

Badanie wpływu prędkości skanowania na wynik pomiaru odchyłek walcowości za pomocą współrzędnościowej maszyny pomiarowej

The study on an influence of scanning speed on results of measurements of form deviations with the use of coordinate measuring machines

KRZYSZTOF STĘPIEŃ
JACEK ŚWIDERSKI
URSZULA KMIĘCIK-SOŁTYSIAK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.11.469

Artykuł dotyczy problemu wpływu prędkości skanowania na wynik pomiaru odchyłek walcowości za pomocą współrzędnościowej maszyny pomiarowej. Autorzy przeprowadzili badania eksperymentalne przy użyciu stykową głowicę skanującą. Badania polegały na pomiarze odchyłki walcowości CYLT trzech elementów przy zastosowaniu 15 wartości prędkości skanowania. Przeprowadzone badania pokazały, że prędkość skanowania ma istotny wpływ na wynik pomiaru odchyłki walcowości. Co więcej, wpływ ten jest różny dla elementów o różnym charakterze nieregularności powierzchni.

SŁOWA KLUCZOWE: odchyłka kształtu, współrzędnościowa maszyna pomiarowa, prędkość skanowania

The paper discusses the problem how scanning speeds affects results of measurements of cylindricity deviations obtained with the use of a coordinate measuring machine. Authors conducted experimental study applying a coordinate measuring machine equipped with a scanning contact probe-head. The experiment consisted of measurements of cylindricity deviations CYLT of three elements using 15 different scanning speeds. The experiments revealed that scanning speed influence significantly results of measurements of cylindricity deviations. Furthermore, the influence is different for elements that are characterized by different distribution of surface irregularities.
KEYWORDS: form deviation, coordinate measuring machine, scanning speed

Elementy o kształcie walcowym stanowią liczną i ważną grupę części maszyn. Ze względu na duży wpływ kształtu powierzchni na stan dynamiczny współpracujących ze sobą zespołów części maszyn, przemysł maszynowy dużą uwagę zwraca na minimalizację błędów kształtu takich powierzchni [1]. Ma to szczególne znaczenie przy ruchu obrotowym elementów napędowych. Chodzi tu głównie o łożyska toczne i ślizgowe, wrzeciona obrabiarek, a także o elementy wykonujące przemieszczenia liniowe (np. tłoki silników) [2–4]. W badaniach laboratoryjnych ocena odchyłek kształtów elementów obrotowych jest zwykle dokonywana za pomocą tzw. metod bezodniesieniowych (zwanych też metodami zmian promienia lub promieniowymi).

Dynamiczny rozwój współrzędnościowej techniki pomiarowej sprawia, że współrzędnościowe maszyny pomiarowe

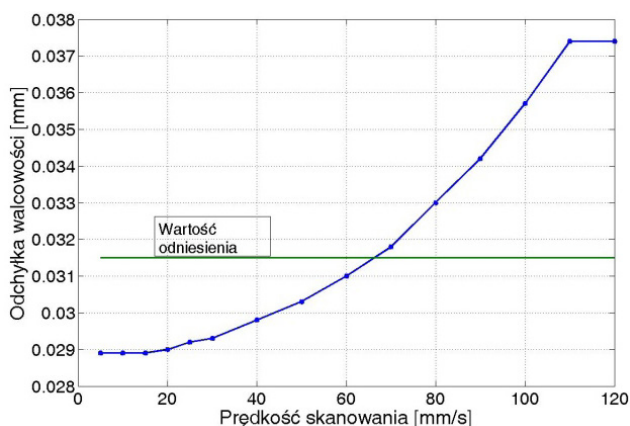
są coraz częściej stosowane w pomiarach zarysów okrągłości i walcowości części maszyn. Istotny jest fakt, iż kompleksowych pomiarów zarówno wymiarów, jak i odchyłek kształtu i położenia możemy dokonać za pomocą współrzędnościowej maszyny pomiarowej w jednym trybie pomiarowym CNC. Ma to znaczenie w warunkach produkcyjnych, przemysłowych, gdzie istotny jest czas wykonywania pomiaru [5]. Obecnie do wyspecjalizowanych pomiarów za pomocą WMP stosuje się aktywne lub pasywne głowice skanujące. W przypadku stosowania głowic impulsowych problemem był czas pomiaru oraz dobór optymalnej ilości punktów pomiarowych, gdyż od przyjętej liczby punktów zależy m.in. błąd oceny zarysu okrągłości. Wykorzystanie głowic skanujących pozwala na zwiększenie dokładności pomiaru błędów kształtu na WMP [1]. Zastosowanie WMP do pomiarów zarysów okrągłości i walcowości pozwala na zwiększenie zakresu pomiarowego w stosunku do metod bezodniesieniowych. Zwiększa się również masa dopuszczalna mierzonego wyrobu. Niewątpliwie zauważalną cechą współrzędnościowych maszyn pomiarowych jest wysoka prędkość pomiaru w stosunku do pomiarów metodą bezodniesieniową. Przeprowadzone przez autorów wstępne badania, które opublikowano w pracy [1], pokazały jednak, że prędkość skanowania może mieć istotny wpływ na wynik pomiaru odchyłki okrągłości i walcowości. W celu zweryfikowania tej obserwacji autorzy przeprowadzili dodatkowe szczegółowe badania na ten temat, a wyniki tych badań zamieszczono w niniejszym artykule.

