator, który używa aplikacji umożliwiających wygenerowanie go. Część danych użytkownik wprowadza ręcznie, natomiast pozostałe pochodzą z innych aplikacji.

Jedną z możliwości pośredniego programowania obrabiarki jest stworzenie dla komputera PC aplikacji prze-

kształcającej wprowadzane informacje w taki sposób, że w rezultacie powstaje program obróbki w formacie G-kodu, kompatybilny z danym układem sterowania.

Ten sposób programowania jest bardzo zbliżony do programowania zorientowanego warsztatowo (WOP). Różnicą jest m.in. to, że tworzenie programu może odbywać się zarówno na obrabiarce, jak i poza nią. Jest to sposób tworzenia programów szczególnie przydatny dla obrabiarki z programowym układem sterowania (EMC) pracującym na komputerze PC. Taką aplikację można bowiem zainstalować zarówno na komputerze biurowym, jak i sterującym pracą obrabiarki. Sposób przetwarzania informacji przy takim programowaniu pokazuje rys. 1.



Rys. 1. Przetwarzanie danych w programowaniu metodą pośrednią

Dane wejściowe interpretatora mogą pochodzić m.in. z interfejsu graficznego, pliku CAD/CAM czy pliku tekstowego zawierającego dane w specyficznym formacie.

Wybór aplikacji generującej program obróbki dla modernizowanej obrabiarki

Dobierając oprogramowanie do projektowania procesu obróbkowego w obrabiarce poddanej retrofittingowi, można wybrać pomiędzy narzędziami uzyskiwanymi nieodpłatnie i komercyjnymi. Narzędzia komercyjne mają większe możliwości w porównaniu z nieodpłatnymi, jednak ich cena często przewyższa koszt modernizacji pozostałych układów obrabiarki.

Wybór sposobu programowania i aplikacji musi być oparty na racjonalnych przesłankach. Koszty nabycia lub utworzenia aplikacji należy uwzględnić podczas przeprowadzania analizy finansowej, przed podjęciem decyzji o sposobie pozyskania obrabiarki. Nie należy z góry odrzucać możliwości zastosowania narzędzi komercyjnych. W pewnych przypadkach ich wykorzystanie, zamiast narzędzi bezpłatnych, będzie uzasadnione. W większości przypadków jednak korzystniej jest wykorzystać bezpłatne oprogramowanie.

Oprogramowanie nieodpłatne może być udostępniane:

- bez kodu źródłowego,
- z kodem źródłowym.

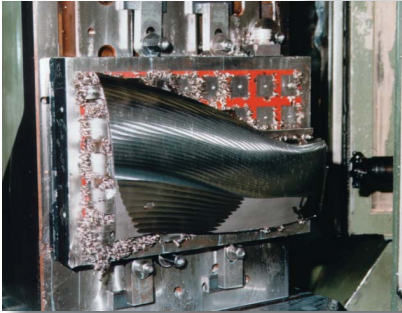
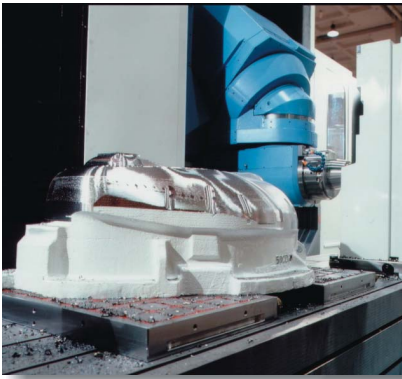
Nieodpłatne oprogramowanie bez kodu źródłowego jest na ogół udostępnione przez firmy zajmujące się tworzeniem aplikacji komercyjnych. Może to np. być moduł bazowy programu umożliwiający samodzielną pracę (bez modułów dodatkowych) lub starsza wersja oprogramowania pozbawiona pewnych istotnych elementów.

Oprogramowanie z udostępnionym kodem źródłowym pochodzi z dwóch źródeł:

- projektów tworzonych od podstaw przez społeczność Open Source,
- projektów udostępnionych społeczności Open Source przez firmy trzecie.

W drugim przypadku oprogramowanie pierwotnie było rozpowszechniane na zasadach komercyjnych. Rozwijanie takiego oprogramowania wiązało się m.in. z koniecznością zatrudnienia programistów, a więc ze znacznymi kosztami. Producent takiego oprogramowania, decydując





DLACZEGO WARTO STOSOWAĆ STOŁY ELEKTROPERMANENTNE?

STOSUJE JE JUŻ CAŁY ŚWIAT!

- Wysoka dokładność obróbki pięciu płaszczyzn dostępnych z jednego zamocowania
- Łatwe i szybkie zamocowanie przedmiotu o nierównej powierzchni na ruchomych i stałych przedłużeniach biegunów pola magnetycznego, mocowanych do płyty uchwytu, pozwala na niezwłoczne uzyskanie nowej powierzchni bazowej, o odchyłce płaskości rzędu 0,02 mm (na długości 1 m)
- Możliwość skrócenia całkowitego czasu obróbki do 50%
- Ograniczenie wibracji zapewnia uzyskanie wysokiej jakości powierzchni i przedłuża żywotność narzędzi
- Elektropermanentny sposób mocowania likwiduje zjawisko nagrzewania, prowadzące do deformacji mocowanego przedmiotu oraz zapewnia oszczędność energii (nie jest wymagane stałe zasilanie prądem)
- Aktywacja i de-aktywacja pola magnetycznego krótkim impulsem elektrycznym
- Łatwa instalacja na dowolnych frezarkach i centrach obróbkowych

**Jakość • Bezpieczeństwo • Wygoda
Trwałość • Oszczędność
Ergonomiczność**

**Zapraszamy do odwiedzenia naszego stoiska C 105
na targach STOM • Kielce 26-28 III 2008**

PROMOTECH[®]

PROMOTECH Sp. z o.o.

ul. Elewatorska 23/1, 15-620 BIAŁYSTOK, POLAND
tel. (+48 85) 678 34 26, fax (+48 85) 662 78 77
marketing@promotech.eu www.promotech.eu

się na opublikowanie kodu źródłowego, pozyskiwał społeczność Open Source jako darmowy sposób rozwoju aplikacji.

Od chwili udostępnienia kodu źródłowego producent nie może pobierać opłat licencyjnych (zrzekł się bowiem praw autorskich), jednakże może dalej czerpać korzyści z przeprowadzania wdrożeń, szkoleń i opracowywania dokumentacji.

Decydując się na wykorzystanie nieodpłatnego oprogramowania można:

- wdrożyć gotową aplikację,
- dostosować aplikację do swoich potrzeb poprzez modyfikację kodu,
- stworzyć nową aplikację, wykorzystując narzędzia Open Source,
- zlecić podmiotowi zewnętrznemu dostosowanie/stworzenie aplikacji.

Wymienione sposoby różnią się nakładem czasu i kosztem ich wdrożenia. W przypadku gdy na obrabiarkie będzie prowadzona obróbka przedmiotów o nieskomplikowanych kształtach i technologii wytwarzania, można wykorzystać jedną z wielu gotowych aplikacji Open Source. Aplikacje takie charakteryzują się niewielkimi możliwościami w zakresie projektowania skomplikowanych operacji technologicznych, sprawdzają się natomiast znakomicie w programowaniu operacji prostych. Z rozważań na temat opłacalności wykorzystania narzędzi Open Source w procesie retrofitingu wynika, że ich stosowanie jest bardzo opłacalne właśnie w takich przypadkach.

Jeśli dostępne aplikacje nie całkowicie spełniają stawiane im wymagania, można je zmodyfikować poprzez zmiany w kodzie źródłowym. Przedsiębiorstwo, które nie dysponuje kadrami, które może modyfikować kod źródłowy aplikacji, zleca opracowanie takiej aplikacji podmiotowi zewnętrznemu. Rozważając taką możliwość należy jednak porównać koszty tego rozwiązania z kosztem zakupu oprogramowania komercyjnego, ze względu na wysoki koszt takich usług.

W przypadku, gdy dostosowanie dostępnych aplikacji do potrzeb użytkownika wiązałoby się z koniecznością wprowadzenia zbyt dużych zmian w kodzie źródłowym, a przedsiębiorstwo dysponuje odpowiednią kadrami, należy rozpatrzyć możliwość samodzielnego stworzenia aplikacji

Open Source, wykorzystując odpowiednie bezpłatne narzędzia. Dla większości przedsiębiorców wizja samodzielnego tworzenia aplikacji może wydać się nierealna, ze względu na stopień skomplikowania. Dostępne narzędzia Open Source i prawidłowo opracowana metodyka postępowania pozwalają jednak na stworzenie działającej aplikacji w sposób stosunkowo szybki i niewymagający znacznego nakładu sił i środków.

Na podstawie omówionej metodyki utworzono aplikację przeznaczoną dla tokarki sterowanej numerycznie. Nie ma żadnych przeszkód, aby stworzyć podobną, np. dla frezarek.

Metodyka tworzenia aplikacji generujących programy obróbki

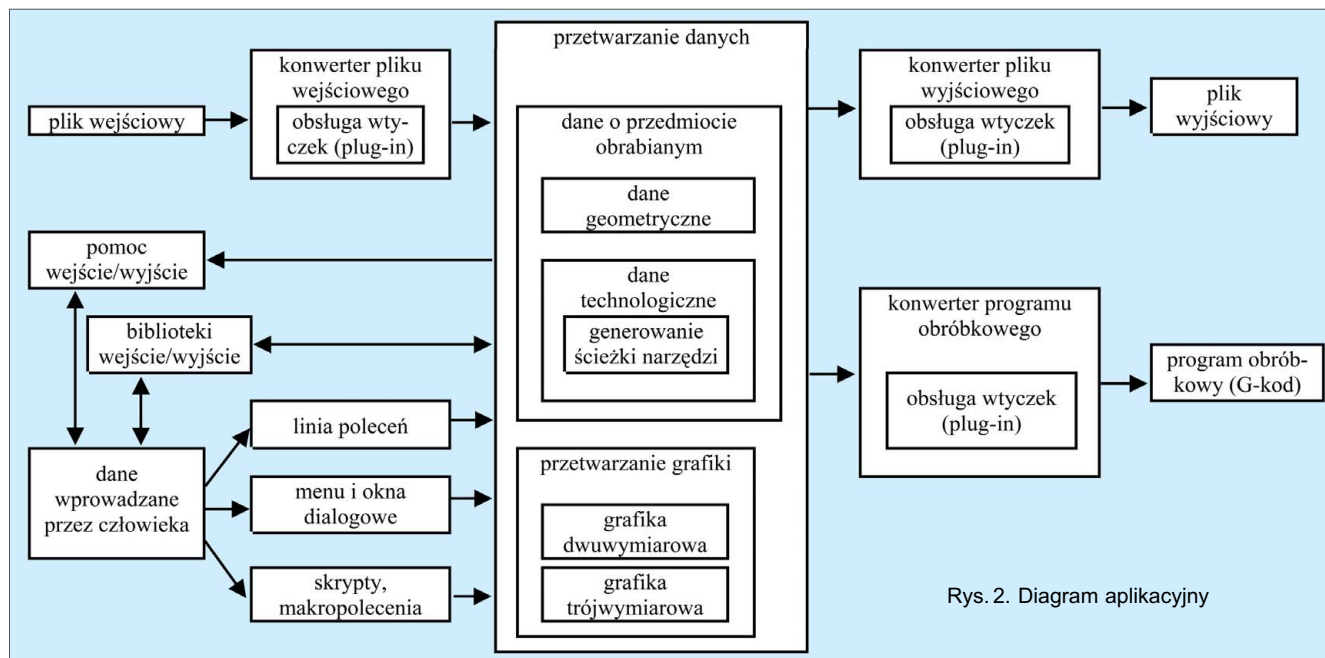
Opracowana metodyka tworzenia aplikacji generujących program obróbki z wykorzystaniem narzędzi Open Source jest uzupełnieniem ogólnej modernizacji czy retrofitingu obrabiarek. Metodę tę można wykorzystać zarówno do tworzenia aplikacji komercyjnych, jak i nieodpłatnych. Została ona wykorzystana również do utworzenia interfejsu generującego G-kod do toczenia.

Postępowanie podczas tworzenia aplikacji można ująć w pięciu punktach:

1. Określenie wymagań stawianych aplikacji (sposób wprowadzania danych, pliki wejściowe, formaty zapisu, format G-kodu, interfejsy graficzne, typ grafiki, zakres wbudowanej pomocy, dodatkowe biblioteki np. narzędzi, współdziałanie z innymi aplikacjami itd.),

2. Tworzenie blokowego schematu aplikacji (moduły i bloki funkcyjne oraz zależności między nimi). Pełny diagram blokowy, właściwy dla skomplikowanych aplikacji przedstawia rys. 2. Wyróżnia się w nim bloki wprowadzania i przetwarzania danych, bloki prezentacji i zapisu wyników. Dla aplikacji prostszych część bloków i modułów jest pomijana.

3. Określenie i pozyskanie niezbędnych narzędzi informatycznych (programy i biblioteki użyte do budowy aplikacji) oraz zdefiniowanie struktury danych i programu. W przypadku narzędzi komercyjnych trzeba ponieść koszty zakupu i zgodzić się na kompromis pomiędzy możliwościami poszczególnych narzędzi a ich ceną. W przy-



Rys. 2. Diagram aplikacyjny





FREZOWANIE

Prezentujemy...

Frezy palcowe z węglika spiekanego Kennametal KenFEED™



**...obróbka materiałów
hartowanych o twardości do
67 HRC przy niespotykanie
wysokich prędkościach
skrawania i posuwach!**

- Zakres oferowanych średnic: 6mm (.25") do 20mm (.75")!
- Nieporównywalna wydajność dzięki sześćostrzowej konstrukcji frezów!
- Specjalnie zaprojektowane chwyt z szyjką umożliwiają obróbkę z dużymi wysięgami!

Dla Waszej firmy Kennametal oznacza wzrost wydajności skrawania!

Z chęcią to udowodnimy.

Zadzwoń pod numer 061 665 65 68,
odwiedź stronę internetową www.kennametal.com
lub skontaktuj się z lokalnym autoryzowanym
przedstawicielem Kennametal.

 **KENNAMETAL®**
Engineering Your Competitive Edge

padku wykorzystywania narzędzi Open Source wszystkie te narzędzia dostępne są nieodpłatnie, można więc (i należy) wykorzystać narzędzia, które najlepiej się nadają do poszczególnych zastosowań.

4. Projektowanie i tworzenie bloków przetwarzania danych. Jest to część aplikacji najważniejsza i najtrudniejsza do implementacji. Powinny one mieć strukturę modułową, dającą możliwość rozwoju aplikacji.

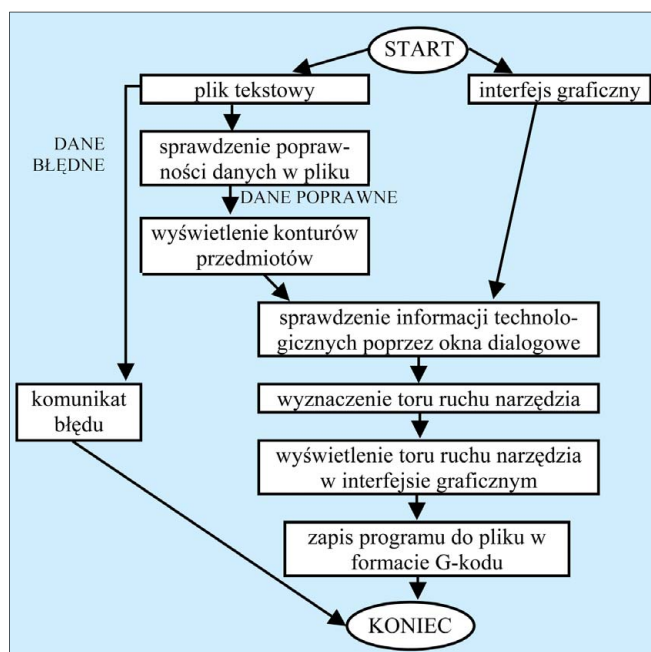
5. Projektowanie i tworzenie bloków wejścia i wyjścia (wprowadzanie informacji, przetwarzanie ich i umieszczanie w wewnętrznej strukturze danych). Polega to na opracowaniu interfejsów wejścia/wyjścia i konwerterów pomiędzy wykorzystywanymi formatami danych.

Tworzenie przykładowej aplikacji CAD/CAM z wykorzystaniem opracowanej metodyki

Stworzoną aplikację można zastosować na tokarce sterowanej numerycznie. Interfejs graficzny powstał z wykorzystaniem biblioteki graficznej OpenGL i pokrewnych. Są to narzędzia Open Source pozyskane nieodpłatnie [7 ÷ 9].

Interfejs służy do definiowania konturu przedmiotu obrabianego i półproduktu, z którego ów przedmiot powstanie. Kontur przedmiotu jest dzielony na elementarne odcinki i łuki, a następnie ich parametry zapisywane są w wewnętrznej strukturze danych. Innym sposobem wprowadzania danych jest wykorzystanie pliku tekstowego ze zdefiniowanymi współrzędnymi wierzchołków i środków łuków. Dane z plików tekstowych są następnie odczytywane przez interpreter, weryfikowane i umieszczane w wewnętrznej strukturze danych. Do weryfikacji danych służą narzędzia sprawdzające składnię tekstu: Flex i Bison [10].

Po wprowadzeniu przez użytkownika danych, takich jak: nadatki na obróbkę, głębokość skrawania, kierunek ruchu narzędzia (wzdłużnie, poprzecznie, równoległe do konturu), generowany jest tor ruchu narzędzia w formacie G-kodu. Jednocześnie tor ruchu narzędzia zostaje wyświetlony w interfejsie graficznym. Sposób działania aplikacji pokazuje rys. 3.



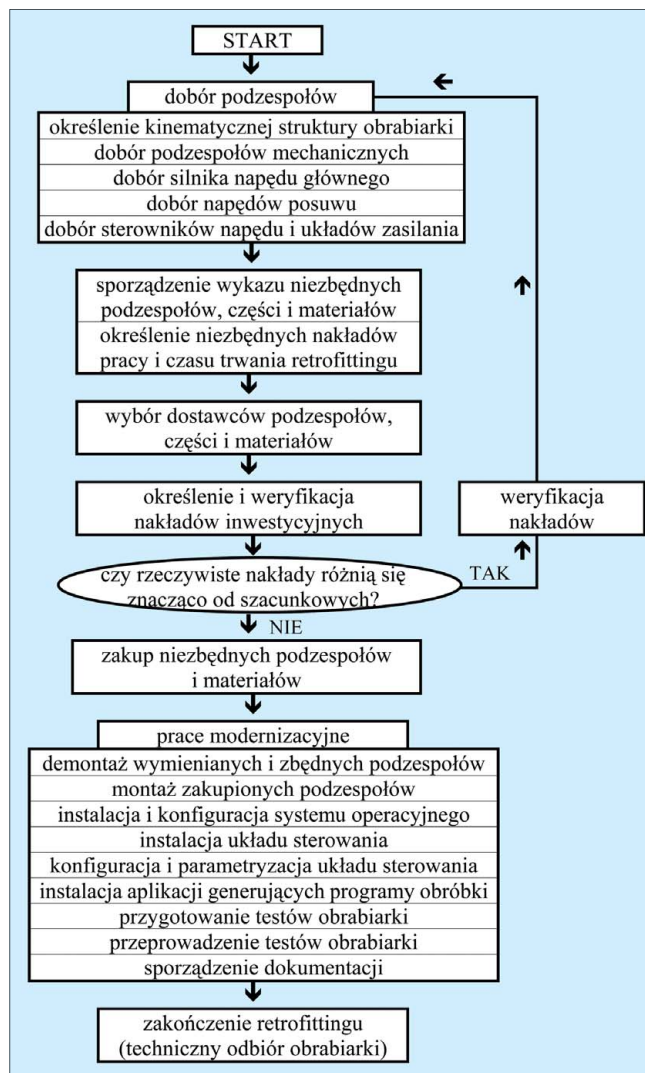
Rys. 3. Sposób działania aplikacji generującej G-kod

Aplikacja została utworzona w języku C++ z wykorzystaniem bibliotek OpenGL i pokrewnych. Działa ona w środowisku XWindows. Program został napisany pod Linuxem, ale można go kompilować i uruchamiać pod pokrewnymi systemami Open Source – FreeBSD lub OpenBSD.

Opracowana aplikacja, mimo swojej prostoty, spełnia wszystkie postawione jej wymagania. Jej powstanie jest dowodem, że do samodzielnego tworzenia takich aplikacji zbędny jest duży zespół ludzi i znaczne nakłady finansowe. Opracowana metodyka pozwoliła usystematyzować proces tworzenia aplikacji, a modułowa budowa programu pozwala na wykorzystanie go w innych aplikacjach.

Metodyka prowadzenia retrofitingu z wykorzystaniem narzędzi Open Source

Dzięki możliwości wykorzystania różnych rozwiązań sprzętowych systemy sterowania Open Source (np. EMC) można wykorzystać do retrofitingu obrabiarek dowolnego rodzaju i wielkości. Dostępne, gotowe rozwiązania i pakiety narzędziowe Open Source ułatwiają programowanie procesów obróbkowych na zmodernizowanych w ten sposób obrabiarkach.



Rys. 4. Schemat postępowania przy retrofitingu obrabiarek z wykorzystaniem narzędzi Open Source

W celu ułatwienia retrofitingu opracowano metodykę jego prowadzenia, wykorzystując przy tym narzędzia Open Source. Metodyka ta jest częścią opracowanej ogólnej metodyki prowadzenia modernizacji obrabiarek skrawających. Schemat postępowania podczas prowadzenia retrofitingu z wykorzystaniem narzędzi Open Source pokazano na rys. 4.

Postępowanie podczas retrofitingu z wykorzystaniem narzędzi Open Source można ująć w siedmiu punktach:

1. Dobór podzespołów (określenie kinematycznej struktury obrabiarki i dobór podzespołów mechanicznych, dobór silnika napędu głównego obrabiarki, dobór napędów posuwu).
2. Sporządzenie wykazu niezbędnych podzespołów i materiałów, określenie niezbędnych nakładów pracy i czasu trwania retrofitingu.
3. Wybór dostawców podzespołów i materiałów (pytania do firm i analiza ofert).
4. Określenie i weryfikacja nakładów inwestycyjnych.
5. Zakup niezbędnych podzespołów i materiałów.
6. Prace modernizacyjne (demontaż wymienianych i zbędnych podzespołów, montaż podzespołów zakupionych, instalacja i konfiguracja systemu operacyjnego na komputerze, instalacja programowego układu sterowania, konfiguracja i parametryzacja układu sterowania, instalacja aplikacji umożliwiających tworzenie programu obróbkowego, przygotowanie zestawu testów, kontrola obrabiarki, sporządzenie dokumentacji).
7. Zakończenie retrofitingu (komisyjne przekazanie maszyny do eksploatacji).



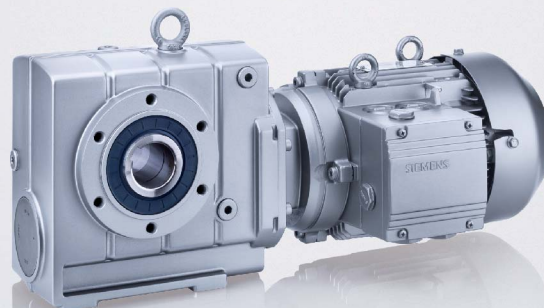
Opracowana metodyka tworzenia aplikacji generujących program obróbki pozwala na w miarę szybkie i łatwe tworzenie prostych aplikacji, w przypadku gdy dostępne rozwiązania nie nadają się do zastosowania. Przedstawiona metodyka prowadzenia retrofitingu z wykorzystaniem narzędzi Open Source systematyzuje ten proces, pozwalając jednocześnie na obniżenie nakładów inwestycyjnych. Analiza wyników badań poświęconych porównaniu opłacalności retrofitingu pokazuje, że w większości przypadków modernizacja z wykorzystaniem narzędzi Open Source jest znacznie bardziej opłacalna niż modernizacja z wykorzystaniem narzędzi komercyjnych.

LITERATURA

1. S. ASHWORT: The 3 R's: Retrofit. *Rebuild and Remanufacture*. 52(8), 2000.
2. P. L. SMITH: Retrofitting Roadmap. *American Mechanist* (1): 52+54, 2004.
3. B. HORWATH: Remanufacturing machine tools. A value approach to improved performance. *Tooling and Production*, May 2004.
4. R. L. FREDERICKS: Alternatives to new machines receive renewed interest. *Tooling and Production*, September 1999.
5. <http://www.linuxcnc.org>
6. J. KOSMOL: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem. WNT 2000.
7. OpenGL Programming Guide. Addison-Wesley Publishing Company.
8. M. J. KILGARD: The OpenGL Utility Toolkit (GLUT). Programming Interface. API Sesion 3. 1995.
9. R. S. WRIGHT, M. SWEET: OpenGL expert book. Waite Group Press, 1999.
10. N. MATTHEW, R. STONES: Professional Linux Programming. Wrox Press, 2000. ■



Mocna dźwignia



Większa siła udźwigu

motox

SIEMENS



Artykuł promocyjny



CHATTERFREE i HYDROFIT – nowe narzędzia z grupy SUMO TEC

FREZY CHATTERFREE – WIĘKSZA PRODUKTYWNOŚĆ!

Dzięki nowym frezom **CHATTERFREE** firmy ISCAR możliwe jest uniknięcie problemu drgań podczas operacji frezowania. Nieregularna podziałka freza eliminuje wibracje harmoniczne, które są głównym źródłem drgań. Umożliwia to szybszą obróbkę i lepszą jakość powierzchni zarówno podczas obróbki zgrubnej, jak i wykończeniowej, frezowania naroży i wybrań. Dodatkowo, jak stwierdzili użytkownicy, dzięki mniejszym drganiom wydłuża się żywotność krawędzi skrawającej.

Frezy **CHATTERFREE** o własnościach zmniejszających drgania dostępne są jako pełnowęglkowe w zakresie średnic 6÷20 mm (0,250÷0,750") oraz jako głowice MULTI-MASTER w zakresie 8÷20 mm (0,312÷0,750"). Nowe frezy są doskonałym rozwiązaniem dla obrabiarek o małej mocy z uchwytami ISO 40 lub BT40. W wersji pełnowęglkowej mogą być stosowane do pełnej obróbki rowków, aż do głębokości $2 \times D$. Zakres głębokości w przypadku głowic jest bardziej ograniczony ze względu na krótszą część roboczą.

Przy obróbce rowków w pełnej stali stopowej wersja pełnowęglkowa z łatwością wytrzyma posuw $0,03 \div 0,05$ mm/ząb przy prędkości skrawania 180÷220 m/min i głębokości $2 \times D$.



OPRAWKI HYDRAULICZNE HYDROFIT – PRECYZJA i ŁATWA OBSŁUGA!

Nowe oprawki hydrauliczne **HYDROFIT** firmy ISCAR nie tylko nadają się do obróbki z dużymi prędkościami skrawania (HSM), ale również ułatwiają wymianę narzędzi, nastawianie i dokładne wyważanie.

Oprawki **HYDROFIT** są odpowiednie do mocowania narzędzi nieruchomych i obrotowych z prędkością do 15 000 obr/min. Zapewniają solidne mocowanie, dokładność, dynamiczne wyważanie i tłumienie, co zabezpiecza kruche węglkowe narzędzia w obróbce HSM (bicie do 0,003 mm).

Oprawki hydrauliczne firmy ISCAR wymagają niewielkiego momentu przy ręcznym dokręcaniu kluczem zarówno przy mocowaniu, jak i zwalnianiu narzędzia – bezpośrednio na wrzecionie. Obrót wewnętrznej śruby nastawczej pozwala na dowolne ustawienie punktu zerowego. Opcjonalnie gwintowane otwory ułatwiają dokładne wyważanie.

Części chwytowe oprawek **HYDROFIT** pasują do wszystkich popularnych obrabiarek i występują w czterech głównych odmianach:

- stożkowe do narzędzi obrotowych,
- VDI DIN 6980 w rozmiarach 30 i 40,
- ST 25, 32, FINEFIT ADJ z kołnierzem 070 do narzędzi nieruchomych,
- stożkowe FINEFIT ADJ z kołnierzem 070 do narzędzi obrotowych.



UWAGA PROMOCJA! 15% rabatu na płytki nowego gatunku IC 830:

Promocja ważna do 30.06.2008 r. HM90 ADKT1505PDR, HM90 APKT1003PDR

ISCAR Poland Sp. z o.o.

ul. Gospodarcza 14
40-432 Katowice

tel. 032 735 77 00
fax 032 735 77 01

www.iscar.pl
iscar@iscar.pl

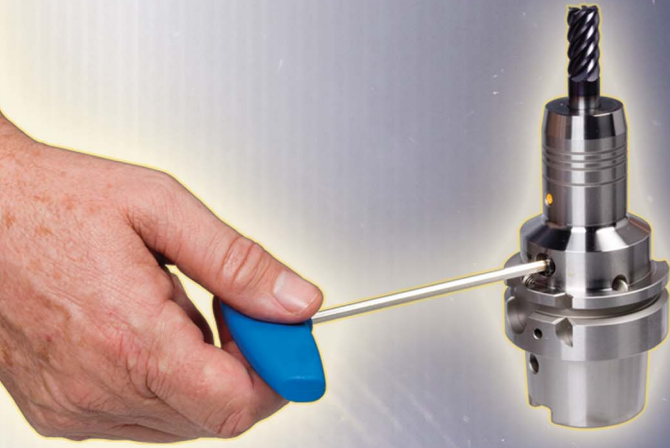


Więcej informacji o promocjach na stronie www.iscar.pl oraz u naszych lokalnych przedstawicieli

WARSZAWA 601 259 371 601 383 431	WROCŁAW 603 784 607	POZNAŃ 601 519 322	SANOK 609 808 183	SZCZECIN 601 328 355	KALISZ 693 339 246	ZAWIERCIE 603 780 920
	JAWOR 691 394 448	BYDGOSZCZ 661 961 116	ELBLĄG 603 784 606	ANDRYCHÓW 605 613 988	KIELCE 607 469 114	GLIWICE 663 774 603

HYDROFIT

HOLDING LINE

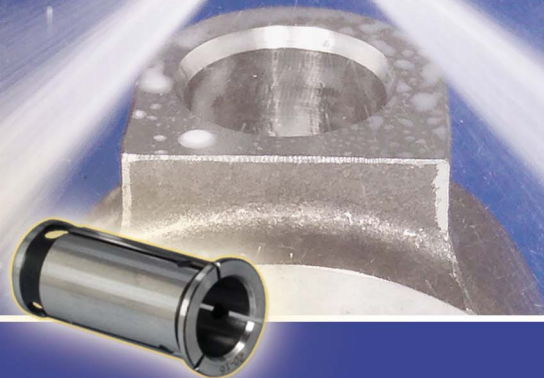


Duża dokładność i powtarzalność
3 μ m

HYDROFIT

HOLDING LINE

Precyzyjne oprawki hydrauliczne



Member IMC Group

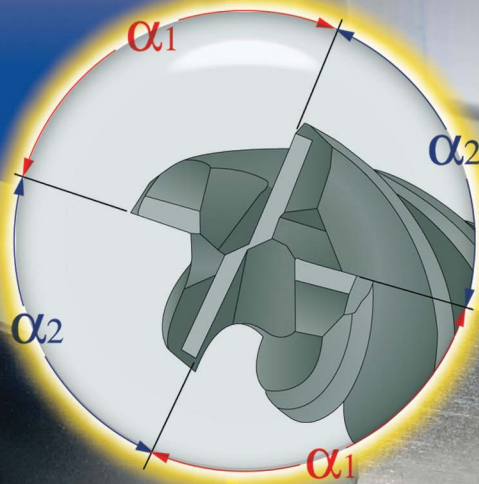
ISCAR Poland Sp. z o.o.

ul. Gospodarcza 14, 40-432 Katowice

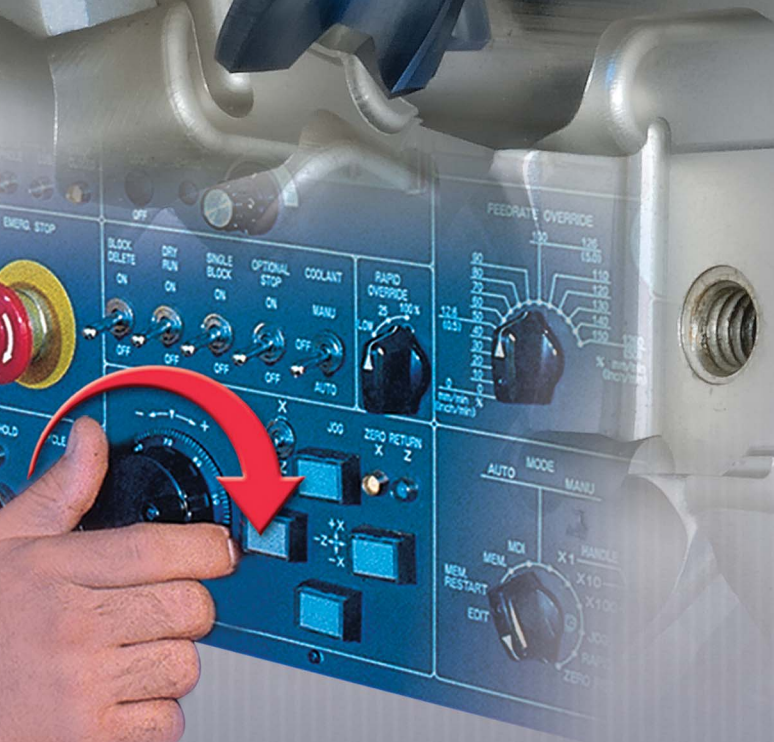
Tel. +48 (32) 735 77 00, Fax +48 (32) 735 77 01

iscar@iscar.pl, www.iscar.pl

CHATTERFREE



$$\alpha_1 \neq \alpha_2$$



**Większe posuwy
i mniejsze drgania**

Maksymalna produktywność!



RAPID INSPECTION

– metody pomiarowo-kontrolne adekwatne do rapid-technologii

KAZIMIERZ E. OCZOŚ*
IRENEUSZ CENA

Istota i ogólna charakterystyka metod Rapid Inspection ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowania w odniesieniu do wyrobów wytworzonych rapid-technologią.

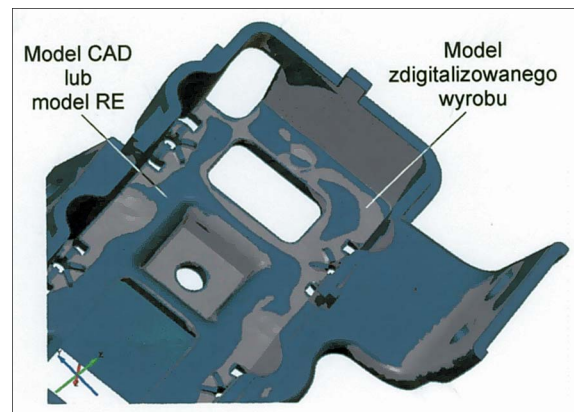
W warunkach zglobalizowanej gospodarki nowoczesny proces rozwoju nowego wyrobu powinien charakteryzować się m.in. szybkim, a zarazem ekonomicznym, wdrożeniem do produkcji jego dopracowanej wersji o wysokiej jakości, przy jednoczesnym zachowaniu obowiązujących norm. Coraz powszechniej wykorzystywane w praktyce **rapid-technologie** [1 ÷ 3] w istotnym stopniu skróciły czas opracowywania nowego wyrobu. Wykonane na podstawie modelu CAD prototypy (*Rapid Prototyping*), a w dalszej kolejności narzędzia formujące (*Rapid Tooling*) czy krótkie serie (*Rapid Manufacturing*) odgrywają obecnie coraz bardziej znaczącą rolę w technice wytwarzania. Dzięki rapid-technologiom stworzono również szansę projektowania i praktycznego wykonywania takich kształtów wyrobów, które nie byłyby możliwe do zrealizowania za pomocą technologii konwencjonalnych [1].

ISTOTA RAPID INSPECTION

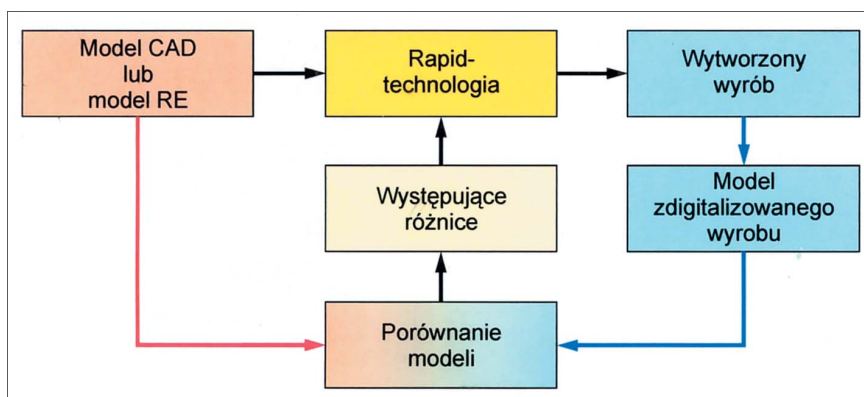
Efektywność rapid-technologii jest integralnie związana z jakością wykonanego tą techniką prototypu, prototypowego narzędzia czy prototypowej serii. Zastosowanie do oceny jakości prototypowego wyrobu metody pomiarowo-kontrolnej w postaci **Rapid Inspection** (RI) stanowi niezbędny instrument realizacji jego cyklu rozwojowego, który dzięki temu może być dodatkowo przyspieszony. RI polega na szybkim sprawdzeniu zgodności parametrów wytworzonego rapid-technologią wyrobu (głównie jego kształtu i powierzchni) poprzez porównanie z odpowiadającym mu modelem CAD lub wzorcem (rys.1). Do tego celu wykorzystuje się bezpośrednio model CAD lub mo-

del wzorca wyrobu, uzyskany przez przekształcenie powierzchni modelu fizycznego w postać cyfrową za pomocą inżynierii odwrotnej – RE (*Reverse Engineering*).

Analiza kształtu i wymiarów porównywanych obiektów, tj. modelu CAD lub modelu RE, z wytworzonym wyrobem, dotycząca oceny stopnia ich zgodności, obarczona jest jednak błędami wynikającymi głównie z precyzji pomiaru (digitalizacji) wytworzonego wyrobu i poprawności dopasowania jego zdigitalizowanego obrazu do modelu CAD lub RE (rys.2). Należy podkreślić, że celem digitalizacji mierzonego obiektu rzeczywistego jest uzyskanie cyfrowego modelu powierzchniowego w maksymalnym stopniu zbliżonego do oryginału. Cel ten osiąga się poprzez bardzo staranne skanowanie 3D powierzchni wyrobu.



Rys. 2. Wizualizacja porównania wytworzonego wyrobu z modelem CAD lub RE uwidaczniająca występujące różnice



Rys. 1. Istota procesu Rapid Inspection (RI)

W konsekwencji otrzymuje się dyskretną reprezentację powierzchni obiektu w postaci chmury punktów, przekształcaną następnie przez łączenie odcinkami poszczególnych punktów do postaci siatki trójkątów, zwanej również *powierzchnią poligonalną*. Dzięki temu możliwa jest lepsza ocena optyczna jakości uzyskanego modelu cyfrowego wytworzonego wyrobu [4].

Realizację procesu RI można przeprowadzać z wykorzystaniem urządzeń pomiarowych różnych firm. Różnice wynikające w procesie RI są spowodowane użytą techniką digitalizacji, przy czym najszersze zastosowanie znalazły obecnie skanery 3D.

FOCUS REVERSE ENGINEERING

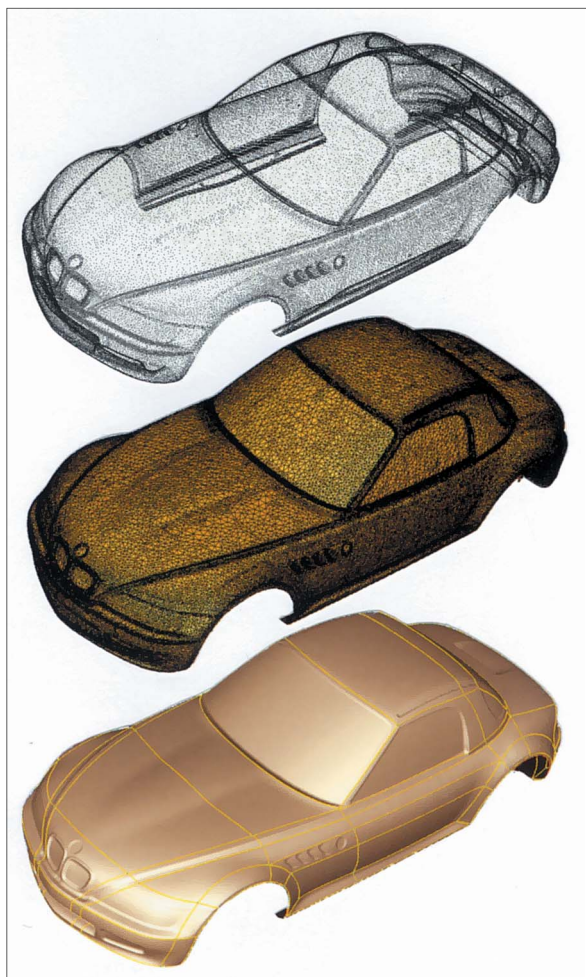
Firma Metris (Rochester Hills, MI, USA) zaprezentowała metodę, w której Rapid Digitizing w połączeniu z Rapid Surfacing tworzą tzw. **Focus Reverse Engineering**

* Prof. zw. dr inż. Kazimierz E. Oczos jest pracownikiem naukowym Katedry Techniki Wytwarzania i Automatykacji Politechniki Rzeszowskiej; mgr inż. Ireneusz Cena pracuje w firmach: Prototype & Engineering Center s.r.o. w Mlada Boleslav (Rep. Czeska) i DTS-Engineering GmbH w Sindelfingen (Niemcy).

(FRE). FRE stanowi nowej generacji rozszerzenie funkcjonalności oraz procedur związanych z konstruowaniem i wytwarzaniem obiektów o kształtach opisanych powierzchniami swobodnymi. FRE udostępnia tym samym użytkownikom unikatowe narzędzie, umożliwiające konstruktorom kontrolę oraz modyfikację utworzonych modeli – na każdym etapie ich rozwoju i w każdym ze stosowanych formatów ich zapisu – wykorzystujących wielokąty, krzywe, powierzchnie czy bryły.

Na rys. 3 przedstawiono poszczególne etapy dochodzenia do modelu powierzchniowego wyrobu, do których należy zaliczyć:

- import i przygotowanie danych w postaci chmury punktów,
- utworzenie sieci poligonalnej,
- generowanie krzywych i powierzchni.



Rys. 3. Etapy dochodzenia do modelu powierzchniowego wyrobu: zdigitalizowany wyrób w postaci chmury punktów (u góry), model wyrobu w postaci sieci poligonalnej (w środku), model powierzchniowy wyrobu (u dołu)

Na pierwszym etapie dokonuje się – z użyciem skanera 3D – odwzorowania wyrobu w postaci chmury punktów. Gęstość punktów, decydująca o wierności obrazu obiektu, zależy bezpośrednio od stopnia zaawansowania wybranej techniki digitalizacji. Laserowy skaner 3D wytwarza kilka tysięcy punktów w sekundzie. Powstaje z nich całkowicie cyfrowa kopia powierzchni skanowanego wyrobu. Uzyskany w ten sposób „materiał wsadowy” zostaje poddany na drugim etapie dalszej „obróbce”, zmierzającej w pierwszej kolejności do utworzenia sieci poligonalnej, stanowiącej punkt wyjścia do generowania powierzchni wyrobu. Tak przygotowana sieć zostaje wyeksport-

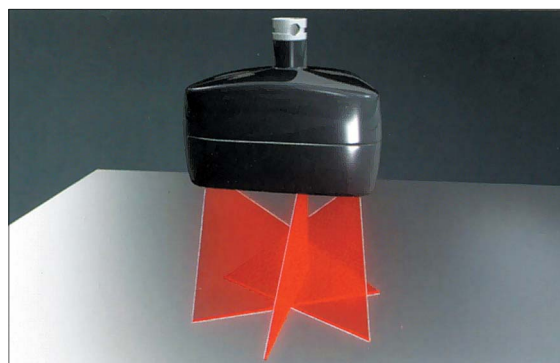
owana do formatu STL, co umożliwi realizację trzeciego etapu, w którym automatycznie generowane krzywe i powierzchnie tworzą zgrubny model powierzchniowy. Jest on poddawany kolejnej „obróbce”, stopniowo polepszającej parametry decydujące o jego jakości. W zależności od planowanego przeznaczenia doskonalenie modelu wymaga odpowiedniego czasu i doświadczenia, ale zawsze prowadzi do uzyskania optymalnego rezultatu.

RODZAJE SKANERÓW 3D

Ze względu na zasadę działania można wyróżnić dwie podstawowe grupy skanerów 3D: *skanery bezstykowe* i *skanery stykowe*. Pierwsza grupa obejmuje skanery charakteryzujące się podczas pomiaru brakiem bezpośredniego styku głowicy przyrządu z powierzchnią mierzonego przedmiotu. Zalicza się do niej m.in. skanery laserowe oraz skanery wykorzystujące światło strukturalne, jak też skanery ultradźwiękowe czy radarowe. Z definicji można także do nich zaliczyć urządzenia medyczne, jak tomografy komputerowe (CT) i rezonans magnetyczny (NMR). Przedstawicielami drugiej grupy są skanery, których głowica pomiarowa przemieszcza się po powierzchni digitalizowanego obiektu. Przykładem takich urządzeń są tzw. ramiona pomiarowe oraz współrzędnościowe maszyny pomiarowe, wyposażone w głowice skaningowe.

