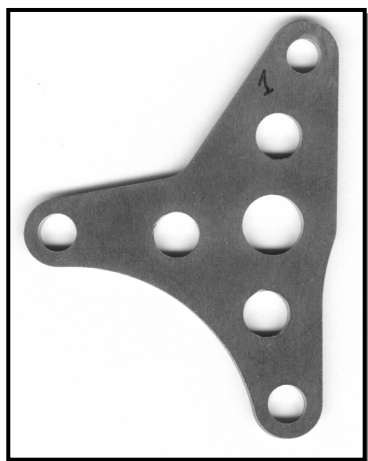


Rys. 2. Wybór właściwych punktów definiujących kształt badanej części:
 a) teoretyczny łuk, b) obraz zarysu łuku, c) teoretyczna linia,
 d) obraz zarysu liniowego
 Fig. 2. Choice of appropriate points defining the inspected part contour:
 a) theoretical arc, b) fragment of arc contour, c) theoretical line,
 d) fragment of line contour

3. Czynniki mające wpływ na jakość skanowanego obrazu

Wiele czynników ma wpływ na dokładność pomiarów metodą skanowania płaskich części maszyn. Zalicza się do nich przede wszystkim:

- cechy sprawdzanej części takie, jak wysokość, chropowatość powierzchni, jej barwa, zadziory, zaokrąglenia lub załamania krawędzi,
- przebieg procesu skanowania: położenie części względem kierunku skanowania, głębia ostrości skanera, rozdzielczość obrazu, tła, cieni [5, 6, 7],
- sposób przetwarzania bitmapy: użyte filtry, szerokość szczeliny, kontrast, jasność, wybrane piksele o właściwym odcieniu szarości i użyty aparat matematyczny do przetwarzania otrzymanego obrazu [8, 9, 10, 11, 12].



Rys. 3. Sprawdzana część po skanowaniu
 Fig. 3. Scan of checked machine element

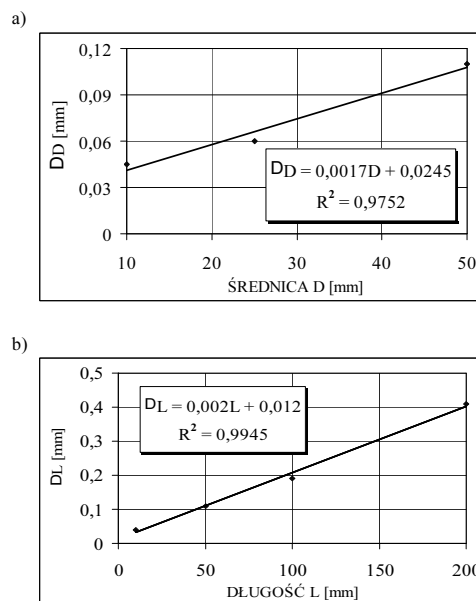
Rys. 3 pokazuje obraz skanowanej części po wycięciu kształtu w wykrojniku. Widoczne są cienie, które utrudniają wybór właściwych pikseli definiujących sprawdzany zarys. Zmiany kontrastu skanowanej części również negatywnie wpływają na jakość otrzymanego obrazu. Zauważono, że grubość skanowanej części ma wpływ na skanowany obraz i na wyznaczone wartości mierzonych średnic otworów, długości lub łuków. Obraz powstaje w świetle odbitym od płaskiej powierzchni bazowej, powierzchni bocznych oraz tła. Dodatkowo zakłócenia są spowodowane zjawiskiem Dopplera. Wiązka światła jest rozłożona na spektrum składowych, co ma widoczny wpływ na stopień szarości piksela, który wybierano do rozważań i dalszej analizy wyników pomiarów.

4. Przetwarzanie wyników skanowanego obrazu

Do skanowania płaskich części maszyn użyto stacjonarny skaner Mustek ScanExpress 6000 P (Mustek Computer GmbH) z rozdzielczością optyczną 300 DPI (H) x 600 DPI (V). Proces został przeprowadzony przy ustawieniu współczynnika gamma = 1,0 (bez korekcji tonalnej) i bez użycia filtrów standardowych. W procesie skanowania i do analizy wyników pomiarów użyto oprogramowania specjalnego i komercyjnego tzn. Micro Station 95 (Bentley Systems, Inc.), AutoCAD R14 (Autodesk, Inc.) i Adobe Photoshop 3.0 (Adobe System, Inc.).

W celu określenia błędu pomiaru płaskich części maszyn metodą skanowania, zastosowano etalony w postaci pierścieni wzorcowych firmy TESA Szwajcaria oraz płytek wzorcowych 2 klasy.

Wyniki badań wstępnych pokazane są na rys. 4. Rys. 4a ilustruje wpływ wymiaru średnicy wewnętrznej D zmierzonego etalonu na błąd pomiaru DD . Pomiary zostały wykonane na etalonach pierścieniowych o wymiarach 10,009; 25,000 oraz 50,0003 mm. Punkty leżące na zarysie zmierzonego okręgu zostały wybrane tak, aby otrzymać najlepszą zgodność wyniku z wartością etalonu. Dlatego, zarysy reprezentowane są przez punkty, które zajmowały podczas skanowania położenie $\pm 20^\circ$ względem osi skanera.



Rys. 4. Zależność błędu pomiaru od długości mierzonej metodą skanowania:
 a) pierścienia wzorcowego, b) płytki wzorcowej
 Fig. 4. Dependence of the measurement error on the length measured by scanning method for: a) circular gauge rings, b) gauge blocks

Rys. 4 b ilustruje wynikowy błąd DL dla przedstawionej metody mierzenia płaskich części maszyn, który zależy od mierzonej długości L . Do wzorcowania użyto płytek wzorcowych o długościach 10, 50, 100 i 200 mm, które zajmowały podczas skanowania położenie kątowe: 0° , 30° , 45° , 60° i 90° względem szczeliny świetlnej.

