

Dr inż. Jerzy Kapcia
Dr hab. inż. Kazimierz Orłowski
Dr hab. inż. Roman Wasielewski
Politechnika Gdańska

KOMPUTEROWE STANOWISKO POMIAROWE DO ANALIZY DOKŁADNOŚCI WYKONANIA KRAWĘDZI OSTRZY NARZĘDZI Z WYKORZYSTANIEM OBRAZÓW Z KAMER

W referacie przedstawiono zaprojektowane, wykonane i wdrożone komputerowe stanowisko pomiarowe do analizy dokładności wykonania krawędzi ostrzy narzędzi. Analiza dokładności zrealizowana została na podstawie zarejestrowanych obrazów z kamer.

ALGORITHM OF DIAGNOSTIC FOR COMPUTER CONTROL COMPUTER CONTROL STATION FOR ANALYSIS OF TOOL CUTTING EDGE MANUFACTURING ACCURACY WITH THE USE IMAGES FROM CAMERAS

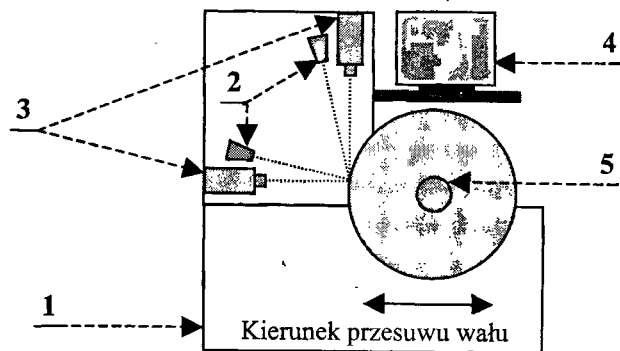
In the paper the computer control station for analysis of tool cutting edge manufacturing accuracy that has been designed, manufactured and implemented, is performed. An automatic inspection of cutting edge exactness has been carried out on the basis of recorded images that had been taken by cameras.

1. WSTĘP

W przedstawionym w referacie urządzeniu obrazy otrzymywane z kamer wykorzystane zostały do sterowania pozycjonowaniem elementu mierzonego a po ustaleniu właściwej pozycji obrazy są rejestrowane i na ich podstawie programowo identyfikowany jest kształt elementu a następnie obliczane są jego wymiary w celu oceny dokładności wykonania. Prezentowana wersja urządzenia służy do pomiaru narzędzi w których ostrza tnące są rozmieszczone na obwodzie tarczy. Wykorzystanie kamer pozwala między innymi mierzyć narzędzia których ostrza mają różnorodne kształty i są rozmieszczone nierównomiernie na obwodzie tarczy. Urządzenie pozwala na pół automatyczne sprawdzanie narzędzi. Każde narzędzie po sprawdzeniu ma zarejestrowany w pliku pełny opis – metrykę.

2. KONSTRUKCJA MECHANICZNA STANOWISKA

Stanowisko pomiarowe stanowi zwartą konstrukcję metalową do której zamocowane zostały wszystkie podzespoły mechaniczne i elektryczne. Szkic konstrukcji przedstawiony został na rysunku 1. Istotną część układu mechanicznego stanowi wał napędowy z uchwytem narzędzia. Wał ten może być przesuwany w kierunku prostopadłym do osi tak aby ostrze narzędzi mogło być zawsze ustawione w polu widzenia kamery niezależnie od średnicy narzędzia. Kamery oraz reflektory mocowane są na obrotowych dźwigniach z blokadą pozwalające na zmianę kąta obserwacji w celu uzyskania prostopadłości osi kamery do analizowanej płaszczyzny ostrza. Do napędu wału zastosowany został silnik asynchroniczny wraz z przekładnią redukcyjną. Monitor komputera wraz z klawiaturą zamocowany został nad wałem, tak aby podczas wstępnych regulacji widoczny był obraz ostrza. Komputer oraz podzespoły elektryczne zamocowane i zabudowane zostały w dolnej części konstrukcji. Reflektory oświetlające umiejscowione zostały tak aby rozgrzane powietrze nie przepływało w polu widzenia kamer. Przepływ i zawirowania ciepłego powietrza powodują istotne zniekształcenia obrazów.



Rys. 1 Szkic konstrukcji mechanicznej stanowiska pomiarowego: 1- zabudowana podstawa z komputerem i podzespołami elektrycznymi wewnątrz, 2 – reflektory, 3- kamery, 4 – monitor z klawiaturą, 5 – wał pomiarowy z uchwytem narzędzia.