Najczęściej spotykane i stosowane w RE, zwłaszcza w przemyśle samochodowym, są *skanery laserowe* [5] oraz posługujące się światłem strukturalnym *skanery prążkowe*. Realizowany przez obie techniki pomiar wykorzystuje tzw. efekt prążków Moiré'a, dotyczący zniekształcenia linii w postaci promienia światła oświetlającego nie zasłoniętą powierzchnię mierzonego obiektu. Zniekształcenie to jest pochodną rzeczywistego kształtu przedmiotu.

Laserowy skaner 3D operuje pojedynczym prążkiem o parametrach bezpiecznych dla operatora przyrządu (rys. 4). Prążek ten, padając na mierzoną powierzchnię, ulega zniekształceniu stosownie do wielkości jej deformacji, co zostaje zarejestrowane przez kamerę skanera. Rezultatem komputerowej analizy zniekształcenia prążka lasera jest określenie położenia punktów leżących na powierzchni digitalizowanego obiektu. Otrzymany w ten sposób pojedynczy „prążek” punktów pomiarowych stanowi wynik dokonanego pomiaru. Po zmianie ustawienia głowicy lub obiektu realizuje się kolejną sekwencję pomiaru. Suma poszczególnych sekwencji składa się na pełny obraz obiektu.



Rys. 4. Głowica laserowego skanera 3D firmy Metris [6]

Skaner 3D – wykorzystujący światło strukturalne – emituje na mierzony obiekt zestaw linii światła białego o konkretnej gęstości upakowania, czyli tzw. raster. Gęstość upakowania linii bezpośrednio określa ilość otrzymanych



Obiekt pożądania



CoroMill® 490 działa tak samo dobrze, jak wygląda

Nowy frez CoroMill® 490 jest na tyle wszechstronny by zapewnić obróbkę detali na gotowo w jednej operacji. Jego 4 krawędzie skrawające i wyjątkowa konstrukcja pozwalają na obniżenie kosztów wykonania detali, podnosząc przy tym jakość ich wykończenia.

A co CoroMill® 490 może wnieść do Państwa procesu produkcji?

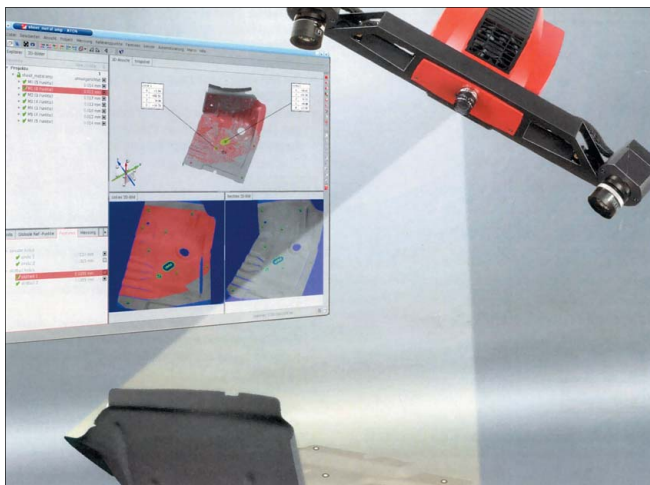
Think smart | Work smart | Earn smart.

Prosimy spytać przedstawiciela firmy Sandvik Coromant o dalsze szczegóły na ten temat.



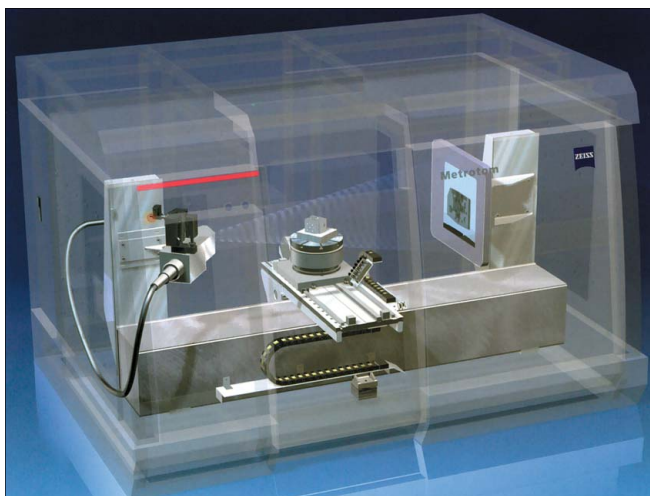
Your success in focus

danych (im więcej linii w rastrze, tym więcej uzyskuje się danych). Linie te ulegają na nierównościach przedmiotu zniekształceniu, a obraz oświetlonego obiektu rejestrują obiektywy zamontowane w głowicy skanera (rys. 5). W efekcie przeprowadzonego tą metodą pomiaru otrzymuje się zestaw prążków rastra leżących na powierzchni obiektu, która w momencie oświetlenia jest widoczna dla obu obiektywów. W celu sfotografowania aparatem cyfrowym obszarów niewidocznych, należy odpowiednio dostosować położenie głowicy względem obiektu. Uzyskane zestawy prążków są na siebie nakładane za pomocą punktów referencyjnych. Istotne ograniczenie pełnego wykorzystania tego typu skanerów stanowią transparentność oraz błyszczenie się powierzchni obiektu. Wówczas zachodzi potrzeba jej natryskowego zmatowienia, co nie zawsze jest wskazane [8].



Rys. 5. Głowica fotooptycznego skanera 3D firmy GOM [7]

Produkowane skanery 3D umożliwiają szybkie skanowanie przedmiotów wykonanych z różnych materiałów, co nie jest bez znaczenia w odniesieniu do rapid-technologii, w których wykorzystuje się szerokie ich spektrum. Zdecydowana większość technik szybkiego digitalizowania (*Rapid Digitizing*) to metody nieinwazyjne. Do wygenerowania pełnego obrazu skomplikowanych wyrobów, odznaczających się złożoną – lecz możliwą do wykonania rapid-technologiami – konstrukcją wewnętrzną, stosuje się metody CSS (*Cross Section Scanning*), które znalazły dotychczas najszersze zastosowanie w medycynie.



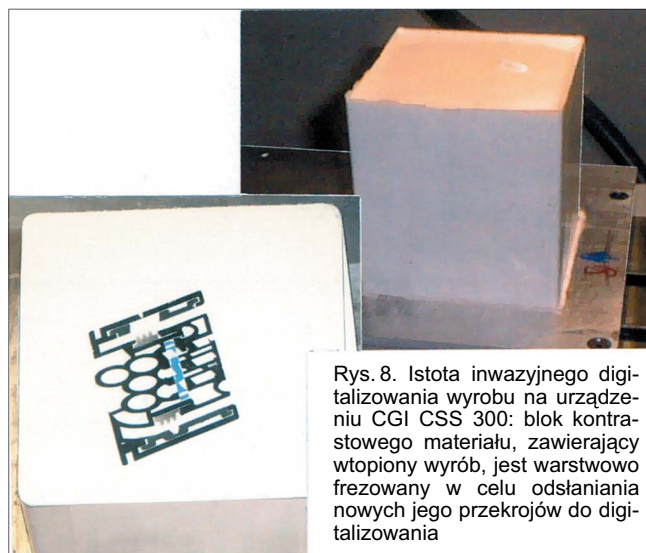
Rys. 6. Urządzenie Metrotom firmy Carl Zeiss do pomiaru wyrobów za pomocą tomografii komputerowej

Przykładem rosnącego – również w technice – zastosowania tego typu urządzeń jest prezentowany na rys.6 przyrząd Metrotom firmy Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH (Oberkochen), wykorzystujący do pomiarów wytworzonych wyrobów tomografię komputerową [9].



Rys. 7. Urządzenie CGI CSS 300 firmy CGI do inwazyjnego skanowania wyrobów

W ostatnim czasie pojawiły się także metody inwazyjne CSS w zastosowaniu do digitalizowania obiektów o złożonej budowie. Jedną z nich jest skaner 3D typu CGI CSS 300 (rys.7) firmy CGI (Minneapolis, MI, USA) z przestrzenią roboczą $127 \times 178 \times 229$ mm [10].



Rys. 8. Istota inwazyjnego digitalizowania wyrobu na urządzeniu CGI CSS 300: blok kontrastowego materiału, zawierający wtopiony wyrób, jest warstwowo frezowany w celu odsłaniania nowych jego przekrojów do digitalizowania

Przebieg inwazyjnego digitalizowania wytworzonego wyrobu na urządzeniu CGI CSS 300 pokazano na rys. 8. Skanowany wyrób umieszcza się i stabilnie mocuje w tzw. naczyniu bazowym, w którym zalewa się go płynnym, kontrastowym materiałem. Po utwardzeniu bloku materiału (zawierającego wtopiony wyrób do skanowania) wyciąga się go z naczynia i mocuje w przestrzeni roboczej urządzenia. Następnie – po ustaleniu parametrów procesu – rozpoczyna się automatyczne frezowanie warstw bloku (o grubości $0,013 \pm 0,25$ mm) i skanowanie odsłanianych kolejno przekrojów wyrobu kamerą cyfrową. Opracowywane za pomocą specjalnego programu poszczególne obrazy warstwowe tworzą dokładną, trójwymiarową chmurę punktów skanowanego wyrobu.



TaeguTec



TaeguTec Turn



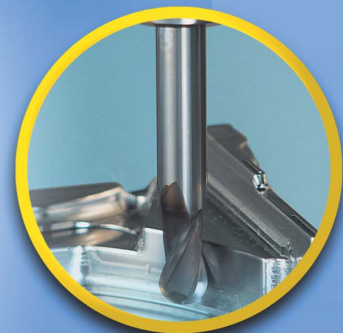
TaeguTec Mill



TaeguTec Clamp



TaeguTec Drill



TaeguTec Solid Mill

Oferujemy pełny zakres narzędzi składanych i monolitycznych z węgla do wszystkich aplikacji toczenia, frezowania, obróbki otworów, przecinania i rowkowania.



TaeguTec Polska Sp. z o.o.
ul.Kościelna 8
52-314 Wrocław

tel. 071 785 40 85
fax. 071 785 40 86
sales@taegutec.pl
www.taegutec.com

Przedstawiciele Techniczno - Handlowi

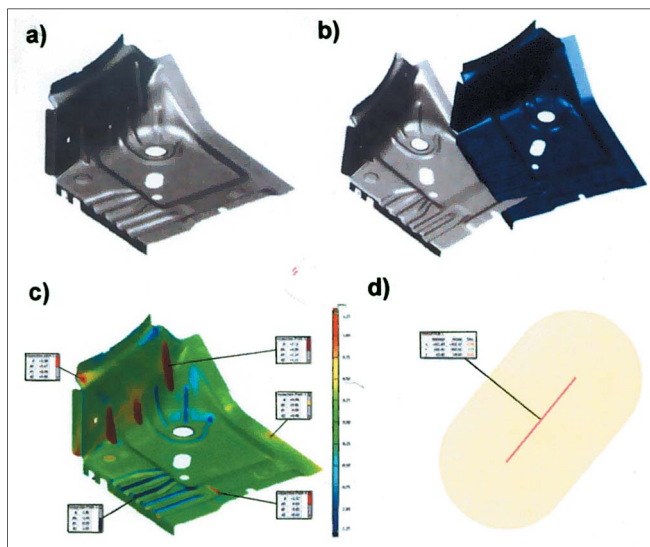
Podkarpacie i Małopolska 695-903-688
Górny Śląsk 695-903-689
Dolny Śląsk 695-903-687

Ta chmura punktów stanowi bazę wyjściową, która, wraz z nominalnymi modelami CAD lub RE, jest porównawczo analizowana w procesie RI.

ETAPY PROCESU RAPID INSPECTION

W procesie RI wyróżnia się następujące etapy podstawowe (rys. 9):

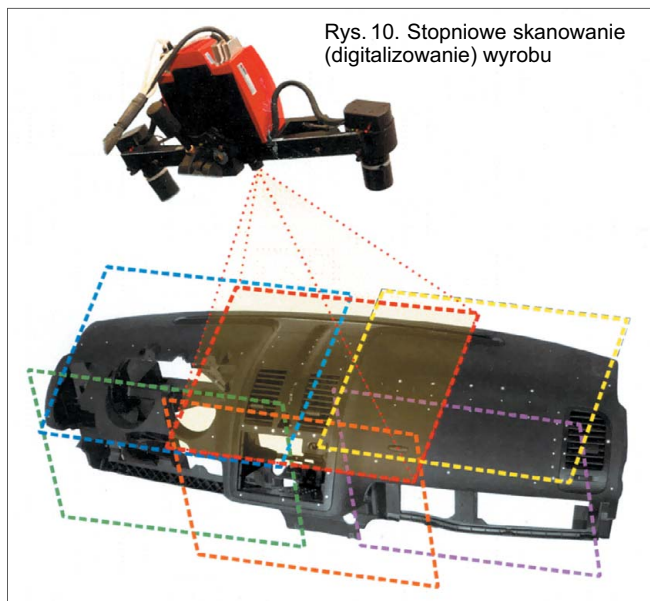
- import modelu CAD lub RE,
- dopasowanie modelu zdigitalizowanego wyrobu do modelu CAD lub RE,
- porównanie nałożonych na siebie modeli,
- analiza i raport.



Rys. 9. Podstawowe etapy procesu RI: a) zdigitalizowanie wytworzonego wyrobu, b) import i dopasowanie modelu CAD lub RE do modelu zdigitalizowanego wyrobu, c) porównanie nałożonych na siebie modeli i opracowanie raportu, d) analiza wskazanego przekroju modelu

W celu przedstawienia kompletnego przykładu szybkiej weryfikacji wytworzonego wyrobu zastosowano i zaprezentowano w niniejszym artykule metodę triangulacji z użyciem systemu pomiarowego Atos firmy GOM.

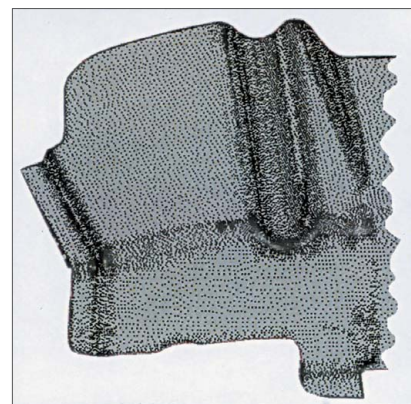
■ **Digitalizacja.** Po dokonaniu kalibracji przyrządu oraz wstępnym przygotowaniu powierzchni weryfikowanego wyrobu, polegającym na jej oczyszczeniu i nakleje-



Rys. 10. Stopniowe skanowanie (digitalizowanie) wyrobu

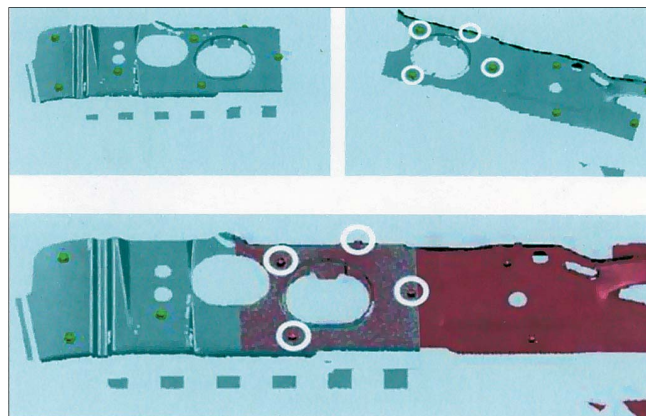
niu punktów referencyjnych (biało-czarne krążki o maksymalnej średnicy 8 mm), można przystąpić do jego skanowania. W celu całkowitego zdigitalizowania danego wyrobu, gdy jego wielkość przekracza możliwe do wybrania (tzn. dopuszczalne) obszary mierzenia, pomiary należy wykonać z różnej perspektywy (rys. 10). Ze względu jednak na efektywność procesu powinno się ograniczyć liczbę pomiarów do niezbędnego minimum.

Pokazany na rys. 11 zapis pojedynczego pomiaru przedstawia zbiór gęsto rozmieszczonych punktów, powstałych w wyniku oświetlenia mierzonego obszaru rastrem światła, emitowanym przez głowicę skanera. Jakość tego obrazu (gęstość punktów) można zwiększyć, modyfikując odpowiednie parametry projekcji, które wymagają dostosowania do takich cech powierzchni przedmiotu, jak barwa czy chropowatość.



Rys. 11. Zapis pojedynczego pomiaru dokonanego skanem Atos firmy GOM

Gdy zachodzi potrzeba nakładania na siebie kolejnych pomiarów – co praktycznie ma miejsce w większości przypadków – widoczne są również punkty referencyjne (rys. 12), pomagające ustawić prawidłowo względem siebie pomiary w układzie przestrzennym, aby w efekcie tworzyły jednolity obraz przedmiotu. Warunkiem możliwo-



Rys. 12. Wzajemne nakładanie pomiarów za pomocą punktów referencyjnych

ści tego rodzaju nakładania pomiarów jest występowanie co najmniej 3 wspólnych punktów referencyjnych w następujących po sobie obszarach pomiarowych. W przeciwnym wypadku kontynuacja mierzenia staje się niemożliwa.

■ **Poligonizacja** – jak już stwierdzono – oznacza, że chmura punktów pomiarowych ulega konwersji w sieć nie zachodzących na siebie trójkątów i może wykazywać, w zależności od krzywizny przedmiotu, różne gęstości.



VARDEX

Zapraszamy na Targi STOM do Kielc

VARGUS



Ci, którzy mogą więcej, oferują więcej

Uczyni frezowanie bezproblemowym

NEW!

TM Gen
Thread Milling CNC
Program Generator

Item No.: 9P551

VARDEX Threading Solutions

VARGUS

Multilingual: English (metric & inch),
Deutsch, Français, Italiano,
Español, Język Polski, Русский Язык,
汉语, 日本語, 한국어

TM Gen – generator programów CNC
instalacja dostępna ze strony

www.vargus.com

MILLIPRO

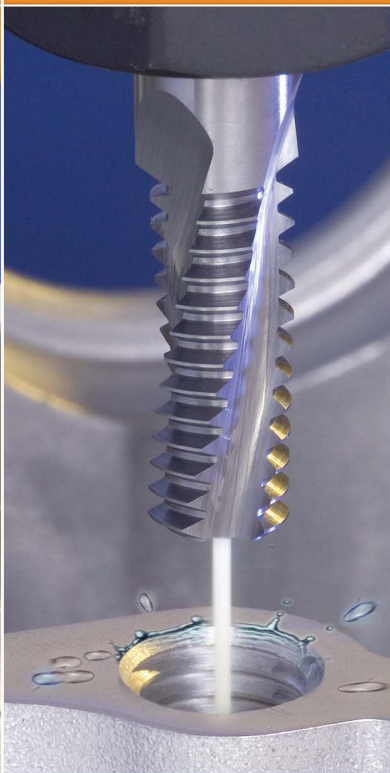
Miniaturowe pełnowęglkowe
frezy do gwintów



Gwinty miniaturowe
– minimalny gwint M1.3

HELICOOOL

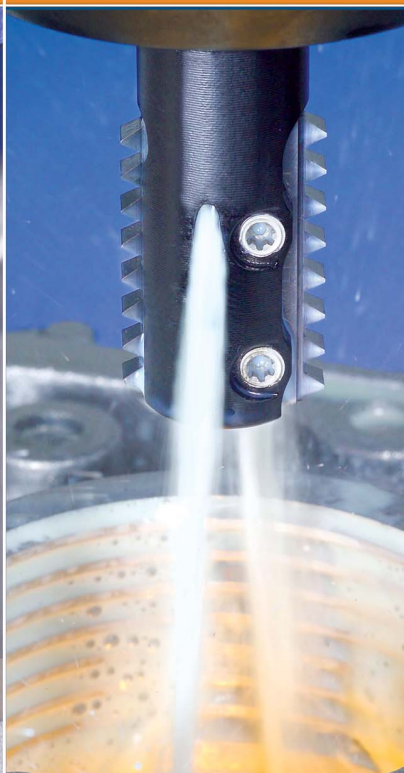
Pełnowęglkowe
frezy do gwintów



Gwinty małe do średnich
– minimalny gwint M3

MITM

Składane wielopłytkowe
frezy do gwintów



Gwinty średnie do dużych
– minimalny gwint M19

SHELL MILL

Wielopłytkowe głowice
frezarskie do gwintów



Gwinty średnie do XXL
– minimalny gwint M38

NEUMO-Polska Sp. z o.o.

tel. (046) 83 49 904

tel. kom. 0 603 888 064

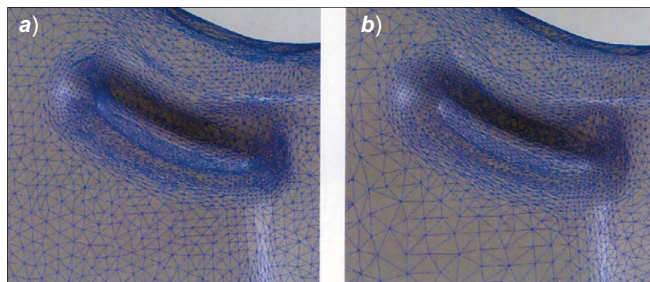
e-mail: vargus@neumo.pl

fax (046) 83 49 905

www.vargus.com

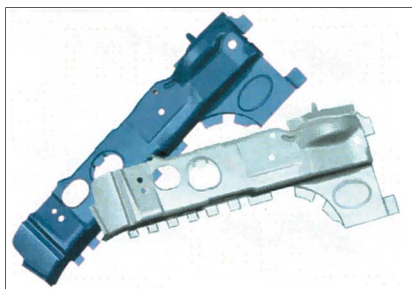
Rozwiązania w zakresie frezowania gwintów

Ten tzw. raster poligonizacji może być nastawialny (rys. 13). Utworzona sieć poligonalna wymaga realizacji jeszcze kolejnych kroków, mających za zadanie uzupełnienie ewentualnych „dziur”, usunięcie punktów referencyjnych, wygładzenie itp. Tak przygotowana sieć może być już traktowana jako model obiektu rzeczywistego, który nadaje się do jego porównania z modelem CAD lub RE.



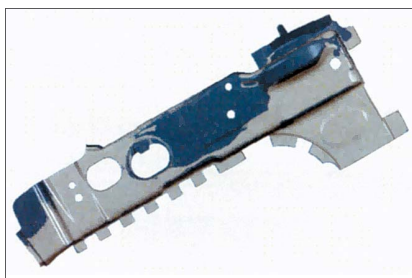
Rys. 13. Różne gęstości sieci poligonizacji: a) raster poligonizacji 1:4, b) raster poligonizacji 2:8

■ **Import modelu CAD lub RE.** W celu umożliwienia porównania należy do zbioru podstawowego, w którym znajduje się już poprawnie przygotowany model zdigitalizowanego obiektu rzeczywistego, importować jego model CAD lub RE (rys. 14). Na kolejnym etapie konieczne jest wzajemne dopasowanie obu modeli, ponieważ pomiarowy układ współrzędnych nie pokrywa się z układem odniesienia modelu CAD.



Rys. 14. Model CAD (niebieski) importowany do zbioru podstawowego

■ **Dopasowanie** jest dokonywane w kilku krokach, a jego celem jest uzyskanie jak najlepszego stopnia pokrywania się obu modeli. Pierwszym krokiem jest *dopasowanie automatyczne*, które w odniesieniu do złożonych obiektów nie przynosi zadowalających rezultatów. Kolejnym krokiem jest *dopasowanie wstępne* (rys. 15) wykonywane poprzez wybór trzech wspólnych dla obu modeli punktów, które powinny leżeć w jednej płaszczyźnie.



Rys. 15. Dopasowanie wstępne

Dopasowanie końcowe może być przeprowadzone m.in. *metodą Best-Fit*, pozwalającą dokładnie nałożyć na siebie modele poprzez odpowiedni wybór konkretnych ich

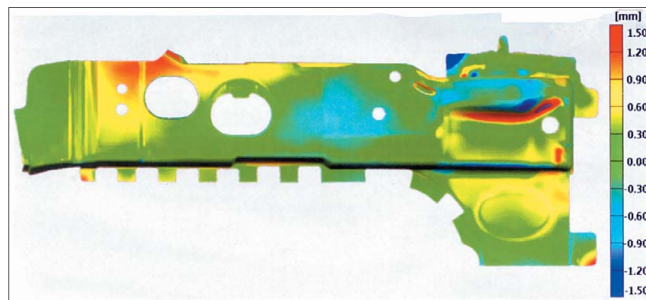
elementów (rys. 16). Z tego względu metoda Best-Fit prowadzi do dopasowania zależnego od użytkownika, gdyż to użytkownik może wpływać na ich wyselekcjono-



Rys. 16. Dopasowanie Best-Fit

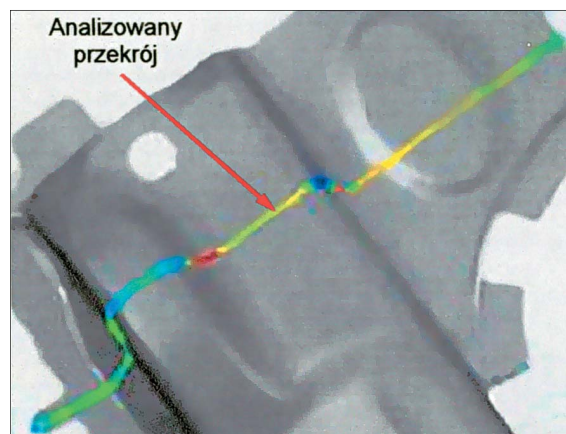
wanie. Końcowy rezultat dopasowania ma decydujące znaczenie dla wyników uzyskiwanych na etapach następujących.

■ **Porównanie.** Nałożone na siebie modele można porównywać ze sobą na zgodność kształtu (rys. 17). W odniesieniu do odchylenia powierzchni porównuje się w układzie 3D wyselekcjonowane powierzchnie i/lub wyselekcjonowane przekroje modelu zdigitalizowanego wyrobu z przynależnymi do nich powierzchniami i/lub przekrojami modelu CAD. Odchyłki przedstawione są ogólnie w odniesieniu do skali. Modyfikując skalę, zmienia się automatycznie zakres tolerancji. Dodatkowo istnieje także możliwość określenia różnic w każdym dowolnym punkcie.



Rys. 17. Porównanie modelu zdigitalizowanego obiektu rzeczywistego z modelem CAD (barwne odchylenia od sieci odniesienia)

■ **Analiza i raport.** Kompleksowa analiza wytworzonego i kontrolowanego wyrobu dotyczy m.in.: odchyłek w dowolnym przekroju, zgodności wymiarów geometrycznych (jak średnice otworów), grubości ścianek, promieni, krawędzi itp. Jej wyniki przedstawia się w raporcie graficznym.



Rys. 18. Analiza wskazanego przekroju





NOWOŚCI

Frez tarczowy jednorzędowy do przecinania – seria M139.

Nowa konstrukcja frezów do przecinania firmy HORN. Dotychczas minimalna szerokość cięcia przy użyciu freza tarczowego firmy HORN wynosiła 4 mm. Obecnie przy użyciu frezów serii 139 szerokość ta została zmniejszona do 1,4 mm.

W ofercie znajdują się narzędzia o średnicy 80 mm, z głębokością pracy do 20 mm lub o średnicy 100 mm, z głębokością pracy do 25 mm.

Frezy wyposażone są w płytki jednoostrzowe mocowane siłami sprężystości korpusu. Dzięki unikalnej konstrukcji narzędzia, w jednym korpusie mogą być mocowane zarówno płytki o szerokościach 1,4 mm, 1,5 mm oraz 1,6 mm.

W przyszłości firma planuje rozszerzenie zarówno zakresu średnic korpusów frezarskich, jak również dostępnych szerokości i kształtów płytek.

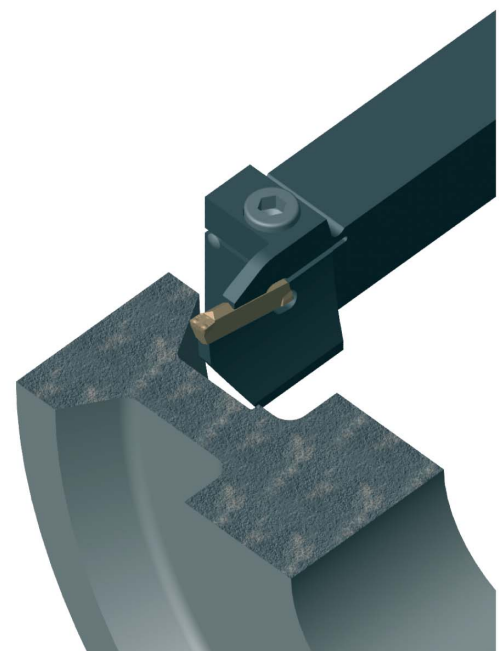


Oprawka monolityczna do obróbki rowków czołowych – seria A210 i seria A226.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom Klientów, firma HORN rozszerzyła asortyment oferowanych oprawek do obróbki rowków czołowych. Do programu produkcji zostały wprowadzone oprawki monolityczne (obok dotąd stosowanych oprawek kasetowych) do obróbki rowków czołowych płytkami serii 229.

Obecnie dostępne są oprawki o przekrojach chwytu 20 mm x 20 mm lub 25 mm x 25 mm do obróbki rowków o szerokościach 4 mm i 5 mm.

Głębokość pracy, zależnie od typu oprawki, wynosi 15 mm lub 25 mm. Minimalna średnica rowka czołowego wynosi od 95 mm do 180 mm.

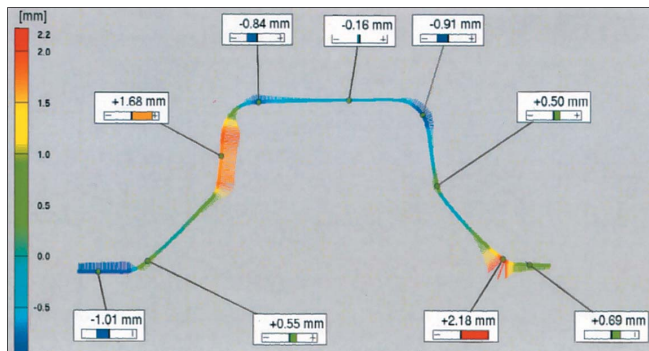


CENTRUM TECHNIKI

62-002 Suchy Las k. Poznania, ul. Klonowa 24, tel. 061 656 35 55, fax 061 842 06 02, e-mail: macro@macro.net.pl

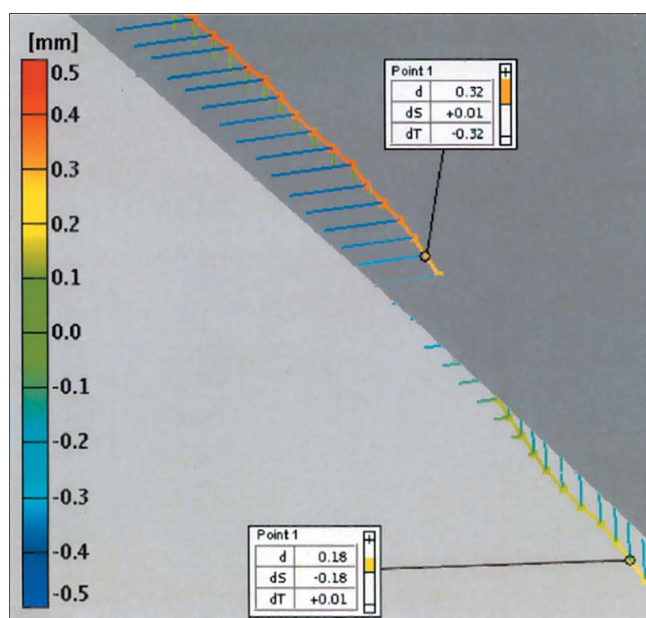
www.macro.net.pl

Płaszczyznę analizowanego przekroju można określić w dowolny sposób, w zależności od aktualnych potrzeb (rys. 18). Graficzna ilustracja odchyłek (rys. 19) pre-



Rys. 19. Graficzne przedstawienie odchyłek we wskazanym przekroju

zentuje zarówno różnice występujące w całym zarysie przekroju (skala kolorowa), jak też w dowolnie wybranym punkcie (wartości liczbowe). Z kolei graficzny raport z analizy konkretnej krawędzi (rys. 20) pokazuje jednocześnie kilka istotnych parametrów, jak: stopień deformacji w poszczególnych kierunkach, lokalne załamania jej ciągłości czy odchylenia we wskazanych punktach.

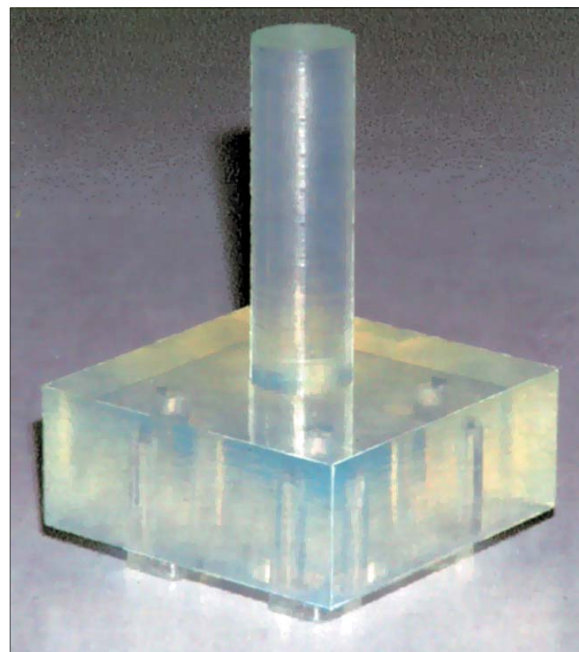


Rys. 20. Graficzny raport z analizy krawędzi

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA RAPID INSPECTION W RAPID-TECHNOLOGII

Zastosowanie RI do wyrobów wytworzonych rapid-technologią przedstawiono na przykładach prototypów wykonanych w firmach: DTS – Engineering GmbH (Sindelfingen) i Prototype & Engineering Center s.r.o. (Mlada Boleslav) [11]. Realizują one standardowo rozliczne zamówienia z prezentowanego w niniejszym artykule obszaru tematycznego, w tym w znacznej mierze dla przemysłu samochodowego (łącznie z protokołami pomiarowo-kontrolnymi).

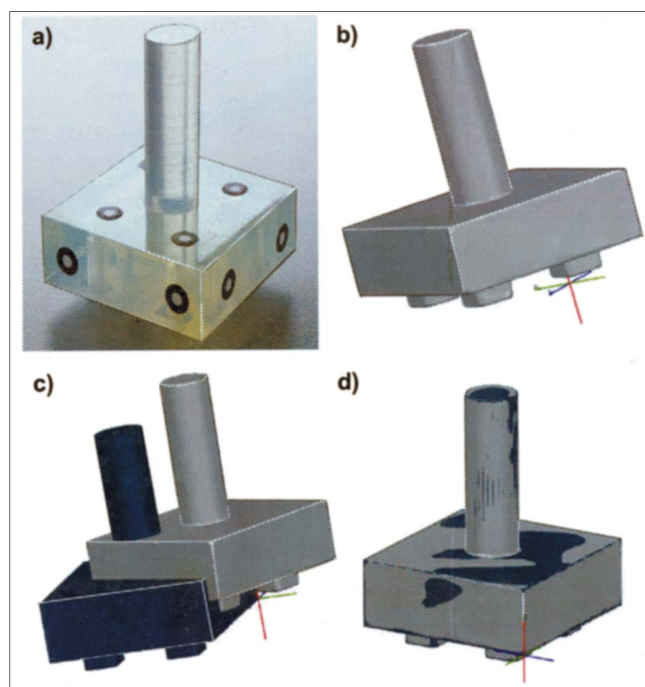
Pierwszy prototyp (rys. 21) został wykonany w technologii stereolitografii (SL) na urządzeniu SLA 3500 firmy 3D Systems z materiału WaterShed™11120 firmy DSM



Rys. 21. Prototyp wykonany technologią stereolitografii (SL) z materiału WaterShed™11120

Somos. Materiał ten jest trwałą, wytrzymałą, półprzezroczystą, wodoodporną żywicą stereolitograficzną, mającą już wiele zastosowań w przemyśle samochodowym, technice medycznej czy elektronice.

Na rys. 22 pokazano poszczególne fazy realizowanego procesu RI wytworzonego prototypu, a to: prototyp przygotowany do digitalizacji z naklejonymi punktami referencyjnymi i (ze względu na przezroczystość) pokryty powłoką powodującą zmatowienie powierzchni (rys. 22a),



Rys. 22. Fazy procesu RI wytworzonego prototypu z rys. 21

model zdigitalizowanego prototypu (rys. 22b), import modelu CAD (rys. 22c) oraz dopasowanie obu modeli (rys. 22d). Końcowy raport, którego fragment przedstawiono na rys. 23, stanowi dowód, że wstępnie przewidywana dokładność procesu SL jest zgodna ze stanem rzeczywistym.

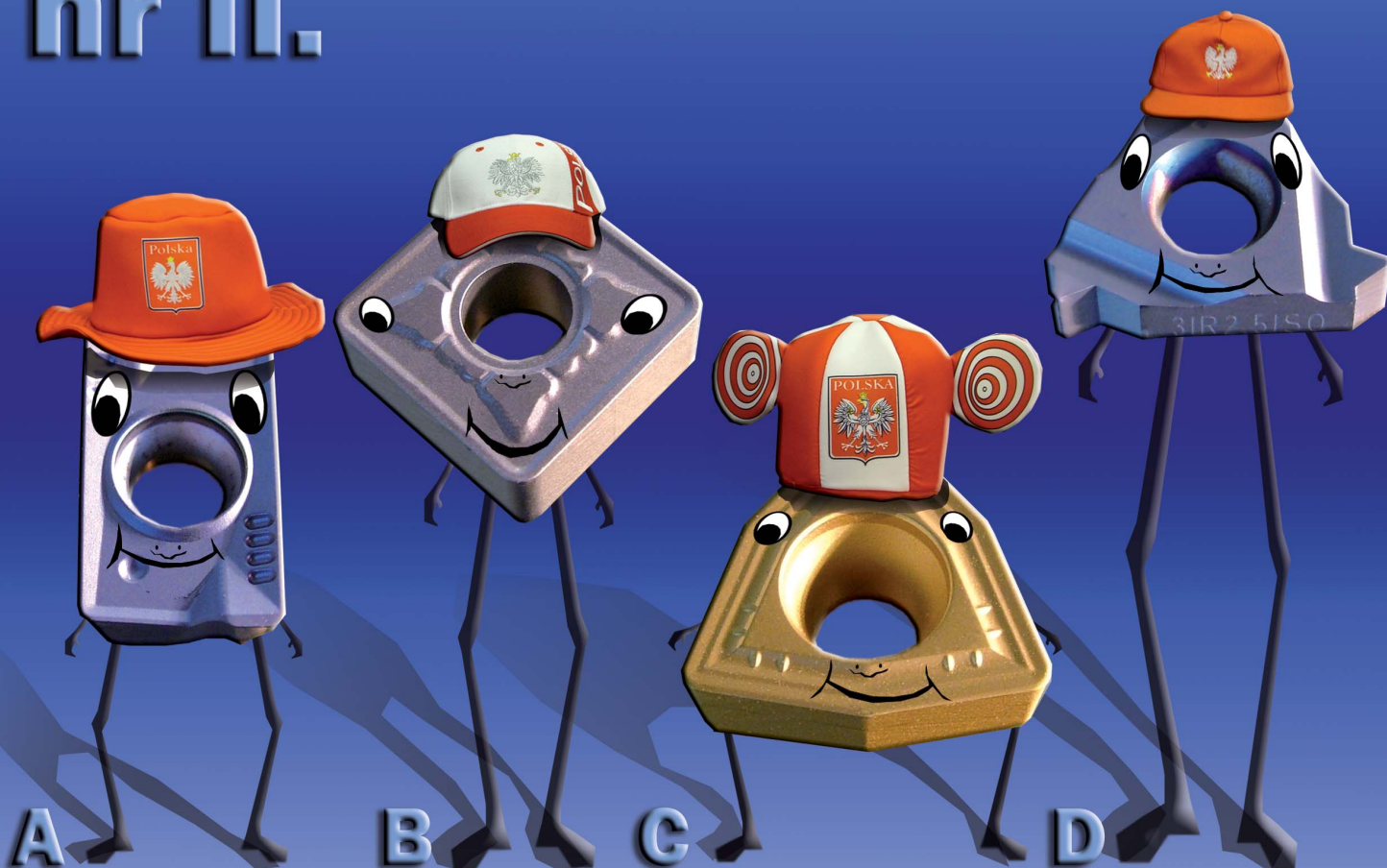


2008

POLSKA
BIAŁO
CZERWONI

Maskotka polskich kibiców na Mistrzostwa Europy

nr II.



A
APKT1604PDER-S5M
PLYTKA FREZARSKA PAFANA

B
SNMG120412-ZSZ
PLYTKA TOKARSKA PAFANA

C
WCMT06T308-WS
PLYTKA TOKARSKA PAFANA

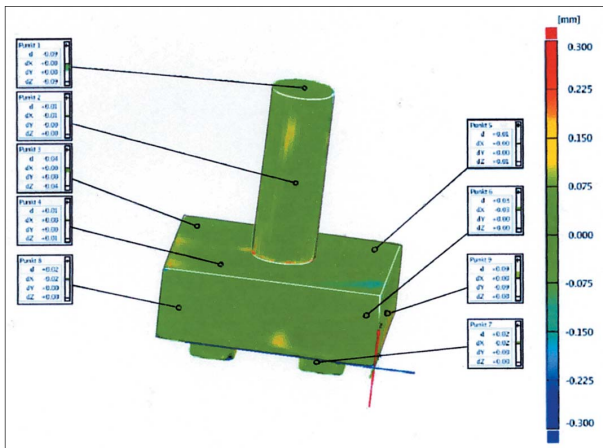
D
3IR2,5ISO_VTX
PLYTKA DO GWINTOWANIA

PAFANA

Pabianicka Fabryka
Narzędzi PAFANA S.A.
ul. Warszawska 76
95-200 Pabianice
tel.+48 (0) 42 215 58 28
fax+48 (0) 42 215 40 72
e-mail: pfn@pafana.pl
www.pafana.pl

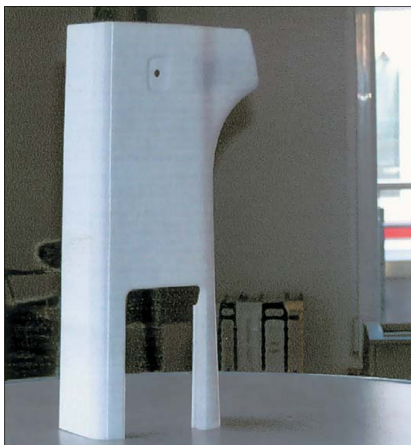
UWAGA! Co miesiąc propozycja nowej maskotki.
Wybieraj, która będzie twym zdaniem najlepsza, zdążymy do finałów.
Przesyłaj swój typ na e-mail: marketing1@pafana.pl. Rozstrzygnięcie konkursu 30.05.2008 r.
Ciekawe nagrody. Niespodzianki.
Rozstrzygnięcie ogłosimy na nowym serwisie internetowym www.pafana.pl w dziale Konkursy.

LOJALNOŚĆ I DORADZTWO.



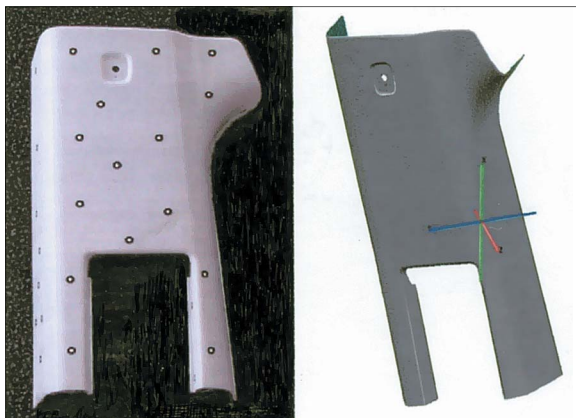
Rys. 23. Końcowy raport w postaci protokołu pomiarowo-kontrolnego, przekazywany wraz z wykonanym prototypem z rys. 21

Drugi prototyp elementu wnętrza samochodu (rys. 24) wykonano w technologii wytłocznego osadzania warstwowego stopionego materiału (FDM) na urządzeniu FDM Titan firmy Stratasys z poliwęglanu (PC). Różni się on wielkością od poprzedniego prototypu, a grubość jego ścianki nie przekracza 3 mm. Chociaż w tym przypadku



Rys. 24. Prototyp elementu wnętrza samochodu wykonany w technologii FDM z poliwęglanu

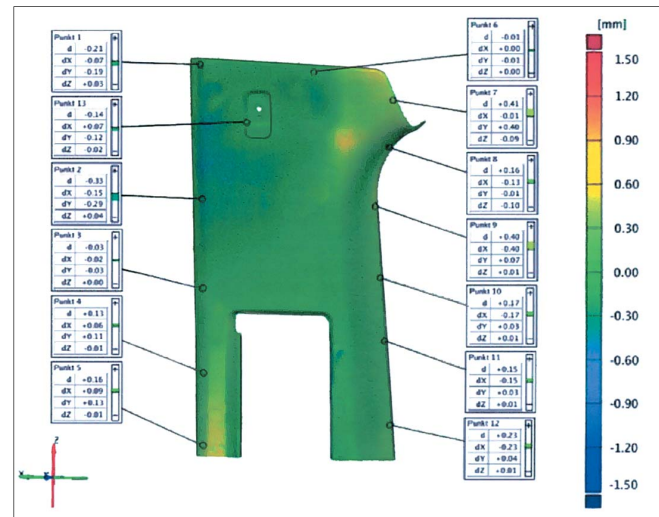
zmatowienie powierzchni nie było konieczne, zachodziła jednak potrzeba stabilnego umocowania wyrobu podczas digitalizacji, aby zapobiec ewentualnym deformacjom, mogącym zniekształcić wyniki pomiarów. W tym celu należało wykonać uproszczone konstrukcje podtrzymujące prototyp we właściwej pozycji.