Według standardowych procedur wyznaczono wartości współczynników równań regresji, które pokazane są na odpowiednich rysunkach (rys. 4a, 4b). Współczynniki równań regresji wyznaczono na podstawie 10 powtórzeń wykonanych dla każdego etalonu.

Porównując otrzymane wyniki po ich obróbce komputerowej można zauważyć, że dla rozdzielczości optycznej skanera 300x300 DPI (1 piksel = 0,08 mm), wyniki pomiarów są obarczone stałą odchyłką 0,05 mm oraz odchyłką proporcjonalną do mierzonej odległości. Zauważono, że kąt nachylenia mierzonych płytek wzorcowych względem osi strumienia świetlnego skanera, również wpływa na wartość odchyłki.

W celu zmniejszenia błędów pomiarów powstających w procesie skanowania, należałoby zmienić źródło oraz sposób oświetlenia mierzonej części. Powinna być wprowadzona w skanerze modyfikacja w postaci monochromatycznego źródła światła, przemieszczającego się synchronicznie w dwóch przeciwnych kierunkach.

5. Wnioski

Rozdzielczość optyczna skanera jest podstawowym czynnikiem wpływającym na dokładność pomiarów płaskich części maszyn metodą skanowania. Do istotnych czynników wpływających na dokładność pomiaru zaliczyć należy także: gładkość, wielkość i wysokość mierzonej części oraz wybór właściwych pikseli określających zarys.

Do sprawdzania płaskich części wykonanych w 10-12 klasie dokładności (PN/M-02102) dla warunków produkcji seryjnej, powinien być użyty skaner o rozdzielczości optycznej 600x600 DPI.

Zastosowanie komputerowych metod analizy statystycznej do przetwarzania wyników pomiarów ze skanowanego obrazu, opartych o sieci neuronowe i algorytmy do inteligentnego rozpoznawania obrazu, umożliwi automatyczne wyznaczenie geometrii części z dokładnością 0,5 pikseli rozdzielczości optycznej użytego skanera.

Przypuszcza się, że dalszy rozwój komercyjnych urządzeń do skanowania będzie bazował na wyższej rozdzielczości optycznej, zaś do oświetlenia będzie stosowana monochromatyczna wiązka światła, co zapewni większą dokładność mierzenia płaskich części

maszyn. Przewiduje się w przyszłości wzrost udziału i zakresu zastosowań skanera w pomiarach płaskich części maszyn o złożonych kształtach.

6. Literatura

- [1] Praca zbiorowa: Poradnik Metrologa Warsztatowego. WNT. Warszawa 1973, str. 252-256.
- [2] E.G. Loewen, High Speed Optical Scanning Techniques for Dimensional Measurement, Annals of the CIRP 29 (2) (1980) 513-518.
- [3] H.K. Tönshoff, H. Janocha, M. Seidel, Image Processing in Production Environment, Annals of the CIRP 37 (2) (1988) 579-590.
- [4] H. Kuzmann, E. Trapet, F. Waldele, A Uniform Concept for Calibration, Acceptance Test and Periodic Inspection of Coordinate Measuring Machines Using Reference Objects, Annals of the CIRP 39 (1) (1990) 561-564.
- [5] H. Janocha, M. Zapp, Fertigungsnahe 3D-Koordinatenmessung mit bewegter CCD-Kamera, Technisches Messen (9) (1994) 329-334.
- [6] H. Weise, Maßvergleiche auf Koordinatenmeßgeräten mathematisch auswerten, Fertigung & Messtechnik 102 (9) (1994) 451-454.
- [7] L. De Chiffre, H.N. Hansen, Metrological Limitations of Optical Probing Techniques for Dimensional Measurements, Annals of the CIRP 44 (1) (1995) 501-504.
- [8] S. Kakunai, T. Sakamoto, K. Iwata, Profile Measurement Using a Liquid Crystal Projector, Int. J. Japan Soc. Prec. Eng. 29 (4) (1995) 353-355.
- [9] S. Sartori, G.X. Zhang, Geometric Error Measurement and Compensation of Machines, Annals of the CIRP 44 (2) (1995), p. 599-609.
- [10] W. P. van Vliet, P. H. Schellekens, Accuracy Limitations of Fast Mechanical Probing, Annals of the CIRP 45 (1) (1996) 483-487.
- [11] Seung-Woo Kim, Measurement Uncertainty Limit of a Video Probe in Coordinate Metrology, Annals of the CIRP 45 (1) (1996) 493-496.
- [12] Praca zbiorowa pod redakcją M. Nałęcz: Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna. Akademicka Oficyna Wydawnicza. Warszawa 2000, Sieci Neuronowe, t.6, str. 459-493.

Artykuł recenzowany

INFORMACJE

Cennik publikacji reklam w miesięczniku naukowo-technicznym PAK

REKLAMA	w skali odcieni szarości [ceny netto]	kolor [ceny netto]
I okładka (212(s) x 213(w) mm)	-	1 800,00
II okładka (212x301 mm)	-	1 600,00
III okładka (212x301 mm)	-	1 500,00
IV okładka (212x301 mm)	-	1 700,00
I strona (200x297 mm)	900,00	1 100,00
½ strony (200x145mm) - pozioma	500,00	700,00

Reklamę należy przygotować zgodnie z obowiązującymi wytycznymi znajdującymi się na stronie internetowej: www.pak.info.pl