3. OPIS UKŁADU STEROWANIA

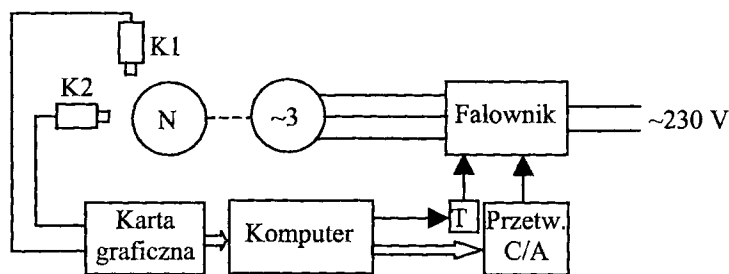
Schemat blokowy układu sterowania stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 2. Podstawowym elementem układu sterowania jest standardowy komputer wyposażony w dodatkową kartę graficzną z dwoma wejściami analogowymi dla kolorowych kamer. Trójfazowy silnik o mocy 0,25 kW zasilany jest z falownika jednofazowego. Napięcie wejściowe falownika od 0 do 10 V sterujące prędkością obrotową silnika podawane jest z 8 bitowego przetwornika C/A. Bity wejściowe przetwornika oraz bit start - stop falownika podawane są portu LPT komputera. Zastosowane analogowe kamery pozwalają na transmisję obrazów z maksymalną szybkością 30 obrazów na sekundę. Szybkość transmisji obrazów jest parametrem ograniczającym maksymalną prędkość obrotową badanego narzędzia. Odpowiednio do średnicy narzędzia automatycznie

dobierana jest prędkość obrotowa tak aby utrzymać stałą prędkość liniową. W trakcie projektowania urządzenia rozpatrywano dwa warianty badania narzędzia:

- bez zatrzymywania z wyborem obrazu ostrza spośród z wielu zarejestrowanych obrazów.
- z zatrzymywaniem i pozycjonowaniem obrazu ostrza czyli praca start - stop.

Praca ciągła zamiast pracy start - stop okazała się nie do przyjęcia z uwagi na wymagany zbyt długi czas migawki dla maksymalnego możliwego do uzyskania poziomu oświetlenia. Przy pracy ciągłej krótki czas migawki jest wymagany nie tylko ze względu na ruch narzędzia ale również ze względu na drgania własne podczas ruchu.

Urządzenie pozwala na pół automatyczne sprawdzanie narzędzi. Czas sprawdzenia narzędzia zależy liniowo od liczby ostrzy na obwodzie. Średni czas pomiaru jednego ostrza łącznie z najazdem i pozycjonowaniem jest mniejszy od 1 sekundy.



Rys. 2 Schemat blokowy układu sterowania: K1, K2 – kamery, T – układ optoizolacji, N – narzędzie, ~3 – silnik trójfazowy, Przetw. C/A – przetwornik cyfrowo-analogowy.

Operator przy uruchamianiu urządzenia lub przy zmianie rodzaju narzędzia powinien:

- dla danej średnicy narzędzia ustalić pozycję ostrza korzystając z obrazu na ekranie monitora,
- ustalić wielkość powiększenia,
- w miarę potrzeby skorygować pozycję lamp oświetlających,
- wprowadzić maksymalny wymiar ostrza w jednej z osi w celu wyskalowania powiększenia,
- podać nazwę serii narzędzi oraz liczby ostrzy,
- wcisnąć przycisk start.

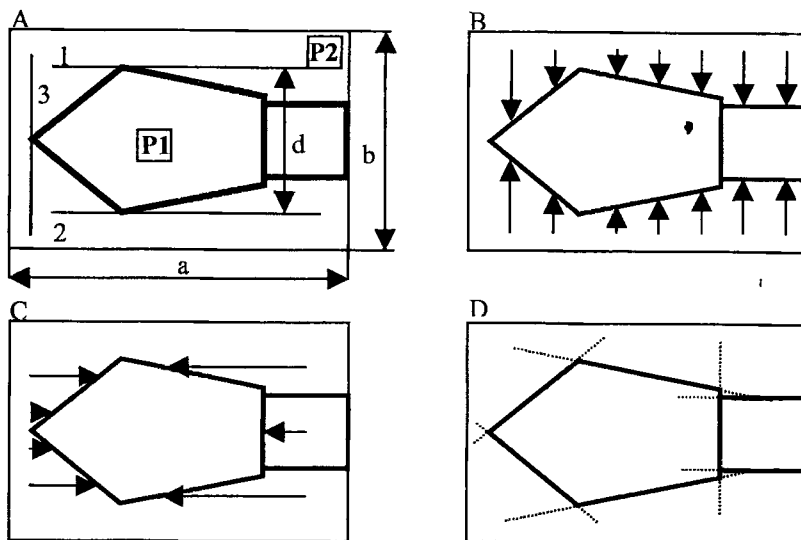
Komputer przystępuje do pomiaru i rejestracji obrazów. Po zakończeniu pomiaru obsługujący zakłada następne narzędzie i ponownie wciska przycisk start. Nazwy plików z danymi zawierają numer serii oraz datę i czas wykonania pomiaru.