Rys. 25. Prototyp z rys. 24 przed digitalizacją; z prawej strony – model zdigitalizowanego prototypu

Upřednio przygotowany do pomiarów prototypowy wyrób (rys. 25) został dopięty do uniwersalnego przyrządu mocującego, którego zadaniem było takie jego usytuowanie, aby zajmował położenie analogiczne jak w samochodzie. W tym usytuowaniu przeprowadzono właściwe pomiary, w wyniku których otrzymano model zdigitalizowanego prototypu.

Końcowy akord procesu RI – protokół pomiarowo-kontrolny dla tego prototypu (rys. 26), dotyczył głównie jego zewnętrznej powierzchni, ze względu na design wnętrza nowego modelu samochodu.



Rys. 26. Protokół pomiarowo-kontrolny prototypu z rys. 24 zawierający wyniki jego porównania z modelem CAD

Przytoczone przykłady wykazują dobitnie, że RI stanowi bardzo istotne, a zarazem niezbędne uzupełnienie procesów rapid-technologii. Pozwala on na szybkie sprawdzenie poprawności wykonania prototypu, a dokonywana analiza wyników pomiarowo-kontrolnych ułatwia w konkretnym przypadku wybór właściwego procesu wytwarzania i materiału. Ponadto zapobiega powstawaniu powtarzalnych błędów, a jednocześnie stanowi jeden z rozstrzygających czynników oddziałujących na optymalizację konstrukcji. Chociaż obecna cena skanerów 3D nie sprzyja ich powszechniejszemu zastosowaniu, należy przypuszczać, że w nieodległym czasie sytuacja ulegnie istotnemu polepszeniu.

LITERATURA

1. K. E. OCZOŚ: Rozwój kształtowania przyrostowego wyrobów. *Mechanik*, **80**(2007)2, 65 ÷ 73.
2. T. T. WOHLER: Wohlers Report 2007. Wohlers Associates, Inc., 2007
3. K. E. OCZOŚ: Intensywna ekspansja rapid-technologii. *Mechanik*, **80**(2007)7, 539 ÷ 545.
4. M. WYLEŻOŁ: Zastosowanie inżynierii odwrotnej oraz technik rapid tooling w rozwoju produktu. *Mechanik*, **81**(2008)1, 62 ÷ 63.
5. M.de MAY, R. VAN CAUTER: Laserscanner sichern Qualität. Optische 3D-Prüfung von Fahrzeugteilen. *VDI-Z*, **149**(2007)7/8, 26-27.
6. Katalogi i materiały techniczne firmy Metris.
7. Katalogi i materiały techniczne firmy GOM GmbH (Braunschweig)
8. C. REICH: Vollständige optische Formerfassung durch photogrammetrische Verknüpfung von Teilflächen. Dissertation TU Braunschweig. Cuvillier Verlag, Göttingen 1999.
9. Katalogi i materiały techniczne firmy Carl Zeiss.
10. Katalogi i materiały techniczne firmy CGI.
11. Dokumentacja projektowa firm: DTS-Engineering i Prototype & Engineering Center.

Wiodący w toczeniu



www.walter-tools.com





Artykuł promocyjny

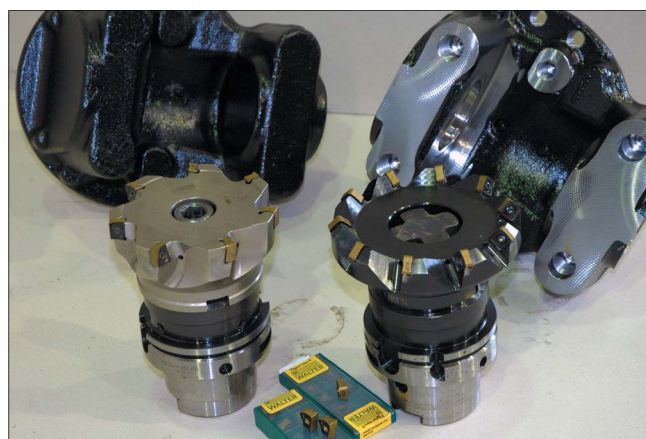
Frezy *Xtra•tec*[®] zapewniają stabilność procesów

Bharat Forge Daun jest filią firmy Bharat Forge Ltd należącej do indyjskiej grupy Kalyani. Przedsiębiorstwo to specjalizuje się w obróbce kompleksowych elementów kutych i odlewanych. Za pomocą precyzyjnie opracowanej bazy parametrów procesowych podczas produkcji podejmowana jest decyzja, jakie narzędzia mają być zastosowane. Na przykład przy obróbce zwrotnic do samochodów ciężarowych najlepszym rozwiązaniem okazały się frezy *Xtra•tec*[®] firmy WALTER.

Do produktów firmy Bharat Forge Daun (Eifel) zaliczają się przede wszystkim kute elementy podwozia oraz różne komponenty do samochodów osobowych i ciężarowych, a także do maszyn budowlanych i rolniczych. Oprócz tego realizowane są zlecenia z dziedziny kolejnictwa oraz przemysłu maszynowego. Rocznie opuszcza zakład ok. 650 000 elementów konstrukcyjnych gotowych do montażu. Kolejnym obszarem działalności firmy jest produkcja narzędzi do wytwarzania form do obróbki plastycznej w kuźnictwie. Oprócz narzędzi i bardzo wymagających elementów konstrukcyjnych dla przemysłu maszynowego produkowane są również urządzenia do mocowania części przy obróbce mechanicznej. Przy wytwarzaniu urządzeń duże znaczenie ma doświadczenie z dziedziny obróbki mechanicznej, gdyż skrawanie odlewanych oraz kutych elementów konstrukcyjnych o dość skomplikowanych kształtach wymaga gruntownej wiedzy specjalistycznej.

O wyborze narzędzi do obróbki mechanicznej przez specjalistów z firmy Daun w żadnej mierze nie decyduje przypadek. Opracowana przez nich baza parametrów odwzorowuje wszystkie procesy obróbkowe, aż po najdrobniejsze szczegóły. Ważne są, przykładowo, parametry skrawania każdego narzędzia, trwałość oraz czasy główne i pomocnicze. Przechowywane są także wyniki prób narzędzi. Baza ta stwarza możliwość wyboru narzędzi

do produkcji. *Miernikiem przydatności narzędzi charakteryzujących się określonymi parametrami technologicznymi jest zawsze częstotliwość ich przekazywania do produkcji. Nowe narzędzie ma szansę na przyjęcie do produkcji tylko wówczas, gdy uzyskuje lepsze parametry niż narzędzia znajdujące się aktualnie w bazie parametrów procesu – wyjaśnia Reinhold Pollig, kierownik działu obróbki mechanicznej i montażu w firmie Bharat Forge Daun. W ten sposób stworzyliśmy przejrzystą bazę danych do oceny dostawców oraz nas – jako klienta.*

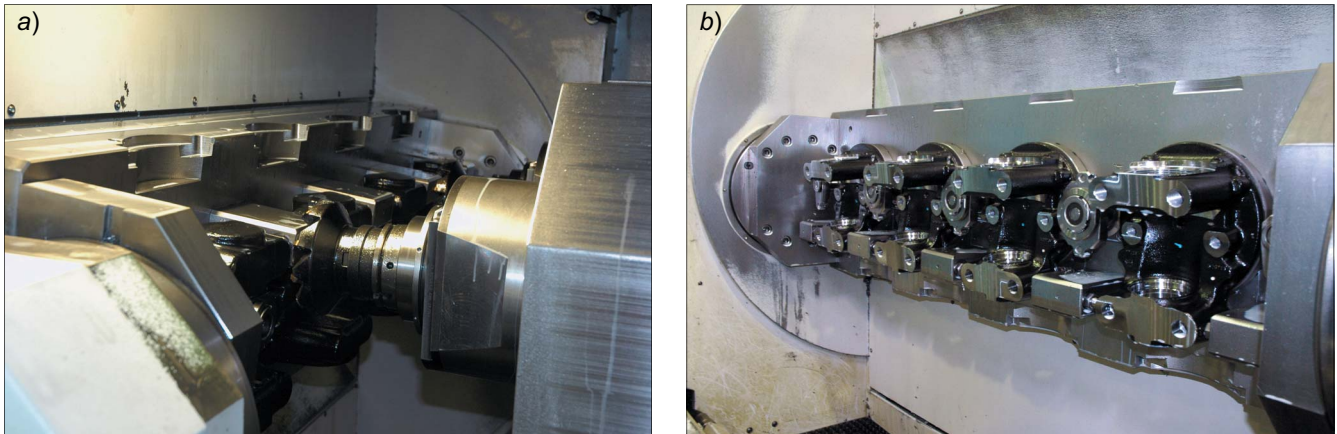


Rys. 2. Zwrotnice do samochodów ciężarowych obrabiane są frezami *Xtra•tec*[®] firmy WALTER: frez kątowy F4041, frez do płaszczyzn F4033 – oba o średnicy 125 mm. Na drugim planie część nieobrobiona i obrobiona



Rys. 1. Wytwarzane w firmie Bharat Forge Daun kute elementy konstrukcyjne o skomplikowanej budowie. Ich mocowanie i obróbka wymagają rozwiązań technicznych na najwyższym poziomie

Próby z nowymi narzędziami nie są przeprowadzane przypadkowo. Testy takie mają sens tylko w warunkach rzeczywistych, tzn., gdy są wykonywane na maszynach produkcyjnych z zastosowaniem elementów konstrukcyjnych wytwarzanych seryjnie. Dlatego testy te należy odpowiednio planować. Obowiązuje w tym zakresie podstawowa zasada. *Już w fazie wstępnej musi istnieć możliwość stwierdzenia – w oparciu o analizę przesłanek – że dane narzędzie jest rzeczywiście dobre i jego zastosowanie przyniesie korzyści* uważa Franz-Josef Diewald zajmujący się programowaniem sterowania numerycznego i optymalizacją procesów. Gdy osobom odpowiedzialnym za produkcję zaproponowane zostały frezy *Xtra•tec*[®], powyższy warunek był spełniony, gdyż narzędzia te sprawdziły się już wielokrotnie w innych miejscach.



Rys. 3. Zwrotnice są obrabiane na maszynie dwuwrzecionowej firmy SW, typ BA 600-2G. Na obrotowym urządzeniu umieszcza się 2×4 części. Podczas gdy na maszynie realizowana jest obróbka a), na zewnątrz można pobierać lub mocować obrabiane części b)

Szczególne wymagania przy obróbce stali kutej

Najwyższe miejsce w bazie parametrów procesu zajęły frez kątowy **Xtra • tec**® F4041 (4-ostrzowe płytki skrawające) oraz frez do płaszczyzn **Xtra • tec**® F4033 (8-ostrzowe płytki skrawające, 45°) – oba o średnicy 125 mm. Za ich pomocą obrabiane są na dwuwrzecionowej maszynie SW typ BA 600-2G zwrotnice do samochodów ciężarowych, przy czym masa części nieobrobionych wynosi ok. 30 kg. Zadaniem frezów jest utworzenie precyzyjnych powierzchni przyłączeniowych. Zwrotnice są produkowane w kilku wariantach, w liczbie ok. 100 000 szt./rok. Wprowadzenie frezów poprzedzone było tygodniem intensywnego szkolenia przez specjalistów firmy WALTER. Po kilku tygodniowej fazie prób wynik był doskonały (wartości poprawy podane w procentach odnoszą się do frezów, z których zrezygnowano). Osiągnięto:

- oszczędność czasu obu operacji (frez kątowy i frez do płaszczyzn): 26%,
- poprawę trwałości w przypadku frezów do płaszczyzn: 25%,
- poprawę trwałości w przypadku frezów kątowych: 118%.

Materiałem skrawającym jest **Tiger • tec**® w gatunku WKP35, który nadaje się w równej mierze do stali, jak i do żeliwa. W przypadku zwrotnic skrawana jest mikrostopowa stal kuta BY – materiał opracowany przez Bharat Forge, który jest stosowany przede wszystkim na elementy podwozia o dużym znaczeniu dla bezpieczeństwa. Oba frezy służą do obróbki wstępnej oraz wykończeniowej, a nadek obróbkowy przeznaczony do usunięcia wynosi ok. 3÷5 mm. *Naskórek na obrabianych częściach kutyh wymaga twardego materiału skrawającego o szczególnej odporności na zużycie ściernie, natomiast, ze względu na typowe warunki drgań układu maszyna – urządzenie mocujące, korzystny jest raczej materiał ciągliwy. Płytki skrawające z WKP35 łączą obie właściwości i stanowią rozwiązanie optymalne do obróbki zwrotnic*, wyjaśnia Michael Diesel – doradca techniczny w firmie WALTER.

Trwałość, którą można skalkulować

Baza parametrów procesów zapewnia nie tylko przejrzystość parametrów technologicznych, ale również kosztów poszczególnych obróbek. Można np. z łatwością

SPECJALIŚCI OD ELEMENTÓW KUTYCH

Bharat Forge Daun ma od niedawna status samodzielnej spółki z ograniczoną odpowiedzialnością (wcześniej: CDP Bharat Forge, zakład Daun, zakład filialny CDP Bharat Forge, Ennepetal). Przedsiębiorstwo należy do indyjskiej firmy Bharat Forge Ltd., a ta z kolei do koncernu Kalyani. Pracownicy zatrudnieni w Daun korzystają z wielu dziesięcioleci doświadczenia w dziedzinie obróbki mechanicznej kompleksowych elementów konstrukcyjnych z różnych materiałów (stal, aluminium i żeliwo). Są to często elementy decydujące o bezpieczeństwie, które są montowane przede wszystkim w podwoziach samochodów osobowych i pojazdów użytkowych. Narzędzia kuźnicze wytwarzane są we własnej narzędziowni, do której przyłączony jest zakład produkcji urządzeń i prototypów. Podczas obróbki mechanicznej elementy konstrukcyjne są wykonywane w stanie gotowym do montażu, a ich liczba sięga od pojedynczych sztuk – po partie niekiedy sześciocyfrowe. Przy wykonywaniu nowych elementów konstrukcyjnych doświadczeni specjaliści z Daun tworzą geometrie sprzyjające wytwarzaniu, co stanowi podstawę stabilnych procesów i produkcji optymalnej pod względem kosztów.

W Daun zatrudnionych jest ok. 160 osób, z których nieco ponad połowa zajmuje się produkcją narzędzi. Obroty firmy wynoszą ok. 20 mln EUR. Dalsze informacje: www.bharatforge.com



Rys. 4. Zwrotnica ze sworzniem skierowanym do góry przed tokarką

stwierdzić, dla których procesów celowe byłoby stosowanie narzędzi specjalnych. *Istnieje definicja celu odnośnie kosztów narzędzia przypadających na jedną część. Do tego celu zbliżamy się stopniowo, udoskonalając nieustannie poszczególne procesy...* twierdzi Reinhold Pollig, *...a narzędzia Xtra •tec® wydatnie nam w tym pomogły. A Franz-Josef Diewald dodaje: Dzięki narzędziom Xtra •tec® zoptymalizowano obróbkę frezowaniem.*

Dla osób odpowiedzialnych za produkcję ważna była przede wszystkim poprawa stabilności procesu prowadząca do wzrostu trwałości. Przerwanie procesu z powodu pękających ostrzy prowadzi do wydłużenia czasów pomocniczych. Szczególnie niepożądane są nieprzewidziane zakłócenia występujące przy zastosowaniu różnego rodzaju obróbki. Nad tym właśnie pracuje przedsiębiorstwo w chwili obecnej. Do toczenia sworzni zwrótnicy



Rys. 5. Przy toczeniu sworzni zwrótnicy manipulowanie obrabianą częścią odbywa się przy zastosowaniu robota. Planuje się tak samo wykonywać frezowanie. W tym celu spełniony musi być ważny warunek: stabilne procesy z zastosowaniem narzędzi o dużej wydajności (*High-Performance*) i przewidywalnej trwałości

zastosowane są już roboty manipulujące. Projektowane jest też wspomaganie robotami obrabiarek wielooperacyjnych, na których frezowane i wiercone są elementy konstrukcyjne. Prędzej czy później wytwarzanie będzie się odbywało w całkowicie zautomatyzowanym gnieździe ob-



Rys. 6. Reinhold Pollig (z prawej), kierownik działu obróbki mechanicznej i montażu stwierdza: *Aby możliwe było zainstalowanie w pełni zautomatyzowanej produkcji, potrzebne są stabilne i przewidywalne procesy jednostkowe. Podstawowym warunkiem są tu narzędzia o dużej wydajności i dającej się wyliczyć trwałości.* Obok stoją: Franz-Josef Diewald (z lewej) zajmujący się programowaniem sterowania numerycznego i optymalizacją procesów oraz Michael Diesel (w środku) – doradca techniczny w firmie WALTER

rówkowym. *Aby możliwe było zainstalowanie w pełni zautomatyzowanej produkcji, potrzebne są stabilne i przewidywalne procesy jednostkowe,* podkreśla Reinhold Pollig. *Podstawowym warunkiem są narzędzia o dużej wydajności i dającej się obliczyć trwałości.* W kalkulowaniu trwałości pomocna jest wówczas baza parametrów procesu. Celem jest podzielenie narzędzi na grupy według ich trwałości, przy czym grupy te tworzone są według wielokrotności czasów ich trwałości. Jeśli grupa 1 ma trwałość 50, to grupa 2 – 100, a 3 – 150 itd. Dzięki temu można lepiej planować wymianę narzędzi, gdyż wymiana poszczególnych ostrzy zbiega się w czasie. Przy drugiej wymianie ostrzy z grupy 1 przeprowadza się również wymianę grupy 2, przy trzeciej wymianie – wymienia się również grupę 3, a przy czwartej – ponownie grupę 2 itd. *Frezy Xtra •tec®* firmy WALTER, dzięki dużej i stabilnej trwałości, dobrze spełniają założenia podziału na grupy tego rodzaju, a tym samym stwarzają możliwość optymalizacji czasów *pomocniczych* – potwierdza kierownik działu produkcji.

DZIAŁ SPRZEDAŻY WALTER:

Koszalin 0 698 917 170	Rzeszów 0 604 524 010
Zabrze 0 602 321 028	Jarocin 0 602 310 543
Racibórz 0 604 524 013	Wrocław 0 608 305 604
Warszawa 0 604 524 012	Częstochowa 0 602 439 554
Elbląg 0 606 330 850	Poznań 0 602 294 972

DZIAŁ SPRZEDAŻY TITEX I PROTOTYP

Wrocław	0 607 820 858
Poznań	0 607 461 179
Kielce	0 609 425 935
Częstochowa	0 693 333 606

WALTER POLSKA Sp. z o.o.

02-820 Warszawa, ul. Wyczółki 40

Tel. (22) 644 48 30, 644 48 40, 852 04 95 fax (22) 644 48 22, 852 05 00
e-mail: walter.polska@walter-tools.com <http://www.walter-tools.com>

AUTORYZOWANI DYSTRYBUTORZY:

DYREKTOR ds. DILERÓW: Tel. 0 607 461 128	AKRO-TECH Szczecin Tel. 0 502 443 604, fax (91) 489 63 62
MARBAD Świdnica Tel. (74) 851 23 23, fax (74) 856 98 27	TRADA Gdańsk Tel. (58) 556 48 88, fax (58) 556 48 80
GAMAD Andrychów Tel. (33) 875 26 69, fax (33) 870 57 31	ProNaRS Warszawa Tel./fax (22) 676 70 66, 0 601 34 87 46
PAEL TOOLS Warszawa Tel. 0 600 871 760, fax (22) 810 36 55	P.W. NAR-POL Lublin Tel. (81) 441 03 74, fax 441 03 45
INTERMECH Białystok Tel. 0 606 25 01 11, fax (85) 732 74 17	MM-TOOLS Toruń Tel. (56) 660 24 96, tel./fax 660 30 33
TOMBUD Krotoszyn Tel. (62) 725 24 49, fax (62) 725 39 60	PH BOLERO Opole Tel./fax (77) 457 96 28, 0 601 99 17 89



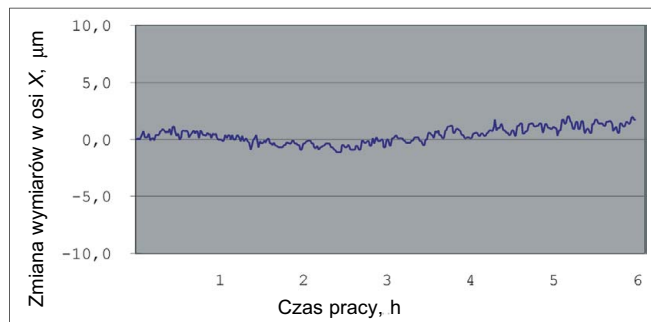
Automat tokarski wzdłużny STAR SR-20RIII

Japońska firma STAR MICRONICS jest wiodącym producentem automatów tokarskich wzdłużnych. Wśród ogromnej liczby użytkowników na całym świecie firma STAR słynie z wysokiej jakości i niezawodności produkowanych obrabiarek, których głównymi zaletami są dokładność obróbki oraz ciągle udoskonalane rozwiązania konstrukcyjne.



Na targach EMO w Hanowerze firma STAR MICRONICS przedstawiła kolejny, udoskonalony model automatu tokarskiego wzdłużnego SR-20RIII. W porównaniu z poprzednim modelem SR-20RII ma on wiele istotnych ulepszeń. Posuwy szybkie podwyższono do 35 m/min, z przyspieszeniem 1,2g, co dało skrócenie czasów pomocniczych o 32%. Dodano dwa stanowiska do głębokiego wiercenia do 100 mm oraz pełną oś C na wrzecionie przechwytyjącym (jako standard). Głośność obniżono do poziomu poniżej 70 dB.

Zastosowano chłodzenie wrzeciona płynem, blisko dwukrotnie szerszy rozstaw przewodnic w poszczególnych osiach oraz specjalną konstrukcję łoża. Dzięki temu osiągnięto rzadko spotykaną stabilność obróbki – wykres pokazuje zmianę wymiarową osi X poniżej 3 μm przez 6 h pracy ciągłej od zimnego startu.



Zastosowano najnowsze sterowanie FANUC 300i z systemem Star Motion Control, które pozwala na uproszczenie i optymalizację programowania oraz znaczące skrócenie czasu obróbki. Wyeliminowano zespoły hydrauliczne, dzięki czemu ograniczono zużycie energii elektrycznej oraz zlikwidowano problem utylizacji oleju.

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE:

Sterowanie: Fanuc 300 is; **Liczba osi:** 7

Wrzeciono główne:

Maks. średnica obróbki, mm 20 (23 – opcja)
 Maks. skok wrzecionnika, mm 205
 Moc napędu, kW 2,2/3,7
 Obroty wrzeciona głównego, obr/min 10 000
 Indeksowanie wrzeciona głównego oś C (0,01°)
 Narzędzia do toczenia 6 (12×12 mm)
 Narzędzia napędzane (obr.poprzeczna) 5

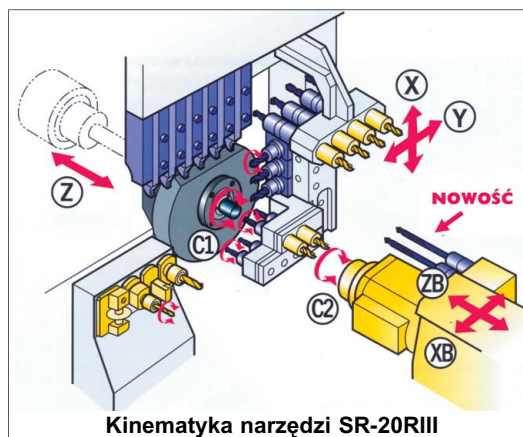
Maks. zakres wiercenia

- narzędzia stałe, mm Ø 10
- narzędzia napędzane, mm Ø 8

Maks. zakres gwintowania

- gwintownikiem M8×1,25
- narzędzia napędzane M6×1,0

Maks. średnica freza, mm 10



Wrzeciono przechwytyjące:

Maks. średnica obróbki, mm 20 (23 – opcja)
 Moc napędu, kW 1,5/2,2
 Obroty wrzeciona przechwytyjącego, obr/min . maks. 8000
 Indeksowanie wrzeciona przechwytyjącego . . oś C (0,01°)

Maks. zakres wiercenia średnic

- narzędzia stałe, mm 8
- narzędzia napędzane, mm 5

Maks. zakres gwintowania

- gwintownikiem M8×1,25
- narzędzia napędzane M4×0,7

Prędkość posuwu osi, m/min 35

Wymiary (dł. × szer. × wys.), mm 2200×1200×1700

Masa, kg 2200

Przedstawiciel **STAR** w Polsce:
R&S OBRABIARKI CNC

61-051 Poznań, ul. Augustowska 25
 tel./fax: 061 653 61 40
 e-mail: info@starpolska.pl www.starpolska.pl

Artykuł promocyjny

SECO **SECOMAX®**

Rozwiązanie problemów dotyczących obróbki stali hartowanej powierzchniowo

Ciągle poszukiwania nowych materiałów oraz dążenie do poprawy jakości, ekonomiczności i wytwarzania bardziej trwałych produktów stawiają coraz poważniejsze wymagania wobec technologii oraz materiałów stosowanych do produkcji narzędzi.

Najwięcej części ze stali hartowanej powierzchniowo produkowanych jest w przemyśle motoryzacyjnym, gdzie powszechna jest produkcja dużych serii w sposób bezobsługowy. Typowe przykłady to koła zębate, wały, tuleje, złączki. Podobne części produkowane są przez firmy z branży przemysłu obronnego i maszynowego. Jest konieczne, aby wykonywane produkty były precyzyjne, wysokiej jakości i tanie. W tym względzie możemy Państwu pomóc!

Firma Seco oferuje kompletny program płytek cBN (o niskiej zawartości azotku boru), należących do rodziny produktów SECOMAX®, przeznaczonych do obróbki stali hartowanych powierzchniowo. Grupa sześciu gatunków, wraz z najnowszym pokrywaniem gatunkiem CBN160C, nadaje się do obróbki materiałów o twardości 45 ÷ 65 HRC.

cBN to regularny azotek boru, spiekany materiał na narzędzia skrawające, wytwarzany pod bardzo wysokim ciśnieniem i w wysokiej temperaturze, charakteryzujący się dużą odpornością na ścieranie i odpornością temperaturową, o właściwościach bardzo zbliżonych do diamentu.

TOCZENIE CZY SZLIFOWANIE?

W miarę rozwoju technologii produkcji, zastosowania płytek cBN rozszerzą się do obszarów zarezerwowanych wcześniej dla operacji szlifowania.

Wynika to z faktu, że dzięki toczeniu płytką cBN można uzyskać:

- dobrej klasy powierzchnię,
- większą elastyczność procesu,
- niższe koszty,
- ograniczenie wpływu na środowisko (obróbka na sucho),
- zwiększenie przepustowości obrabiarek.

Wszystko to dzięki przejściu na obróbkę płytkami cBN.

WIĘKSZA WYDAJNOŚĆ

Obecnie firma Seco jest jedynym producentem narzędzi skrawających oferującym **monolityczne** płytki cBN o niskiej zawartości azotku boru. Zapewnia to naszym

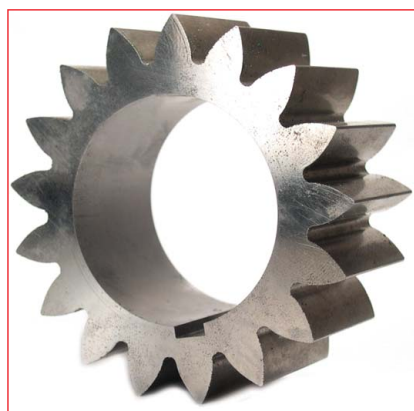
Klientom możliwość istotnego zwiększenia

wydajności, poprzez zastosowanie całej długości krawędzi skrawającej, np. przy toczeniu wgłębnym. Dodatkowo, w porównaniu z rozwiązaniami z lutowanym ostrzem, firma oferuje maksymalną liczbę ostrzy na płytce.

CBN160C: GATUNEK STWORZONY DO PRACY

PRZY MOCNO PRZERYWANEJ OBRÓBCE I DUŻEJ PRĘDKOŚCI SKRAWANIA

Nie każda stal hartowana powierzchniowo jest taka sama. Chociaż istnieje ona od początku rewolucji przemysłowej, to – w zależności od zastosowania – ma różną głębokość i twardość warstwy hartowanej.



Asortyment płytek o niskiej zawartości azotku boru składa się z 6 gatunków: trzech pokrywanych i trzech niepokrywanych; wszystkie są zaprojektowane w celu spełnienia wymagań związanych z różnymi zastosowaniami, np. różne kształty części, ciągła lub nieciągła obróbka.

Nowy gatunek CBN160C wyposażony w unikalną powłokę (Ti,Si)N, która znacząco poprawia odporność na zużycie, zmniejsza współczynnik tarcia i zapewnia ostrą krawędź, co pozwala osiągać wyższe prędkości skrawania i posuwu. Gatunek ten wyróżnia się znaczną odpornością na pęknięcia termiczne, które są główną przyczyną uszkodzeń krawędzi płytek cBN stosowanych do obróbki przerywanej.

SZEŚĆ PODSTAWOWYCH GATUNKÓW

POWLEKANE

CBN050C

- powłoka (Ti,Si)N nałożona metodą PVD poprawiająca osiągi oraz ułatwiająca identyfikację zużycia,
- płytki z lutowanym ostrzem, pełną warstwą lub monolityczne,
- duże prędkości skrawania i posuwu, toczenie wgłębne,
- obróbka ciągła z dużą prędkością,
- dobra wydajność w przypadku obróbki lekko przerywanej.

CBN160C

- powłoka (Ti,Si)N nałożona metodą PVD poprawiająca osiągi oraz ułatwiająca identyfikację zużycia,
- płytki z lutowanym ostrzem i pełną warstwą,
- obróbka mocno przerywana,
- duże prędkości skrawania i posuwu.

CBN100P

- powłoka Ti(Al)+TiN nałożona metodą PVD,
- płytki monolityczne.

NIEPOWLEKANE

CBN10

- płytki z lutowanym ostrzem i pełną warstwą,
- obróbka ciągła lub lekko przerywana,
- obróbka rowków i kanałków.

CBN100

- płytki monolityczne,
- obróbka ciągła lub lekko przerywana,
- toczenie wgłębne.

CBN150

- płytki z lutowanym ostrzem i pełną warstwą,
- obróbka przerywana.

Typy płytek

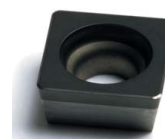
Z lutowanym ostrzem

- jednoostrzowe
 - ✦ ekonomiczny wybór do produkcji jednostkowej lub małoseryjnej,
 - ✦ dostępne w gatunkach CBN10 i CBN050C;
- wielostrzowe
 - ✦ ekonomiczny wybór do produkcji wielkoseryjnej,
 - ✦ dostępne w gatunkach CBN10, CBN050C, CBN150 i CBN160C.



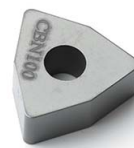
Z pełną warstwą

- pełna warstwa bez otworu
 - ✦ krawędź skrawająca o pełnej długości do toczenia wgłębnego,
 - ✦ dostępne w gatunkach CBN10, CBN050C, CBN150 i CBN160C;
- pełna warstwa / mocowanie śrubą centralną
 - ✦ sztywne mocowanie,
 - ✦ wiele ostrzy,
 - ✦ dodatnia geometria ograniczająca siły skrawania,
 - ✦ możliwość mocowania w standardowych oprawkach,
 - ✦ dostępne w gatunku CBN10.



Monolityczne

- monolityczne bez otworu
 - ✦ toczenie wgłębne,
 - ✦ najlepszy wybór do produkcji wielkoseryjnej,
 - ✦ dostępne w gatunkach CBN050C i CBN100;
- monolityczne z otworem
 - ✦ wymagana sztywna konfiguracja,
 - ✦ dostępne w gatunkach CBN050C i CBN100.



W celu uzyskania bardziej szczegółowych informacji na temat płytek cBN, np. płytki cBN do dużych posuwów z geometrią Helix™ Wiper lub CROSSBILL™ Wiper czy strategii toczenia wgłębnego, prosimy o skontaktowanie się z lokalnym przedstawicielem Seco lub biurem w Warszawie.



SECO TOOLS (Poland) Sp. z o.o.
ul. Naukowa 1, 02-463 WARSZAWA
tel. 022 6375383, 6375385, fax 6375384; e-mail: seco.pl@secotools.com



Artykuł promocyjny

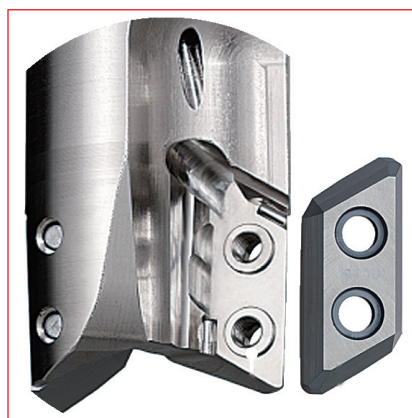
Obróbka szybkościowa stopów aluminium

Szybkość usuwania materiału podczas obróbki jest jednym z kluczowych czynników określających wydajność obróbki typowych części stosowanych w przemyśle lotniczym (np. żeber skrzydeł). Uzyskanie żądanej wydajności wymaga połączenia kilku elementów: obrabiarki o dużej mocy, sztywnego zamocowania części, dobrego doprowadzenia chłodziwa oraz narzędzia skrawającego, zdolnego do zdejmowania dużej objętości materiału bez przeciążenia wrzeciona.

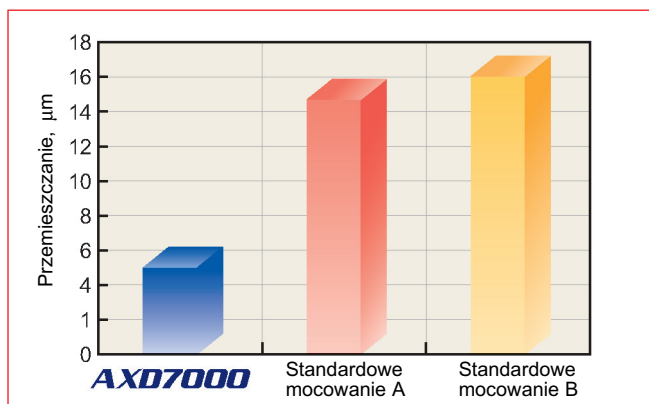
Uniwersalne frezy serii **AXD7000** produkcji Mitsubishi Materials charakteryzują się kilkoma cechami, pozwalającymi na wyeliminowanie problemów występujących zwykle podczas obróbki z wysokimi parametrami, które są wymagane w nowoczesnych



Rys. 1. Frezy AXD – trzpieniowy i nasadzany



Rys. 2. Podwójny mechanizm AFI



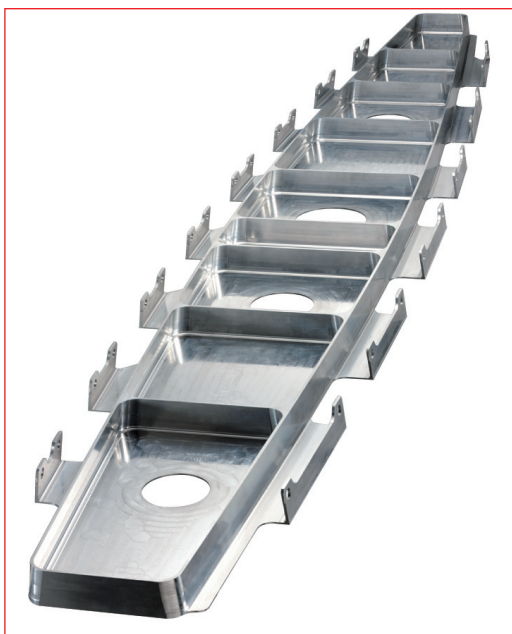
Rys. 3. Przemieszczanie się płytki

zakładach produkcyjnych (rys. 1). Wyjątkowa szybkość usuwania metalu, wynosząca do 10 000 l/min, jest możliwa jedynie przy zastosowaniu odpowiednich metod. Realne jest spełnienie takich warunków, jak sztywna oprawka narzędziowa, bardzo pewne zamocowanie płytki oraz nowa geometria płytek z węglików spiekanych, zapewniająca małe opory oraz duże głębokości skrawania.

Dostępny jest asortyment frezów o średnicach $\varnothing 32 \div 125$, w tym zarówno frezów trzpieniowych, jak i nasadzanych oraz monolitycznych o podwyższonej sztywności z chwytem HSK63-A. Decydujące znaczenie ma wysoka pewność zamocowania płytek w oprawce narzędzia. Jest ona obecnie możliwa dzięki zastosowaniu w każdej płytce dwóch wkrętów dociskowych oraz specjalnego mechanizmu Mitsubishi o nazwie **AFI** (*Anti-Fly Mechanism* – mechanizm zapobiegający przemieszczaniu się płytek podczas obróbki – rys. 2), który dodatkowo zwiększa bez-

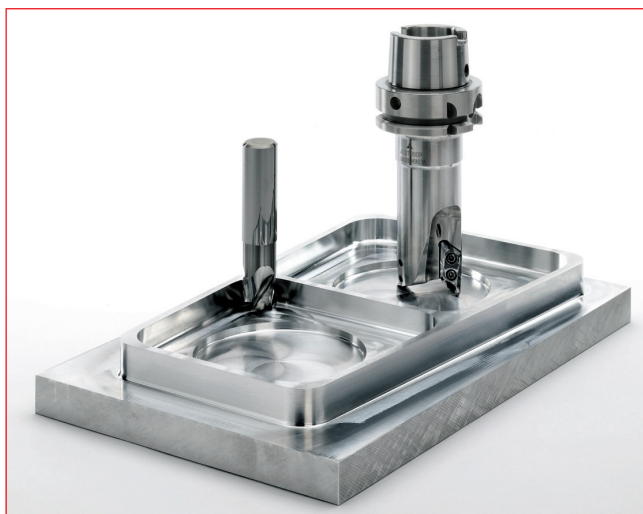
pieczeństwo zamocowania i dokładność pozycjonowania. Testy wykazały, że po obróbce narzędziami, w których zastosowano podwójne zamocowanie płytki oraz mechanizm AFI, wystąpiły minimalne przemieszczenia płytek, wynoszące zaledwie $6\ \mu\text{m}$. Dla porównania: do płytek z konwencjonalnym systemem zamocowania to przemieszczenie wyniosło $17\ \mu\text{m}$ (rys. 3).

O zdolności do wydajnego skrawania przesądają jednak odpowiedni gatunek i właściwa geometria płytki. Płytki do frezów AXD zaprojektowano ze spiralnym kształtem powierzchni przyłożenia oraz dużym kątem natarcia, co stanowi czynnik decydujący o małych oporach skrawania. Wypukły kształt krawędzi skrawającej zapewnia łagodny spływ wióra, co jest podstawowym wymaganiem podczas obróbki szybkościowej. O zaletach frezów AXD – oprócz zaawansowanej geometrii – przesądza zastosowanie jednego z dwóch gatunków węgla, z których wykonane są płytki. TF15 to niepokrywany, bardzo drobnoziarnisty węgiel spiekany, zapewniający zarówno



Rys. 4. Przykład części obrabianej frezem AXD

dużą odporność na ścieranie, jak i odporność na pękanie. Wykonane z niego frezy mają polerowaną powierzchnię natarcia, uniemożliwiającą przyklejanie się wióra. Alternatywny gatunek – LC15TF, ze specjalną powłoką DLC, charakteryzuje się jeszcze większą odpornością na przyklejanie się wióra i może być stosowany zarówno do obróbki na mokro, jak



Narzędzie:	AXD7000R4002A-HSK63-A
Płytki:	XDGX227020PDFR-GL
Gatunek:	LC15TF (DLC × powłoka)
Materiał obrabiany:	Alu 7075 (DIN 3.4365)
Prędkość skrawania:	2500 m/min
Posuw/ząb:	0,18 mm/ząb
Szerokość skrawania:	$a_p = 20\ \text{mm}$ (helicalnie)
Chłodzenie:	powietrze

Rys. 5. Warunki skrawania

i na sucho. Frezowanie głębokich wgłębień (kieszki) za pomocą freza AXD7000 gwarantuje również dokładność ścianek wykonywanych w kilku przejściach (rys. 4, 5). Konwencjonalne płytki pozostawiają nierówną powierzchnię, która może stanowić problem podczas zdejmowania nadatku frezem wykończeniowym. Gładkość ścianek wykonanych płytkami XDGX pozostawia natomiast jedynie minimalne odchyłki pomiędzy poszczególnymi uskokami i w związku z tym oszczędza czas i wydłuża trwałość freza wykończeniowego.

Innym istotnym elementem, który wymaga uwzględnienia przed frezowaniem szybkościowym, jest wyważenie freza. Bez wyważenia wysokie obroty powodują powstawanie drgań pierwotnych i wtórnych, które skutkują niską gładkością powierzchni i znacznie krótszą żywotnością narzędzia. Frez jest wyważony w klasie G6.3 przy obrotach $10\ 000\ \text{min}^{-1}$ (wg normy ISO 1940).

Cel, jakim jest uzyskanie ultrawysokiej wydajności, niezawodności narzędzia i nieosiągalnych wcześniej szybkości zdejmowania materiału, jest obecnie możliwy, ale tylko wtedy, gdy zachowane są wszystkie właściwe parametry narzędzia.

MMC HARDMETAL POLAND Sp. z o.o.

50-541 Wrocław, Al. Armii Krajowej 61
tel. 693 132 915; 071 335 16 20 fax 071 335 16 21
sales@mitsubishicarbide.com.pl

Zapraszamy na Targi STOM
Kielce • 26 ÷ 28 marca 2008 r. • pawilon C-41



Obróbka stopów magnezu narzędziami firmy MAPAL

W ostatnich latach znacznie wzrosło zastosowanie stopów magnezu jako materiału konstrukcyjnego. W przemyśle motoryzacyjnym panuje aktualnie tendencja do tworzenia lekkich konstrukcji, które pozwalają budować oszczędne pojazdy. Magnez wypiera w niektórych przypadkach aluminium z racji mniejszej do 35% masy części przy zachowaniu takiej samej wytrzymałości. Rolę decydującą o jego wyborze odgrywają także inne, specyficzne właściwości, jakimi są: mała gęstość, zdolność tłumienia drgań oraz odporność na korozję. Sprawia to, że coraz częściej w przemyśle motoryzacyjnym produkuje się z magnezu takie części, jak: obudowy skrzyń biegów, obudowy przekładni kierowniczych, stelaże siedzeń, kierownice oraz elementy karoserii. Również w przemyśle elektronicznym – dzięki bardzo dobrym właściwościom odlewów ciśnieniowych magnezu oraz możliwości tworzenia cienkościennych, skomplikowanych form – zauważa się tendencję zastępowania tworzyw sztucznych stopami magnezu.

Wszędzie tam, gdzie obrabiane są stopy magnezu, niezależnie od typu obróbki (obróbka wstępna czy też obróbka wykończeniowa), znajdują swoje zastosowanie narzędzia firmy MAPAL.

Czynnikiem decydującym o wyborze narzędzi jest ich skuteczność, dokładność, żywotność, elastyczność oraz ekonomiczność obróbki. Z tego względu przeważnie stosowane są narzędzia wieloostrzowe o dużym stopniu skomplikowania (złożonym kształcie), którymi można w jednym zamocowaniu wykonać wiele operacji obróbkowych. Oznacza to, że w jednym zamocowaniu wykonujemy na przykład kilka średnic, faz, planowanie oraz cyrkulacje rowków.

Magnez, jako stop konstrukcyjny, ma niski stopień odkształcenia na zimno i tworzy relatywnie dobrze łamiący się wiór. W przeciwieństwie do aluminium charakteryzuje się niewysoką, specyficzną siłą skrawania, a dzięki temu niewielkie obciążenie ostrzy i korpusu narzędzia, co pozwala na pracę z wysokimi prędkościami skrawania i posuwami. Czynnikiem ograniczającym przy obróbce stopów magnezu są: stabilność mocowania części, odprowadzanie wióra, prędkość obrotowa oraz dokładność sterowania numerycznego. Należy pamiętać, że magnez jest materiałem łatwopalnym. Wióry podczas jego obróbki mogą ulec samozapłonowi; nie można do gaszenia używać wody, gdyż przy reakcji magnezu z wodą wydziela się wodór, który razem z tlenem tworzy mieszaninę wybuchową.