Badania eksperymentalne

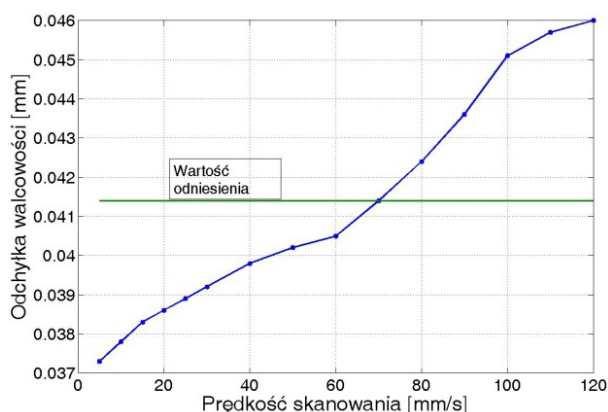
Badania doświadczalne polegały na pomiarze odchyłki walcowości trzech elementów cylindrycznych o nominalnej średnicy 26 mm i nominalnej wysokości 106 mm. Pomiar przeprowadzono za pomocą współrzędnościowej maszyny pomiarowej Prismo Navigator o zakresie pomiarowym $X = 900$ mm, $Y = 1200$ mm, $Z = 700$ mm. Maszyna ta jest wyposażona w aktywną głowicę skaningową VAST Gold. Pomiar przeprowadzono przy użyciu trzpienia o długości 100 mm, a średnica kulki pomiarowej wynosiła 8 mm. Podczas eksperymentów wykorzystano strategię przekrojów poprzecznych, a liczba zmierzonych zarysów okrągłości w każdym przypadku wynosiła 8. Pomiar zostały przeprowadzone z różnymi prędkościami skanowania wynoszącymi od 5 mm/s do 120 mm/s. Elementy walcowe zostały również zmierzone za pomocą przyrządu pomiarowego do pomiaru zarysów okrągłości metodą promieniową Talyrond 365 firmy Taylor Hobson. Pomiarów zarysów walcowości

* Dr inż. Krzysztof Stępień (kstepien@tu.kielce.pl), mgr inż. Jacek Świdorski (swiderski@tu.kielce.pl), mgr inż. Urszula Kmieć-Sołytsiak (u-kmiecik@wp.pl) – Politechnika Świętokrzyska

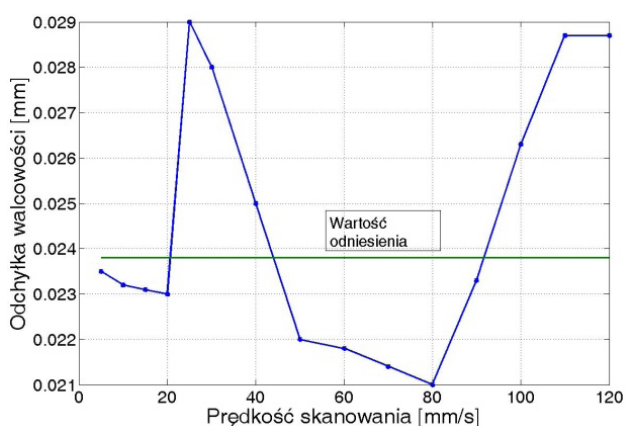
za pomocą przyrządu Talyrond 365 dokonano z zastosowaniem zakresu 0,41 mm oraz filtra Gaussa o zakresie przenoszenia fal 1-50 UPR. Wyniki pomiarów uzyskane za pomocą przyrządu Talyrond 365 były w eksperymencie traktowane jako wartości odniesienia. Na rys. 1–3 przedstawiono wyniki pomiarów odchyłki walcowości dla badanych elementów.