4. OPIS ALGORYTMÓW STEROWANIA

Algorytmy opracowane dla stanowiska diagnostycznego obejmują:

- proces sterowania pozycjonowaniem,
- rejestrację obrazów ostrzy i przetwarzaniem obrazów
- obliczaniem wymiarów,
- obliczaniem parametrów ostrzy.

Oprogramowane wykonano zostało w języku Visual Basic.



Rys 3. Kolejne etapy rejestracji i przetwarzania obrazów ostrzy: A – etap kalibracji, szerokość obrazu $a=768$ pikseli, wysokość obrazu $b=576$ pikseli, szerokość ostrza – d , linie ograniczające – 1,2,3, obszary testów jasności – P1,P2, B – etap wyszukiwania poziomych składowych krawędzi, C - etap wyszukiwania pionowych składowych krawędzi, D – interpolacja liniowa krawędzi lub kołowa dla innych typów ostrzy.

Do rejestracji obrazów wykorzystano dwie kolorowe kamery, analogowe o rozdzielczości 768 na 576 pikseli. Maksymalna szybkość transmisji obrazów – ramek dla tych kamer wynosi 30 obrazów na sekundę. Te dwa parametry narzucają ograniczenia pomiarowe stanowiska. Dla ostrzy o wymiarach 5 – 6 mm można podczas pomiarów uzyskać rozdzielczość na poziomie 0,01 mm/piksel. Szybkość transmisji obrazów ogranicza maksymalną prędkość obrotową wału przy pozycjonowaniu ostrzy. W algorytmie pozycjonującym ostrze, nastawa dopuszczalnej prędkości obrotowej obliczana jest z uwzględnieniem średnicy narzędzia i wielkości powiększenia obiektu w mierzonej w pikselach na milimetr.

Do wyszukiwania krawędzi wykorzystano zmodyfikowany algorytm gradientowy. Punktem wyjścia do analizy jest ustalenie poziomów jasności obrazu w obszarze ostrza P1 (rysunek 3A) oraz poza obszarem ostrza P2. Wyszukiwanie krawędzi realizowane

jest z czterech kierunków do środka obszaru ostrza (rysunki 3B i 3C). Na podstawie wyszukanych punktów realizowana jest interpolacja liniowa dla ostrzy z krawędziami prostymi lub kołowa dla krawędzi będących wycinkami kół. Znalezione funkcje $y=f_{\text{poz}}(x)$ dla krawędzi poziomych i ukośnych oraz $x=f_{\text{pio}}(y)$ dla krawędzi pionowych i ukośnych są wykorzystywane są przy obliczeniach wymiarów, kątów ostrzy itp. Wszystkie wykonane obliczenia zestawiane są w tabelach. Ponadto ze wszystkich konturów krawędzi ostrzy zestawiany jest jeden obraz pozwalający na szybką ocenę dokładności wykonania. Poza programem bieżącego badania i analizy ostrzy, opracowano niezależny program pozwalający analizować na dowolnym innym komputerze zarejestrowane obrazy.

5. WNIOSKI

Przedstawione w referacie urządzenie pozwala na szybką diagnostykę narzędzi w procesie ich produkcji. Opracowane algorytmy pozwalają na testowanie szerokiego zakresu kształtów ostrzy. Wynikiem procesu diagnostycznego jest nie tylko syntetyczny wskaźnik jakości, ale również szereg parametrów pozwalających na analizę błędów procesu produkcyjnego, jeśli któryś z parametrów nie mieści się w granicach tolerancji. W przypadku powstania nietypowych błędów w produkcji można przeanalizować zarejestrowane pełne obrazy ostrzy na innym komputerze.

6. LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa, Diagnostyka procesów, Wydawnictwo PWN Warszawa 2002,
- [2] Metzger P. Anatomia PC. Architektura komputerów zgodnych z IBM PC WNT. Helion 2001
- [3] Praca zbiorowa. Grafika PC bez tajemnic. Intersoftland 1995
- [4] Money S.A. Mikroprocesory. WKŁ Warszawa 1996r.
- [5] Paślawski A. Programowanie w Delphi 5.0. E2000. Kraków 2000r.
- [6] Brzózka J. Ćwiczenia z automatyki w Matlabie i Simulinku
- [7] XIV Krajowa Konferencja Automatyki, Zielona Góra 24-27 czerwca 2002.
- [8] Automation 2002, Konferencja Naukowo-Techniczna, Warszawa 20-22 marca 2002.
- [9] Automation 2003, Konferencja Naukowo-Techniczna, Warszawa 02-04 kwietnia 2003.