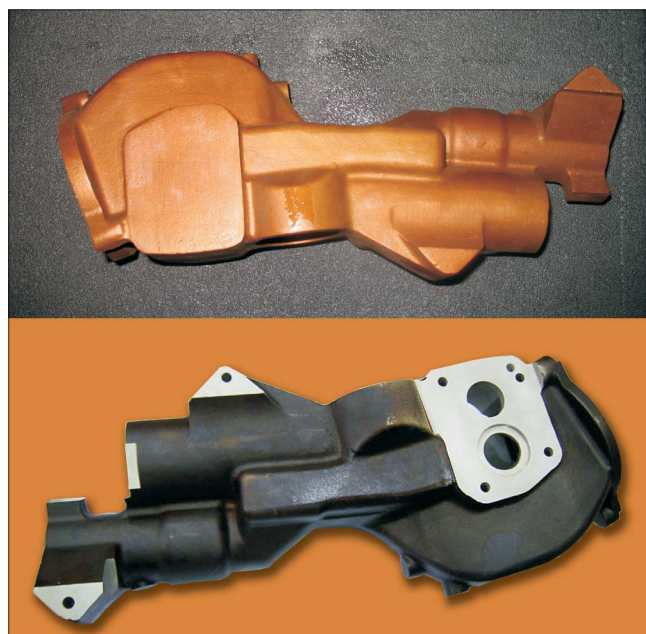
Do obróbki elementów wykonanych ze stopów magnezu stosowane są (znane z obróbki aluminium) takie materiały jak: węgiel spiekany czy cermet. Największe znaczenie ma jednak polikrystaliczny diament (PKD) ze względu na największą wydajność obróbki, wyjątkową

jakość obrobionych powierzchni, małą adhezję oraz nieporównywalną trwałość. Dzięki możliwie wysokim parametrom znacznie skracany jest proces obróbki, co ma szczególne znaczenie przy obróbce wysoko wydajnościowej i produkcji wielkoseryjnej.

Jako środek chłodząco-smarujący do obróbki magnezu mogą być stosowane zarówno emulsja, jak i olej. Zastosowanie znajduje także metoda MMS (minimalnej ilości środka chłodząco-smarującego). Ważne jest by chłodziwo było rozpuszczalne w wodzie, co pozwala zminimalizować możliwość wydzielania wodoru. Dzięki użyciu oleju czy zastosowaniu MMS (podobnie jak przy obróbce aluminium) osiągnięta jest lepsza jakość powierzchni niż przy użyciu emulsji.

PRZYKŁAD 1

Obróbka obudowy pompy olejowej (rys. 1) wykonanej dla przemysłu lotniczego. Materiał obrabiany to stop magnezu AMS4439E. Proces obróbki przeprowadzono na centrum obróbkowym czteroosiowym firmy AXA. Narzędzie (rys. 2) wykonano jako monolit razem z chwytem SK40 oraz adapterem z możliwością ustawiania kąтового i promieniowego. W wyniku zastosowania dwóch narzędzi (do obróbki wstępnej i wykończeniowej) znacznie zredukowano czas obróbki i wyeliminowano siedem pozycji narzędzi.



Rys. 1. Obudowa pompy olejowej dla przemysłu lotniczego wykonana ze stopu magnezu

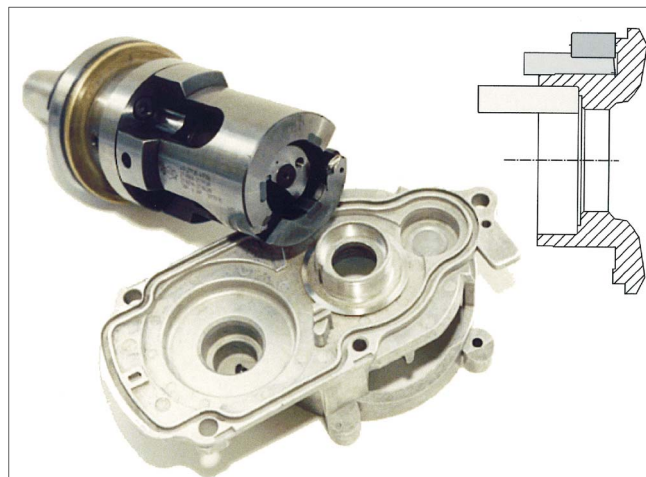
PARAMETRY OBRÓBK:

■ narzędzie do obróbki wstępnej

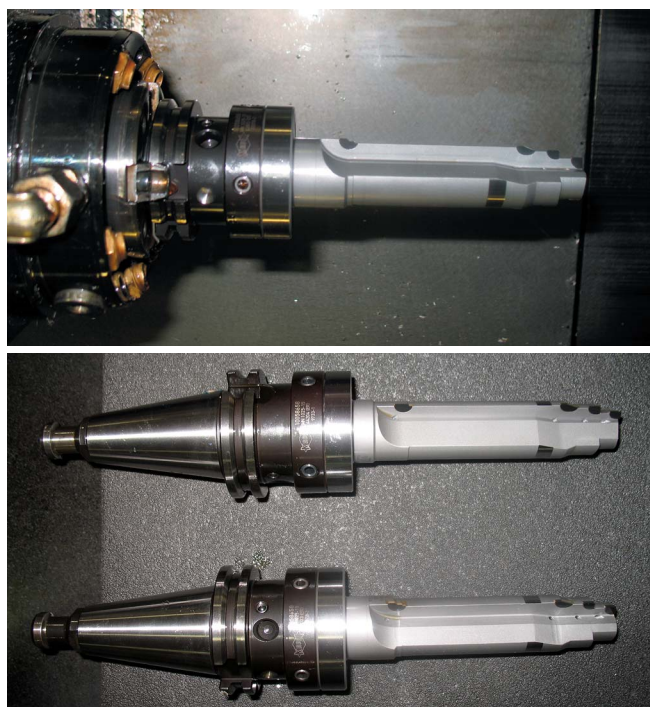
$f = 320$ mm/min
 $n = 2000$ obr/min
 $f = 0,16$ mm/obr
 $f_z = 0,08$ mm/z
 naddatek – 11 mm/Ø

■ narzędzie do obróbki wykończeniowej

$f = 1500$ mm/min
 $n = 3800$ obr/min
 $f = 0,39$ mm/obr
 $f_z = 0,2$ mm/z
 naddatek = 0,5 mm/Ø



Rys. 3. Rozwiertak z ostrzami z PKD do obróbki obudowy skrzyni przekładni



Rys. 2. Narzędzia stopniowe PKD do obróbki (wstępnej i wykończeniowej) obudowy pompy olejowej

PRZYKŁAD 2

Obróbka obudowy skrzyni przekładni o małych gabarytach. Wysokie wymagania w odniesieniu do współosiowości i okrągłości zostały postawione wzajemnie osadzonym bieżniom łożyskowym. Precyzyjnie dostosowany do otworów i powierzchni zewnętrznych rozwiertak (rys. 3), wykonujący jednocześnie operacje planowania i rozwiercania, pozwolił na rozwiązanie problemu stabilności procesu.

PARAMETRY OBRÓBK:

średnica – 28H7 (zewnętrzna), 24 (wewnętrzna)
 $n = 1705$ obr/min
 $f = 0,08$ mm/obr
 $R_z = 1,3$ µm
 chłodzenie – emulsja 6% (zewnętrzne)

Wraz z poszerzaniem się obszaru zastosowań magnezu jako materiału konstrukcyjnego w różnych gałęziach przemysłu (m.in. w przemyśle motoryzacyjnym) wzrasta znaczenie sposobu jego racjonalnej i wysokodokładnej obróbki.

Znaczny udział obróbki skrawaniem jako obróbki wykończeniowej przypada wówczas na obróbkę precyzyjną otworów, powierzchni uszczelniających oraz powierzchni płaskich.

Przedstawione przykłady potwierdzają, że stopy magnezu idealnie nadają się do obróbki wysoko wydajnej, o czym decyduje PKD jako materiał skrawający.

Także stosowanie oleju czy MMS jako środka smarującego-chłodzącego do obróbki magnezu jest korzystniejsze niż użycie emulsji.

Dzięki zastosowaniu narzędzi monolitycznych do pogłębiania i frezowania oraz narzędzi z listwami prowadzącymi uzbrojonymi w ostrza skrawające z PKD możliwe jest osiągnięcie jakości powierzchni takiej jak przy obróbce aluminium.

Opracował mgr inż. Piotr Jądrzyk

Szczegółowych informacji technicznych i handlowych udziela:

MAPAL Narzędzia Precyzyjne Sp. z o.o.

(poprzednio Gallo-ex)

ul. Partyzancka 11, 61-495 Poznań

tel. 061 834 20 00 fax 061 834 20 01 e-mail: info@pl.mapal.com



TENDO E i ES – silna rodzina hydraulicznych oprawek narzędziowych po korzystnej cenie

Firma SCHUNK – pionier w zakresie techniki mocowania hydraulicznego – od 30 lat produkuje wysoce precyzyjne, hydrauliczne oprawki narzędziowe, które spełniają najwyższe jakościowe wymagania obróbki skrawaniem. Wychodząc naprzeciw potrzebom również małych i średnich przedsiębiorstw – których budżet jest ograniczony, ale wymogi jakościowe równie duże jak w wielkich firmach – firma SCHUNK stworzyła kolejne rozwiązanie w grupie znanych już, hydraulicznych oprawek narzędziowych TENDO: do TENDO-E dołączyła ekstremalnie krótka oprawka TENDO-ES.

Litera „E” w nazwie TENDO-E pochodzi od angielskiego słowa *economic* i budzi skojarzenie z korzystnym stosunkiem ceny do wydajności. SCHUNK oferuje hydrauliczne oprawki narzędziowe TENDO z przyłączami SK 40, SK 50, jak również MAS-BT 40 i MAS-BT 50, czyli dokładnie takimi, w jakie przeważnie wyposażone są maszyny grupy docelowej. Jednymi z ich głównych cech są: małe bicie promieniowe – poniżej 0,003 mm oraz wysoka powtarzalność zacisku. Użytkownik odnosi korzyści dzięki równomiernemu wejściu narzędzia w materiał, co zmniejsza zużycie drogich narzędzi. SCHUNK zapewnia nawet czterokrotnie większą trwałość w porównaniu z innymi uchwytami narzędziowymi.

Niezwykle istotne jest podejście projektantów oprawek do zagadnienia obróbki w trudnych warunkach i zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami. Jeśli do wiórów powstających podczas obróbki dojdą substancje chłodzące lub smarujące, uchwyty narzędziowe narażone są na większe zużycie. Całkowicie zamknięty i szczelny system oprawek narzędziowych TENDO-E uniemożliwia dostęp do wnętrza jakichkolwiek ciał obcych. Dlatego też oprawki narzędziowe firmy SCHUNK nie wymagają w ciągu swojej pracy żadnej specjalnej konserwacji i charakteryzują się wysoką trwałością. Poza tym spiralny rowek na zanieczyszczenia wewnątrz części chwytowej umożliwia usuwanie wszystkich pozostałości oleju lub smaru znajdującego się na trzpieniu narzędzia, dzięki czemu powierzchnie mocujące pozostają czyste i suche. Gwarantuje to pewne przeniesienie wysokich momentów obrotowych.

W styczniu 2008 r. firma SCHUNK wprowadziła na rynek niezwykle krótką, hydrauliczną oprawkę narzędziową TENDO-ES, w której mocowanie narzędzia odbywa się bezpośrednio w stożku mocującym. Trzpień narzędzia zawiera się w stożku mocującym,



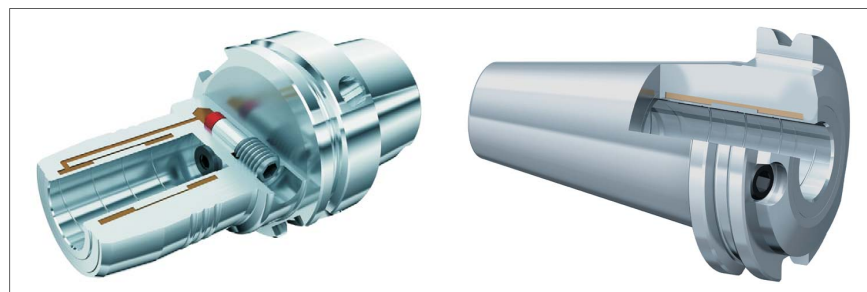
Rys. 2. Ekstremalnie krótka – ekstremalnie mocna – ekstremalnie tania. TENDO-ES charakteryzuje się najwyższymi siłami mocowania i zapewnia miejsce w przestrzeni roboczej maszyny



Rys. 1. Hydrauliczne oprawki narzędziowe TENDO-E – najwyższa liga mocowań narzędziowych

w związku z czym możliwe jest otrzymanie wymiaru $L_1 = 26,0$ mm, czyli ekstremalnie krótkiej oprawki. Rezultatem jest bardzo wysoka siła mocowania do przenoszenia wysokich momentów i równocześnie dużo dodatkowego miejsca w przestrzeni obróbkowej maszyny.

Innowacyjna oprawka narzędziowa TENDO-ES charakteryzuje się biciem promieniowym $< 0,003$ mm i bardzo dobrym tłumieniem drgań. Zastosowanie klucza sześciokątnego umożliwia wymianę narzędzia w ciągu kilku sekund. TENDO-ES nadaje się idealnie do ciężkiej obróbki zgrubnej, HPC/HSC, wiercenia, rozwiercania, gwintowania otworów, frezowania gwintów i gwintowania bezwiórowego. Użytkownik otrzymuje



Rys. 3. Niezrównana, sprawdzona w ciągu wielu lat technika firmy SCHUNK – pioniera techniki mocowania hydraulicznego



Rys. 4. Całkowicie szczelny system opravek TENDO-E gwarantuje wysoką trwałość

idealną powierzchnię, najwyższą dokładność wymiarów obrabianego przedmiotu oraz długą żywotność narzędzi. Dzięki wykorzystaniu tulei pośrednich zapewniona jest wielostronność zastosowań.

Stosowanie należącej do rodziny TENDO-Economic, szczególnie atrakcyjnej cenowo oprawy TENDO-ES zapewnia mocowanie narzędzi na najwyższym poziomie. Po korzystnej cenie (w porównaniu z tradycyjnymi oprawkami narzędziowymi) użytkownik ma do dyspozycji najnowocześniejsze, precyzyjne, hydrauliczne oprawy narzędziowe.

TENDO-ES jest dostępna dla przyłącza SK40, ze średnicą mocowania 20 mm, dzięki tulejom redukcyjnym 3 ÷ 20 mm, z wyważeniem G 2,5 przy 25 000 obr/min.

**Komponenty automatyki firmy SCHUNK
będą prezentowane na targach AUTOMATICON w Warszawie,
w dniach 1 ÷ 4 kwietnia 2008 r.,
hala 2, stoisko F5.**

Schunk GmbH Co. KG
Spann- und Greiftechnik
Bahnhofstr. 106-134
D-74348 Lauffen am Neckar
www.schunk.de



PRZEDSTAWICIEL:

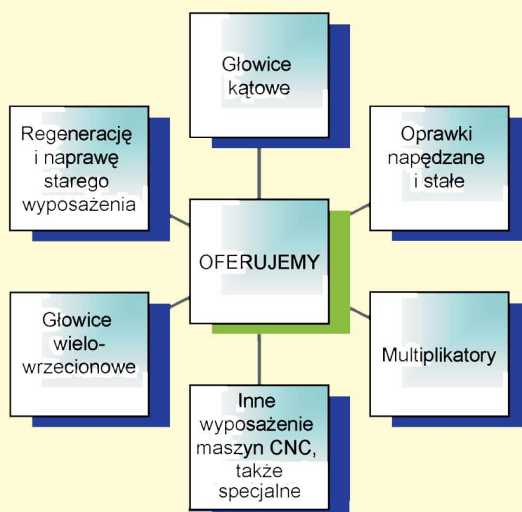
Schunk Intec Sp. z o.o.
Stara Iwiczna, ul. Słoneczna 116A
05-500 Piaseczno
tel. 022 726 25 00; fax 022 726 25 25
info@pl.schunk.com; www.pl.schunk.com



Zainwestuj w jakość

- ◆ Chcesz wyposażyć swoją nową maszynę?
- ◆ A może Twoja stara maszyna wymaga wyposażenia?
- ◆ A może masz stare, zepsute, bezużyteczne wyposażenie?

Mamy dla Ciebie dobre rozwiązanie! Zgłoś się do nas!



Kali-Carb

Precyzyjne narzędzia skrawające

Kali-Carb Sp. z o.o.

ul. J.H. Dąbrowskiego 262/280, 60-406 Poznań
Dział Administracyjny tel./fax (061) 847-74-28
Dział Techniczny tel. (061) 843-68-39
e-mail: info@kalicarb.com.pl www.kalicarb.com.pl



Carl Zeiss
Centrum Pomiarów Współrzędnościowych

Drzwi Otwarte

03.04.2008

Nowoczesna technika pomiarowa 3D dostępna dla każdego!

Zapraszamy wszystkich zainteresowanych do profesjonalnego laboratorium metrologicznego realizującego pomiary na zlecenie.

Nasi inżynierowie:

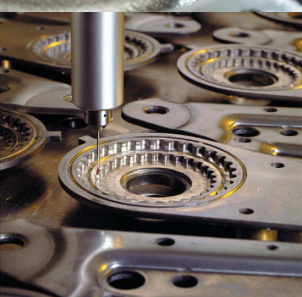
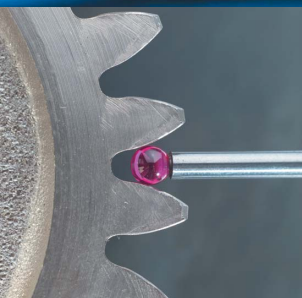
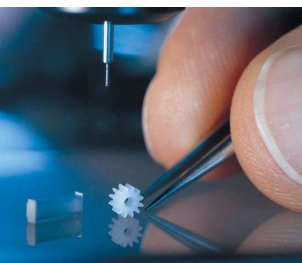
- ✓ wyjaśnia
- ✓ zademonstrują
- ✓ doradzą
- ✓ przyjmą zlecenie na pomiar Twoich produktów

Wykonamy dla Was każdy pomiar!

Carl Zeiss
Centrum Pomiarów Współrzędnościowych

ul. Wyzwolenia 26, 43-190 Mikołów
tel.: 032-2261770, fax: 032-2264194

e-mail: pomiary@zeiss.pl, <http://www.zeiss.pl/imt>





Oprogramowanie Carl Zeiss do pomiaru krzywych

Pomiary krzywych to zadanie powszechnie wykonywane na maszynach pomiarowych. Dzięki specyficznej ocenie oraz graficznej prezentacji odchylek można uzyskać bardzo przejrzystą i zrozumiałą dla wszystkich informację o jakości wykonania skomplikowanych profili. Dodatkowe algorytmy obliczeń umożliwiają odseparowanie błędów położenia krzywej od jej błędów kształtu, co pozwala na precyzyjne korygowanie procesu wytwarzania.

Pomiary i ocenę krzywych można wykonać przy użyciu oprogramowania Calypso Curve, Blade Pro oraz HOLOS.

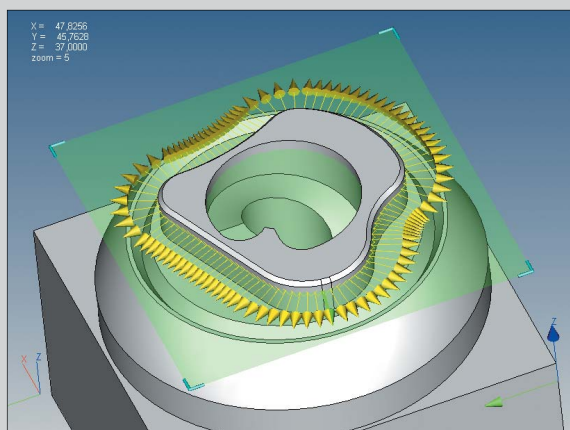
Pracę z krzywymi można podzielić na dwie grupy: pomiary oraz digitalizację. Pomiar polega na porównaniu krzywej nominalnej z krzywą rzeczywistą, a digitalizacja jest procesem definiowania krzywej nominalnej na podstawie pomiaru rzeczywistej części (*reverse engineering*).

Definicja i rodzaje krzywych

Krzywa jest ciągiem punktów, na których opisany jest wielomian. Każdy punkt krzywej musi posiadać normalną. Normalna niezbędna jest do pomiaru oraz oceny. Jeżeli dostarczone dane krzywej zawierają tylko punkty, to przed wykonaniem pomiaru i oceny niezbędne jest obliczenie normalnych. Jest to standardowa funkcja modułu **Calypso Curve**.

Krzywe można podzielić na następujące typy:

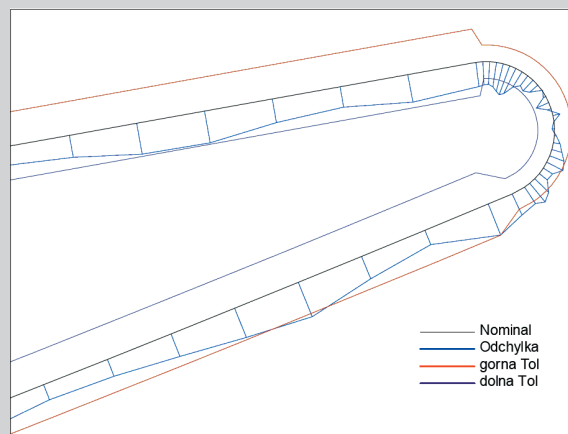
- **krzywa 2D** – wszystkie punkty i normalne leżą w jednej płaszczyźnie; takie krzywe powstają poprzez przecięcie dowolnej bryły płaszczyzną;
- **krzywa 3D** – punkty rozmieszczone są dowolnie, normalne nie leżą w jednej płaszczyźnie i nie są do siebie równoległe (np. spirala 3D);
- **krzywa czołowa** – specyficzna krzywa 3D, która powstaje poprzez przecięcie bryły z walcem; stosowana w mechanizmach krzywkowych.



Rys. 1. Definiowanie krzywej 2D poprzez przecięcie płaszczyzną z modelem – oprogramowanie Calypso Curve

Krzywa nominalna

Najprostszym sposobem tworzenia krzywych nominalnych jest przecięcie modelu CAD ze zdefiniowaną płaszczyzną lub walcem. Jest to standardowa funkcja Calypso.



Rys. 2. Graficzna ocena krzywej – gęstość punktów zależna od krzywizny, różne pola tolerancji

Oprogramowanie HOLOS umożliwia tylko przecięcia z płaszczyzną.

Stworzony w ten sposób przekrój należy następnie podzielić na punkty. Podział krzywej na punkty może nastąpić ze stałą rozdzielczością lub z rozdzielczością zależną od krzywizny. Ten drugi sposób jest stosowany w przypadkach, gdy profil ma duże zmiany krzywizny (np. łopatki turbin o bardzo małych promieniach natarcia i spływu). Odpowiednia gęstość i dystrybucja punktów nominalnych mają decydujący wpływ na dokładność pomiaru krzywej.

Moduł **Calypso Curve** umożliwia także wczytywanie dowolnych krzywych z innych systemów. Krzywe można wczytywać poprzez formaty VDA, DXF lub ze zwykłego pliku tekstowego. W Calypso możliwe jest także generowanie krzywej na podstawie wprowadzonego wzoru matematycznego.

W razie potrzeby można przeprowadzić edycję punktów i wektorów normalnych krzywej. Możliwe są obroty, przesunięcia oraz offset.

Pomiary

Pomiar krzywej może być przeprowadzony na dwa sposoby: pomiar pojedynczymi punktami lub skanowanie.

Skanowanie zapewnia większą dokładność oraz znaczącą redukcję czasu pomiaru. Jest to bardzo ważne, gdyż krzywe nominalne przeważnie zawierają od kilkudziesięciu do kilkuset punktów. Podczas skanowania zalecane jest, by liczba punktów zmierzonych była większa niż liczba punktów nominalnych. Zapewnia to większą dokładność obliczania wielomianu rzeczywistego.

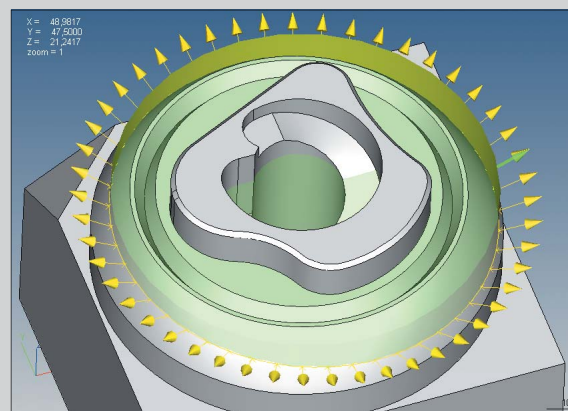
Pomiary pojedynczymi punktami wykonywane są na maszynach z głowicami impulsowymi lub w przypadkach, gdy spodziewany jest duży błąd krzywej (rzędu kilku czy nawet kilkunastu milimetrów). W przypadkach gdy nie ma możliwości pomiaru krzywej jednym trzpieniem, można zdefiniować segmenty. Każdy segment krzywej będzie mierzony innym trzpieniem.

Po zakończeniu pomiaru obliczana jest krzywa rzeczywista, która służy do obliczania odchyłek w poszczególnych punktach.

Ocena

Zasadniczą zaletą pomiarów krzywych jest możliwość oceny graficznej. Obserwacja wykresu krzywej nominalnej i rzeczywistej, wraz z polem tolerancji, umożliwia łatwą analizę błędów wykonania, z uwzględnieniem obszarów krytycznych. Jest to szczególnie istotne w przypadkach krzywych nieciągłych, gdyż w niektórych przypadkach informacja o maksymalnej odchyłce nie odzwierciedla faktycznego stanu wykonania krzywej. Standardowy sposób obliczania odchyłek krzywej polega na obliczeniu odchyłki w kierunku normalnym, w każdym punkcie nominalnym. Jeżeli jest to wymagane, możliwe są także inne sposoby obliczania odchyłek (np. odległość punkt – punkt).

Podczas oceny krzywej obliczane są: maksymalna i minimalna odchyłka lub kształt profilu.



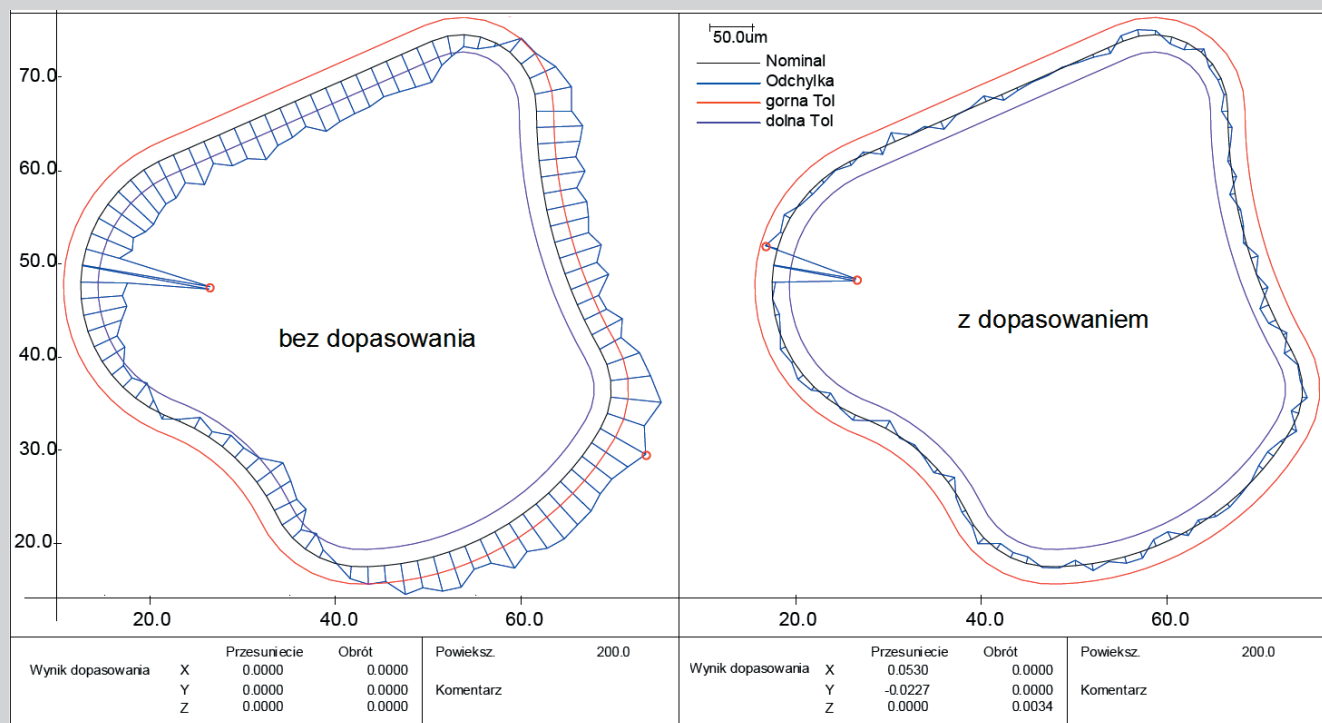
Rys. 4. Krzywa 3D powstała jako przecięcie walca z modelem – oprogramowanie Calypso Curve

liwość określenia stopni swobody przemieszczeń krzywej (przesunięcie, obrót) oraz wykluczenia punktów, które nie będą brane pod uwagę podczas obliczania dopasowania.

Wykresy krzywej można poddawać różnej edycji (powiększenie, powiększenie odchyłek, oś) można także umieścić kilka krzywych na jednym wykresie.

Jeżeli jest to wymagane, można także wyświetlić listę odchyłek dla wszystkich punktów krzywej.

W przypadku oprogramowania **Blade Pro** możliwe jest także obliczanie specyficznych parametrów łopatek



Rys. 3. Graficzna ocena krzywej – wynik obliczeń bez dopasowania i z dopasowaniem

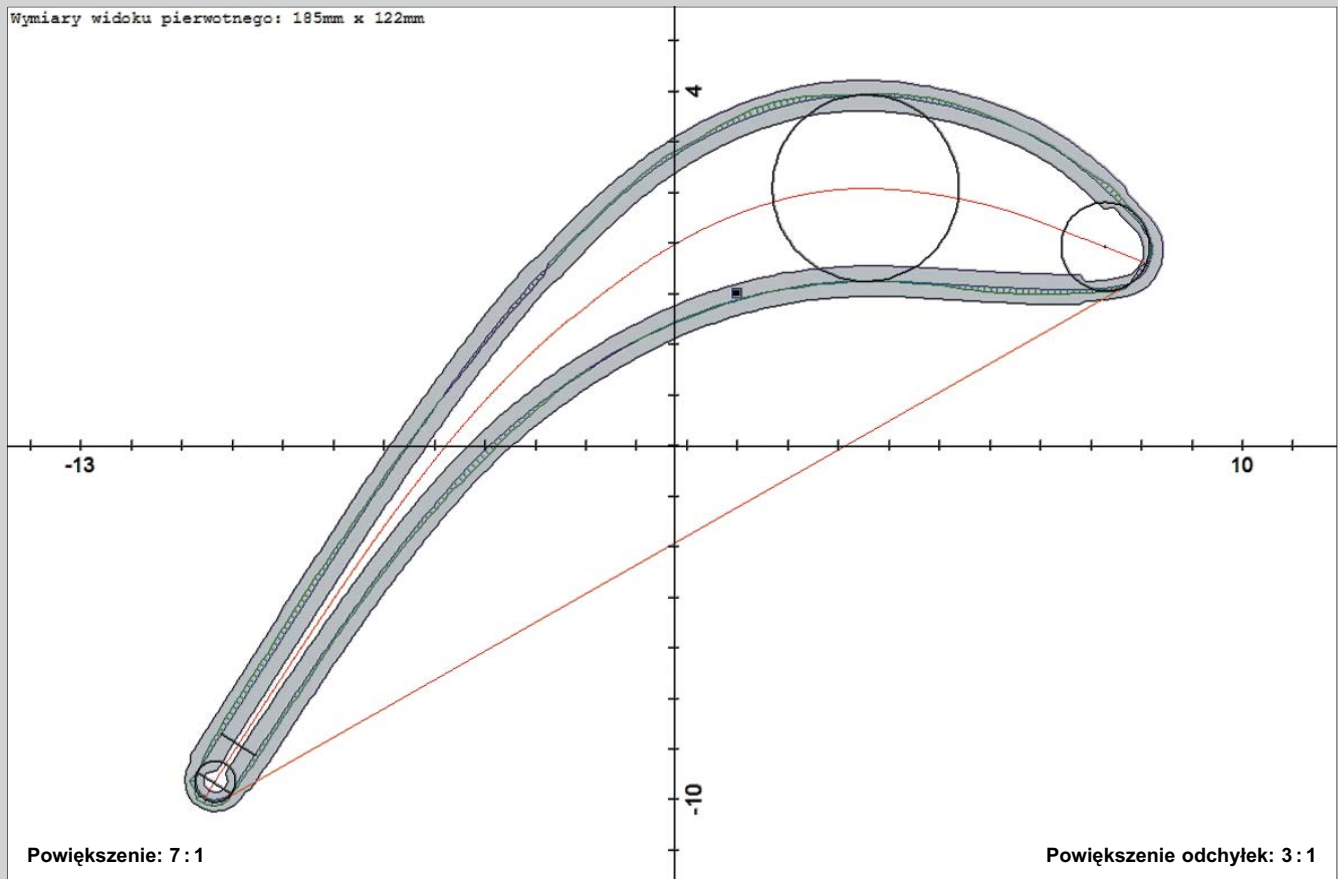
Można także obliczyć maksymalną odchyłkę skoku krzywej (największa różnica odchyłek sąsiednich punktów) oraz offset.

Bardzo ważną funkcją podczas oceniania krzywych jest możliwość wykonania dopasowania. Dopasowanie umożliwia oddzielenie informacji o położeniu krzywej od informacji o jej błędzie kształtu.

Ta informacja umożliwia właściwe skorygowanie procesu wytwarzania. Podczas dopasowania istnieje moż-

turbin, takich jak np.: maksymalna grubość (maksymalny okrąg wpisany w krzywą rzeczywistą), promień krawędzi natarcia i spływu, maksymalna długość czy długość linii szkieletowej.

Wszystkie te parametry wykorzystują do obliczeń krzywą rzeczywistą. Dodatkową i wyjątkową funkcją **Blade Pro** są algorytmy dopasowania. Do dyspozycji mamy opatentowany przez Carl Zeiss algorytm dopasowania z wydłużeniem oraz dopasowania z wydłużeniem



Rys. 5. Wyniki pomiaru w Blade Pro, ocena profilu, maksymalna grubość, styczna do profilu oraz średnie promienie krawędzi natarcia i spływu

krawędzi. Metody te umożliwiają ocenę profilu z uwzględnieniem przepływu wzdłuż łopatki.

Również w przypadku Calypso element krzywa może być wykorzystany także do innych obliczeń, np. do przecięcia z innym elementem lub obliczenia okręgu stycznego do krzywej. Dla krzywej czołowej można zdefiniować specyficzne charakterystyki, jak np. skok.

Digitalizacja

Moduł Calypso Krzywa umożliwia także pomiary krzywych nieznanymi 2D oraz 3D. W przypadku krzywej 2D definiuje się punkt początkowy, punkt końcowy oraz płaszczyznę pomiaru. Następnie dokonywany jest pomiar punktów ze stałą lub zmienną rozdzielczością. Po

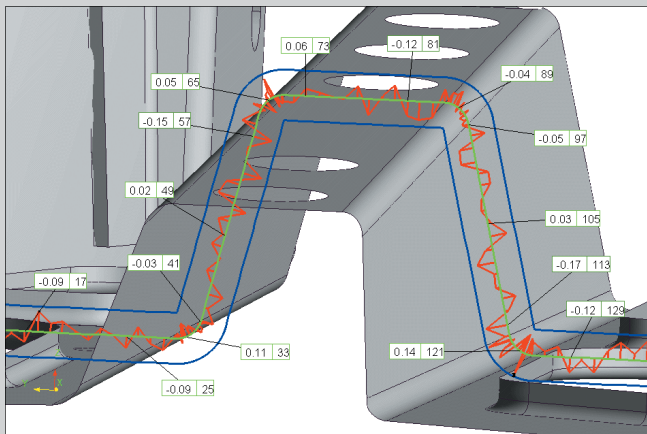
pomiarze można dokonać korekcji krzywej o promień kulki, ale uprzednio należy obliczyć wektory normalne.

Następnie należy wyeksportować dane krzywej (jako plik VDA lub TXT). Jeżeli krzywe 2D mają posłużyć do zbudowania powierzchni, to zalecany jest eksport środków kulek. Korekcję o promień kulki należy wykonać w systemie CAD, po obliczeniu powierzchni.

W przypadku krzywych 3D można przeprowadzić digitalizację pojedynczej krzywej 3D, krzywej czołowej oraz siatki krzywych 3D.

Przedstawione informacje są skróconym opisem funkcji oprogramowania Calypso Curve, Blade Pro oraz HOLOS. Szczegółowe funkcje i opcje nie zostały tutaj opisane. Zalecaną formą zapoznania się z możliwościami oprogramowania jest jego prezentacja w centrum pomiarowym Carl Zeiss w Warszawie lub w Mikołowie.

Opracowanie: Robert Sowiński
Carl Zeiss Sp. z o.o. – Metrologia Przemysłowa



Rys. 6. HOLOS – ocena krzywej nałożona na model wraz z opisem wybranych odchyłek



Carl Zeiss Sp. z o.o. Metrologia Przemysłowa

ul. Św. Andrzeja Boboli 8/4
02-525 Warszawa
tel. 022 881 02 49, -50
fax 022 848 23 53
e-mail: imt@zeiss.pl
www.zeiss.pl
www.zeiss.de/imt

Powłoki BALINIT® – materiał dla konstruktorów

Na co dzień spotykamy się z koniecznością wymiany lub regeneracji zużytych komponentów pojazdów, maszyn i urządzeń. Przyczyną wymiany jest zwykle mechaniczne zużycie lub zniszczenie elementu. Zdolność do przenoszenia większych obciążeń oraz większa niezawodność tych elementów są kluczem do uzyskania wyższych parametrów, dłuższej żywotności i redukcji zapotrzebowania na energię. Takie efekty są możliwe dzięki powłokom BALINIT®, opracowanym i wdrożonym przez firmę Oerlikon Balzers. Dzięki specyficznym własnościom powłoki BALINIT® redukują zużycie powierzchniowe oraz tarcie.

Powłoki BALINIT® znalazły zastosowanie w obszarze inżynierii mechanicznej jako środek do zwiększenia niezawodności, trwałości i poprawy własności precyzyjnych komponentów maszyn. Korzyści z ich zastosowania widoczne są w silnikach, układach przeniesienia napędu czy w systemach hydraulicznych i pneumatycznych. Sprawdzą się także w sektorze przetwórstwa tworzyw sztucznych, przemyśle włókienniczym, przy produkcji artykułów spożywczych i farmaceutycznych oraz na narzędziach medycznych.

Powłoki BALINIT® uzyskiwane są w procesach PVD, czyli fizycznego osadzenia z fazy gazowej. Procesy prowadzone są w wysokiej próżni w asyście plazmy, w temperaturze ustalonej dla danej powłoki. Odpowiednie przygotowanie podłoża oraz parametry procesu zapewniają doskonałą przyczepność powłoki do podłoża.

Powłoki BALINIT® mają grubość zaledwie kilku tysięcznych milimetra, ale są o wiele twardsze od hartowanej stali. Charakteryzują się bardzo wysoką odpornością na ścieranie i mają przy tym bardzo niski współczynnik tarcia. Są odporne na utlenianie oraz podnoszą odporność chemiczną pokrywanych elementów. Nie wpływają na fakturę powierzchni, zachowują ostrość krawędzi i są akceptowane nawet przy bardzo małych tolerancjach. Dzięki temu można je stosować na już zaprojektowanych i wdrożonych elementach. Pokryte elementy są gotowe do użycia, bez konieczności dalszej obróbki mechanicznej.

Powłoki BALINIT® pozwalają rozwiązać problemy. Dla przykładu: ruchome elementy maszyn w produkcji spożywczej są szczególnie narażone

na ścieranie, ponieważ niedozwolone jest stosowanie środków smarujących, oraz na korozję – z uwagi na obecność kwasów owocowych. Powłoki BALINIT® zabezpieczają przed ścieraniem, redukując przy tym siły tarcia oraz chemicznie uodporniają wrażliwe części. Powłoki BALINIT® mają odpowiednie certyfikaty do zastosowania w przemyśle spożywczym. Innym przykładem są układy przeniesienia napędu. Koła zębate pokryte powłoką BALINIT® mogą pracować dłużej, ponieważ są bardziej odporne na zmęczenie powierzchniowe; są także zdolne do przenoszenia większych obcią-



żeń. W pewnych przypadkach można pokusić się o dobranie lżejszego materiału bazowego, który – w połączeniu z powłoką – pozwoli utrzymać niezmienione parametry pracy, dając korzyść w postaci lżejszej konstrukcji.

TABLICA. Wybrane powłoki BALINIT®

	BALINIT® C	BALINIT® C STAR	BALINIT® CNI
Materiał powłoki	a-C:H:W (WC/C)	CrN + a-C:H:W	CrN
Mikrotwardość HK _{0,01}	1000	1000	1750
Typowa grubość powłoki, µm	1÷4	3÷5	1÷4
Współczynnik tarcia względem stali (na sucho)*	0,1÷0,2	0,1÷0,2	0,5
Temperatura powlekania, °C	<250	<250	<250
Maksymalna temperatura zastosowania [°C]	300	300	700
Kolor powłoki	antracytowy	antracytowy	szary
Odporność na zużycie ścierne	•	•	••
Właściwości adhezyjne	•••	•••	••
Odporność na utlenianie (tribo-oxidation)	••	••	••
Odporność na zmęczenie powierzchniowe	•••	•••	•••
Odporność na korozję	••	••	•••
Charakterystyka	Standardowe rozwiązanie dla części maszyn w przypadku niedostatecznego smarowania. Chroni przed zatarciem	Powłoka BALINIT® C ze zwiększoną zdolnością do przenoszenia obciążeń w warunkach dużych nacisków powierzchniowych	Elastyczna powłoka o bardzo dobrej odporności na ścieranie, również w wysokich temperaturach
Zastosowania	Koła zębate, łożyska walczkowe, elementy silników, hydraulika	Elementy łożysk, koła zębate, wały	Pierścienie tłokowe, pompy, zawory, przemysł tekstylny i spożywczy

* W zależności od warunków przeprowadzania testu.



Więcej informacji na temat powłok BALINIT® można uzyskać kontaktując się bezpośrednio z firmą Oerlikon Balzers.

Pracownicy Oerlikon Balzers Poland Sp. z o.o. chętnie odpowiedzą na Państwa pytania.

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY!

Tomasz Czerwiński tel. 661 918 677
tomasz.czerwinski@oerlikon.com

Oerlikon Balzers Coating Poland Sp. z o.o., ul. Fabryczna 4, 59-101 Polkowice
tel. 076 746 48 00 fax 076 746 48 01 www.oerlikon.com/balzers/pl

Nowe wdrożenia laserowych systemów pomiaru i sprawdzania narzędzi

Istotnym problemem, będącym prawdziwym wyzwaniem dla producentów precyzyjnych i kosztownych wyrobów przemysłu motoryzacyjnego oraz innych branż, realizujących produkcję wielkoseryjną i masową, jest zapobieganie stratom powodowanym przez uszkodzenia narzędzi w toku procesu produkcyjnego.

Wychodząc naprzeciw potrzebie pomiaru oraz szybkiej detekcji uszkodzeń narzędzi na obrabiarkach sterowanych numerycznie firma Renishaw proponuje rozwiązania wykorzystujące system laserowej sondy NC4.

Firma Ducati wykorzystuje systemy pomiaru i sprawdzania narzędzi przy produkcji unikalnych wałków rozrządu.

Gdy w firmie Ducati uświadomiono sobie, że obróbka skrawaniem cennych części składowych do silników Desmodromic musi być starannie kontrolowana, sięgnięto po rozwiązanie bazujące na sprawdzonym systemie sondy NC4 firmy Renishaw. Najważniejszy etap procesu produkcyjnego wałka rozrządu Ducati Desmodromic jest realizowany na dwóch centrach obróbkowych Stama. Maszyny te pracują bez przerwy przez cały rok, produkując wałki rozrządu do wszystkich silników Ducati. Na tych obrabiarkach różne narzędzia są używane setki tysięcy razy w ciągu roku, przy czym ciągle występuje ryzyko pobrania z magazynu ukruszonego lub uszkodzonego narzędzia. Skutkiem tego mogą być poważne problemy.



Fulvio Abbondi, specjalista do spraw technologii produkcji w firmie Ducati Motor mówi: „Produkcja wałka wymaga doskonałej precyzji. Skomplikowany proces obróbki jest realizowany w całości w naszej fabryce. Wałek stanowi bardzo cenną część składową. Wykonany ze specjalnej stali stopowej, jako półwyrob, trafia na obrabiarkę po pierwszym, zgrubnym toczeniu”.

Uszkodzenia narzędzi podczas procesu produkcji

wałków rozrządu stanowiłyby szczególnie poważny problem, a i ich skutek to konieczność złomowania części, kosztowna ponowna obróbka oraz strata czasu.



Podjęcie kontroli

F. Abbondi wspomina o roli, jaką odgrywa sprawdzanie narzędzi: „Na dwóch centrach obróbkowych zainstalowano systemy NC4 firmy Renishaw. Po zamocowaniu narzędzia programuje się jego przemieszczenie, tak aby przecięło ono wiązkę laserową na ustalonej wysokości. Jeśli doszło do uszkodzenia końcówki skrawającej, gdy np. długość narzędzia wynosi 97 mm (zamiast 100 mm), system laserowy wyzwała sygnał alarmu. Dokładniej, każde narzędzie ma określoną długość, średnicę itp.; system uwzględnia ten wymiar, kiedy narzędzie przechodzi przez wiązkę kontrolną. Nie tylko sprawdzamy narzędzie, ale również je mierzymy. Pomiar pozwala na wprowadzenie niezbędnych korekcyjnych.”