Rys. 1. Wartości odchyłki walcowości walca nr 1



Rys. 2. Wartości odchyłki walcowości walca nr 2



Rys. 3. Wartości odchyłki walcowości walca nr 3

Omówienie wyników

Analizując wykresy przedstawione na rys. 1–3, można stwierdzić, że prędkość skanowania ma istotny wpływ na wynik pomiaru odchyłki walcowości. Wpływ ten nie jest jednakowy dla wszystkich mierzonych walców. W przypadku walców nr 1 i 2 widoczne jest, że wraz ze wzrostem prędkości skanowania wzrasta wartość odchyłki walcowości,

natomiast dla trzeciego elementu zależność ta nie jest jednoznaczna. Uzyskane dla poszczególnych elementów wyniki różnią się również co do ustalenia najbardziej odpowiedniej prędkości skanowania. W przypadku walców nr 1 i 2 wartość odchyłki walcowości zmierzona na maszynie współrzędnościowej była w przybliżeniu równa wartości odniesienia dla prędkości skanowania równej 65 mm/s. Z kolei dla walca nr 3 odchyłkę równą wartości odniesienia uzyskano dla prędkości równej: 20, 45 i 90 mm/s. Przyczyna różnicy między charakterem wpływu prędkości skanowania na wynik pomiaru odchyłki walcowości w odniesieniu do badanych walców nie jest do końca jasna. Być może jest to związane z mniejszą wartością odchyłki kształtu walca nr 3 lub z innym charakterem odchyłki kształtu tego elementu (jego zarys nie cechował się dominacją trzeciej składowej harmonicznej, jak było to w przypadku walców nr 1 i 2).

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania wskazują, że:

- prędkość skanowania ma istotny wpływ na wynik pomiaru odchyłek walcowości,
- wpływ ten jest inny dla elementów różniących się charakterem rozkładu nierówności powierzchni.

Przedstawione w pracy badania są jedynie badaniami wstępnymi. Proponowane kierunki dalszych badań są następujące:

- Pomiary odchyłek kształtu walców o różnych średnicach, ponieważ można przypuszczać, że wpływ prędkości skanowania na wynik szacowanej odchyłki okrągłości i walcowości dla walców o różnych średnicach będzie się różnił.
- Pomiary elementów o różnym charakterze nierówności (na przykład o różnych dominujących składowych harmonicznych zarysu i różnych wartościach odchyłek).
- Nałożenie na siebie zarysów tego samego przedmiotu uzyskanych przy zastosowaniu różnych prędkości skanowania. Można w tym celu posłużyć się funkcją korelacji wzajemnej zależną od przesunięcia fazowego, co pozwoliłoby także na wyliczenie współczynnika zgodności między zarysami.

Przeprowadzone badania powinny się przyczynić do wyznaczenia optymalnej prędkości skanowania w przypadku pomiarów zarysów kształtu, co byłoby bardzo istotną informacją dla inżynierów wykorzystujących współrzędnościowe maszyny pomiarowe w warunkach przemysłowych, gdzie czas pomiaru ma niebagatelne znaczenie.

LITERATURA

1. Adamczak S., Stępień K., Kmiecik-Sołtysiak U. „Wpływ wybranych parametrów pomiaru na wynik oceny odchyłki okrągłości na współrzędnościowej maszynie pomiarowej”. *Mechanik*, nr 3 (2015): s. 171–177.
2. Adamczak S., Makiela W. „Analyzing the variations in roundness profile parameters during the wavelet decomposition process using the MATLAB environment”. *Metrology and Measurement Systems*. Vol. 18/1 (2011): pp. 25–34.
3. Mathia T.G. et al.: „Recent trends in surface metrology”. *Wear*. Vol. 271/ (3–4) (2011): pp. 494–508.
4. Poniatowska M., Werner A. „Fitting spatial models of geometric deviations of free-form surfaces determined in coordinate measurements”. *Metrology and Measurement Systems*. Vol. 12/4 (2010): pp. 599–610.
5. Zawada-Tomkiewicz A. „Estimation of surface roughness parameter based on machined surface image”. *Metrology and Measurement Systems*. Vol. 17/3 (2010): pp. 493–504.
6. Spadło S., Bańkowski D. „Zastosowanie obróbki wibrościerniej do usuwania zadziorów i wygładzania powierzchni tulei wykonanych ze stopu aluminium EN AW-2017A”. *Mechanik*. R. 88, nr 8–9 CD1, (2015): s. 313–318.