Stwierdza on też: „System NC4 umożliwia sprawdzanie również małych narzędzi, używanych do wykonywania elementów, które mają istotne znaczenie dla pracy silnika. Gdyby nie było systemu Renishaw, ob-



rabiarka mogłaby pracować z ukruszoną płytką skrawającą z katastrofalnymi skutkami. Ponadto, ponieważ sprawdzanie narzędzi odbywa się automatycznie, operator może z łatwością obsługiwać dwie obrabiarki. Wszystko, co musi zrobić, to załadować przedmioty obrabiane oraz sprawdzić, czy proces przebiega płynnie”.

Kontrola ma zasadnicze znaczenie dla operacji obróbkowych

Jak mówi F. Abbondi, „Najpierw zainstalowaliśmy system dostarczony przez producenta obrabiarki, który umożliwiał kontrolowanie energii zużywanej przez silnik napędu wrzeciona. System ten sprawdza stopień zużycia większych wiertel, używanych do wiercenia najgłębszych otworów; w tym przypadku naprężenie występujące podczas obróbki jest najbardziej widoczne, gdy wzrasta moment obrotowy. Oznacza to, że zużycie narzędzia wyzwala alarm. Lecz my potrzebowaliśmy również szybko i niezawodnie określać, kiedy narzędzie zostało uszkodzone; nawet to najmniejsze, które zwykle umyka uwadze systemów detekcji.

Tradycyjne, stykowe systemy wykrywania mają pewną słabą stronę i zwykle są nieprzydatne do kontroli małych narzędzi. Narzędzie wchodzi w kontakt z przyciskiem lub końcówką, która uaktywnia urządzenie. Istnieje także niebezpieczeństwo, że sam kontakt może spowodować złamanie lub uszkodzenie narzędzia. Oznacza to, że kontrolę można wykonywać tylko z małymi posuwami, co spowalnia proces produkcyjny i znacznie wydłuża czas cykli. Takie systemy często muszą być montowane wewnątrz przestrzeni roboczej, zajmując cenne miejsce i powodując ryzyko potencjalnych kolizji. Dlatego właśnie został zainstalowany system Renishaw, który zastąpił te urządzenia”.

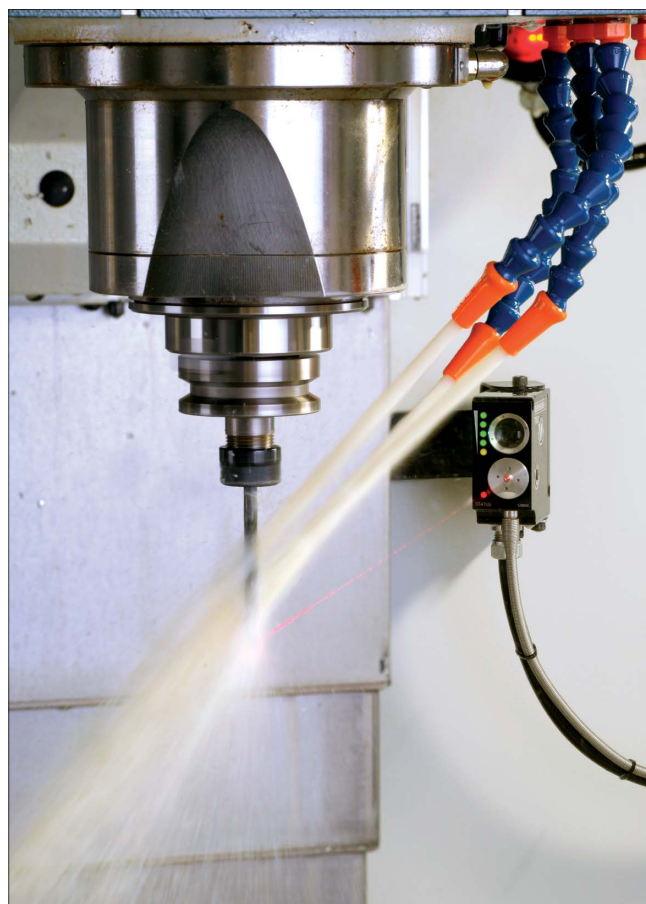
Innym systemem oferowanym przez firmę Renishaw jest laserowa sonda TRS2 przeznaczona wyłącznie do szybkiego sprawdzania narzędzi. Nie umożliwia ona pomiarów długości ani średnicy.

Nowy, laserowy system sprawdzania narzędzi TRS2 zapewnia szybką detekcję uszkodzeń narzędzi

System sprawdzania narzędzi TRS2 firmy Renishaw jest efektywnym ekonomicznie rozwiązaniem do niezawodnej i szybkiej detekcji uszkodzeń wielu rodzajów narzędzi, stosowanym na różnych typach obrabiarek CNC. Eliminuje on problemy wynikające z uszkodzeń narzędzi, a dotyczące złomowania części, ponownej obróbki oraz przestojów maszyn. Zastosowanie unikalnej techniki Renishaw ToolWise™ pozwala kontrolować narzędzia nawet o średnicy 0,2 mm z odległości 300 mm. Narzędzia pozostają zwykle przez okres 1 s w obrębie wiązki laserowej i dzięki

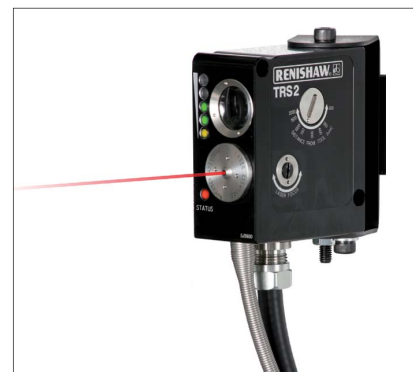
temu system TRS2 nadaje się również do stosowania w warunkach produkcji wielkoseryjnej oraz na obrabiarkach wyposażonych we wrzeciona nisko-, średnio- i wysokoobrotowe.

System TRS2 składa się z jednego, miniaturowego zespołu zawierającego źródło promieniowania laserowego. Jego instalacja jest łatwa. Można go montować poza przestrzeń roboczą obrabiarki, co zapewnia oszczędność cennego miejsca na stole oraz ochronę przed kolizjami.



Prostota konfiguracji i funkcjonalność

Specjalne oprogramowanie Renishaw zapewnia również łatwość konfiguracji. Narzędzia są wykrywane z odległości 0,3 ÷ 2,0 m w zależności od rodzaju wykończenia powierzchni, środowiska roboczego obrabiarki oraz instalacji. TRS2 nadaje się do stosowania na wielu różnych obrabiarkach, jakkolwiek optymalne parametry robocze uzyskuje się podczas pracy na odległości do 1,0 m. System TRS2 firmy Renishaw zastępuje poprzedni zespół TRS1,



który był z powodzeniem instalowany na obrabiarkach na całym świecie. Dzięki ulepszeniom wprowadzonym w unikalnej technice ToolWise™ firmy Renishaw, TRS2 charakteryzuje się wyższą niezawodnością detekcji oraz skróconym czasem cyklu.

Wykrywanie większej liczby różnych rodzajów narzędzi

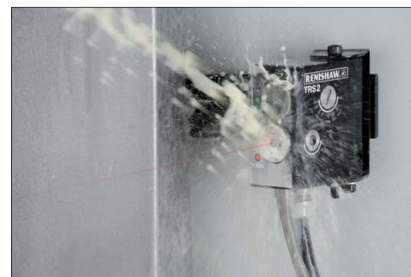
Główną korzyść z tych ulepszeń to możliwość pracy przy wyższych prędkościach obrotowych wrzeciona (200, 1000 i 5000 obr/min), co umożliwia detekcję większej liczby typów narzędzi w szerszej gamie zastosowań. Przykładowo: możliwe są obecnie zastosowania z wiertłem lufowym i – w przypadku obrabiarek z wysokoobrotowym wrzecionem – następuje minimalizacja czasu oczekiwania na wyhamowanie wrzeciona. Bardziej niezawodne jest także sprawdzanie małych oraz ciemnych narzędzi. System TRS2 może wykrywać więcej typów narzędzi z rdzeniem pełnym, takich jak: wiertła, gwintowniki, frezy walcowo-czołowe, frezy palcowe i frezy walcowo-czołowe o końcówce kulistej.

Niezawodne wykrywanie narzędzi poprzez rozpoznawanie wzorca

Metoda działania tradycyjnych, bezdotykowych systemów sprawdzania narzędzi polega na wykorzysta-

niu faktu przesłonięcia (narzędzie prawidłowe) lub nieprzesłonięcia wiązki laserowej (narzędzie uszkodzone). Zasada działania TRS2 jest odmienna.

W przypadku techniki ToolWise™ do sprawdzania stanu narzędzia wykorzystuje się unikalny układ elektroniczny rozpoznawania narzędzi, który analizuje wzorec świetlny światła odbitego od obracającego się narzędzia. Pomijane są wzorce świetlne o losowym rozkładzie, generowane przez chłodziwo i cząstki metalu. Dzięki temu zwiększa się prawdopodobieństwo wykrycia uszkodzonego narzędzia, nawet w przypadku przesłonięcia wiązki przez chłodziwo. Parametry pracy zależą również od wykończenia powierzchni narzędzia, środowiska roboczego obrabiarek oraz instalacji.



Renishaw Sp. z o.o.

ul. Szyszkowa 34, 02-285 Warszawa

T 022 5771180 F 022 5771181 E poland@renishaw.com

www.renishaw.pl

RENISHAW
apply innovation™

Potrzeba szybkości



Szybkie i pewne sprawdzanie narzędzi

Producent motocykli Ducati zdaje sobie sprawę, że produkcja bardzo dokładnych podzespołów do silników Desmodromic musi być dokładnie kontrolowana. Jednak podczas cykli obróbkowych setki tysięcy razy pobierane są z magazynu narzędzia, które mogą być uszkodzone lub złamane. Konieczna staje się redukcja tego ryzyka! Dylemat ten został skutecznie rozwiązany dzięki wykorzystaniu nowatorskiego, bezkontaktowego systemu laserowego do szybkiego sprawdzania narzędzi.

Renishaw oferuje również wiele różnych sond do automatyzacji pracy obrabiarki, umożliwiających wykonanie cykli ustawczych, inspekcyjnych i pomiarowych wykorzystujących modele 3D.

Renishaw przyspiesza produkcję .

Aby uzyskać więcej informacji zadzwoń **022 5771180** lub odwiedź stronę www.renishaw.info/speed

Struktura geometryczna powierzchni

Badania porównawcze przyrządów

Cz. 1. Eksperymentalny błąd metody

STANISŁAW ADAMCZAK*

Omówiono badania porównawcze przyrządów pomiarowych przeprowadzone w oparciu o tzw. eksperymentalny błąd metody ustalony dla określonej partii produkowanych przedmiotów.

We współczesnej metrologii ważne i decydujące znaczenie ma sprzęt pomiarowy. Problem ten szczególnie odnosi się do pomiarów stosowanych w budowie i eksploatacji maszyn oraz różnego rodzaju urządzeń mechanicznych. Jak wykazują dotychczasowe obserwacje, jakość wytwarzania i warunki praktycznego stosowania takich wyrobów są w dużej mierze uzależnione od stosowanej techniki pomiarowej wyposażonej w nowoczesne narzędzia pomiarowe, do których zaliczają się wzorce, przyrządy pomiarowe i sprawdziany. Ze względu na duży obszar kontroli różnorodnych wymiarów i ustalania wartości specjalistycznych parametrów, stosowanych jest wiele uniwersalnych i specjalistycznych przyrządów pomiarowych, wśród których ważną pozycję stanowią urządzenia służące do kontroli i sprawdzania struktury geometrycznej powierzchni.

Jak wykazuje praktyka pomiarowa, w wielu przypadkach występuje konieczność porównania dokładności stosowanych w produkcji i kontroli narzędzi pomiarowych lub nowo wyprodukowanych przyrządów i wzorców względem przyrządów wzorcowych bądź stosowanych wzorców kontrolnych. Porównania takie są w wielu przypadkach niezbędne, gdyż uzyskane wyniki pozwalają w sposób ilościowy ocenić przydatność metrologiczną używanych narzędzi pomiarowych [1]. Takie czynności metrologiczne odnoszą się zarówno do nowo wyprodukowanego sprzętu pomiarowego, jak i do sprzętu eksploatawanego w trakcie kontrolowanego procesu technologicznego. Badania porównawcze narzędzi pomiarowych mają również duże zastosowanie w badaniach laboratoryjnych prowadzonych w celu ustalenia wiarygodności otrzymanych wyników pomiarów [2]. Problem ten jest szczególnie istotny w dobie powszechnej wymiany i kooperacji w wytwarzaniu przedmiotów, które są elementami składowymi produkowanych zespołów bądź gotowych wyrobów.

W praktyce pomiarowej do badań porównawczych można zastosować dwa warianty realizacji takich zabiegów metrologicznych. Pierwszy, stosowany głównie w warunkach laboratoryjnych, polega na ustaleniu błędu dokładności poprzez wyznaczenie błędu poprawności i błędu wierności. Taki sposób badań porównawczych – przedstawiony w [3] – jest realizowany głównie przy zastosowaniu wzorców kontrolnych.

Jednak w wielu przypadkach badania porównawcze przyrządów pomiarowych powinny być wykonywane w warunkach produkcyjnych z wykorzystaniem partii przedmiotów w trakcie ich wytwarzania. Problem ten dotyczy przeważnie pomiarów poszczególnych nierówności struktury geometrycznej powierzchni, gdyż nierówności te mają różne charakterystyki w zakresie częstotliwości występowania, zmienności amplitud i odpowiedniego ukierunkowania.

Eksperymentalny błąd metody dla porównywanych przyrządów

Eksperymentalny, względny błąd metody ustalony jest zależnością:

$$w_{\Delta R} = \frac{\Delta R_p - \Delta R_a}{\Delta R_a} \quad (1)$$

gdzie:

ΔR_p – parametr oceny nierówności powierzchni ustalony dla badanego przyrządu (np. odchyłka okrągłości),
 ΔR_a – parametr ustalony dla przyrządu wzorcowego lub dla ustalonego wzorca.

Wyznaczając względny eksperymentalny błąd przyrządu pomiarowego, należy mieć na uwadze fakt, że na wartość tego błędu – oprócz błędów metody o charakterze przypadkowym, związanych z teoretycznym matematycznym modelem metody – będą miały wpływ następujące błędy:

- błąd systemu pomiarowego, obejmujący błędy:
 - czujnika pomiarowego,
 - wzmacniacza napięcia,
 - zespołów mechanicznych przyrządu pomiarowego;
- błąd wynikający ze zmiennych warunków odniesienia,
- błąd niejednorodności okrągłości, będący funkcją wysokości mierzonego przedmiotu, który jest spowodowany przybliżonym ustawieniem końcówki przyrządów przy pomiarach porównawczych,
- błąd dyskretyzacji mierzonego zarysu i komputerowej transformacji mierzonych zarysów nierówności,
- błędy usytuowania czujnika pomiarowego względem mierzonego przedmiotu.

Wnioskowanie statystyczne, jako wnioskowanie o właściwościach populacji generalnej na podstawie wyników badania próbki (lub próbek) pobranej z tej populacji, polega na szacowaniu wartości parametrów rozkładu (estymacja punktowa), znajdowaniu przedziałów ufności (estymacja przedziałowa) lub na testowaniu hipotez statystycznych.

Losowość badanych zjawisk i statystyczny (losowy) sposób ich badania powodują, że wyniki badań i decyzje, jakie się podejmuje, są również losowe i mogą być błędne. W celu zmniejszenia do minimum prawdopodobieństwa podjęcia błędnej decyzji w przyjętych badaniach statystycznych powinno się zastosować [4 ÷ 7]:

- odpowiedni wybór metody statystycznej (zależnie od posiadanych informacji o badanych właściwościach) i badań, jakie należy wykonać,
- pobranie próbki w sposób zapewniający jej reprezentatywność,
- wykonanie wszystkich czynności wynikających ze stosowania wybranej metody statystycznej ściśle wg opracowanej procedury.

* Prof. dr hab. inż. Stanisław Adamczak – Kierownik Katedry Technologii Mechanicznej i Metrologii Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach



Jesteś w centrum naszej uwagi

Dostarczamy wyjątkowe produkty

Zdobycie koszyków łożysk, które mogą pracować w temperaturach do 190°C lub łożysk odpornych na korozję, które mogą znieść temperatury do minus 162°C – oto wyzwania, jakie stoją przed konkurencyjnymi producentami pomp i sprzężarek na całym świecie. Unikalne rozwiązania dostarczane każdego dnia przez NSK pomagają im udoskonalić konstrukcję produktów, zmniejszając w ten sposób potrzeby w zakresie konserwacji, napraw i remontów generalnych.

NSK, światowy lider w dziedzinie produkcji łożysk kulkowych i wałeczkowych, inwestuje co roku ponad 60 milionów euro w opracowanie unikalnych produktów i rozwiązań, które zapewniają wyższe osiągi wyrobów firmy w coraz szerszej gamie zastosowań. Nasze doświadczenie w przemyśle nie ma sobie równych, a naszym dodatkowym atutem są profesjonalni, autoryzowani dystrybutorzy, znani z doskonałej obsługi klientów i głębokiej znajomości branży. Szkolenia i wsparcie techniczne naszych zespołów serwisowych zapewnia, że wszystkie działania koncentrują się na tym, czego Ci najbardziej potrzeba.



NSK POLSKA Sp. z o.o.

UL. MIGDAŁOWA 4/73

02-796 WARSZAWA

TEL.: 022 645 15 25

FAX: 022 645 15 29

E-MAIL: info-pl@nsk.com

www.eu.nsk.com

Statystyczne określenie błędu metody odniesieniowych sposobów pomiarów zarysów okrągłości dla wybranych próbek, z uwzględnieniem wartości odchyłki okrągłości

Przeprowadzając statystyczne badania, przyjęto odpowiednią próbkę o ustalonej liczności $n = 50$ oraz próbkę łączną o liczności $n_s = 150$. Badaną właściwością próbkę powinien być eksperymentalny błąd pomiaru, określony zależnością (1).

W ramach tych badań uwzględniono [8, 9]:

- estymację i test istotności dla wartości średniej,
- estymację i test dla wariancji i odchylenia średniego,
- oszacowanie przedziału ufności pojedynczego błędu metody dla przyjętej ufności,
- badanie zgodności rozkładu błędu metody w populacji z rozkładem teoretycznym.

Procedury estymacji i testu istotności dla wartości średniej eksperymentalnego błędu metody

W celu oszacowania wartości średniej błędu metody w analizowanej populacji, przyjęto następującą procedurę estymacji punktowej tej wartości [10]:

- wykonanie dla przyjętych próbek pomiaru błędu metody, uwzględniającego wybrany parametr oceny sprawdzanej nierówności powierzchni;
- oszacowanie wartości średniej błędu metody wg wzoru:

$$\bar{w}_{\Delta R} = \frac{1}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} w_{\Delta R_i} \quad (2)$$

gdzie:

n_s – liczność próbek,
 $w_{\Delta R_i}$ – względny błąd metody pomiaru odchyłki okrągłości dla każdego elementu w próbce.

- estymację przedziału ufności dla wartości średniej błędu metody (o rozkładzie normalnym i nieznanym odchyleniu średnim), którą ustala się ze wzoru:

$$\left(\bar{w}_{\Delta R} - t_j \frac{s}{\sqrt{n_s}}; \bar{w}_{\Delta R} + t_j \frac{s}{\sqrt{n_s}} \right) \quad (3)$$

gdzie:

$\bar{w}_{\Delta R}$ – wartość średnia błędu metody,
 s – oszacowane odchylenie średnie,
 t_j – kwantyl rozkładu t -Studenta odczytany z tablic;

- w badaniach statystycznych należy wykorzystać również test istotności dla wartości średniej błędu metody $\bar{w}_{\Delta R}$. Badaniom podlegać powinna nieznaną wartość średnia błędu metody $\bar{w}_{\Delta R}$ w populacji. Na podstawie wyników badań próbki na poziomie istotności $\alpha_s = 0,05$ można zweryfikować hipotezę zerową w postaci:

$$H_0: \bar{w}_{\Delta R} = \bar{w}_0 \quad (4)$$

gdzie:

\bar{w}_0 – hipotetyczna wartość błędu metody dla przyrządu wzorcowego (przyjęto $\bar{w}_0 = 0,02$).

Hipoteza alternatywna to:

$$H_1: \bar{w}_{\Delta R} \neq \bar{w}_0 \quad \text{albo} \quad H_2: \bar{w}_{\Delta R} < \bar{w}_0 \quad \text{albo} \quad H_3: \bar{w}_{\Delta R} > \bar{w}_0 \quad (5)$$

W celu zweryfikowania powyższych hipotez należy przyjąć następującą procedurę:

- do oszacowanej wartości średniej błędu metody $\bar{w}_{\Delta R}$ obliczenie wartości statystyki t według wzoru:

$$t = \frac{\bar{w}_{\Delta R} - \bar{w}_0}{s} \sqrt{n_s} \quad (6)$$

w którym poszczególne symbole opisano przy poprzednich wzorach,

- dla $n_s - 1$ stopni swobody, przy zależności od postaci hipotezy alternatywnej i poziomu istotności α_s , odczytanie z tablic wartości krytycznej t_{α} [12],
- porównanie wartości statystyki t z wartością krytyczną t_{α} i – zgodnie z odpowiednią tablicą – podjęcie decyzji o przyjęciu lub odrzuceniu hipotezy zerowej.

Przyjęcie hipotezy zerowej H_0 lub jej odrzucenie pozwoli na sformułowanie wniosku, czy wyznaczona średnia wartość błędu metody jest zgodna, czy niezgodna z błędem metody przyrządu wzorcowego.

Procedury estymacji i testu istotności dla wariancji i odchylenia średniego eksperymentalnego błędu metody

W celu oszacowania wariancji w populacji dla przypadku, gdy wartość średnia błędu metody jest nieznaną, należy przyjąć następującą procedurę estymacji punktowej wariancji [11]:

- dla oszacowanej wartości średniej błędu metody obliczenie wartości estymatora wariancji wg wzoru:

$$s^2 = \frac{1}{n_s - 1} \sum_{i=1}^{n_s} (w_{\Delta R_i} - \bar{w}_{\Delta R})^2 \quad (7)$$

gdzie:

n_s – liczność próbek,
 $w_{\Delta R_i}$ – błąd metody dla pomiaru poszczególnego elementu w próbce,
 $\bar{w}_{\Delta R}$ – oszacowany średni błąd metody dla próbek;

- obliczenie odchylenia średniego, jako pierwiastka kwadratowego z wariancji.

W proponowanych badaniach statystycznych zastosowano również test istotności dla wariancji eksperymentalnego błędu metody. Na podstawie wyników badań przyjętej próbki weryfikuje się na poziomie istotności $\alpha_s = 0,05$ hipotezę zerową w postaci:

$$H_0: s^2 = \sigma_0^2 \quad (8)$$

gdzie:

σ_0^2 – jest hipotetyczną wartością parametru s^2 w stosunku do hipotez alternatywnych,

$$H_1: s^2 < \sigma_0^2 \quad \text{albo} \quad H_2: s^2 > \sigma_0^2 \quad (9)$$

W celu zweryfikowania powyższych hipotez zastosowano następującą metodę:

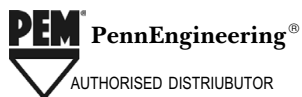
- do oszacowanej wartości wariancji błędu metody s^2 obliczenie statystyki χ^2 wg wzoru:

$$\chi^2 = \frac{(n_s - 1)s^2}{\sigma_0^2} \quad (10)$$

gdzie:

n_s – liczność próbek,
 s^2 – oszacowana wariancja,
 σ_0^2 – hipotetyczna wartość wariancji, którą przyjęto na podstawie założeń, że $\sigma_0^2 \leq 0,0144$ (dokładność, jaką powinna spełniać opracowana koncepcja);





AUTHORISED DISTRIBUTOR

Koenig – TECHNIKA MOCOWANIA I ŁĄCZENIA

KVT - Technika, która łączy

PEM – elementy wyciskane do blach cienkościennych,
płytek drukowanych i tworzyw



POLSKA Sp. z o.o.

ul. Załogowa 17, 80-557 Gdańsk
tel. 058 762 08 85 ÷ 87
tel./fax 058 762 08 88
e-mail: info@kvt-koenig.pl
www.kvt-koenig.pl

OFERTA SPECJALNA

- ✓ AUTOMAT WZDŁUŻNY CITIZEN A20
DO OBRÓBKI Z PRĘTA MAX $\varnothing 20$ mm
- ✓ 2 WRZECIONA
- ✓ 3 NARZĘDZIA NAPĘDZANE,
ŁĄCZNIE 18 NARZĘDZI
- ✓ MAGAZYNO-PODAJNIK LNS L = 3 m

AUTOMAT WZDŁUŻNY CITIZEN A20 VI
+ PODAJNIK PRĘTA LNS



= 37,00 EUR/DZIEŃ*

* oferta ograniczona, wartość 67.500 EUR oferta BZWBK,
okres leasingowania 60 miesięcy, wartość wykupu 20%

www.metalteam.pl

Wanaty, Warszawska 2E, 42-260 Kamienica Polska
tel: +48 34 326 11 51, mail: citizen@metalteam.pl

■ Szkolenia ■ Sprzedaż ■ Serwis

Mazak

CITIZEN

Okamoto



SMARY XXI WIEKU



www.enitra.pl
www.smary.info

- dla licznosci próbki $n_s > 25$ obliczenie wartosci statystyki μ wg wzoru:

$$\mu = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2n_s - 3} \quad (11)$$

w którym: χ^2 – wartosc statystyki określonej wzorem (10);

- porównanie wartosci statystyk μ z wartoscia krytyczna μ i – zgodnie z odpowiednia tablica – podjecie decyzji o przyjeciu lub odrzuceniu hipotezy zerowej [12].

Przyjecie hipotezy zerowej H_0 , lub jej odrzucenie na korzysc hipotezy alternatywnej H_1 , pozwoli na sformulowanie wniosku, czy wyznaczenie oszacowania wariancji błedu metody jest zgodne czy niezgodne z wariancja zalozona ze σ_0^2 (hipotetyczna).

Oszacowanie przedzialu ufności pojedynczego błedu metody i dokladności pomiarowej

W celu oszacowania przedzialu ufności pojedynczego błedu metody dla przyjetego poziomu istotności nalezy ustalic kwantyl t_j rozkladu t -Studenta, dla $n_s - 1$ stopni swobody, korzystajac z tablic [12].

Przedzial ufności ma postać:

$$\left(\bar{w}_{\Delta R} - t_j s, \bar{w}_{\Delta R} + t_j s \right) \quad (12)$$

gdzie:

$\bar{w}_{\Delta R}$ – srednia wartosc błedu metody,
 t_j – kwantyl rozkladu t -Studenta,
 s – odchylenie srednie błedu metody.

Dokladność pomiarowa analizowanych metod DM mozna okreslic za pomoca nastepujacej zaleznosci:

$$DM = \left| w_{\Delta R} \pm t_j s \right|_{\max} \quad (13)$$

Powyzsza zaleznosc umozliwia eksperymentalna, ilosciowa ocene dokladności pomiarowej dowolnego przyrzadu, uwzgledniajac wartosci przyjetego parametru przedmiotow z przyjetej próbki statystycznej, pomierzonych raz przyrzadem pomiarowym (uważanym za wzorcowy), a drugi raz badanym przyrzadem. Tak zdefiniowana dokladność uwzglednia eksperymentalne błedy metody zwiazane z bledami systematycznymi i przypadkowymi pomiaru tej odchyłki.

Procedure badania zgodności rozkladu eksperymentalnego błedu metody w populacji z rozkladem teoretycznym mozna sporzadzic z wykorzystaniem testu zaproponowanego w [13]. Spozród testow uzywanych do weryfikacji zgodności z rozkladem normalnym ma on bowiem najlepsze wlasciwosci, potwierdzone wynikami badan symulacyjnych. Test ten stosuje sie do danych pelnych i danych niepelnych (ucietych).

Ocena przykladowych wynikow statystycznego badania błedu metody skomputeryzowanego, odniesieniowego przyrzadu pomiarowego PSA4 z wzorcowym przyrzadem Talyrond 73, dzialajacego zgodnie z metoda pomiaru zmian promienia

W celu sprawdzenia opracowanej koncepcji w roznych procesach obróbki skrawaniem i roznych warunkach ich realizacji pobrano 3 próbki pierścienia zewnetrznego lozyska tocznego o licznosci $n_s = 50$. Próbki te reprezentowaly rodzaje obróbki typowe przy produkcji pierścieni lozysk tocznych:

- toczenie (oznaczenie próbki T),
- szlifowanie zgrubne (oznaczenie SM),
- szlifowanie wykończeniowe (oznaczenie ST).

TABLICA. Przykladowe wyniki statystycznych badan eksperymentalnego błedu metody dla pomiarow metoda odniesieniowa

Eksperymentalny blad metody proponowanej koncepcji					
Nazwa próbki	Toczenie T	Szlifowanie zgrubne SM	Szlifowanie wykończ. ST	Próbka łączna	
Licznosc, n_s	50	50	50	150	
Wartosc obserwow. – blad metody	$w_{\Delta R} \min$	-0,050	-0,054	-0,065	-0,065
	$w_{\Delta R} \max$	0,194	0,163	0,146	0,194
Wartosc srednia	0,060	0,055	0,041	0,052	
Przedzial ufności dla wartosci sredniej przy $\gamma_s = 0,95$	0,060±0,011	0,055±0,013	0,041±0,014	0,052±0,007	
Test istotności dla wartosci sredniej	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	
Wariancja w próbce s^2	0,00116	0,00206	0,00261	0,00214	
Odchylenie srednie s	0,034	0,045	0,051	0,046	
Test istotności dla wariancji	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	Odrzucic H_0 na korzysc H_1	
Test zgodności rozkladu błedu metody w populacji z rozkladem teoretycznym (normalnym)	Przyjac H_0	Przyjac H_0	Przyjac H_0	Przyjac H_0	
Przedzial ufności dla pojedynczego błedu metody	0,060±0,068	0,055±0,090	0,041±0,102	0,052±0,092	
Dokladność metody PM, %	12,8	14,5	14,3	14,4	

Tablica podaje przykladowe wyniki badan statystycznych błedu metody odniesieniowych sposobow pomiarow zarysow okragłosci wykonanych dla przyjetych do oceny 3 próbek po $n_s = 50$ oraz próby łącznej $n_s = 150$, uwzgledniajace wartosci parametrow próbki, ocene przyjetych testow, oszacowanie przedzialow ufności i badania zgodności rozkladu błedu metody w populacji z rozkladem teoretycznym. Obliczenia statystyczne wykonano wykorzystujac specjalny program komputerowy GROD-EBM.

Uzyskane wartosci srednie względnego eksperymentalnego błedu przyrzadu pomiarowego PSA4 oraz przedzialy ufności pojedynczego błedu wskazuja na to, ze dla poszczególnych badanych próbek osiagnięto dokladność pomiaru odchyłki okragłosci w granicach 12,8 ÷ 14,5% (tablica). Porównujac otrzymane srednie wartosci tego błedu i obliczone przedzialy ufności pojedynczego błedu pomiaru z obliczonymi teoretycznymi bledami metody, mozna stwierdzic, ze błedy te sa zblizone do siebie wartosciami. Dowodzi to, ze na dokladność pomiaru odchyłki okragłosci zasadniczy wplyw ma analizowany i obliczony przypadkowy blad metody. Przyjmujac, ze obliczony eksperymentalny blad metody pomiaru jest wystarczajaca miara dokladności oraz uwzgledniajac akceptowane powszechnie zalozenia, iz w kontroli technicznej dokladność przyrzadu pomiaru struktury geometrycznej powierzchni powinna zawierac sie w granicach 10 ÷ 25%, w badaniach naukowych 5 ÷ 15%, a przy pomiarach wzorców chropowatości, falistości powierzchni i zarysów kształtu oraz w badaniach podstawowych nawet 2 ÷ 5%, na podstawie obliczonej względnej dokladności, mozna stwierdzic jednoznacznie, ze przyrzad pomiarowy PSA4 zapewnia wystarczajaca dokladność pomiaru.

Dla uzyskanej dokladności efektywne sa odniesieniowe metody pomiaru jako dokladne i zapewniajace pelna informacje o wartosciach odchyłki okragłosci mierzzonego zarysu. Odrzucenie hipotezy H_0 testu istotności dla wartosci sredniej błedu metody $\bar{w}_{\Delta R}$ dla kazdej próbki pozwala na sformulowanie wniosku, ze wyznaczona srednia wartosc błedu metody jest niezgodna (nieprzypadkowa) z bledem metody przyrzadu wzorcowego. Dowodzi to, ze

w całym procesie pomiarowym występują nieokreślone wielkości o charakterze systematycznym i przypadkowym oraz parametry konstrukcyjne elementów przyrządów i parametry regulowane zastosowanego systemu pomiarowego, mające wpływ na dokładność pomiaru. Natomiast odrzucenie hipotezy H_0 na korzyść H_1 testu istotności dla wariancji i odchylenia średniego eksperymentalnego błędu metody dla każdej próbki z osobna i próbki łącznej dowodzi, że oszacowane wariancje są zgodne z wariancją założoną, charakteryzującą własność zastosowanego przyrządu wzorcowego. Potwierdza to, że rozrzut uzyskiwanych wyników pomiarów dla porównywalnych przyrządów jest nieistotny (przypadkowy). Dla wszystkich badanych próbek została przyjęta hipoteza H_0 testu badania zgodności rozkładu błędów metody w populacji z rozkładem teoretycznym. Pozwoliło to na sformułowanie wniosku, że rozkład błędów metody dla każdej próbki jest zgodny z rozkładem normalnym, co uzasadnia zastosowanie przyjętych zasad estymacji i testów statystycznych dla badanych próbek.



W artykule przedstawiono sposób statystycznego porównania przyrządów pomiarowych za pomocą tzw. błędu eksperymentalnego metody. Ten sposób pozwala na ocenę względnego błędu dokładności porównywalnego przyrządu pomiarowego z przyrządem wzorcowym. Taka ocena umożliwia odpowiednią kwalifikację sprawdzanego przyrządu, która jest ustalona w oparciu o próbki statystycznie mierzonych przedmiotów, reprezentujące różną strukturę nierówności powierzchni charakterystycznych dla poszczególnych rodzajów obróbki skrawaniem. Jak wykazała praktyka pomiarowa przyjęte procedury umożliwiają ocenę przyrządów pomiarowych bezpośrednio w produkcji, gdyż została zweryfikowana w wielu badaniach dokładności różnych przyrządów stosowanych do pomiaru struktury geometrycznej powierzchni.

LITERATURA:

1. J. TOMASIK (red): Sprawdzenie przyrządów do pomiaru długości i kąta. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej Warszawa 2003.
2. Polskie Centrum Akredytacyjne: Polityka Polskiego Centrum Akredytacji. Wyd.3, Warszawa 2007.
3. S. ADAMCZAK: Struktura geometryczna powierzchni. Cz. 1. Przyrządy pomiarowe. Informacje podstawowe dotyczące metrologii ogólnej. *Mechanik* 10/2006, s. 736÷740.
4. S. BRANDT: Metody statyczne i obliczeniowe analizy danych. PWN Warszawa 1976, s.280.
5. Cz. PLATT: Problemy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. PWN Warszawa 1977, s. 560.
6. M. KORZYRSKI: Metodyka eksperymentów. Planowanie i realizacja i statystyczne opracowanie wyników eksperymentów technologicznych. WKŁ Warszawa 2006.
7. M. DOBOSZ: Statystyczna analiza wyników badań. Akademicka Oficyna Wydawnicza Warszawa 2001.
8. PN-ISO 3534-1:2002. Statystyka – Terminologia i symbole – Część 1: Ogólne terminy z zakresu rachunku prawdopodobieństwa i statystyki
9. PN-82/N-01052.00. Statystyka matematyczna. Badania statystyczne. Zasady prowadzenia badań statystycznych (norma wycofana bez zastąpienia)
10. PN-83/N-01052.02. Statystyka matematyczna. Badania statystyczne. Estymacja i test istotności dla wartości średniej (norma wycofana bez zastąpienia)
11. PN-83/N-01052.04. Statystyka matematyczna. Badania statystyczne. Estymacja i test istotności dla wariancji i odchylenia średniego (norma wycofana bez zastąpienia)
12. R. ZIELIŃSKI, W. ZIELIŃSKI: Tablice statystyczne. WNT Warszawa 1987.
13. M.L. TIKU: Goodness of Fit Statistics Based on the spacings of Complete or Censored Samples. *Australian Journal of Statistics*, 22, 1980, s. 260÷275. ■



Pomiary tak proste jak mierzenie kostki

FARO Laser ScanArm V3 umożliwia pomiary skomplikowanych elementów z łatwością jakbyśmy mierzyli zwykłą kostkę. Nie ma znaczenia czy to będzie: inspekcja, weryfikacja chmury punktów z modelem CAD, szybkie prototypowanie, reverse engineering czy modelowanie 3D.



Więcej informacji na stronie

www.scan-arm.com

lub pod numerem telefonu: 00 800 - 3276 7253

Czujniki elektroniczne ID-H

Ciągły postęp w dziedzinie elektroniki nie omija również branży metrologicznej. Coraz bardziej rozbudowane i zintegrowane urządzenia pomiarowe pojawiają się każdego roku w ofertach światowych liderów w produkcji sprzętu pomiarowego. Mylnie jednak będzie stwierdzenie, że producenci koncentrują się wyłącznie na sprzęcie nowej generacji. Również w dziedzinie klasycznych przyrządów pomiarowych można zaobserwować bardzo wiele udoskonaleń. Przykładem są **elektroniczne czujniki pomiarowe ID-H** ①.



Wprawdzie wykonywane są jedynie w dwóch zakresach pomiarowych (30 i 60 mm), ale z powodzeniem można je zaliczyć do grupy czujników pomiarowych najwyższej klasy. Przy zmiennej rozdzielczości pomiarowej (do wyboru: 1 lub $0,5 \mu\text{m}$!) – maksymalny błąd pomiarowy nie przekracza $2,5 \mu\text{m}$ dla zakresu 30 mm oraz $3,5 \mu\text{m}$ dla zakresu 60 mm.

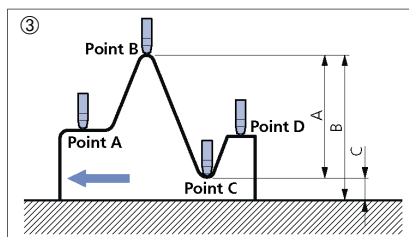
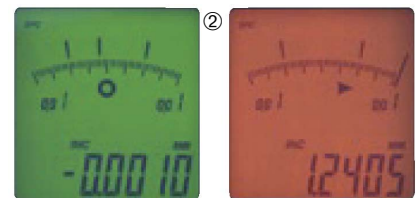
Urządzenie ma rozbudowany wyświetlacz z dużymi cyframi, który ułatwia odczyt wartości pomiarowej z większej odległości.

Ułatwieniem dla operatora podczas kontroli seryjnej produktów jest również zmiana koloru wyświetlacza z zielonego na czerwony w momencie przekroczenia granic tolerancji ②.

Podczas pomiaru z punktu A do punktu D czujnik obliczy różnicę pomiędzy wartością maksymalną oraz minimalną (A), ponadto z pamięci czujnika można wyświetlić wartość maksymalną (B) i minimalną (C) ③.

Zaimplementowano również wiele dodatkowych funkcji: zmianę kierunku pomiaru, możliwość przełączania trybu pomiarowego (względny/bezwzględny), możliwość blokady zmian ustawień czujnika itp.

Czujnik ma wyjście danych DIGIMATIC; oprócz tego istnieje możliwość podłączenia go bezpośrednio do komputera poprzez port RS232. Pozwala to na zbudowanie zaawansowanego systemu sterowania, a także (po zainstalowaniu odpowiedniego oprogramowania) na tworzenie statystyk pomiarowych.



Dodatkowym atutem tej serii czujników jest sterowanie za pomocą pilota ④ (zasięg do 6 m). Brak kontaktu operatora z czujnikiem eliminuje błąd ustawienia, którego przyczyną może być użytkownik. Za pomocą pilota można sterować jednym czujnikiem, jak też całą ich grupą. Obecność kilku czujników w bardziej skomplikowanym systemie pomiarowym nie stanowi problemu. Każdemu z nich można przypisać uniwersalny identyfikator ID. Pilot będzie sterował określoną grupą czujników z wyspecyfikowanym ID. Istnieje możliwość przypisania 14 różnych grup identyfikatorów ID.



Niekonwencjonalne rozwiązania, bogactwo dodatkowych funkcji, a przede wszystkim bardzo wysoka precyzja pomiaru przekonują, że czujniki firmy Mitutoyo należą pod względem jakości do najwyższej światowej klasy. Na ich przykładzie widać, że nowości technologiczne są w tej branży obecne i na pewno będą w przyszłości implementowane również do tego typu urządzeń.

Bardziej skomplikowane urządzenie jest wprawdzie trudniejsze w obsłudze, ale coraz większe możliwości przyrządów pomiarowych pozwalają na montowanie coraz bardziej rozbudowanych systemów pomiarowych, które w znacznym stopniu upraszczają pracę, pozwalają na oszczędność czasu i eliminują niektóre źródła błędów.

Zapraszamy do nowo otwartej sali szkoleniowo-demonstracyjnej, gdzie można się zapoznać z wieloma urządzeniami firmy Mitutoyo oraz sprawdzić ich przydatność. Więcej szczegółów na stronie internetowej www.bhkarcz.pl

Mgr inż. Grzegorz Karcz

Informacji udziela Biuro Handlowe KARCZ – autoryzowany przedstawiciel firmy Mitutoyo, światowego lidera w dziedzinie produkcji przyrządów pomiarowych.

Jesteśmy również przedstawicielami firm:



**Biuro Handlowe
KARCZ Sp. z o.o.**

ul. Jarosława Dąbrowskiego 54a
34-120 Andrychów
tel./fax 033 875 83 76

e-mail: bhkarcz@bhkarcz.pl
www.bhkarcz.pl

Zapraszamy do naszego stoiska C18 na targach STOM w Kielcach w dniach 26 ÷ 28.03.2008 r.

NAJBARDZIEJ UNIWERSALNY PRODUCENT ZESPOŁÓW NAPĘDOWYCH



FZN Marbaise LS Sp. z o.o.
 ul. Bałtycka 6, 61-014 Poznań
 tel.: 061 87 43 712 ÷ 15 fax: 061 87 80 179
 fzn.marbaise@leroysoyer.com www.fznmarbaise.pl

PRODUKUJEMY PRZEKŁADNIE do 400 kW:

- walcowe
- ślimakowe
- kątowno-walcowe
- planetarne
- bezluzowe
- ślimakowo-planetarne
- ślimakowo-zespolone
- walcowo-kątowno-walcowe
- specjalne na zamówienie

OFERUJEMY:

- ✦ silniki prądu zmiennego
- ✦ silniki prądu stałego
- ✦ układy sterowania
- ✦ siłowniki elektryczne

Napędzamy świat

SEW-EURODRIVE
 Polska Sp. z o.o.
 92-518 Łódź, ul. Techniczna 5
 tel. +48 42 677 10 90-98
 fax +48 42 677 10 99

Biuro techniczne:
 85-766 Bydgoszcz
 ul. Fordońska 246
 tel. +48 52 360 65 90
 fax +48 52 360 65 91

Biuro techniczne:
 78-400 Szczecinek
 ul. Mickiewicza 2
 tel. +48 94 372 88 20
 fax +48 94 372 88 21

Biuro techniczne:
 43-100 Tychy
 ul. Nad Jeziorem 87
 tel. +48 32 217 50 26-27
 fax +48 32 227 79 10

SEW EURODRIVE

SEW SERVICE
 EURODRIVE
 0 602 739 739 (0 602 SEW SEW) 24h

Układy napędowe \ Przekładnie \ Motoreduktory \ Falowniki \ Serwis



www.sew.pl

www.sew.pl

Artykuł promocyjny

Nowoczesne rozwiązania stosowane w przemyśle

Transport wewnętrzny



Istniejąca od 1906 r. firma CHIORINO S.p.A. jest jedną z wiodących na świecie firm zajmujących się produkcją taśm transportujących i pasów napędowych.

Produkty wytwarzane są w oparciu o duże doświadczenie i wiedzę branżową, z zastosowaniem nowoczesnych technologii i konstrukcji, nadszających za nowymi wymogami klientów. Cały proces produkcyjny, począwszy od doboru materiałów, poprzez konstrukcję, nadążającą za nowymi wymogami klientów, badania oraz obsługę serwisową klienta, stymulowany jest procedurami systemów zarządzania ISO 9001 i ISO 14001. Funkcjonujące systemy gwarantują wysoką jakość produktów, stabilność wszystkich faz procesu wytwarzania i komfortową obsługę klienta. Cały proces produkcyjny prowadzony jest z poszanowaniem środowiska naturalnego. Istniejące zakłady badawcze, oprócz prowadzenia badań naukowych, podstawowych badań testowych własnych produktów, wykonują specjalistyczne, precyzyjne urządzenia, niezbędne do wytwarzania, przygotowywania oraz łączenia pasów napędowych i taśm transportujących. Ciągłe ulepszanie technologii wytwarzania oraz doskonalenie konstrukcji produktów gwarantują firmie CHIORINO pozycję w czołówce najlepszych światowych firm w tej branży, jak również ułatwiają coraz bardziej efektywne zdobywanie rynku.

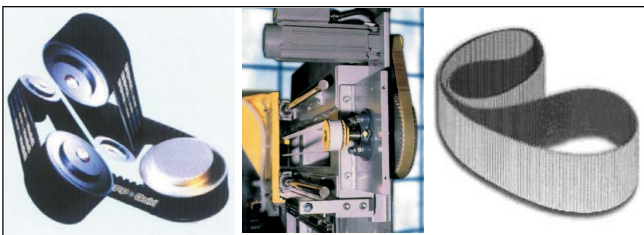


Napęd maszyn i urządzeń



Firma Megadyne S.R.L. funkcjonuje na rynku od 1957 r. Przez cały czas, czynione są wysiłki w celu podnoszenia jakości wyrobów oraz zakresu oferowanego asortymentu. Cały proces produkcyjny funkcjonuje w systemach jakości ISO 9001 i ISO 14001. Wysoki standard produkcji i świadczonych usług ugruntował pozycję Megadyne jako światowego lidera w produkcji poliuretanowych i gumowych pasów napędowych.

Jako przedstawiciele firmy Megadyne, jednego z największych producentów pasów i kół napędowych, kompleksowo obsługujemy klientów w zakresie dostaw elementów standardowych i specjalnych przenoszenia napędu, takich jak pasy: zębate, klinowe, klinowe zespolone, wielorowkowe, wariatorowe, płaskie bezkońcowe oraz koła i wałki do wymienionych pasów. Oferta Megadyne obejmuje również pasy specjalne, a w szczególności łączone, perforowane, z frezowanymi zębami, z mocowanymi zabierakami oraz pasy pokrywane materiałami specjalnymi typu linatex, neopren, sylomer, AVAFC itp. Produkty Megadyne znajdują zastosowanie we wszystkich dziedzinach przemysłu, gdyż realizują różne funkcje, jak: przenoszenie mocy w napędach, synchronizacja podzespołów maszyn i urządzeń, pozycjonowanie liniowe, transport specjalistyczny (działanie podciśnienia, ciśnienia – pasy perforowane), transport ogólny. Pasy uzbrojone w zabieraki służą do: precyzyjnego pozycjonowania, utrzymywania, wybierania części w procesach produkcyjnych. Pokrycie pasów różnorodnymi strukturami nadaje stronie transportującej specjalne właściwości: różną przyczepność, różną twardość, ścieralność, porowatość itp. Jako pasy specjalne wykorzystywane są do transportu ogólnego (np. transport szyb, różnego rodzaju paneli, jak również drobnych elementów). Spośród pasów zębatach, przeznaczonych do napędu, na wyróżnienie zasługują pasy o profilu parabolicznym zęba typu RPP Gold.



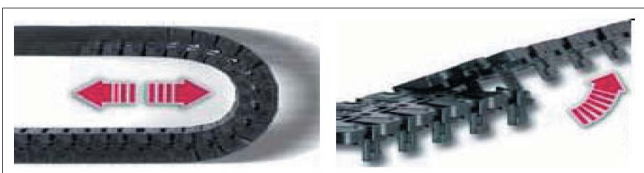
Prowadniki przewodów



W 1953 r. założyciel KabelSchlepp wyprodukował pierwszy na świecie prowadnik do przewodów i węży. Rok później zarejestrowano działalność KabelSchlepp GmbH w Siegen. Obecnie KabelSchlepp ma sieć przedstawicielstw w większości krajów świata. Jako lider produkcji systemów prowadzenia i ochrony przewodów energii stale wprowadza coraz doskonalsze rozwiązania stosowane obecnie we wszystkich gałęziach przemysłu. Rozwój firm budujących nowoczesne maszyny i urządzenia jest nierozdzielnie związany z produktami KabelSchlepp.

W dobie redukcji kosztów i komputeryzacji przemysłu nie można zadowalać się jedynie wysoką jakością pracy maszyn. Konieczna jest również ich najwyższa wydajność. Stąd potrzeba automatyzacji procesów produkcyjnych. Nie byłaby ona możliwa bez szybkiego i bezpiecznego prowadzenia przewodów energii. W tych dziedzinach KabelSchlepp wychodzi naprzeciw oczekiwaniom konstruktorów, producentów i użytkowników.

Naszym zadaniem jest nie tylko dostawa produktów najwyższej jakości, ale również troska o optymalne działanie Państwa maszyn i urządzeń. To, co wczoraj stanowiło wizję przyszłości, dziś jest już u nas standardem.



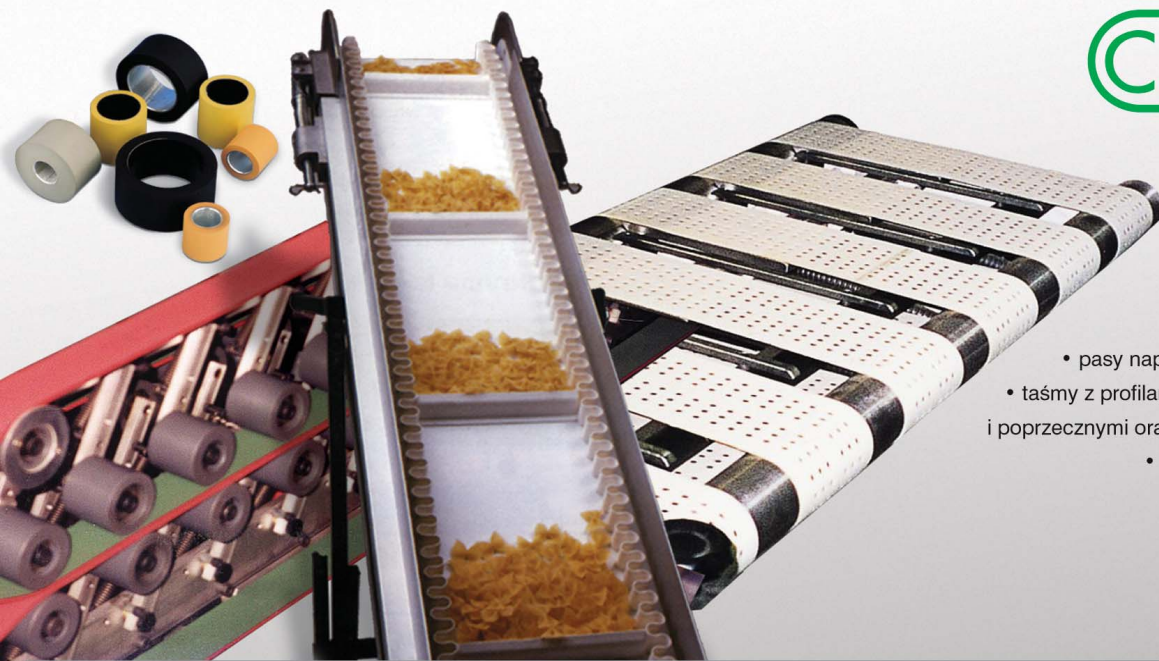
CHIORINO

1906

Chiorino Sp. z o.o. jest oddziałem
Chiorino (Włochy)

Produkujemy:

- taśmy transportujące standardowe i specjalne,
- pasy napędowe płaskie,
- pasy napędowo-transportujące okrągłe i klinowe,
- taśmy z profilami: burtami falistymi, klinami wzdłużnymi i poprzecznymi oraz zabierakami o różnej geometrii profilu,
- osłony na wałki maszyn włókienniczych,
- okładziny przeciwślizgowe



Chiorino Sp. z o.o.

tel. (052) 348 77 08, 09, fax (052) 348 77 15, ul. Piękna 13, 85-303 Bydgoszcz
chiorino@chiorino.com.pl, www.chiorino.com.pl
serwis 24h 509 351 455

MD MEGADYNE

Megadyne CE Sp. z o.o. oraz Megadyne Production Poland są oddziałem
Megadyne (Włochy)

Produkujemy:

- pasy zębate standardowe bezkońcowe i łączone,
- pasy klinowe i wielorowkowe,
- pasy płaskie bezkońcowe,
- pasy z dodatkowymi pokryciami, perforacjami i profilami na powierzchni pasa,
- koła pod pasy zębate,
- koła do pasów klinowych, wieloklinowych, wielorowkowych,
- rolki napinające,
- koła niestandardowe wg specyfikacji klienta



Megadyne CE Sp. z o.o. Megadyne Production Poland Sp. z o.o.

tel. (052) 348 77 12, 13, fax (052) 348 77 15, ul. Piękna 13, 85-303 Bydgoszcz
megadyne@megadyne.com.pl, www.megadyne.com.pl
serwis 24h 500 167 827

KABELSCHLEPP

Kabelschlepp Sp. z o.o. jest oddziałem
Kabelschlepp (Niemcy)

Produkujemy:

- przewodniki do przewodów elektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych, wykonanych z tworzyw sztucznych, stali ocynkowanej i nierdzewnej, w wersji otwartej i zamkniętej
- osłony roletowe z różnych materiałów,
- osłony spiralne, teleskopowe i mieszkowe,
- zgarniacze wiórów
- transportery wiórów



Kabelschlepp Sp. z o.o.

tel. (052) 348 77 10, 11, fax (052) 348 77 15, ul. Piękna 13, 85-303 Bydgoszcz
kabelschlepp@kabelschlepp.com.pl, www.kabelschlepp.com.pl
serwis 24h 509 141 026

Elektrohydrauliczne układy EFM sterujące osprzętem maszyn budowlanych

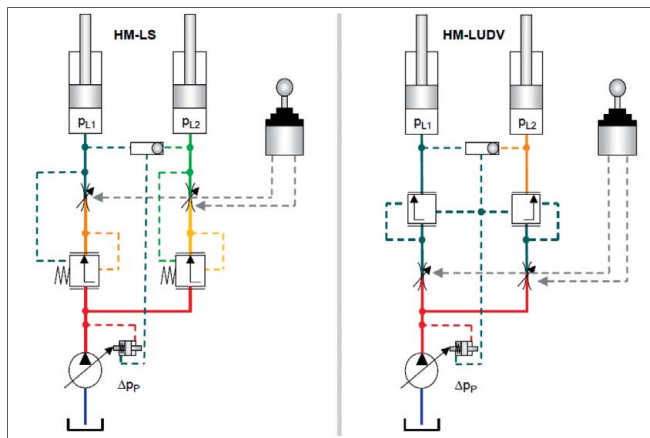
■ **Układy sterujące LS i LUDV.** Główną cechą osprzętu w maszynach roboczych jest obecność dużej liczby odbiorników hydraulicznych. Sterowanie osprzętem polega na włączaniu ich ruchów roboczych, przy czym niektóre z nich muszą pracować synchronicznie. Ze względu na ograniczenie miejsca do zabudowy układu hydraulicznego oraz na minimalizację kosztów w wielu aplikacjach zdecydowano się na jego zasilanie z jednej pompy.

W celu zapewnienia jednoczesnego włączenia kilku odbiorników pracujących niezależnie z różnym ciśnieniem i przepływem oleju, w poszczególnych sekcjach rozdzielacza stosuje się kompensatory ciśnienia. Wykorzystywane są dwie konstrukcje sekcji rozdzielacza z kompensatorem ciśnienia pracującym „pod strumień oleju” typu LS (Load Sensing) i pracującym „ze strumieniem oleju” typu LUDV (Lastdruck Unabhängige Durchfluss Verteilung).

Pompa zmienna zasilająca rozdzielacze LS i LUDV sterowana jest ciśnieniowym układem hydromechanicznym. Wydajność pompy utrzymuje stałą różnicę ciśnień Δp pomiędzy ciśnieniem głównym a ciśnieniem w linii LS. Różnica ciśnień, a zatem i wydajność pompy, nie jest zależna od ciśnienia głównego wytwarzanego w wyniku obciążenia odbiorników.

Podczas zmiany przepływu oleju przez rozdzielacz następuje ciągła regulacja wydajności pompy, co skutkuje dobrym wykorzystaniem energii napędzającej układ.

Dzięki tym zaletom układ LS jest powszechnie stosowany w aplikacjach wymagających jednoczesnego włączenia kilku odbiorników pracujących z różnymi przepływami i ciśnieniami, zachowując wysoką dokładność sterowania – niezależną od obciążenia układu. Takimi aplikacjami są np. układy sterujące osprzętem koparki. Są one zasilane przez jedną pompę.



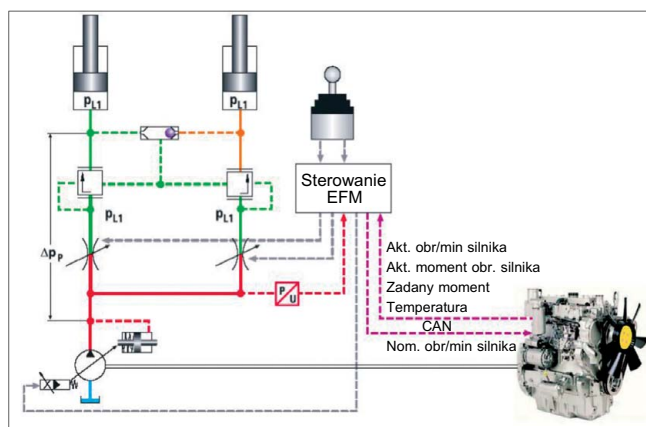
Rys. 1. Schemat ideowy układu LS i LUDV

■ **Idea EFM.** Dobre charakterystyki techniczne rozdzielaczy typu LS i LUDV są nadal ulepszone w zakresie sterowania i sprawności układów LS i LUDV. W wyniku tych prac powstał układ typu EFM (Electrohydraulic Flow Matching).

W przypadku zastąpienia w pompie sterowania hydraulicznego sterowaniem elektrohydraulicznym z zadajnikiem zmiana nastawy wydajności pompy odbywa się poprzez zmianę wielkości elektrycznych. Jeżeli wydajność pompy odpowiada natężeniu przepływu, które wyni-

ka z nastawy zadajnika (a tym samym odpowiada nastawie rozdzielacza sterowanego przez ten sam zadajnik), uzyskuje się następujące korzyści:

- wzrost sprawności układu,
- niezależność wydajności pompy od obciążenia (zwiększenie trwałości układu),
- pompa sterowana jest bezpośrednio – równolegle (w sposób zsynchronizowany) z rozdzielaczem – jednym zadajnikiem, dzięki czemu uzyskuje się poprawę nadążności układu.



Rys. 2. Koncepcja układu EFM

■ **EFM w praktyce.** Teoretyczno-koncepcyjne założenia układu EFM zostały sprawdzone również poprzez rzeczywiste zachowania w różnych aplikacjach. Najlepsze wyniki uzyskano w ciągnikach rolniczych. Oto przykład.

Oceniano stopień wykorzystania energii na przykładzie ruchu wysięgnika kosiarki. Wysięgnik wykonuje standardowe ruchy ustawcze, a dodatkowo – w przypadku napotkania przez kosiarkę przeszkody – kosiarka jest gwałtownie podnoszona i wyłączany jest układ jazdy traktora. Do sterowania ramieniem kosiarki zastosowano układ hydrauliczny z relatywnie dużym przepływem przy średnim maksymalnym ciśnieniu. Porównanie stopnia wykorzystania energii po godzinie pracy układów hydraulicznych typu LS i EFM wypadło na korzyść (w przybliżeniu o 5%) układu EFM. Ta oszczędność zapotrzebowania na energię zależy w dużym stopniu od punktu pracy układu. Na podstawie badań można stwierdzić, że w porównaniu z układem LS, średnia moc potrzebna do napędu układu EFM jest niższa.

■ **Wnioski.** Wyniki pomiaru parametrów układu hydraulicznego EFM są bardzo zachęcające. Hydraulika robocza EFM jest znacznie prostsza w porównaniu z LS. Lepsze są parametry układu EFM – jego energochłonność, dokładność i nadążność sterowania.

Do budowy układu zastosowano seryjnie produkowane komponenty. W celu uzyskania korzystniejszych wyników pompa i rozdzielacz były dodatkowo kalibrowane.

Mając na uwadze duże korzyści w pracy maszyn z układem EFM, można oczekiwać, że będą one sukcesywnie doskonalone oraz znajdą coraz powszechniejsze zastosowanie.

Zakres działania:

Hydraulika
w technice
mobilnej

Rozwiązanie:

Systemy, które
wprowadzają
więcej ruchu



Rexroth. Połączone technologie od jednego dostawcy

Zawsze znajdujemy odpowiednią drogę, by udostępnić Państwu zalety innowacyjnych rozwiązań. Z tą myślą stworzyliśmy dla różnych branż samojezdnych maszyn rolniczych sieć centrów kompetencyjnych i instytucji badawczych. W programie produkcyjnym Bosch Rexroth znajdują Państwo wszelkie elementy hydrauliczne, mechaniczne i elektroniczne do napędu i sterowania samojezdnych maszyn roboczych, połączone w moduły i systemy. Oprócz tego oferujemy profesjonalne usługi serwisowe gwarancyjne i pogwarancyjne. Bosch Rexroth, będąc globalnym dostawcą branży „budowa maszyn i urządzeń”, opanował wszystkie istotne technologie w zakresie napędów i sterowania; od mechaniki przez hydraulikę, pneumatykę aż do elektroniki. Bosch Rexroth. **The Drive & Control Company**

Bosch Rexroth Sp. z o.o.
ul. Jutrzenki 102/104,
02-230 Warszawa
tel. 22 / 738 18 00
www.boschrexroth.pl
e-mail: info@boschrexroth.pl

Biura Regionalne:

Gdańsk	58 / 520 89 90	Szczecin	91 / 483 67 82
Katowice	32 / 363 51 00	Warszawa	22 / 738 19 00
Poznań	61 / 816 77 60	Wrocław	71 / 364 73 20
Rzeszów	17 / 865 86 07		

Electric Drives
and Controls

Hydraulics

Linear Motion and
Assembly Technologies

Pneumatics

Service

Rexroth
Bosch Group

Laser Znaczy Wszystko®

Laser włóknowy rewolucjonizuje technologię laserowego znakowania i istotnie wpływa na jej upowszechnienie

Użycie laserów włóknowych w urządzeniach do znakowania przewartościowało wszystkie pojęcia należne znanym dotychczas laserowym urządzeniom znakującym. Te nowe urządzenia pozwalają na ich zastosowanie w większości przypadków, w których stosowano do tej pory lasery Nd:YAG wyposażone w lampy lub diody pompujące. Mają one cechy, o których do niedawna można było tylko marzyć. Najważniejsze to:

- znacząco niższa cena zakupu;
- bezobsługowa praca, brak elementów wymiennych czy zużywających się;
- wysoka sprawność, niski pobór energii, chłodzenie powietrzem;
- mały rozmiar, łatwa integracja, mobilność;
- wysoka jakość wiązki laserowej, precyzja rysowania, głębokie grawerowanie, brak deformacji cieplnych;
- wysoka niezawodność właściwa urządzeniom telekomunikacyjnym (włókno światłowodowe).

e-SolarMark firmy Solaris Laser S.A.

Laserowa znakowarka e-SolarMark FL wytwarzana przez Solaris Laser S.A. posiada wszystkie wymienione cechy, a także wiele więcej zalet, wynikających z ponad 15-letniego doświadczenia firmy w wytwarzaniu laserowych urządzeń do przemysłowego znakowania wyrobów. Tak, jak i pozostałe urządzenia klasy e-SolarMark, wersja FL wyposażona jest w:

- opcję lokalnego lub zdalnego wyboru, modyfikacji i tworzenia plików;
- interfejs z ekranem dotykowym (również w języku polskim) do lokalnej edycji pliku;
- ochronę dostępu kodem PIN;
- system wymiany danych przez sieć LAN/Ethernet, RS232 i USB.

Znakowarka e-SolarMark FL stosowana jest do znakowania (zmiana barwy powierzchni) i grawerowania (głęboki ubytek materiału) metali, tworzyw sztucznych, ceramiki, gumy oraz różnego rodzaju materiałów i folii opakowaniowych.

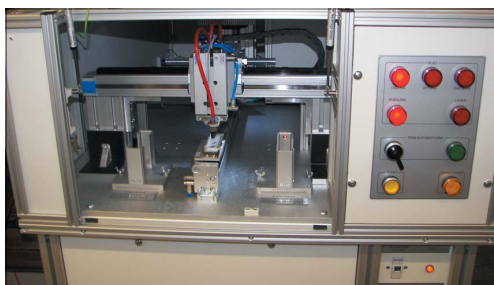


Rys. 1. Uniwersalne stanowisko wolnostojące e-SolarMark do znakowania narzędzi i części maszyn z metali



Rys. 2. Przykład laserowego znakowania na trzpieniu frezarskim

Przedmioty mogą być znakowane w trybie dynamicznym, gdy znakowany przedmiot porusza się, a wiązka laserowa wykonuje oznaczenie „w locie”. Możliwe jest również znakowanie stacjonarne, tzn. gdy produkt pozostaje nieruchomy w trakcie procesu znakowania. W obu przypadkach uzyskujemy wysoką jakość napisów wykonanych linią ciągłą.



Rys. 3. Automatyczne stanowisko wolno stojące e-SolarMark do znakowania tabliczek aluminiowych



Rys. 4. Przykład laserowego znakowania na tabliczkach aluminiowych

Treść oznaczeń może składać się z dowolnie zaprojektowanych kombinacji znaków, kodów i elementów graficznych identyfikujących producenta lub produkt, zawierających zmienne informacje, takie jak: data, czas, numery seryjne i wiele innych. Urządzenia e-SolarMark przygotowane są do wysoko wydajnej pracy i mogą znakować – w zależności od aplikacji – do 1600 znaków na sekundę.

Urządzenie dostępne jest w klasie IV do integracji z linią produkcyjną, w klasie I w standardowej obudowie typu desktop, gotowe do natychmiastowego użycia oraz na zamówienie w wykonaniu specjalnym, zgodnie ze specyfikacją nabywcy.

www.solarislaser.com.pl

15 lat doświadczenia
w wytwarzaniu urządzeń laserowych

Ponad 2000 instalacji
w kilkudziesięciu krajach



SOLARIS S.A.
L A S E R
www.solarislaser.com.pl

Laser znakujący nowej generacji

e-SolarMarkFL



- Minimalne koszty użytkowania
- Brak elementów zużywających się
- 2 lata gwarancji




Znakowanie narzędzi pomiarowych i skrawających, części maszyn z metali i tworzyw sztucznych, tabliczek, obudów, galanterii użytkowej i reklamowej.




Solaris Laser S.A. – ul. Wynałazek 6, 02-677 Warszawa
tel.: (022) 856 89 70, fax: (022) 843 26 36, e-mail: info@solarislaser.com.pl

Nowości firmy igus®

„Triflex RS” do prowadzenia przewodów na małej przestrzeni

Stosowane w robotyce faliste przewody giętkie z tworzywa sztucznego mogą ulec pęknięciu lub rozerwaniu i łatwo się skręcają. Ekspert w dziedzinie systemów zasilania – firma **igus** z Kolonii – stworzyła wielowymiarowy, ruchomy system prowadzenia przewodów „Triflex R” ze zdefiniowaną swobodą ruchu w osiach X, Y oraz Z. Do zastosowań na małej przestrzeni konstrukcyjnej dostępny jest teraz – jako nowość – uniwersalny moduł o nazwie „Triflex RS”, który umożliwia prowadzenie systemu zasilania równoległe do ramienia robota w sposób zapewniający oszczędność miejsca oraz zapobiegający tworzeniu się pętli.



Rys. 1. „Triflex RS” to system prowadzenia przewodów równoległe do ramienia robota, poruszający się w kilku osiach, w sposób zapewniający oszczędność miejsca

Prowadnik przewodów „Triflex R”, wyróżniony licznymi nagrodami w dziedzinie wzornictwa przemysłowego, jest przeznaczony dla użytkowników i produ-



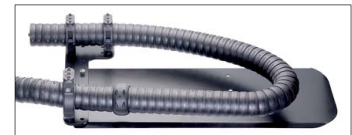
Rys. 2. Zintegrowana sprężyna odciągająca wytwarza odpowiednie napięcie wstępne, co zapobiega powstawaniu pętli na głowicy robota

centów robotów. „Triflex R” funkcjonuje według zasady kula/panew (zasada naczepty). Panew i kula zapewniają po zatrzaśnięciu elastyczne ruchy w trzech osiach, a optymalne zamknięcie siłowe gwarantuje wysoką wytrzymałość na rozciąganie. Możliwe jest skręcanie osi wzdłużnej do $\pm 380^\circ/m$. Zarówno w ruchu po promieniu, jak i w ruchu skrętnym, system prowadzenia przewodów – dzięki ogranicznikom wewnętrznym – oferuje minimalny promień gięcia, co chroni przewody. Swoboda ruchów całej

go systemu usprawnia szybkie uczenie robota.

Możliwość bezpośredniego zamontowania. Moduł „Triflex RS” można montować bezpośrednio do wszystkich punktów mocowania na robotach. Nie są konieczne specjalne projekty: system prowadzenia przewodów łączy się luźno w odpowiedniej długości w przedniej części robota i mocuje za pomocą elementu przyłączeniowego do szóstej osi.

Nie tworzą się pętli. Bezsmarowy system zasilania „Triflex R” ma zintegrowaną sprężynę odciągającą. Dzięki zastosowaniu kołków sprężystych umieszczonych w modułach wytwarzane jest automatycznie odpowiednie napięcie wstępne. Mechanizmy odciągania funkcjonują podobnie do mechanizmów wędziska wędkarskiego.



Rys. 3. Nowy moduł uniwersalny „Triflex RS” do robotów

utrzymując zawsze odpowiednie napięcie systemu prowadzenia energii. W ten sposób system jest prowadzony blisko przy ramieniu robota i nawet w przypadku skomplikowanych ruchów nie powstają pętli.

Kompletna oferta: www.triflex-r.eu

Łożyska ślizgowe z tworzywa sztucznego do łańcuchów rolkowych w maszynach do przetwórstwa ryb na statkach rybackich

Wysoko wydajne maszyny do ogławiania i uboju ryb firmy Baader z Lubeki obrabiają do 32 ryb/min. Komponenty tych maszyn są narażone na działanie agresywnej mieszanki wody morskiej z krwią. W takich warunkach dobrze sprawdzają się bezobsługowe łożyska ślizgowe z tworzywa sztucznego „iglidur” firmy **igus** z Kolonii. Łożyska polimerowe są umieszczane w nierdzewnych łańcuchach rolkowych, stosowanych do napędzania agregatów głównych i pomocniczych.

Ponieważ praca na morzu i ograniczona liczba pracowników nie pozwalają na prowadzenie robót konserwacyjnych napędów łańcuchowych, producent maszyn, firma Baader postawiła na nierdzewne łańcuchy rolkowe „12 B-2” firmy Wippermann Engineering z Hagen. Stosowane wcześniej konwencjonalne łańcuchy rolkowe ule-



Rys. 1. Niewymagające smarowania łożyska ślizgowe z tworzywa sztucznego „iglidur” sprawdzają się doskonale w maszynach do przetwórstwa rybnego

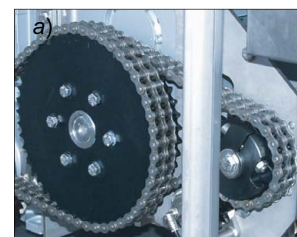
gały zużyciu już po 400÷450 h pracy. Natomiast łańcuchy firmy Wippermann pozwoliły na wydłużenie czasu pracy do ponad 3000 h, bez konieczności dodatkowego smarowania bądź naprężania łańcuchów. Ponieważ wykonane są one ze stali nierdzewnej austenitycznej, nie zagraża im korozja.

Zalety przegubów łańcucha. Łańcuch rolkowy zawdzięcza ogromne wydłużenie okresu użytkowania bez robót konserwacyjnych specjalnej konstrukcji przegubu. W tulei nośnej wykonanej ze stali szlachetnej umieszczono polimerowe łożysko ślizgowe firmy **igus**. Łożysko ślizgowe z tworzywa sztucznego charakteryzuje się ekstremalnie wysoką wytrzymałością na zużycie, niskim współczynnikiem tarcia, wysoką wytrzymałością na ściskanie i odpornością na środki chemiczne. Ponadto jest ono bezobsługowe i niewrażliwe na zabrudzenia.

Design i dobór tworzywa do zastosowanego przez firmę Wippermann polimerowego łożyska ślizgowego odbywał się we współpracy z firmą **igus**, która odpowiadała za wybór materiału i konstrukcję łożyska.

Odpowiednie właściwości tworzyw. Firma **igus** ma w ofercie dostępnej bezpośrednio z magazynu ponad 7000 łożysk ślizgowych z tworzywa sztucznego, podzielonych na 28 różnych grup materiałowych. Są wśród nich łożyska uniwersalne, łożyska do zastosowań

podwodnych czy łożyska do pracy w bardzo wysokich temperaturach. Tworzywa „iglidur” składają się z precyzyjnie dobranych polimerów oraz materiałów wzmacniających i zawierających smary o właściwościach dostosowanych do potrzeb. Firma **igus** przeprowadza w swoim laboratorium technicznym ponad 8000 testów rocznie. Mają one na celu przekazanie użytkownikom precyzyjnych charakterystyk łożysk – a w szczególności długości okresu ich użytkowania.



Rys. 2. Nierdzewny łańcuch rolkowy (a) z polimerowym łożyskiem ślizgowym firmy **igus** w przegubie łańcucha (b)



Elastyczne ruchy



Szybki montaż



Dłuższa żywotność

Teraz dostępne nowe wielkości konstrukcyjne: TRC/TRE.30 i TRC/TRE.85

Proszę nas odwiedzić na Targach AUTOMATICON Warszawa, stanowisko E1

igus® Sp z o.o
ul. Parowcowa 10b
02-445 Warszawa
Tel. 022-863 57 70
Faks 022-863 61 69
igus.pl@igus.com.pl

• plastics for longer life®
igus.pl/triflex.r

.. 3D-CAD online ... Systemy E-Chain® w ciągu 3 – 10 dni



Artykuł promocyjny

Zastosowanie napędów NORD w wykonaniu ATEX



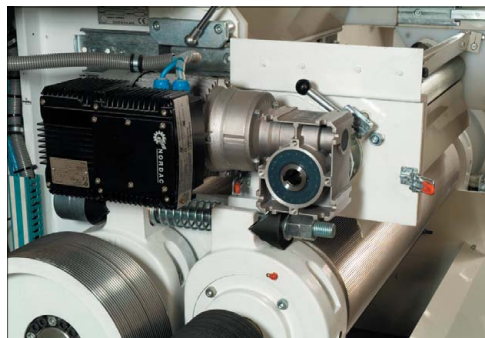
Dyrektywy Europejskie ATEX (*ATmosphere EXplosive*), wprowadzone w 2003 r., opisują wymagania stawiane urządzeniom przeznaczonym do pracy w strefach zagrożonych wybuchem. W trosce o bezpieczeństwo klientów firma NORD, stosując powyższe normy, wyposaża swoje reduktory i silniki w zabezpieczenia przeciwwybuchowe i ognioszczelne, umożliwiające ich bezpieczną pracę w każdych warunkach.

Dostarcza się łącznie osiem typoszeregów o momencie obrotowym $10 \div 100\,000$ Nm, które są indywidualnie konfigurowane. Istnieją silniki z zabezpieczeniem przed zapłonem typu EEx de i EEx e oraz do stref zapylnych Z21 i Z22, a ponadto różne warianty przekładni oraz silników do prawie wszystkich zastosowań. W przypadku wykonań przeciwwybuchowych EEx e praca przemiennika częstotliwości NORDAC oraz silnika wymaga uzyskania aprobaty technicznej, którą dla typoszeregu SK5xxE przeprowadził Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Aprobata techniczną uzyskały przy tym czterobiegunowe silniki $0,18 \div 15$ kW dla charakterystyk 50 i 87 Hz. Ten przemiennik częstotliwości ma szczególną cechę w postaci ograniczenia prądowego w zależności od częstotliwości wyjściowej. Szczególną właściwością jest duży zakres regulacji ok. $5 \div 100$ Hz! Te przemienniki częstotliwości nadają się do zasilania silników pracujących w strefach wybuchowości Z1 + Z2 w klasie temperaturowej T3. Przetwornica montowana jest oczywiście w miejscu gdzie nie ma zagrożenia wybuchowego. Nowy wyrób jest dobry nie tylko z tych powodów; daje także konkretne korzyści jako alternatywa dla silnika hermetycznie zamkniętego: nowy silnik umożliwia obniżenie kosztów do 30% przy równoczesnej redukcji masy do 25% na napęd! Silniki nadają się do mocowania typu IEC oraz bezpośredniego. Do środowisk zawierających pył i gaz wybuchowy bez przetwornic częstotliwości są dostępne nadal przekładnie z regulacją wariatorami, np. z paskami klinowymi. W przypadku stref zagrożonych wybuchem nie ma większego wyboru urządzeń, które zapewniają napęd wraz z regulacją prędkości obrotowej. Przy regulacji prędkości obrotowej istnieje sześć różnych rozwiązań. W środowisku zawierającym pył i gaz wybuchowy stosuje się przetwornice częstotliwości w silnikach typu Ex II2D do strefy Z21 (zgodnie z normą DIN EN 50281-1-1) oraz silniki Ex II3D do strefy Z22 (zgodnie z normą DIN EN 50281-1-1). Do środowisk z gazem wybuchowym z przetwornicami częstotliwości oferuje się silniki z zabezpieczeniem przed zapłonem typu EEx de „Hermetyczna obudowa”, silniki z zabezpieczeniem przed zapłonem typu EEx n „Nieiskrzące” oraz nowe silniki z zabezpieczeniem przed zapłonem typu EEx e „Zwiększone bezpieczeństwo”.

Zaprezentujemy kilka maszyn, w których stosowane są napędy przeciwwybuchowe. Napędy te zostały przystosowane do pracy odpowiednio w środowisku zagrożonym wybuchem gazu oraz pyłu.

■ **Młelniki walcowe** firmy **Spomax** przeznaczone są do przemiału pszenicy, żyta i kukurydzy na mąkę; mogą być również stosowane do gniecenia oczyszczonego ziarna w linii przemiału żyta oraz do rozdrabniania na śrutę oczyszczonych, o wilgotności do 18%, ziaren pszenicy, żyta, soi itp. Podstawowym zespołem młelnika, w którym

zastosowano napędy NORD, jest zespół wałków podających z napędem wałka dolnego za pomocą zespołu falownik-motoreduktor. Wałek górny napędzany jest z wałka dolnego poprzez przekładnię pasową pasem jednostronnie uzębionym. Prędkość wałków podających zmienia się samoczynnie, w zależności od poziomu produktu w kloszu wlotowym. Silniki elektryczne i pozostałe elementy układu elektrycznego wykonane są w stopniu ochrony IP-54.



Firma **TEJA** od kilku lat stosuje wyroby firmy NORD w produkcji urządzeń przeznaczonych do pracy w strefach zagrożonych wybuchem. Wyrobami tymi są głównie motoreduktory, wykorzystywane jako jednostki napędowe. Oto przykłady ich zastosowania.

■ **Disolwer dwunapędowy kadziowy** przeznaczony jest do pracy w strefie zagrożonej wybuchem II 1/2 G(D) IIB T3. Zastosowano w nim jednostkę napędową firmy NORD wykonaną dla kategorii 2-gazowej, pyłowej lub



gazowo-pyłowej. Disolwer przeznaczony jest do produkcji różnego rodzaju farb, mas oraz pigmentów o dużej gęstości i lepkości, a także wyrobów na bazie rozpuszczalników organicznych, spoiw olejno-żywicznych lub roztworów żywicznych wymagających dyspergowania w celu uzyskania jednorodnej struktury. Dzięki temu, że ma on

dwa napędy osadzone centralnie na jednym wale i duży zakres bezstopniowej regulacji prędkości obrotowej tarczy dyspergującej, jest mieszadłem uniwersalnym o bardzo szerokim zastosowaniu.

■ **Mieszadło Butterfly** przeznaczone jest do pracy w strefie zagrożonej wybuchem II 1/2 G(D) IIB T3.



Zastosowano w nim jednostkę napędową firmy NORD wykonaną dla kategorii 2-gazowej, pyłowej lub gazowo-pyłowej. Urządzenie wyposażone jest w mieszadło motylkowe i przeznaczone do produkcji wyrobów na bazie rozpuszczalników organicznych, spoiw olejowo-żywicznych lub różnego rodzaju żywic poliuretanowych itp., o dużej gęstości i lepkości, wymagających dokładnego wymieszania, jak również odpowietrzenia w celu uzyskania jednorodnej struktury. Mieszalnik, który ma duży zakres bezstopniowej regulacji prędkości obrotowej mieszadła motylkowego, jest urządzeniem uniwersalnym o bardzo szerokim zastosowaniu.

■ **Mieszadło wolnostojące** przeznaczone jest do pracy w strefie zagrożonej wybuchem II 1/2 G(D) IIB T3.



Zastosowano w nim jednostkę napędową firmy NORD wykonaną dla kategorii 2-gazowej, pyłowej lub gazowo-pyłowej. Urządzenie przeznaczone jest do mieszania różnego rodzaju farb, lakierów oraz pigmentów na bazie rozpuszczalników organicznych w typowych kadziach przejezdnych. Mieszalnik ma możliwość bezstopniowej regulacji prędkości obrotowej elementu mieszającego, jest więc uniwersalny – o bardzo szerokim zastosowaniu.

SYSTEMY NAPĘDOWE NORD



WSPÓLNIE OSIĄGNIEMY WIĘCEJ

Kiedy mówimy o "Kliencie", mamy na myśli planistów, projektantów, inżynierów, kierowników zakładu, techników oraz specjalistów marketingu i pracowników finansowych. Wszyscy oni są bezpośrednio lub pośrednio naszymi partnerami w rozmowach.

Słuchamy ich uważnie, ponieważ chcemy dowiedzieć się wszystkiego o ich planach, potrzebach i problemach. Również i my mamy im wiele do zaoferowania. Nasze zrozumienie problemu, nasze propozycje, założenia rozwiązań, wskazówki płynące z kompetencji specjalistów NORD i wszechstronnego doświadczenia projektowego. Prowadzi to do pożytecznego dla obydwu stron dialogu i finalnie - optymalnego rozwiązania.



- Reduktory
- Motoreduktory
- Przetwornice częstotliwości
- Dobór napędów
- Doradztwo techniczne
- Serwis



NIEZAWODNY PARTNER NA CAŁYM ŚWIECIE

NORD
DRIVESYSTEMS



Nord Napędy
www.nord.pl

tel.: 012 / 288 99 00
fax: 012 / 288 99 11

ul. Grottera 30
32-020 Wieliczka

Dla nowoczesnych
zespołów
napędowych



Regulacje ATEX sprawiają, że **SPRZĘGŁO** staje się **URZĄDZENIEM**

Zgodnie z zasadami bezpieczeństwa elementy mechaniczne muszą spełniać pewne wymogi związane z ich zastosowaniem w strefie zagrożenia wybuchem. Oprócz konstruktora sprzęgła, musi wziąć to pod uwagę również użytkownik. Najlepszym wyjściem w takiej sytuacji jest wyjaśnienie sobie, przez obie strony, możliwych do zaistnienia ewentualności.

Producent sprzęgieł KTR Kupplungstechnik GmbH już dawno podjął pewne działania w sprawie zastosowań w strefach Ex. Firma KTR, jako jedna z pierwszych w branży, opracowała sprzęgła przemysłowe do napędów, które ściśle spełniają wymogi nowych regulacji ATEX. Obowiązujący już od kilku lat w Unii Europejskiej ATEX 95 (poprzednio ATEX 100a) skrupulatnie reguluje, jakie wymogi muszą zostać spełnione. W przeciwieństwie do poprzednich regulacji, wzięto pod uwagę nie tylko urządzenia elektryczne, ale również elementy mechaniczne. W odniesieniu do sprzęgieł istnieją zagrożenia w przypadku zastosowań specjalnych, np. w silosach lub kopalniach, gdzie ciepło lub wyładowanie elektrostatyczne powoduje wybuch pyłu lub gazu.

Wyroby przez dłuższy czas stosowane w strefach zagrożenia wybuchem mogą być z łatwością dostosowywane do wymogów ATEX.

Obowiązujące przepisy muszą być brane pod uwagę zarówno przez użytkowników, jak i producentów sprzęgieł. Jak to zwykle bywa w przypadku wszystkich przepisów i regulacji prawnych *diabeł tkwi w szczegółach*. Urządzenia, które samodzielnie (lub w połączeniu z innymi) mogą działać jako źródło energii, podlegają obowiązującym przepisom. Zarówno maszyny, jak i systemy sterowania w świetle tych przepisów są uznawane za urządzenia – niezależnie czy stacjonarne, czy mobilne. Rozstrzygająca jest kwestia możliwości transmisji lub magazynowania energii. W sytuacjach kiedy potencjalnie energia ma wartość wystarczającą do wywołania wybuchu, występuje przypadek, w którym mają zastosowanie przepisy ATEX. W przypadku, gdy sprzęgło przemysłowe transmituje energię, jest nie tylko częścią, elementem maszyny; w świetle regulacji ATEX jest ono urządzeniem. Oznacza to, że KTR musi w stosunku do swoich wyrobów brać pod uwagę regulacje prawne ATEX i odpowiedzieć na pytanie, jakie zagrożenie stwarzają poszczególne sprzęgła.

Głównie zależne jest to od temperatury, jaka pojawia się podczas pracy sprzęgła jako urządzenia, gdy ilość energii osiąga niebezpieczny pułap. Staje się to krytyczne dla temperatury $70 \div 80^\circ \text{C}$. Warunki, jakie mają być spełniane zgodnie z regulacjami ATEX, dotyczą zarówno konstrukcji sprzęgieł, jak i ich zastosowania.

Specjaliści, konstruktorzy sprzęgieł *toczą walkę* z ładunkami elektrostatycznymi, przez odprowadzenie ich z elementów sprzęgła. W przypadku sprzęgła zębatego z zębami łukowymi BoWex zastąpiono standardową tuleję BoWex elementem wykonanym z poliamidu do-

mieszkowanego włóknem węglowym (dla sprzęgieł z piastami stalowymi). W przypadku skrętnie elastycznych sprzęgieł kłowych ROTEX taka operacja w ogóle nie była konieczna, mimo że w tym sprzęgle występują zarówno stal, jak i tworzywo sztuczne. Osiem małych powierzchni łącznika elastycznego na obwodzie sprzęgła nie zgromadzi ładunku elektrostatycznego przy tak znikomym tarcu, jakie tam występuje.

Z zasady każdy materiał, który stosowany jest do budowy sprzęgła, musi być sprawdzany pod względem możliwości spełnienia wymogów ATEX. Podczas gdy stal i żeliwo szare zostały zatwierdzone jako materiały bezpieczne z punktu widzenia ATEX, aluminium odlewane z wyższą zawartością magnezu oraz niektóre tworzywa sztuczne okazały się krytyczne w przypadku zastosowania w strefach zagrożenia wybuchem. Przeniesienie napędu jest ogromnie interesujące dla pionierskich prac inżynierów KTR. Wielu znanych klientów odwiedziło już centralę KTR w Rheine w celu sprawdzenia zastosowanych rozwiązań. Ale zanim producent zacznie działać na rynku elementów przeniesienia na-



Rys. 1. Elastyczne sprzęgło kłowe ROTEX® – wykonanie standardowe, stalowe z łącznikiem o twardości 98 ShoreA



Rys. 2. Zębate sprzęgło z zębami łukowymi BoWex® – wykonanie z tuleją spełniającą wymogi ATEX

pędu, dokonuje on podobnego, szeroko zakrojonego, rozeznania dotyczącego stosowanych materiałów. Inżynierowie KTR pytają również klientów o materiały i produkty, które już bez zastrzeżeń działają w strefach zagrożenia wybuchem. Wiele takich właśnie elementów i materiałów może być w prosty sposób przystosowanych do rygorów ATEX, oczywiście po szczegółowym sprawdzeniu. Konstruktorzy KTR będą w przyszłości czerpać korzyści z takiego podejścia do wdrożenia, ponieważ każda sprawdzona konstrukcja i zasada działania sprzęgła posłuży jako baza do nowych wykonań i projektów.

W sytuacji gdy producent opracowuje we własnym zakresie nową konstrukcję, oferent i użytkownik końcowy muszą wspólnie spożytkować całą wiedzę i do-





Sprzęgła KTR

ochrona
przeciwwybuchowa
wg 94/9/EC (ATEX 95)



Dla nowoczesnych
zespołów
napędowych



www.sprzegla.pl

KTR Polska Sp. z o.o.
ul. Kolejowa 1
46-040 Ozimek
tel. 012 267 28 83
fax 012 267 07 66
email: ktr@sprzegla.pl

ATEX

świadczenie w celu analizy ryzyka w danym zastosowaniu. Nie dla każdego sprzęgła ATEX 95 ma takie samo znaczenie. W przypadku piór wentylatorów zintegrowanych ze sprzęgłem w strefach zagrożenia wybuchem mogą odkładać się cząsteczki pyłu. W takich sytuacjach KTR, aby zminimalizować ryzyko, instruuje użytkownika o potrzebie przeglądów okresowych w krótszych odstępach czasu. Dodatkowo, przepisy ATEX mają wpływ na precyzję montażu elementów sprzęgła. Wkręty ustalające i śruby muszą być zabezpieczone klejem o średniej sile klejenia tak, aby nie mogły podczas pracy sprzęgła odkręcać się samoistnie wskutek wibracji. Odkręcające się wkręty ustalające lub śruby mogą być nie tylko źródłem iskrzenia (gdy części uderzają lub ocierają się o siebie), ale również przyczyną poważnych uszkodzeń mechanicznych.

Istnieje też ekonomiczny aspekt doboru sprzęgła, także w strefach zagrożenia wybuchem, często zupełnie pomijany przez użytkowników. Przedstawiona sytuacja wygląda tak, jakby ktoś chciał kupić samochód – bez podania dodatkowych informacji i szczegółów. Aby uniknąć sytuacji, w której oferowane jest Ferrari pomimo, że wystarczałoby Golf, klient powinien spojrzeć na dodatkowe warunki ATEX 95 i poinformować producenta o środowisku i warunkach, w jakich sprzęgło będzie pracowało.

Pomimo wydatków i zmian powodowanych przez ATEX producenci elementów do przeniesienia napędu nie powinni postrzegać nowych przepisów dotyczących ochrony przeciwwybuchowej jako irytujących, niepotrzebnych europejskich regulacji prawnych. Istnieje nawet możliwość wykorzystania takiej sytuacji jako szansy rynkowej. Dzięki decyzji o wprowadzeniu do oferty wyrobów zgodnych z ATEX, KTR Kupplungstechnik był w stanie znacząco zwiększyć obroty handlowe. Przedsiębiorstwa działające globalnie (z dużym udziałem eksportu w obrocie) powinny traktować te regulacje motywująco, a wszelkie nakłady na uzyskanie zgodności wyrobów z przepisami ATEX – jako inwestycję. Przecież ATEX 95 obowiązuje również w wielu krajach poza granicami Unii Europejskiej, np. w USA.

Przepisy związane z ochroną przeciwwybuchową: ATEX

Z dniem 01.07.2003 r. norma ATEX 95 (poprzednio ATEX 100a) obowiązuje na terenie Unii Europejskiej. Służy ona „sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem”.

ATEX 95 (dokładnie: Ochrona przeciwwybuchowa wg Dyrektywy 94/9/EC) wyznacza zasady dla kierowania na rynek wyrobów stosowanych w strefach zagrożenia wybuchem lub obejmujących takowe strefy.

Podstawowa kwestia dotycząca sprzęgieł przemysłowych stosowanych w strefach Ex: Zagrożenie wybuchem spowodowane jest obracającymi się sprzęgłami, które mogą być źródłem iskrzenia, przegrzania lub wyładowań elektrostatycznych.

Informacje dodatkowe:

Wskazówki dotyczące Dyrektywy (j.ang.):

http://ec.europa.eu/enterprise/atex/index_en.htm

Informacje dotyczące stosowania wyrobów KTR:

http://www.sprzegla.pl/katalog/ATEX_pl.pdf

KTR był jedną z pierwszych firm z branży przeniesienia napędu, której wyroby produkowane były z uwzględnieniem Dyrektywy ATEX. Obecnie do zastosowań w strefach zagrożenia wybuchem są gotowe nie tylko sprzęgła BoWex® i ROTEX®.

Zgodnie z doświadczeniami KTR istnieje wiele możliwości uproszczenia pracy z nowymi przepisami ATEX.

Przewodnik wprowadzania w życie regulacji ATEX przez inżynierów ds. przeniesienia napędu:

1. Wyjaśnienie czy procedury ochrony przeciwwybuchowej są zasadne dla danej aplikacji. Czy istnieją substancje niepalne, które po zmieszaniu stworzą substancję wybuchową lub, czy możliwe jest wytworzenie atmosfery wybuchowej?

2. Określenie czy dany element należy rozważyć w świetle przepisów ATEX? Regulacje ATEX wyraźnie wykluczają pojedyncze elementy, tj. piasty sprzęgieł, kołnierze przyłączeniowe lub połączenia skrętnie sztywne.

3. Stosowanie sprawdzonych rozwiązań. Ustalić z klientami z branż najbardziej związanych z ATEX (przemysł wydobywczy, chemiczny i/lub farmaceutyczny), które z wyrobów już zastosowanych w strefach zagrożonych wybuchem nie stwarzają problemów. Wyroby te zazwyczaj można łatwiej przystosować do wymogów ATEX.

4. Klasyfikacja napędów. Warto sklasyfikować wszystkie produkty zgodnie z grupami urządzeń, kategoriami urządzeń, grupami materiałów, strefami, grupami wybuchowości, klasami temperatur i temperatur otoczenia wg ATEX. Może to później posłużyć jako solidna baza do dalszych prac.

5. Dobór materiałów. Należy uzyskać informacje od dostawcy surowców i materiałów o szczególnych właściwościach materiałów będących przedmiotem dostaw (wartości tarcia!), które dostarczą wskazówek co do wyładowań elektrostatycznych. Ewentualnie należy – z ekspertami – poruszyć kwestię zamienników.

6. Cechowanie. Należy zawsze dostarczać elementy z odpowiednim dla nich cechowaniem ATEX, dzięki czemu nie będą używane w niedozwolonych dla nich strefach.

Rys. 3. Cechowanie umieszczone na piaście sprzęgła POLY-NORM® – wykonanie ADR



Rys. 4. Cechowanie umieszczone na piaście sprzęgła ROTEX® – wykonanie stalowe; typ piasty 1a

7. Informowanie klienta. Należy informować kadre zarządzającą klienta o zaleceniach dotyczących użytkowania sprzęgieł ATEX. Przykład: pierwszy przegląd po trzech miesiącach użytkowania, przeglądy okresowe, wymiana tylko kompletnych podzespołów, informacja o obsłudze.

8. Technika mocowania. Należy zabezpieczyć odpowiednią pracę piast poprzez stosowanie wpustów i dokręcenie wkrętów lub śrub ustalających; dodatkowo wkręty (śruby) należy zabezpieczyć przed odkręceniem, stosując klej o średniej sile klejenia.

9. Bezpieczeństwo doboru. Należy zwiększyć bezpieczeństwo działania przez zastosowanie odpowiednio podwyższonych współczynników pracy dla doboranych elementów.

Bernhard Tenfelde



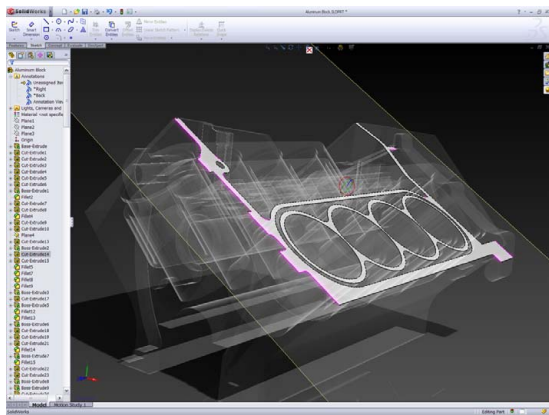
Artykuł promocyjny

Nowe pomysły, nowe standardy – jedno sprawdzone rozwiązanie

Nie zatrzymamy postępu technologicznego, możemy go jedynie przyspieszyć. Projektujemy coraz szybciej i coraz więcej. Wraz z rozwojem informatyki dynamicznie rozbudowują się systemy CAD.

Wiele projektów bierze swój początek w wirtualnej przestrzeni programu SolidWorks. Rozwiązanie, które zostało wybrane przez konstruktorów jako najbardziej wszechstronne i łatwe w użyciu, wyznacza kierunek w dziedzinie rozwoju programów CAD-owskich.

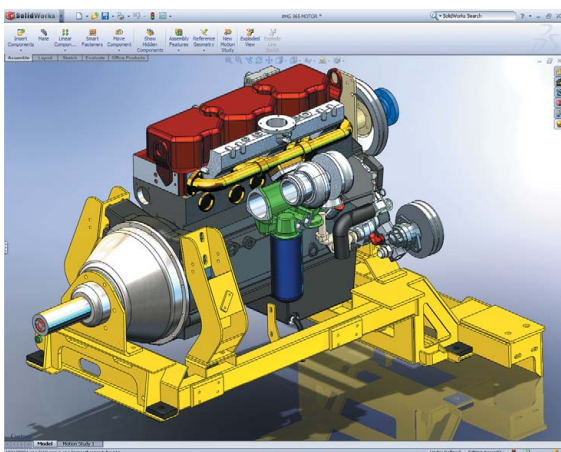
SolidWorks – jako jedyny wśród obecnie dostępnych programów – umożliwia producentom szybsze wprowadzanie nowych produktów na rynek. Nowatorskie, ale już sprawdzone oprogramowanie SolidWorks stanowi standard w projektowaniu 3D.



Umożliwia ono:

- modelowanie bryłowe,
- modelowanie powierzchniowe,
- modelowanie elementów blaszanych,
- tworzenie złożeń,
- generowanie dokumentacji warsztatowej.

Duża liczba modułów programu SolidWorks zawiera wiele narzędzi ułatwiających pracę. Tworzenie skomplikowanego modelu staje się łatwe i daje wiele satysfakcji każdemu, kto pracuje z SolidWorks. Wszechstronność wbudowanych aplikacji pozwala na sprawdzenie poprawności projektu, jego funkcjonalności czy właściwości mechanicznych. W programie można wykonać analizy typu „zebra” (do sprawdzania ciągłości powierzchni), symu-



lacje obrazujące pracę różnego rodzaju projektowanych mechanizmów oraz analizy inżynierskie umożliwiające sprawdzenie wytrzymałości czy przepływów.

W celu zapewnienia kompleksowości rozwiązań wykorzystywanych w biurach konstrukcyjnych SolidWorks dostarcza gotowe rozwiązania m.in. do projektowania form, armatury rurowej czy przewodów elektrycznych.

SolidWorks pozwala na centralne zarządzanie całą dokumentacją i bazą modeli. Do tego wykorzystywany jest zintegrowany program PDMWorks, który umożliwia współpracę między konstruktorami podczas realizacji jednego projektu. Zwielokrotnione wysiłki całego zespołu znacznie skracają czas projektowania i przyspieszają wprowadzenie produktu na rynek.

To co dzisiaj jest innowacyjne, jutro będzie standardem; to co dzisiaj pojawia się w SolidWorks, jutro inni będą chcieli mieć u siebie. Zapraszamy do lektury kolejnych artykułów o innowacyjnych rozwiązaniach SolidWorks. Już dzisiaj poszukaj informacji, w jaki sposób SolidWorks przyczyni się do rozwoju twojej firmy.

Opracował: mgr inż. Sylwester Blajer – specjalista ds. CAD

Autoryzowany Partner SolidWorks

CADWorks

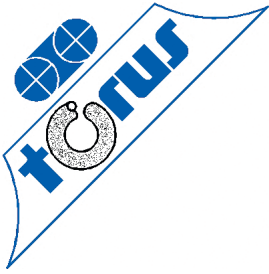
Dołącz do użytkowników SolidWorks

Oferta CADWorks

- ✓ dostawa systemów CAD/CAM/CAE/PDM (SolidWorks, COSMOSWorks, PDMWorks, EdgeCAM, Radan)
- ✓ pełne wdrożenia systemów
- ✓ bezpłatne wypożyczenia programów
- ✓ pomoc techniczna
- ✓ szkolenia
- ✓ kontrolery ruchu 3D
- ✓ usługi inżynierskie

tel. (017) 856 40 57
cadworks@cadworks.pl

www.cadworks.pl



Artykuł promocyjny



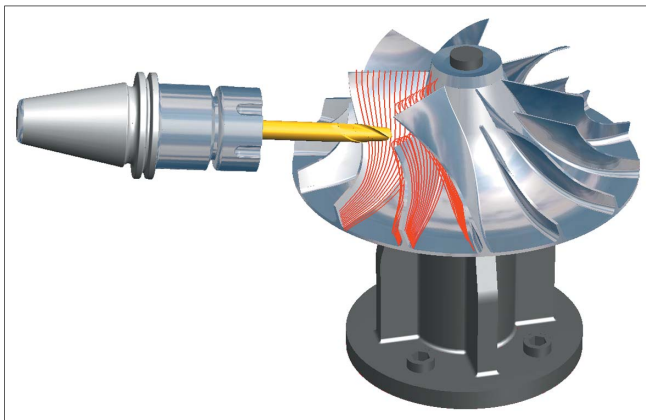
Nowe moduły w Delcam PowerMILL 8

Moduł do obróbki wirników i turbin

Firma Delcam wprowadziła na rynek nowy moduł dla systemu CAD/CAM PowerMILL 8, oferujący znacznie szybsze programowanie obróbki 5-osiowej jednoelementowych tarcz z łopatkami – wirników (*Blisk*) oraz turbin (*Impeller*).

Nowy moduł pozwoli na programowanie obróbki tarcz wirnikowych i turbin (rys. 1) w kilkadziesiąt minut, co – w porównaniu z godzinami spędzonymi nad tym samym zadaniem w przeszłości – stanowi znaczący postęp. W artykule przedstawiono obróbkę **turbiny**.

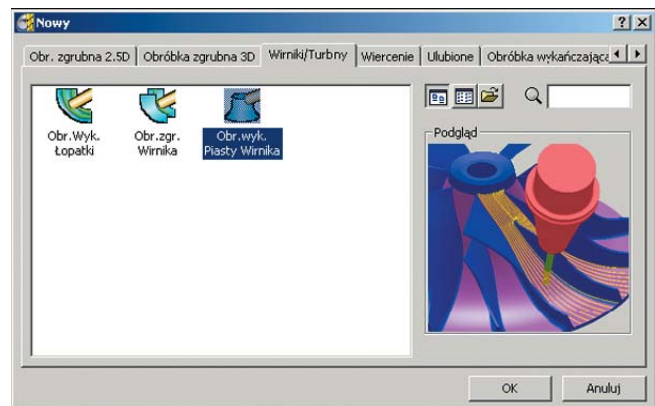
W celu wygenerowania programu CAM użytkownik musi przygotować odpowiednio model CAD, czyli rozdzielić geometrię między tarczę (**Shroud**), piastę (**Hub**) oraz łopatkę (**Blade**) i ewentualnie łopatkę rozdzielającą (**Splitter blade**) – o ile stanowi ona część projektu – na poszczególne warstwy/zestawy w **PowerMILL**.



Rys. 1. Obróbka tarczy z łopatkami

Następnie z bazy narzędzi należy wybrać te narzędzia, które zostaną użyte do obróbki, oraz określić sposób prowadzenia narzędzia – posuwy oraz dobiegi i wybiegi, a także połączenia kolejnych przejść narzędzia. Przydatne jest w tym przypadku używanie funkcji dobiegów i wybiegów **Łuk normalnej do powierzchni**, co gwarantuje najlepsze „dojście” i „odejście” narzędzia do/ze strefy obróbki.

W programie **PowerMILL** można wybrać jedną z trzech strategii ścieżek narzędzia potrzebnych do

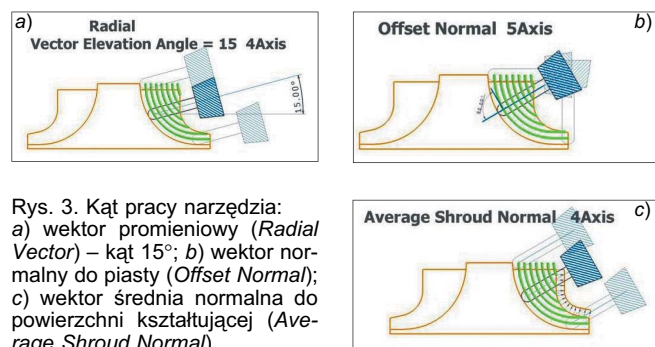


Rys. 2. Okno wyboru strategii obróbki

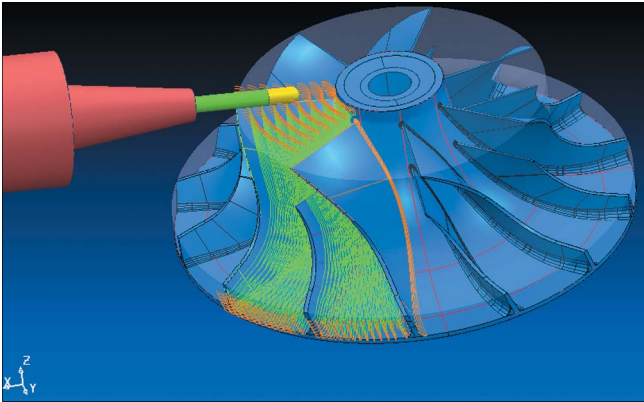
obróbki obiektu (rys. 2) – ścieżkę zgrubną usuwającą nadmiar materiału oraz oddzielne ścieżki narzędzia wykańczającej łopatkę oraz piastę.

Użytkownik określa sposób obróbki zgrubnej, wybierając pomiędzy obróbką kieszeniową lub obróbką warstwami. Obróbka warstwami wymaga więcej przeskoków (pustych przebiegów) narzędzia, natomiast pozwala uniknąć odkształceń cienkich łopatek.

Następnie należy ustawić preferowany kąt pracy narzędzia oraz ustalić, względem jakiego wektora będzie on liczony promieniowo (**Radial Vector**) normalnie do piasty (**Offset Normal**), normalnie do powierzchni kształtującej (**Shroud Normal**) itd., czyli zdecydować się na obróbkę 4- lub 5-osiową (rys. 3).



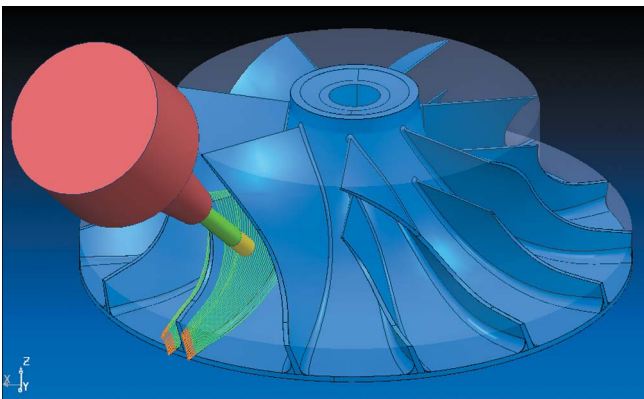
Rys. 3. Kąt pracy narzędzia:
 a) wektor promieniowy (**Radial Vector**) – kąt 15°; b) wektor normalny do piasty (**Offset Normal**);
 c) wektor średnia normalna do powierzchni kształtującej (**Average Shroud Normal**)



Rys. 4. Obróbka zgrubna pojedynczej kieszeni

Program wygeneruje automatyczne ostrzeżenie w przypadku, jeżeli wybrane narzędzie do obróbki zgrubnej nie będzie w stanie usunąć odpowiedniej ilości materiału tak, aby można było bezpiecznie przeprowadzić obróbkę wykańczającą.

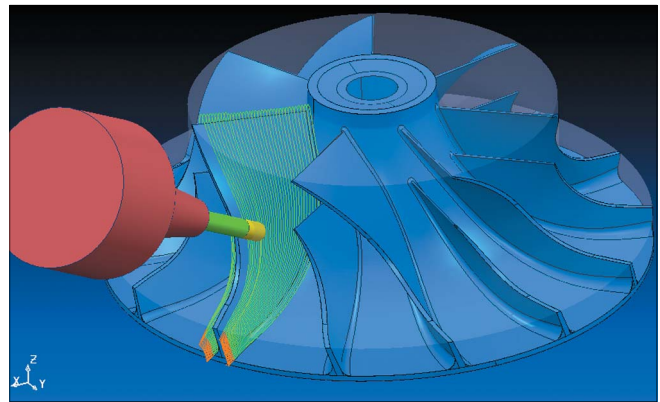
W takim przypadku można stworzyć **model nadatków (Stock Model)** wyświetlający ilość pozostałego materiału. Pozwala to użytkownikowi na



Rys. 5. Obróbka wykańczająca łopatkę rozdzielającą

podjęcie jednej z dwóch decyzji: zmniejszenie rozmiaru narzędzia do obróbki zgrubnej, umożliwiające lepszy dostęp narzędzia i zoptymalizowanie usuwania materiału, lub stworzenie dodatkowej, pośredniej obróbki, co umożliwi pozostawienie bezpiecznej ilości materiału, wystarczającej do przeprowadzenia obróbki wykańczającej.

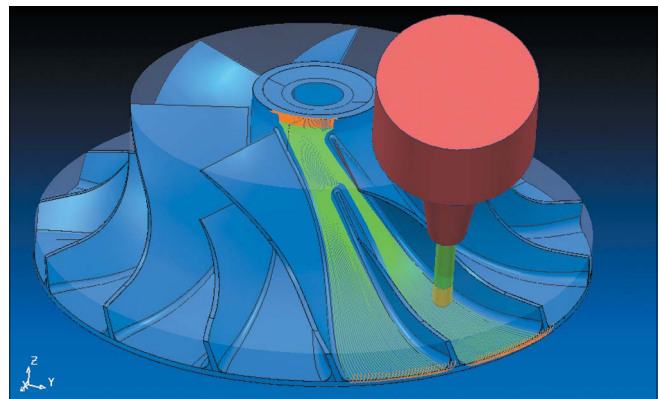
Kolejnym etapem wybieranym przez użytkownika jest obróbka wykańczająca łopatek poprzez obróbkę przeciwległych powierzchni pary łopatek jednego gniazda lub też obróbkę pojedynczej łopatki. Również i przy tych strategiach należy ustawić odpowiedni kąt pracy narzędzia oraz ustalić, względem jakiego wektora będzie liczony.



Rys. 6. Obróbka wykańczająca pojedynczej łopatki

Końcowym etapem będzie obróbka wykańczająca piasty wirnika.

W czasie obliczeń przy obróbce zgrubnej i wykańczającej **PowerMILL** dostosuje automatycznie ten kąt, utrzymując podczas całego przebiegu obróbki minimalny przeswit narzędzia (funkcja: **Automatyczne unikanie kolizji**) i zapewniając jego płynne ruchy.



Rys. 7. Obróbka wykańczająca piasty turbiny

Aby dodatkowo skrócić czas obróbki, w przypadku, kiedy łopatki rozmieszczone są w równych odstępach, PowerMILL automatycznie obliczy liczbę łopatek i stworzy kompletny zestaw ścieżek narzędzi. W przypadku kiedy łopatki rozmieszczone są w różnych odstępach, należy najpierw stworzyć ścieżkę narzędzia dla pojedynczej łopatki, a następnie powielić ją wokół piasty zachowując odpowiednie kąty.

**Filmy dotyczące artykułu
na www.mechanik.media.pl**

Józef Kamiński

Dystrybucja i serwis techniczny:

TORUS Spółka z o.o.
ul. Ogrodowa 28/30 00-896 Warszawa

tel. 022 832 47 09, www.toruscadcam.com.pl
e-mail: torus@toruscadcam.com.pl



Dynamiczny rozwój technologii Rapid Prototyping

Firma BIBUS MENOS wprowadza na polski rynek nową drukarkę 3D firmy Objet – CONNEX500

Istniejące od kilkunastu lat techniki przyrostowe dają możliwość tworzenia trójwymiarowych modeli fizycznych na podstawie zapisu komputerowego w postaci pliku CAD 3D. Metoda staje się standardem w nowoczesnym projektowaniu, a następnie produkcji. Nie wystarczy jednak wprowadzanie coraz szybszych, dokładniejszych czy mniejszych systemów; należy zaproponować rozwiązania, które sprawią, że procesy odpowiedzialne za szybkie wdrożenie produktu na rynek będą jeszcze bardziej efektywne.

Dlatego firma **Bibus Menos** – przedstawiciel firmy Objet – wzbogaciła swoją ofertę o kolejny system – **CONNEX500**. Jest to nowa generacja urządzeń RP, z wykorzystaniem technologii **PolyJet Matrix** i fotonopolimerów akrylowych utwardzanych światłem z zakresu UV. Zasada działania jest podobna jak w technologii PolyJet – model powstaje na platformie roboczej, pracującej w osi Z. Głowice dozujące, zaopatrzone w piezokryształy, nastrojują krople fotonopolimeru (zarówno materiału roboczego, jak i podporowego) o grubości 16 μm , zgodnie z wprowadzonymi wcześniej informacjami (plik STL – powierzchnia bryły opisana za pomocą trójkątów i podzielona na warstwy-rastry). Następnie ruchoma lampa UV skanuje wytworzoną warstwę, aby zainicjować proces polimeryzacji, czyli utwardzenia żywicy akrylowej. Następnie stół roboczy obniża się dokładnie o grubość wytworzonej warstwy w osi Z. Tak w skrócie można opisać zasadę działania urządzenia.

Co nowego proponuje technologia PolyJet Matrix? Jest to najnowsza technologia na rynku i jedyna, która umożliwia jednoczesne dozowanie dwóch różnych rodzajów żywic w jednym procesie wydruku (nie wliczając materiału podporowego). Aby było to możliwe, osiem dostępnych w urządzeniu głowic podzielono tak, że: cztery są odpowiedzialne za nanoszenie suportu, dwie – za nanoszenie jednego rodzaju materiału budującego, a pozostałe dwie – za dozowanie drugiego rodzaju materiału budującego. Dozowanie kropli żywicy jest sterowane cyfrowo, a mieszanie następuje na platformie podmodelowej. Funkcję tę nazwano **Digital Material**. Takie rozwiązanie pozwala na jednoczesne nanoszenie dwóch rodzajów żywic o odmiennych właściwościach (np. sztywnej Vero i elastycznej Tango).

Przykładowo, chcąc uzyskać bardziej elastyczny model, maszyna spośród dwóch aktualnie zaaplikowanych materiałów dozuje częściej żywicę Tango. Przewaga kropli elastycznej żywicy Tango decyduje o takich właśnie cechach modelu. Obecnie dostępnych jest 21 materiałów, których kombinacja i wybór są kontrolowane przy użyciu oprogramowania Objet Studio. Istota procesu polega na tym, że użytkownik określa wymagane parametry (np.: twardość Shore'a), a program proponuje odpowiednio zmieszany materiał spełniający te wymagania.

Ciekawym rozwiązaniem jest także opcja **Mixed Parts**, dzięki której możliwy jest wydruk modelu składającego się z dwóch materiałów bazowych (np. przezroczystego i nieprzezroczystego). Eliminuje to potrzebę składania i klejenia części, dotychczas drukowanych w dwóch etapach. Można od



Drukarka 3D, CONNEX500 – najnowsze rozwiązanie firmy Objet



Opcja Mixed Tray umożliwia otrzymanie modeli z różnych materiałów podczas jednego wydruku



razu – w jednym procesie – wydrukować model złożony z dwóch różnych materiałów. W ten sposób znacznie skraca się czas wydruku modelu oraz postprocessingu.

Z kolei **Mixed Tray** daje możliwość wydruku modeli z różnych materiałów podczas jednego procesu, np. jeden z żywicy Vero, inny z Tango, jeszcze inny powstały ze zmieszania obu żywic, a kolejny z połączenia tych żywic. Rodzaj wydrukowanych modeli zależy od zaaplikowanych w danym czasie kaset z żywicami.

Rozwiązania zastosowane w urządzeniu CONNEX500 stały się krokiem milowym w dziedzinie szybkiego prototypowania. Mieszane modele, różne stopnie twardości czy elastyczności, możliwość uzyskania w jednym procesie wydruku modeli sztywnych, elastycznych, transparentnych lub nieprzezroczystych – to bezsprzeczne zalety. Firma Objet Geometries cały czas dąży do poszerzania spectrum materiałów eksploatacyjnych stosowanych w omawianym systemie. Efektem jest bardzo szeroki wybór materiałów o różnych właściwościach fizycznych i mechanicznych. Oczywiście stopniowo wprowadzane nowe materiały będą dostosowywane do maszyny. Ponadto CONNEX500 ma sporo innych zalet: dokładność na poziomie 0,1 mm, trzy tryby drukowania (HQ – wysoka dokładność, HS – wysoka szybkość, DM – cyfrowy materiał), gładkie powierzchnie wydrukowanych modeli – dzięki warstwom 16 μm w osi Z, dobra rozdzielczość 600 × 600 × 1600 dpi (oś X, Y, Z), duża komora wydruku. Dla projektantów ważna jest praca systemu w warunkach biurowych oraz nieskomplikowana obsługa urządzenia. Tak dalece zaawansowany rozwój technik przyrostowych pozytywnie wpływa na skrócenie dystansu pomiędzy ideą zrodzoną w naszym umyśle a finalnym produktem. W kilka godzin maszyna tworzy przestrzenne modele koncepcyjne, prototypy służące do badań marketingowych, testów pasowania czy oceny ergonomicznej, mastery do tworzenia form silikonowych czy termoformowania próżniowego, a także funkcjonujące w praktyce modele lub części zamienne. Jakże trafne są, wielokrotnie cytowane słowa Dave Milligana: *Dzięki technologii RP wiemy, że będziemy mieć udany projekt, zanim uruchomimy kosztowną fazę produkcji narzędzi.*

Bibus Menos Sp. z o.o.

ul. Tadeusza Wendy 7/9
81-341 Gdynia

tel. 058 660 77 02, 608 658 557
fax 058 660 95 89

www.bibusmenos.pl e-mail: mak@bibusmenos.pl skype: bibus_menos_mak

Proinnowacyjne kształcenie inżynierów konstruktorów

BOGDAN BRANOWSKI
DARIUSZ TORZYŃSKI*

Omówiono system edukacyjny nakierowany na kształcenie proinnowacyjne inżynierów konstruktorów na przykładzie studiów Inżynierii Wirtualnej Projektowania Maszyn, na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej.

Innowacje są podstawą poprawy wizerunku i sukcesu dla firm, środkiem przeciwstawiania się konkurencji, wprowadzania zmian technologicznych i przyspieszenia obiegu informacji. Jednocześnie wzrasta znaczenie transferu technologii. W branżach B+R i IT powstają nowe miejsca pracy. Innowacyjność produktów i procesów wymaga zainteresowania uczeniem i wyuczeniem kreatywności inżyniera.

Nowe koncepcje kształcenia w ramach zdatności do działania są oparte na technikach praktycznego rozwiązywania problemów i powiązania procesów aktywności innowacyjnej z zasobami ludzkimi. Przedsiębiorczość i innowacyjność stają się zadaniami edukacyjnymi. P. Drucker uważa, że *największą zmianą jest to, że w ostatnich 40 latach celowe innowacje – zarówno techniczne, jak i społeczne – same stały się zorganizowaną dyscypliną, która jest zarówno nauczana, jak i wyuczana...*

Tworzenie wartości w organizacji obejmuje doskonalenie wszystkiego (*kaizen*), wdrażanie nowych aplikacji własnych produktów i systematyczne uczenie się innowacyjności.

Innowacyjny inżynier umie wprowadzać innowacje do procesów produkcyjnych czy usług i przenosić tam nowe rozwiązania. Na europejskim rynku jest duże zapotrzebowanie na absolwentów (ok. 200 osób rocznie w kraju). Rozwój produktu, obejmujący jego planowanie, badania, rozwój, konstrukcję i planowanie prac, ma wielkie znaczenie dla innowacyjności produktów i procesów oraz dla pozostałych etapów cyklu życia produktu (produkcji, sprzedaży, wykorzystania i recyklingu).

Potrzeby zatrudnienia takich inżynierów są zależne od miejsca pracy, tzn. w wielkim przemyśle na różnych stanowiskach pracy potrzebni są wyspecjalizowani eksperci od konstrukcji i rozwoju lub specjaliści w zakresie naukowo-teoretycznym, natomiast w małych i średnich firmach potrzebni są technicy ogólni, odpowiedni do pełnienia różnych ról i funkcji w przedsiębiorstwie.

System edukacyjny powinien kształtować cechy inżyniera sprzyjające innowacyjności. Część cech „idealnego innowatora” działającego w pełnym obszarze nauki, sztuki i rzemiosła konstrukcyjnego można ukształtować [2] poprzez edukację (wiedza i kompetencje z dziedziny nauki o projektowaniu, ujęcie systemowe modelowania obiektów i metod działania, otwartość, aktywność twórcza, twórczy styl zachowania, wytrwałość, wiedza i umiejętności ukształtowane przez wykształcenie i praktykę, wysoka etyka zawodowa, opanowane metod i technik projektowania, a zwłaszcza wspomaganie komputerowego, opanowanie metod wspomaganie kreatywności i decyzji).

TABLICA I. Deficyt umiejętności/wiedzy o rozwoju produktów w kształceniu wyższym w Niemczech [3]

Obszar wiedzy	Deficyt [%] w wykształceniu:		
	pierwotnym	wtórny	całkowity
Metody rozwoju i planowania projektu	51	6	57
Myślenie zorientowane na klienta	40	18	58
Kompetencje i możliwości prezentacji	46	–	–
Myślenie systemowe i interdyscyplinarne	40	12	52
Uzdolnienia projektowe i pracy zespołowej	25	22	47
Silna motywacja w realizacji celów	25	22	47
Myślenie zorientowane na cel	40	–	–
Kreatywność, myślenie poprzeczne, radość eksperymentowania	40	–	–
Metody systematycznego rozwoju	36	6	42
Ekonomiczność produktu, wiedza o kosztach	30	12	42
Znajomość języka angielskiego	32	11	43
Metody zarządzania kosztami	27	15	42

Wymagania co do kształcenia inżynierów na potrzeby badań i rozwoju B+R są kombinacją wiedzy technicznej i różnych kompetencji potrzebnych firmie. Można je podzielić na trzy kategorie wiedzy: umiejętności twarde (*hard skills*), umiejętności miękkie (*soft skills*), wiedza techniczna. Obserwuje się deficyt umiejętności i wiedzy uzyskiwanej w pierwotnym i wtórny (np. podyplomowy) kształceniu inżynierów (tabl. I).

Poprawy wymagają:

- kompetencje fachowe (np. technologie, materiałoznawstwo, dynamika maszyn, techniki komputerowe i języki obce),

- kompetencje metodyczne (np. konstruowanie metodyczne i zorientowane na koszty, analiza wartości, FMEA, QFD, techniki zarządzania i kontroli),

- kompetencje socjalne (np. praca w zespole, komunikacja, kierowanie zespołem, podejmowanie decyzji).

Szkoły wyższe w dotychczasowych strukturach kształcenia tylko w małym stopniu mogą zmniejszyć deficyt umiejętności. Wynika to z silnej orientacji na specjalizację w ramach specjalności nakierowanych na określone produkty w zawodach technicznych (specjalności typu maszyny i urządzenia subdziedzin techniki, np. obrabiarki lub silniki spalinowe), z pominięciem metodycznej wiedzy i integracyjnych kompetencji, typowych dla specjalności procesowych (np. *mechatronika lub inżynieria wirtualna projektowania*).

W dzisiejszych czasach ma miejsce proces szybkiego starzenia się nabytej wiedzy (np. wiedzy technologicznej po 5 latach); wystąpi więc konieczność jej odnowy w dalszym kształceniu (np. podyplomowym). Wymaga to odmiennych technik nauczania, do których szkoły wyższe nie są dzisiaj przygotowane [4]:

- propozycje nauczania zorientowane na klienta (bez wcześniej przygotowanych seminariów, natomiast z indywidualnymi treningami o niezdefiniowanej formie kształcenia);

- problemowo zintegrowane treści nauczania zgodne z potrzebami i orientacją na fachowe, metodyczne i socjalne kompetencje;

- zapoznajanie z nowymi wynikami badań naukowych w określonych dziedzinach wiedzy – kursy odświeżające wiedzę;

* Prof. dr hab. inż. Bogdan Branowski, dr inż. Dariusz Torzyński – Politechnika Poznańska.



Inżynieria odwrotna w Twojej branży

Sztuka

Archeologia

Przemysł Maszynowy

Edukacja

Przemysł Obronny

Medycyna

Stomatologia

Lotnictwo

Rynek Konsumenta

KONFERENCJA
3 kwietnia
wejdź na stronę
www.evatronix.eu
i zarejestruj się
już dziś!

Przemysł Wytwórczy

Przemysł Samochodowy

Budownictwo

Elektronika

Przemysł Obuwniczy

Energetyka

Przemysł Filmowy



EScan

- bezdotkowy, uniwersalny skaner
- dokładność: ± 150 mikronów
- skanowanie obiektów średnich rozmiarów
- szybkość skanowania: 10.000 punktów na sek.
- eksport pliku wyjściowego do STL / OBJ
- czas przebiegu jednego skanowania ok. 7 sekund



Optix 400 S

- bezdotkowy, bardzo precyzyjny skaner
- dokładność: ± 15 mikronów
- skanowanie obiektów niewielkich rozmiarów
- szybkość skanowania: 10.000 punktów na sek.
- eksport pliku wyjściowego do STL / OBJ
- czas przebiegu jednego skanowania ok. 7 sekund



Optix 400 M

- bezdotkowy, precyzyjny skaner
- dokładność: ± 35 mikronów
- skanowanie obiektów średnich rozmiarów
- szybkość skanowania: 10.000 punktów na sek.
- eksport pliku wyjściowego do STL / OBJ
- czas przebiegu jednego skanowania ok. 7 sekund



Optix 400 L

- bezdotkowy, precyzyjny skaner
- dokładność: ± 20 mikronów
- skanowanie obiektów większych rozmiarów
- szybkość skanowania: 10.000 punktów na sek.
- eksport pliku wyjściowego do STL / OBJ
- czas przebiegu jednego skanowania ok. 7 sekund

**Autoryzowany dystrybutor
na Polskę i Europę**
ul. Przybyły 2, 43-300 Bielsko-Biała
Tel. 33/499 59 17
www.evatronix.eu



evatronix
sztuka komputerowego tworzenia

- efektywne metody nauczania (z nowoczesnymi środkami multimedialnego nauczania);
- miejsce nauczania dostosowane do potrzeb (np. w firmie).

Studium przypadku proinnowacyjnej specjalności studiów Inżynierii Wirtualnej Projektowania Maszyn

W nowych programach studiów kształcenia inżynierskiego bardziej elastyczna jest struktura przedmiotów i liczby godzin. Zrównano liczbę zajęć projektowych, laboratoriów i ćwiczeń z liczbą wykładów. Wpłynęło to pozytywnie na kompetencje zawodowe absolwenta, wynikające z zastosowania wiedzy oraz na kompetencje metodyczne, systemowe i socjalne, wynikające z pracy zespołowej w mniejszej grupie ćwiczeniowej lub laboratoryjnej, a zwłaszcza grupie projektowej.

W 2002 r. została uruchomiona przez Zakład Metod Projektowania Maszyn nowa specjalność o profilu konstrukcyjno-badawczym **Inżynieria Wirtualna Projektowania Maszyn** na kierunku studiów Mechanika i Budowa Maszyn na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Model wiedzy inżyniera konstruktora w dziedzinie budowy maszyn został wzmocniony w obszarach: wiedzy informatycznej i konstrukcyjnej wiedzy technicznej, z jednoczesnym ukształtowaniem dodatkowych kompetencji: do pracy w zespole, zarządzania projektami i czasem, prezentowania wyników, kreatywności i podejmowania decyzji, zastosowania technik modelowania, analizy (np. FEM), symulacji, animacji i optymalizacji konstrukcji na potrzeby systemów CAD/CAM. Zakładano, że wykształcony absolwent, oprócz opanowania wiedzy i umiejętności koniecznych do rozumienia i modelowania zjawisk leżących u podstaw budowy, wytwarzania i eksploatacji maszyn, nabywa świadomość interdyscyplinarnego i systemowego podejścia do funkcjonowania procesów w cyklu życia projektowanego obiektu i jego interakcji z człowiekiem i otoczeniem. Zatem idea specjalizacji wzmacnia kształcenie ogólne procesowe sumptem kształcenia obiektowego, zapewniając absolwentowi pożądaną elastyczność w zatrudnieniu. Ukierunkowanie nauczania na rozwiązywanie problemów prowadzi do zespolenia treści dydaktyki we wspólne zagadnienia dotyczące podmiotu, przedmiotu i procesu projektowania, które są uniwersalne dla różnych maszyn i urządzeń. W tym miejscu można zgodzić się w pełni z opinią prof. Z. Dąbrowskiego, że *...kształcenie inżyniera to nie scholastyczne wbiecie mu do głowy pewnej ilości wiedzy, lecz wykształcenie pewnych schematów postępowania, czyli wyrobienie umiejętności przetwarzania informacji w sposób bliski optymalnemu przez uczenie, powtarzanie i wykorzystywanie wiedzy przekazywanej w uporządkowany sposób, z jednoczesnym kreowaniem umiejętności abstrahowania (uogólniania)...*

W programach nauczania wspomnianej specjalności można wyróżnić trzy bloki przedmiotów: (1) Techniki komputerowe; (2) Metody komputerowe; (3) Metodologia projektowania technicznego. W 2007 r. wprowadzono na Wydziale MRiT PP nowe programy dla 7-semesteralnych studiów inżynierskich i 3-semesteralnych studiów magisterskich. W tabl. II podano przedmioty i liczby godzin na realizację wspomnianych bloków przedmiotów specjalności.

W siedmiu semestrach studiów inżynierskich (I stopnia) jest realizowany plan studiów w łącznej liczbie 2705 h dydaktycznych w obszarze grup przedmiotów: (1) – kształcenia ogólnego (bezpieczeństwo pracy, psychologia, język obcy, technologia informacyjna, podstawy ekonomii i zarządzania) – w wymiarze 305 h; (2) – kształ-

cenia podstawowego (matematyka, fizyka, chemia, mechanika techniczna, mechanika płynów, wytrzymałość, maszynoznawstwo, podstawy informatyki, grafika komputerowa, ergonomia, tribologia) – w wymiarze 750 h; (3) – kształcenia kierunkowego (PKM, CAD, grafika inżynierska, materiałoznawstwo, termodynamika, ekologia, elektrotechnika, automatyka i robotyka, metrologia, napędy hydrauliczne i pneumatyczne) – w wymiarze 915 h oraz (4) – kształcenia profilowego (na specjalnościach) – w wymiarze 435 h.

W trzech semestrach studiów magisterskich (II stopnia) jest realizowany plan studiów w łącznej liczbie 900 h dydaktycznych w obszarze grup przedmiotów: (1) kształcenie ogólne (marketing, ergonomia, ochrona patentowa, język obcy) – 90 h, (2) kształcenie podstawowe (matematyka, fizyka, mechanika analityczna, termodynamika, języki oprogramowania, inżynieria jakości, inżynieria powierzchni) – w wymiarze 255 h, (3) kształcenie kierunkowe (modelowanie w CAD, współczesne materiały inżynierskie, zintegrowane systemy wytwarzania) – 135 h oraz (4) kształcenie profilowe na specjalności – 420 h (tabl. II). Waga profilowania specjalności wzrasta zatem z 16% udziału w łącznej liczbie godzin dydaktycznych na studiach inżynierskich do 47% udziału na studiach magisterskich.

TABLICA II. Przedmioty specjalności Inżynieria Wirtualna Projektowania na studiach magisterskich kierunku Mechanika i Budowa Maszyn (Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska)

Studia magisterskie	Przedmioty specjalności (na semestrach 1-3)	Godziny
Blok „Techniki komputerowe”	(1) Informatyczne środowisko pracy inżyniera II; (2) Języki oprogramowania i systemy operacyjne II; (3) Projektowanie wirtualne II; (4) Platformy integracji oprogramowania CAD/CAM II	30 h w. + 60 h lab.
Blok „Metody komputerowe”	(1) Metoda elementu skończonego II; (2) Systemy sterowania cyfrowego	30 h w. + 30 h lab.
Blok „Metodologia projektowania technicznego”	(1) Projektowanie zintegrowane; (2) Inwentyka; (3) Biomechaniczne podstawy inżynierii rehabilitacyjnej; (4) Ekobilansowanie; (5) Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania; (6) Praca przejściowa II; (7) Seminarium dyplomowe; (8) Praktyka	120 h w. + 150 h proj. + ćw.
$\Sigma = 420$ h dydak., co odpowiada 47% h		

Zajęcia laboratoryjne z zakresu specjalności są prowadzone z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń: (1) trójwymiarowy skaner stykowy firmy MicroScribe 3D, (2) trójwymiarowy manipulator SpaceBall 5000 do manipulacji obiektami w aplikacjach 3D, (3) sterowana numerycznie (CNC) frezarka trójosiowa Mini 700 wraz z odpylaczem, (4) trójwymiarowa drukarka ThermoJet firmy 3D Systems – maszyna Rapid Prototyping do wykonywania modeli objętościowych na podstawie modelu CAD, (5) trójwymiarowy wyświetlacz nahełmowy Hi-Res 9003D (urządzenie Virtual Reality), (6) ramię robota o 6 stopniach swobody Lynx 6 Series Robotic Mars firmy Lynxmotion, (7) sześciopięciopiętny robot Extreme Hexapod firmy Lynxmotion, (8) zestawy Mindstorms do budowy robotów.

Zakład MPM ma także komputerowe laboratorium naukowe obliczeń równoległych, wyposażone w 16-procesorowy klaster Beowulf, oparty na technologii LAN 1 Gbit, służący do przepływowych obliczeń równoległych zadań, składających się z siatek niestrukturalnych o wielkiej liczbie elementów, oraz duże dydaktyczne laboratorium komputerowe z oprogramowaniem służącym do obliczeń i analiz w konstruowaniu maszyn CAD 3D: CATIA V5, SolidWorks, RhinoCeros i oprogramowaniem wspomagającym prace projektowe w konstruowaniu maszyn: COSMOS Works, COSMOS FloWorks, COSMOS Motion.





3Dconnexion
A LOGITECH COMPANY

**3Dconnexion przedstawia nowe produkty,
nowe oprogramowanie i nowe ceny**

**Nowy SpaceNavigator i SpaceExplorer
– rozszerzona nawigacja trójwymiarowa
do użytku w pracy, w domu i w szkole**

3Dconnexion®, firma Logitech oferuje nowe modele, nowe oprogramowanie i nowe ceny; wprowadziła na rynek dwa nowe urządzenia do nawigacji w 3D: **SpaceNavigator** i **SpaceExplorer** i w ten sposób zakończyła budowanie kompletnego portfolio rozpoczęte wprowadzeniem SpacePilota w 2005 r. SpaceNavigator to urządzenie do nawigacji 3D zarówno dla profesjonalistów, jak i studentów oraz entuzjastów tej technologii, a SpaceExplorer – to bogato wyposażone urządzenie klasy *mid-range*. Oba zapewniają naturalne i intuicyjne sterowanie trójwymiarowymi przedmiotami i środowiskami. Sugerowana cena detaliczna SpaceExplorera wynosi 299 EUR, SpaceNavigatora PE (wersja osobista) – 59 EUR, a SE (wersja standardowa) – 99 EUR i obejmuje licencję do zastosowań komercyjnych. Aby zwiększyć przydatność i kompatybilność urządzeń do nawigacji z całym asortymentem produktów dostępnych na rynku, 3Dconnexion wypuściła wersję 3.0 oprogramowania 3DxSoftware. Wersja ta ma nowy kreator konfiguracji (*Configuration Wizard*) i dodatkowe wsparcie dla programów Autodesk Design Reviewer, Autodesk DWF Viewer, Google Earth i Google SketchUp. Firma 3Dconnexion od dnia 31 grudnia 2006 r. zaprzestała produkcji urządzeń SpaceBall i SpaceMouse, przy czym oba produkty będą wspierane i serwisowane do 31 grudnia 2009 r.

3Dconnexion obniżył cenę wielokrotnie nagradzanego SpacePilota, wysokiej klasy urządzenia do nawigacji w 3D, do 399 EUR. **SpacePilot** to jedyne urządzenie do nawigacji w 3D odznaczające się adaptacyjną technologią, które współpracują z wyświetlaczem LDC w celu pokazywania poleceń. Aktualizują się one dynamicznie, kiedy użytkownicy przełączają aplikacje lub zmieniają tryby pracy w ramach aplikacji. Sugerowana cena detaliczna SpaceTravelera, lekkiego przenośnego urządzenia dla mobilnych projektantów, nie zmieniła się i wynosi 199 EUR. Asortyment produktów 3Dconnexion obejmuje różnorodne urządzenia do nawigacji trójwymiarowej w cenach od 59 do 399 EUR, co odpowiada potrzebom i możliwościom finansowym wszystkich użytkowników.

Kreator konfiguracji (3Dconnexion **Configuration Wizard**) jest to interakcyjne narzędzie, które pracuje podczas instalacji i demonstruje użytkownikowi, poprzez animacje i obrazowanie, jak używać urządzenia nawigacyjnego i z łatwością konfigurować je zgodnie z preferowanymi przez użytkownika ustawieniami. Pomoże ono, zarówno nowicjuszowi, jak i ekspertowi w dziedzinie zastosowań trójwymiarowych, szybko zrozumieć, jak używać urządzeń 3Dconnexion.

Wszystkie urządzenia oferowane przez 3Dconnexion umożliwiają użytkownikom poruszanie się w przestrzeniach 3D bez zatrzymywania się (w celu użycia klawiatury lub myszy), aby zmienić kierunek. Projektanci mogą używać manipulatora w celu jednoczesnego przesuwania, oddalania, zbliżania i obracania przedmiotów trójwymiarowych, co nie jest możliwe, gdy stosuje się mysz i klawiaturę. Urządzenia 3Dconnexion (sterowane drugą ręką) zmniejszają liczbę ruchów myszą, niezbędnych do wykonywania zwykłych zadań, ponieważ użytkownicy nie muszą tak często przełączać narzędzi, aby manipulować zobrazowaniem trójwymiarowym, przez co uzyskuje się większą wydajność w ramach aplikacji. <http://www.3Dconnexion.com>

SpaceExplorer™

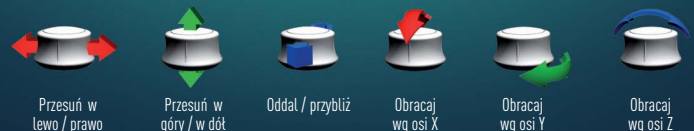
Zaawansowana i ergonomiczna
myszka 3D dla profesjonalistów



Jedynie
299,00 €*

* Sugerowana cena detaliczna netto (nie zawiera podatku VAT, 22%)

Od pomysłu do realizacji: dzięki myszkom 3D firmy 3Dconnexion możesz projektować i tworzyć swoje obiekty i konstrukcje w rekordowo szybkim czasie. Możesz manipulować obiektami trójwymiarowymi czy nawet latać nad ziemią w GoogleEarth ze zręcznością i precyzją, której nie da się osiągnąć przy użyciu zwykłej myszki i klawiatury. SpaceExplorer wspiera ponad 120 aplikacji 3D i jest dostępny u naszych dealerów.



Przesuń w lewo / prawo

Przesuń w góry / w dół

Oddal / przybliż

Obracaj wg osi X

Obracaj wg osi Y

Obracaj wg osi Z

Wsparcie dla

SolidWorks

Autodesk Inventor

CATIA

ProENGINEER

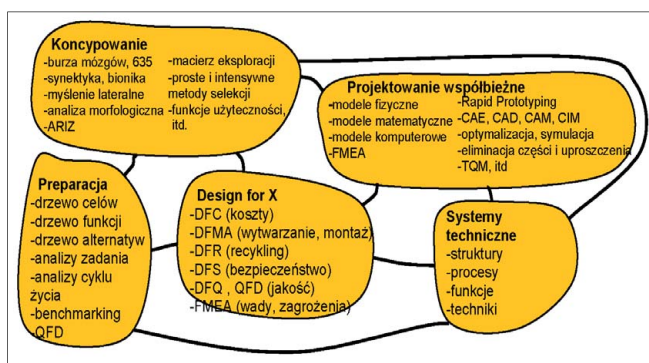
UGS SOLID EDGE

www.3dconnexion.com

Kontakt: eesales@3dconnexion.com, Tel. +48-71-343 57 98

Przekazywana wiedza konstrukcyjna zawiera: (1) **wiedzę obiektową**, czyli deklaratywną, przedstawiającą opisy obiektów techniki (budowa, zasady działania i właściwości użytkowe), zagadnienia kształtowania, wytwarzania i użytkowania maszyn oraz czynniki/warunki (dane o elementach, koszty); (2) **wiedzę metodyczną**, czyli (2.1) **proceduralną** (podającą recepty) i (2.2) **kontekstualną** (pobudzającą skojarzenia, ułatwiającą zastosowanie wiedzy obiektowej), które zawierają **ogólną wiedzę** o metodyce i technice projektowania, konstruowania, wytwarzania, użytkowania i likwidowania oraz **wiedzę o technikach** kreatywności, podejmowania decyzji, analizie wartości, systemach CAD/CAM, regułach kosztowych.

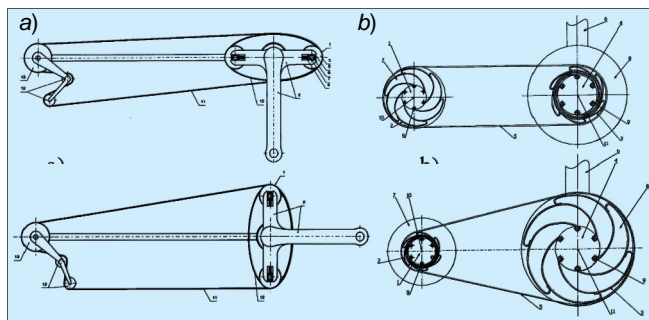
W tym obszernym matematyczno-przyrodniczo-filozoficzno-poznawczym ujęciu sztukę konstruowania sprawdza się do obiektów i dostępnych dla wszystkich procedur. Powstałe **pojęcie konstruowania metodycznego** jest rozumiane jako planowe postępowanie, w znacznej mierze normatywne, oparte na zastosowaniu metod i środków zasadniczo występujących w każdym zadaniu konstrukcyjnym. Przekazywaną wiedzę metodyczną o projektowaniu przedstawiono (rys.1) w postaci „wysp wiedzy” z zapisem metod i narzędzi metodycznych.



Rys. 1. Wyspy wiedzy metodycznej

W ramach przedmiotu *Inwentyka* – stosując metody twórczego rozwiązywania problemów – powstały w minionym roku trzy zgłoszenia wynalazków. Na rys. 2 przedstawiono dwie nowe koncepcje rozwiązania napędu rowerów:

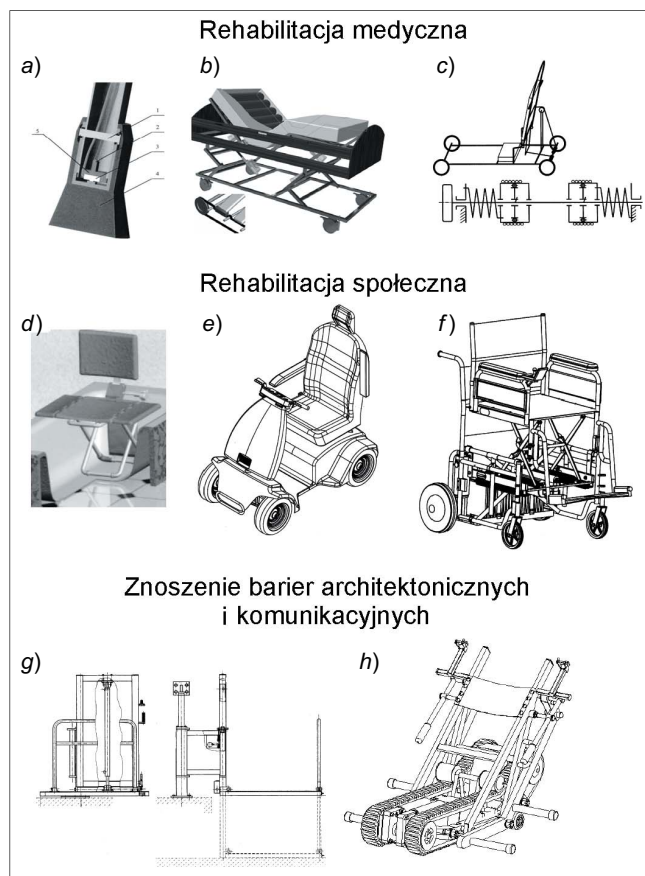
- z pseudofalową przekładnią pasową z podatnym pierścieniowym kołem napędowym o kształcie owalnym po montażu (rys. 2a);
- z przekładnią pasową o płynnej regulacji przełożenia, proporcjonalnie do obciążenia roboczego (rys. 2b).



Rys. 2. Przykładowe zgłoszenia patentowe wynalazków: a) przekładnia rowerowa (zgłoszenie w UP.RP nr P-380288 z dnia 21.07.2006, twórcy B. Branowski, J. Fedorczyk, zgłaszający Politechnika Poznańska); b) pasowa przekładnia roweru (zgłoszenie w UP.RP nr P-379275 z dnia 23.03.2006, twórcy B. Branowski, S. Głowala, zgłaszający Politechnika Poznańska)

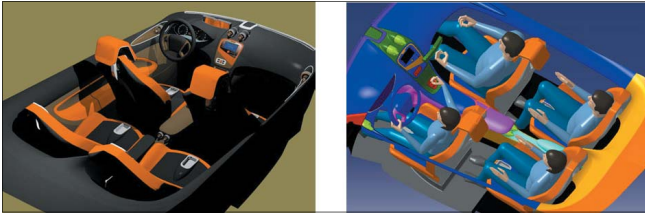
Jako jedną z dwóch dziedzin aplikacji projektowych na specjalności wybrano urządzenia rehabilitacyjne lub wspomagające osoby niepełnosprawne i/lub w starszym wieku. Ta dziedzina projektowania wiąże trzy ukierunkowane na człowieka obszary projektowania: (1) inżynierii rehabilitacyjnej (protezy, rehabilitacyjne roboty, urządzenia mobilne, integracja technologiczna w transporcie i w domu); (2) projektowania uniwersalnego dla wszystkich ludzi, niezależnie od cech anatomicznych, fizjologicznych i psychicznych oraz możliwości związanych z wiekiem i niepełnosprawnością, czyli projektowania bez barier środowiskowych i informacyjnych; (3) projektowania ergonomicznego, czyli systemowego projektowania układu człowiek–maszyna, ze względu na nadrzędne kryterium jakości życia człowieka. Projektowanie jest oparte na systemowej teorii techniki G. Ropohla, wiążącej funkcjonalne, strukturalne i hierarchiczne ujęcie socjotechnicznego systemu i zasadach projektowania uniwersalnego powiązanych z zasadami konstruowania urządzeń dla osób niepełnosprawnych.

Na rys. 3 przedstawiono studenckie projekty wybranych urządzeń rehabilitacji medycznej i społecznej oraz środków technicznych wspomagających znoszenie barier architektonicznych i urbanistycznych.



Rys. 3. Urządzenia zaprojektowane w uczelni: a) kula inwalidzka do rejestracji parametrów chodu, b) łóżko rehabilitacyjne z regulacją sztywności leżyska, c) pojazd napędzany ruchem pleców, d) krzesło wannowe, e) elektryczny wózek, f) moduł wózka do podnoszenia siedziska, g) winda samochodowa, h) transporter schodowy (prace studentów pod kierunkiem prof. B. Branowskiego)

Większe projekty studenckie są ukierunkowane na kompetencje techniczne i społeczne nabywane przy pracy zespołowej. Przykładowo: wirtualny projekt szybowca GOAT obejmował opracowanie modelu 3D zawierającego 2,5 tys. części na podstawie dokumentacji 2D w postaci 75 rysunków złożeniowych i wykonawczych, prze-



Rys. 4. Modelowanie wnętrza samochodu Ford z wizualizacją fotorrealistyczną i animacją oraz analizą ergonomii (oprac. zespół studentów pod kierunkiem dr. inż. M. Rychlika)

prowadzenie analizy MES naprężeń i odkształceń oraz analizy przepływowej profilu skrzydła. Film dydaktyczny z jego powstawania był prezentowany w 2006 r. na Międzynarodowych Targach Poznańskich.

W laboratorium inżynierii wirtualnej są stosowane m.in. techniki bezstykowego skanowania 3D i digitalizacji komputerowej wykorzystywane do rekonstrukcji obiektów.

Projektowanie pojazdów mechanicznych na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu PP ma szczególne znaczenie. Na rys. 4 przedstawiono projektowanie 3D wnętrza pojazdu, które następnie wykorzystano do jego analizy z punktu widzenia ergonomii. Wirtualny model komputerowy samochodu może być podstawą budowy modelu fizycznego (rys. 5) wytworzonego technikami szybkiego prototypowania.



Rys. 5. Modele wirtualny i fizyczny (wykonany w skali 1:10 techniką Rapid Prototyping) prototypu nadwozia samochodu (oprac. zespół studentów pod kierunkiem dr. inż. M. Rychlika)

LITERATURA

1. B. BRANOWSKI: Metody twórczego rozwiązywania problemów inżynierskich. Wyd. Wielkopolska Korporacja Techniczna NOT Poznań 1999.
2. B. BRANOWSKI, G. WIELOCH, P. POHL: Changes in design engineer's ethos – new ideal of technical designing. Proceedings AEDS, 2006, Workshop, Pilzen, p. 31 ÷ 42.
3. P. DIETZ: Bachelor, Master, Akkreditierung.: Ausweg aus Bildungskrise oder politische Spinnerei? *IMW-Institutsmitteilung* Nr 27 (2002) Clausthal.
4. H. GRABOWSKI, K. GEIGER: Neue Wege zur Produktenentwicklung. Raabe Fachverlag für Wissenschaftsinformationen 1997.
5. R. ROHATYŃSKI: Wyzwanie edukacyjne wobec inżynierów konstruktorów. Materiały XX Sympozjonu Podstaw Konstrukcji Maszyn. *Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, Mechanika* Nr 271, Z. 69, Opole 2001.



PORTAL BRANŻY CNC
OBRABIARKA.PL

**PIERWSZY PROFESJONALNY PORTAL
BRANŻY CNC**

Wpis gratis!



- ✓ Dołącz do nas!
- ✓ Promuj swoją firmę
- ✓ Szukaj zleceń
- ✓ Kupuj / Sprzedawaj
- ✓ Zarabiaj!

WWW.OBRABIARKA.PL



**KATALOG
FIRM**



**GIEŁDA
MASZYN**



**RYNEK
PRACY**



**GIEŁDA
ZLECEŃ**



**WYSZUKIWARKA
OBRABIAREK**



Międzynarodowe Targi Technologii Obróbki Metali, Obrabiarek i Narzędzi STOM 2008 26 ÷ 28 marca 2008, Targi Kielce

TARGI KIELCE – organizator wielu znanych i renomowanych imprez branżowych – poszerzyły swoją ofertę o wystawę poświęconą technologiom obróbki metali. W ramach tej wystawy prezentowane będą najnowsze technologie, obrabiarki i narzędzia oraz materiały stosowane do obróbki metali, urządzenia kontrolno-pomiarowe, oprogramowanie CAD/CAM.

Każda firma może mieć obawy o sukces targów – szczególnie przy ich pierwszej edycji. Podjęcie decyzji o udziale w targach wiąże się koniecznością znalezienia odpowiedzi na pytania o korzyści, jakie firma odniesie. Udział w targach wiąże się bowiem z kosztami stoiska oraz jego przygotowania i obsługi.

Dlatego też Targi Kielce starannie przygotowują się do organizacji nowych imprez. Specjalizujemy się w organizacji – w szczególności targów specjalistycznych (branżowych) takich właśnie, jak targi STOM. Poprzedzone jest to starannym opracowaniem strategii organizacji samej imprezy targowej, jak również zapewnieniem odpowiedniej grupy zwiedzających – Państwa potencjalnych klientów.

Cena powierzchni wystawienniczej dla nowych imprez targowych jest też zawsze promocyjna, aby zminimalizować ryzyko wystawców. Dlatego też – wzorem innych organizowanych przez nas imprez targowych, które odniosły sukces już po pierwszej edycji, i aby zachęcić Państwa do wzięcia w niej udziału, a także do zamawiania dużej powierzchni i prezentacji maszyn – **wprowadzamy DODATKOWY SPECJALNY BONUS DLA FIRM – UCZESTNIKÓW PIERWSZEJ EDYCJI TARGÓW w 2008 r. – które uzyskują status FIRM ZAŁOŻYCIELSKICH. Dla tych firm CENA PROMOCYJNA 100 PLN / 1 m² BĘDZIE UTRZYMANA PRZEZ TRZY KOLEJNE EDYCJE TARGÓW.**

Termin nadsyłania zgłoszeń udziału w Targach STOM 2008 upływa 15 marca 2008 r.

Do dyspozycji wystawców i zwiedzających jest:

Infrastruktura targowa: do Państwa dyspozycji oddajemy nowoczesne pawilony targowe wyposażone w klimatyzację, wysokiej jakości posadzkę techniczną z przeznaczeniem do ustawienia wszystkich typów ciężkich maszyn i urządzeń. Zapewniamy możliwość prezentacji pracujących maszyn, dostarczając na stoiska energię elektryczną dużej mocy, sprężone powietrze oraz wodę. Ponadto: sale konferencyjne wraz z wyposażeniem technicznym oraz restaurację i kawiarnię na terenie targów. Zapewniamy też możliwość bezpłatnego korzystania z Internetu (kafeteria internetowa).

W ramach targów oferujemy firmom możliwość wystąpień, dokonania pokazów oraz prezentacji firm. Pomagamy w zrealizowaniu oprawy i cateringu dla tego typu spotkań.

Infrastruktura drogowa wokół targów: oferujemy dogodny dojazd do terenów targowych, bezpośrednio z obwodnicy Warszawa – Kraków, która przecina jednocześnie drogę wjazdową do Kielc z północy (kierunek – Łódź). Parkingi dla wystawców i zwiedzających na ponad tysiąc samochodów, bezkolizyjny ruch okrężny wokół targów – co daje możliwość szybkiego wjazdu i wyjazdu z targów. Bezproblemowa możliwość rozładunku dowolnej wielkości maszyn i urządzeń w dogodnym dla Państwa czasie. Działalność renomowanych spedytorów targowych.

Infrastruktura hotelowa: w ostatnich latach na terenie Kielc (jak i okolic w obrębie do 15 km) powstało wiele nowych hoteli, moteli i pensjonatów o różnym standardzie świadczonych usług i zróżnicowanych cenach. Każdy wystawca może znaleźć ofertę dostosowaną do swoich potrzeb. Targi Kielce dysponują też komórką, której zadaniem jest pomoc w rezerwacji noclegu dla pracowników Waszej firmy.

Koszt uczestnictwa w Targach STOM jest na umiarkowanym poziomie. Przykładowa cena najmniejszego, wyposażonego standardowo, zabudowanego stoiska 6 m² wynosi 1655 zł + VAT. Warto więc zaprezentować swoją firmę na tych targach. Potencjalne zyski okażą się dużo wyższe od poniesionych kosztów.

Każdy zwiedzający wchodzi na targi bezpłatnie, a po rejestracji otrzymuje (także bezpłatnie) katalog targowy.

Dla wystawców jest też zawsze przygotowywana Gala, czyli uroczystość wręczenia medali i wyróżnień targowych za najlepsze produkty prezentowane na targach, połączona z bankietem. Gala odbywa się zawsze drugiego dnia targów.

Marka TARGÓW KIELCE budowana jest w oparciu o zadowolenie naszych klientów, którzy wskazują na wysoki poziom świadczonych usług i – co równie istotne – umiarkowane ceny.

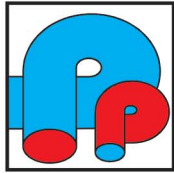
Myślisz o przyszłości firmy? Na tych targach warto być!

W celu zgłoszenia uczestnictwa w Targach STOM 2008 należy przesłać formularz (do rezerwacji wystarczy s. 1 formularza), który można pobrać ze strony:

www.stom.targikielce.pl po prawej stronie w pozycji: FORMULARZ ZGŁOSZENIOWY
lub www.targikielce.pl wybrać targi OBRABIAREK, dalej j.w

Więcej informacji pod wskazanym adresem lub u organizatorów:

Piotr Pawelec – dyrektor Projektu Targi Kielce
tel. (041) 365 12 20, 0606 447 384, fax (041) 365 13 12, pawelec.p@targikielce.pl
Małgorzata Piotrowska – tel. (041) 365 13 48, metal1@targikielce.pl



PLASTPOL

27-30.05.2008

Kielce

Największe targi przetwórstwa tworzyw sztucznych w środkowowschodniej Europie

- 750 firm
- 28 krajów
- 250 maszyn pracujących na stoiskach

DOŁĄCZ DO NAJLEPSZYCH

TargiKielce

ufi
Approved
Event

Targi
z rekomendacją
Polskiej Izby Przemysłu Targowego



Medal Europejski dla usług
przyznany Targom
PLASTPOL w 2007 r.



XII Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych

Targi Kielce Sp. z o.o., ul. Zakładowa 1, 25-672 Kielce

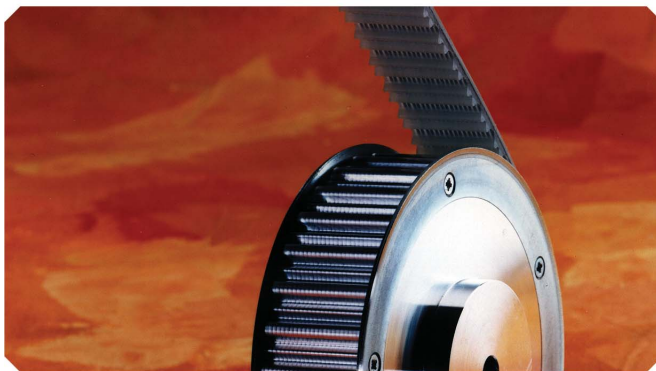
Kamil Perz - Dyrektor Projektu, tel. 041 365 12 30, fax 041 365 13 10, e-mail: plastpol@targikielce.pl

www.plastpol.com



WILHELM HERM. MÜLLER

WWW.WHM.PL



OFERUJEMY

- ▶ PASY NAPĘDOWE KLINOWE, ZĘBATE, PŁASKIE, OKRĄGŁE, WIELOKĄTNE, KOŁA PASOWE
- ▶ TAŚMY TRANSPORTUJĄCE
- ▶ DORADZTWO TECHNICZNE
- ▶ SPECJALNE POKRYCIA
- ▶ SERWIS 24 H - W KAŻDYM ODDZIALE

CENTRALA

UL. SOLNA 20, 85-862 BYDGOSZCZ
Tel. (052) 349 07 15, fax (052) 349 00 75

REGION PÓŁNOCNY

UL. NOWOWIEJSKIEGO 22, 83-000 PRUSZCZ GDAŃSKI
Tel. (058) 683 46 21, fax (058) 683 02 15

REGION POŁUDNIOWY

UL. TRAUGUTTA 25D, 43-300 BIELSKO-BIAŁA
Tel. (033) 821 88 09/10, fax (033) 821 88 13

REGION WSCHODNI

UL. UŁANÓW JAZŁOWIECKICH 16, 05-092 ŁOMIANKI
Tel. (022) 213 89 24, fax (022) 213 89 25

REGION WROCŁAW

WWW.WHM.PL e-mail: WROCLAW@WHM.PL; WHM@WHM.PL





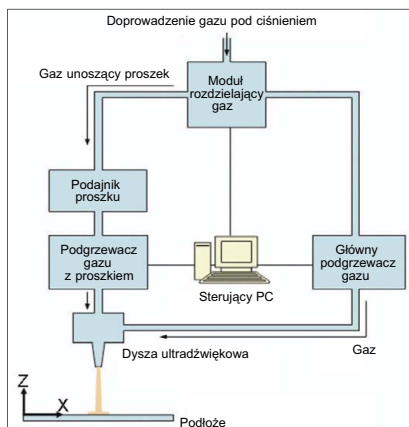
Z DZIAŁALNOŚCI CIRP

The International Academy for Production Engineering
Międzynarodowa Akademia Inżynierii Produkcji

Reperacja zniszczonych powierzchni form wtryskowych

Wiele elementów produkowanych masowo w wyrobów jest wykonywanych z plastiku poprzez wtryskiwanie do metalowych form. Formy takie mogą służyć do wyprodukowania tysięcy lub nawet milionów identycznych elementów, jednak z czasem ulegają zużyciu. Zużycie występuje na powierzchniach form w wyniku przepływu rozgrzanego plastiku, reakcji chemicznych i szoku termicznego. Uszkodzenia powierzchni form są reperowane przez nanoszenie warstw spiekanych laserem lub za pomocą napawania, lecz metody te wiążą się z wprowadzaniem naprężeń termicznych i odkształceń formy. Zespół badaczy z Korei przedstawił na konferencji CIRP metodę reperowania powierzchni form przez nanoszenie warstw metalu w temperaturze zbliżonej do temperatury otoczenia [1].

Przedstawiona metoda polega na nanoszeniu na uszkodzone powierzchnie formy warstwy metalu w postaci proszku doprowadzanego wraz z gazem i narzucanego na formę z dyszy ultradźwiękowej. Scalanie proszku i wiązanie go z materiałem formy nie jest wynikiem roztopienia czy zgrzewania, lecz odkształceń plastycznych. Temperatura reperowanej formy zmienia się w niewielkim stopniu. Zestaw aparatury do takiego natryskiwania na zimno został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat instalacji do natryskiwania na zimno

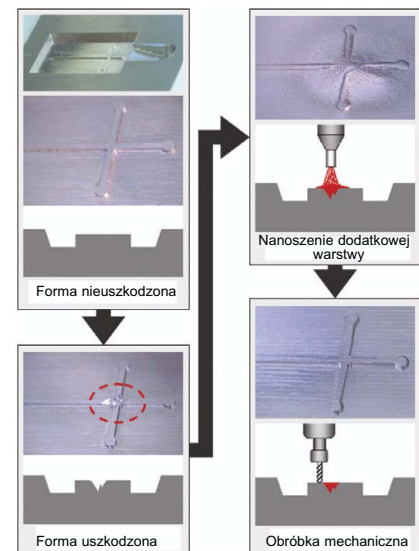
W omawianym opracowaniu przedstawiono wyniki uzyskane w przypadku formy aluminiowej, która była reperowana przez nanoszenie proszku z czystego aluminium. Nanoszona warstwa materiału była większa niż ubytki formy powstałe w wyniku zużycia, a jej nadmiar był usuwany frezowaniem. Przy frezowaniu używano taki sam frez i taki sam program obróbki w celu odtworzenia pierwotnego kształtu formy. Kolejne etapy reperacji zostały przedstawione na rys. 2.

W artykule porównano wiele cech i właściwości materiału uzyskanego w wyniku naniesienia proszku i czystego aluminium (a więc materiału proszku). Naniesiony materiał miał np. większą twardość, a mniejszy moduł elastyczności. Współczynnik rozszerzalności termicznej warstwy naniesionej był w kierunku grubości warstwy większy o 24% niż czystego aluminium, lecz miał taką samą wartość w kierunkach prostopadłych. Oporność elektryczna warstwy naniesionej była większa.

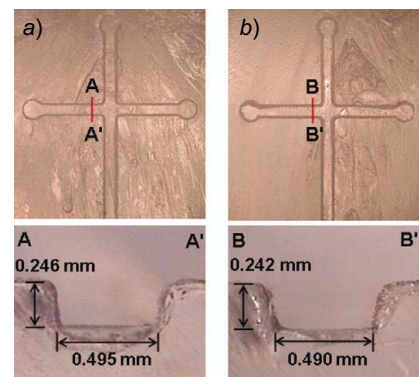
Przeprowadzono również wiele badań porównawczych naniesionej warstwy z pierwotnym materiałem formy. Naniesiona warstwa wykazała mniejszy współczynnik zużycia

w typowych badaniach ścieralności. Siły skrawania przy frezowaniu miały zbliżone wartości.

Rys. 2. Kolejne etapy reperacji formy wtryskowej



Oczywiście podstawowe znaczenie miałyby porównanie wyników produkcji przy zastosowaniu formy przed zużyciem i formy po zastosowaniu zaproponowanej metody reperacji. Podano jednak tylko jeden przykład, który został przedstawiony na rys. 3. Element wytwarzany ma postać wgłębionego krzyża. Porównano zarysy uzyskane w wybranym miejscu wgłębienia. Dokładność zarysu uzyskanego po reperacji była nieco mniejsza. Wydaje się jednak, że można byłoby uzyskać lepsze wyniki, dobierając odpowiednio warunki frezowania formy.



Rys. 3. Porównanie kanałów w wykonanych przedmiotach oraz ich przekrojów: a) przedmiot uzyskany z formy niezużytej, b) przedmiot uzyskany z formy reperowanej

Brakuje pełniejszych badań praktycznych i porównania wyników uzyskanych przy zastosowaniu formy nowej i po reperacji. Podane wyniki porównujące dokładność są dość specyficzne, a zupełnie brakuje ich w odniesieniu do trwałości formy po reperacji.

LITERATURA

1. J. C. LEE, H. J. KANG, W. S. CHU, S. H. AHN: Repair of Damaged Mold Surface by Cold-Spray Method. *Annals of the CIRP* Vol. 56/1, 2007.

Opracował: prof. dr inż. Maciej Szafarczyk

EdgeCAM 12.0

już w sprzedaży!

Posiadasz **maszyny sterowane numerycznie** albo planujesz ich zakup?
Chcesz **przyspieszyć** generowanie kodu NC?
Szukasz programu, który **usprawni** Twoją produkcję?

EdgeCAM firmy Pathtrace to nowoczesny system CAD/CAM, który umożliwia programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie łącznie z obróbką HSM (High Speed Machining).

EdgeCAM to:

- Znaczne skrócenie czasu programowania,
- Bezpośrednia współpraca z wiodącymi systemami CAD,
- Aktualizacja ścieżek narzędzia po zmianie detalu w programie CAD,
- Pełna weryfikacja obróbki w module symulacji.
- Kreator postprocesorów umożliwia definicje postprocesora na dowolny układ sterowania NC,
- Generowanie kodu NC dla określonego sterowania obrabiarki numerycznej,
- Znaczne zmniejszenie ryzyka popełnienia błędu w porównaniu z programowaniem „ręcznym”.

Oferujemy:

- Program **EdgeCAM** skonfigurowany i dostosowany do **Twoich** potrzeb,
- Roczną opiekę techniczną w cenie programu,
- Wdrożenie,
- Szkolenia.

www.procad.pl/edgcam

0-800 110 555 **www.procad.pl**

Oddziały w Polsce: Gdańsk, Katowice, Poznań, Radom, Warszawa, Wrocław

c.d. streszczeń ze s. 128

CONTENTS

MAPAL tools for machining magnesium alloys. Mechanik No 3/2008, p. 186.

TENDO E and ES – a potential family of hydraulic tool chucks offered for attractive price (SCHUNK). Mechanik No 3/2008, p. 188.

Carl Zeiss software for curved lines measurements (ZEISS). Mechanik No 3/2008, p. 191.

BALINIT® coatings – material for attention of engineering designers (OERLIKON BALZERS COATING). Mechanik No 3/2008, p. 194.

Implementation of new measuring and tool checking systems (RENISHAW). Mechanik No 3/2008, p. 195.

S. ADAMCZAK: Surface texture parameters. Part 1. Comparative tests of the instruments. Mechanik No 3/2008, p. 198. Discussed are procedures for comparative tests of measuring instruments basing on the so called „experimental error of method” as established for a selected batch of products.

ID-H electronic gauges (MITUTOYO). Mechanik No 3/2008, p. 204.

Modern solutions for industry application (CHIORINO, MEGADYNE, KabelSchlepp). Mechanik No 3/2008, p. 206.

Elektrohydraulic EFM systems controlling equipment of building machines (REXROTH BOSCH GROUP). Mechanik No 3/2008, p. 208.

Laser means everything® (SOLARIS LASER). Mechanik No 3/2008, p. 210.

Application of NORD drive units from ATEX (NORD NAPIĘDY). Mechanik No 3/2008, p. 214.

ATEX control transforms Coupling into Device (KTR). Mechanik No 3/2008, p. 216.

New ideas, new standards – one proven issue (NICOM). Mechanik No 3/2008, p. 219.

New modules from Delcam PowerMILL 8. Impeller and turbine machining modules (DEL CAM). Mechanik No 3/2008, p. 220.

Fast progress in development of Rapid Prototyping processes (BIBUS MENOS). Mechanik No 3/2008, p. 222.

B. BRANOWSKI, D. TORZYŃSKI: Innovation oriented training for design engineers. Mechanik No 3/2008, p. 224. A discussion related to innovation oriented engineers training system with reference to exemplary Virtual Machine Design Engineering studies program performed at the Faculty of Transport and Heavy Machinery, Poznan Technical University.

SpaceNavigator from 3Dconnexion with a support offered by ESRI applications. Mechanik No 3/2008, p. 227.

Tools, Machine Tools and Metal Machining Process International Fair STOM 2008. Mechanik No 3/2008, p. 230.

INHALT

Bearbeitung von Magnesiumlegierungen mit Werkzeugen von MAPAL. Mechanik Nr 3/2008, S. 186.

TENDO E und ES – starke Familie hydraulischer Werkzeugfassungen zum günstigen Preis (SCHUNK). Mechanik Nr 3/2008, S. 188.

Software von Carl Zeiss für Kurvenvermessung (ZEISS). Mechanik Nr 3/2008, S. 191.

Oberflächenbeschichtung BALINIT® – Material für Konstrukteure (OERLIKON BALZERS COATING). Mechanik Nr 3/2008, S. 194.

Neue Implementierungen von Lasersystemen für Werkzeugvermessung und -prüfung (RENISHAW). Mechanik Nr 3/2008, S. 195.

S. ADAMCZAK: Geometrische Oberflächenstruktur. T. 1. Vergleichsuntersuchungen von Instrumenten. Mechanik Nr 3/2008, S. 198. Besprochen wurde die Durchführung von Vergleichsuntersuchungen von Mesinstrumenten in Anlehnung an sog. experimentellen Methodenfehler, festgelegt für eine bestimmte Partie von produzierten Gegenständen.

Elektronische Sensoren ID-H (MITUTOYO). Mechanik Nr 3/2008, S. 204.

Moderne Lösungen, eingesetzt in der Industrie (CHIORINO, MEGADYNE, KabelSchlepp). Mechanik Nr 3/2008, S. 206.

Elektrohydraulische EFM Regelung für Baumaschinen (REXROTH BOSCH GROUP). Mechanik Nr 3/2008, S. 208.

Laser zeichnet alles® (SOLARIS LASER). Mechanik Nr 3/2008, S. 210.

Anwendung von Antrieben NORD in der Ausführung ATEX (NORD NAPIĘDY). Mechanik Nr 3/2008, S. 214.

Regelungen ATEX verursachen, dass die Kupplung zu einem Gerät wird (KTR). Mechanik Nr 3/2008, S. 216.

Neue Ideen, neue Standards – eine bewährte Lösung (NICOM). Mechanik Nr 3/2008, S. 219.

Neue Module bei Delcam PowerMILL 8. Module zur Bearbeitung von Rotoren und Turbinen (DEL CAM). Mechanik Nr 3/2008, S. 220.

Dynamische Entwicklung der Technologie Rapid Prototyping (BIBUS MENOS). Mechanik Nr 3/2008, S. 222.

B. BRANOWSKI, D. TORZYŃSKI: Proinnovative Ausbildung von Ingenieuren-Konstrukteuren. Mechanik Nr 3/2008, S. 224. Besprochen wurde das Ausbildungssystem, gerichtet auf die proinnovative Ausbildung von Ingenieuren-Konstrukteuren am Beispiel Studium für Virtuelles Ingenieurwesen – Maschinenbau an der Fakultät Arbeitsmaschinen und Transport der Technischen Universität Poznan.

SpaceNavigator der Firma 3Dconnexion, unterstützt durch Applikationen ESRI. Mechanik Nr 3/2008, S. 227.

Internationale Messe für Technologie der Metallbearbeitung, Werkzeugmaschinen und Werkzeuge STOM 2008. Mechanik Nr 3/2008, S. 230.

*Zdrowych i pogodnych Świąt Wielkanocnych
życzy redakcja portalu*

24 **metale24.pl**
GRUPA MARKETEO.COM



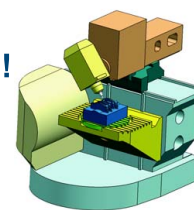


Zastanawiasz się nad wyborem systemu CAM?
Przekonaj się o unikalnych możliwościach NX CAM!

SEMINARIA NX CAM

Zapraszamy na bezpłatne seminaria w marcu!

Zarejestruj się na www.camdivision.pl



SPIS REKLAM

Opracowania graficzne redakcji *Mechanik* podlegają prawom autorskim i nie mogą być publikowane bez zgody redakcji.

Abplanalp – II okł.	Metal Team – 201
Agie Charmilles – 145	Mori Seiki – 143
Avia – 155	MTI – 151
CADWorks – 219	Nicom – 219
CAMDivision – 236	Nord Napędy – 218
Chiorino – 207	NSK – 199
[Cztery] 4metal.pl – 234	Obrabiarka.pl – 229
Enitra – 201	Pafana – 175
Eurometal – III okł.	ProCAD – 233
Evatronix – 225	Promotech – 157
Fair Friend Ent. – 135	Renishaw – I okł., 197
Fanar – 135	Rexroth Bosch Group – 209
Faro – 203	Sandvik Coromant – 167
FZN Marbaise – 205	Sew Eurodrive – 205
Haas – 131	Siemens – 161
Hannover Messe – 137	Solaris Laser – 211
Horn – 173	Taegu Tec – 169
Igus – 213	Targi EUROTOOL, Kraków – 234
Iscar – 163, 164	Targi LAMIERA, Bolonia – 133
KabelSchlepp – 207	Targi PLASTPOL, Kielce – 231
Kali Carb – 189	[Trzy] 3Dconnexion – 227
Kennametal – 159	Vargus – 171
KTR – 215	Walter – 177, IV okł.
KVT – 201	WHM – 231
Machine.pl – 128	Zeiss – 190
Megadyne – 207	
Metale24.pl – 235	

Redakcja nie odpowiada za treść materiałów reklamowych

Warunki prenumeraty na 2008 rok

Prenumeratę można zamawiać za pośrednictwem następujących instytucji:

- **Zakład Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT Sp. z o.o.**
tel. 022 840-30-86, tel./fax 840-35-89
- **RUCH S.A. Oddział Warszawa**
Prenumerata przyjmowana w jednostkach właściwych dla miejsca zamieszkania
Infolinia: 0-804 200 600
www.ruch.com.pl
- **Redakcja MECHANIK Agenda Wydawnicza SIMP**
tel. 022 827-16-37, 336-14-77
www.mechanik.media.pl
Konto: BPH PBK S.A. Oddział Warszawa
08 1060 0076 0000 3200 0043 1823
- **KOLPORTER S.A.**
Biuro Warszawa PRENUMERATA
tel. 022 355 05 60 do 66, fax 355 05 67
- **GARMOND PRESS S.A.**
tel. 022 836 70 59, 836 70 08

Wpłaty należy dokonywać w urzędach pocztowych lub bankach.

Cena 1 egz. w 2008 r. – 14,50 zł (w tym 7% VAT)

Cena prenumeraty czasopisma MECHANIK na 2008 rok

	WERSJA DRUKOWANA	WERSJA NA CD (format PDF)	
kwartalna	43,50 zł	39 zł	(w tym 7% VAT)
półroczna	87,00 zł	78 zł	(w tym 7% VAT)
roczna	174,00 zł	156 zł	(w tym 7% VAT)

Redakcja przyjmuje zamówienia na prenumeratę przez cały rok.

Roczna prenumerata zamawiana w redakcji przez średnie szkoły techniczne i studentów wyższych uczelni kosztuje w wersji drukowanej 100 zł, w wersji na CD ROM 90 zł (w tym 7% VAT).

Od studentów wymagamy zamówienia ze stemplem dziekanatu.

Niezależnie od sprzedaży w prenumeracie, MECHANIKA można kupić w:

- księgarni PP Dom Książki
ul. Świętokrzyska 14, 00-050 Warszawa

Wydawca: Redakcja MECHANIK, Agenda Wydawnicza SIMP
Korekta: Barbara Karczmarczyk
Skład: DARTEXT

Druk, oprawa i przygotowanie w technologii CTP:
Zakłady Graficzne TAURUS St. Roszkowski Sp. z o.o.
tel./fax 022 783 66 82, 783 60 00, tel. kom. 607 274 299



www.mechanik.media.pl

ZAKRES TEMATYCZNY	PRENUMERATA	ARCHIWUM	KOLEGIUM REDAKCYJNE	KONTAKT	LINKI REKLAMODAWCÓW	FORMULARZ ZAPYTANIA
----------------------	-------------	----------	------------------------	---------	------------------------	------------------------

WYDAWANY OD 1909 ROKU
DOSTĘPNY TYLKO W PRENUMERACIE

mechanik
MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



MECHANIK NR 02/2008

Spis treści
Contents
Inhalt

POPZEDNIE NUMERY

- › 01/2008
- › 12/2007
- › 11/2007

zobacz archiwum

PRENUMERATA !

TARGI	»
FILMY	»
KONFERENCJE, SYMPOZJA	»
WYDARZENIA	»
SŁOWNIK NARZĘDZIOWCA	»
PLAN WYDAWNICZY	»
CENNIK, WYMIARY REKLAM	»
INFORMACJE DLA AUTORÓW	»
ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ	»
PORTALE BRANŻOWE	»



NARODZINY GWIAZD



Tokarka typ DL20 CNC,
cena od: 142.000,- PLN*



Centrum obróbkowe VDL1000CNC
(stół 560x1120mm)
cena od: 192.000,- PLN*

KOSMICZNE KORZYŚCI:

Zaawansowana technologia
Najwyższa jakość w tej kategorii
Pewne i sprawdzone - produkowane od 6 lat
Bardzo dogodne warunki zakupu

Wyłączny dystrybutor w Polsce:

Eurometal Sp. z o.o.

Centrala firmy oraz magazyn nr 1
80-297 Banino k/Gdańska, Miszewko 41
tel. (+48 58) 550 08 20, 550 08 21
fax (+48 58) 550 08 19
e-mail: eurometal@eurometal.com.pl

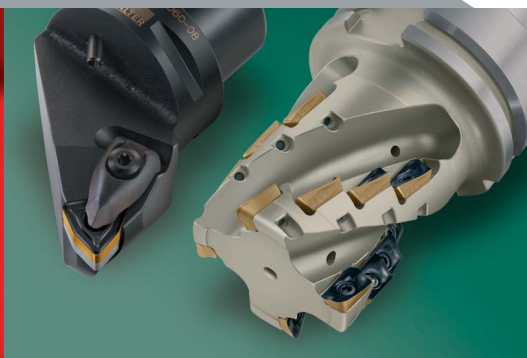
Dalian Machine Tool Group

Anshan Road, Dalian 116022, P. R. China
Tel: +86-411-83637554 / 8363076 7 / 83637761
Fax: +48-411-83646795
www.dmtg.com.cn

Oddział Warszawa i magazyn nr 2
04-232 Warszawa Wawer, ul. Rezedowa 21
tel. (+48 22) 812 92 01
fax (+48 22) 812 92 02
e-mail: warszawa@eurometal.com.pl

The Power of 3

www.kraas-technik.com



www.walter-tools.com

WALTER POLSKA sp.z.o.o · ul. Wyczółki 40 · PL-02-820 Warszawa · Tel. +48-22-852 04 95 · E-mail: service.pl@walter-tools.com