

	Organizatorzy: Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny	XXXVIII NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKI ŚCIERNEJ Łódź - Uniejów 09-11.09.2015	
	• Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn • Katedra Technologii Maszyn		

Analiza dokładności oceny stanu, zużycia i zalepień powierzchni czynnej narzędzi ściernych z zastosowaniem replik w systemie RepliSet oraz skanowania przestrzennego w warunkach przemysłowych

Analysis of the accuracy of the assessment of the consumption of the active surface of abrasive tools using RepliSet replicas in the system and spatial scanning in industrial environments

WOJCIECH KACALAK
KATARZYNA TANDECKA
DARIUSZ LIPIŃSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.364

W publikacji opisano metody akwizycji danych informujących o stanie powierzchni czynnej ściernicy bez konieczności demontażu narzędzia z obrabiarki. Pierwszą z opisanych metod jest tworzenie replik powierzchni w systemie RepliSet, druga metoda polega na skanowaniu przestrzennym powierzchni ściernicy z wykorzystaniem skanera Atos III. Jako metodę pomiarową referencyjną przyjęto pomiary SGP narzędzia z wykorzystaniem mikroskopu konfokalnego. Wyznaczono parametry oceny SGP powierzchni uzyskanych z wykorzystaniem badanych metod oraz metody referencyjnej. Porównano wyniki badań.

SŁOWA KLUCZOWE: system skanowania przestrzennego, replika, skaner, struktura geometryczna powierzchni, ściernica

The publication describes the method of data acquisition informing about the state of the active surface of the wheel without removing the tool from the machine. The first of these methods is to create replicas area RepliSet system, the second method involves spatial scanning of the wheel using the scanner Atos III. As a reference measurement method adopted measures SGP tools using a confocal microscope. Set parameters for assessing the SGP surface obtained from

the use of these methods and the reference method. We compared results. KEYWORDS: spatial scanning system, a replica, scanner, geometric structure of the surface, the wheel

Wstęp

Ocena topografii narzędzi ściernych jest ważnym zadaniem dotyczącym oceny zużycia narzędzia, a także w kontekście monitorowania procesu szlifowania [1, 2, 3]. Konwencjonalne metody pomiarowe z wykorzystaniem mikroskopów lub profilometrów, mają wadę, wynikającą z potrzeby demontażu narzędzia z wrzeciona obrabiarki, co często skutkuje potrzebą ponownego kształtowania powierzchni ściernicy, po ponownym montażu. Ze względu na ponowne kondycjonowanie powierzchni ściernicy, wyżej opisane metody nie mają zastosowania do oceny zużycia narzędzia podczas procesu obróbki.

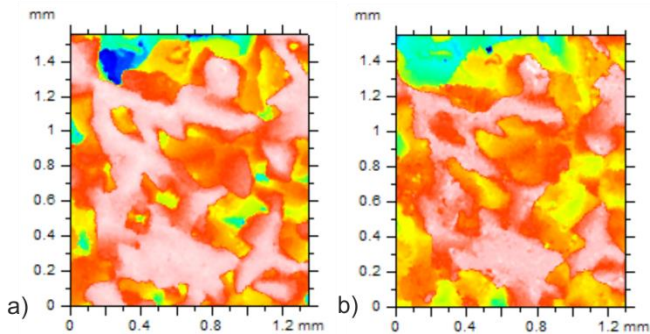
W artykule zbadano dokładność pomiarów z zastosowaniem dwóch metod umożliwiających pomiary topografii czynnej powierzchni ściernicy nie wymagających demontażu narzędzia ze szlifierki [5, 7]. Pierwszą z metod jest zastosowanie replik w systemie RepliSet, drugą natomiast zastosowanie skanera przestrzennego Atos Triple Scan firmy GOM.

Analiza dokładności odwzorowania topografii powierzchni ściernicy z zastosowaniem replik w systemie RepliSet

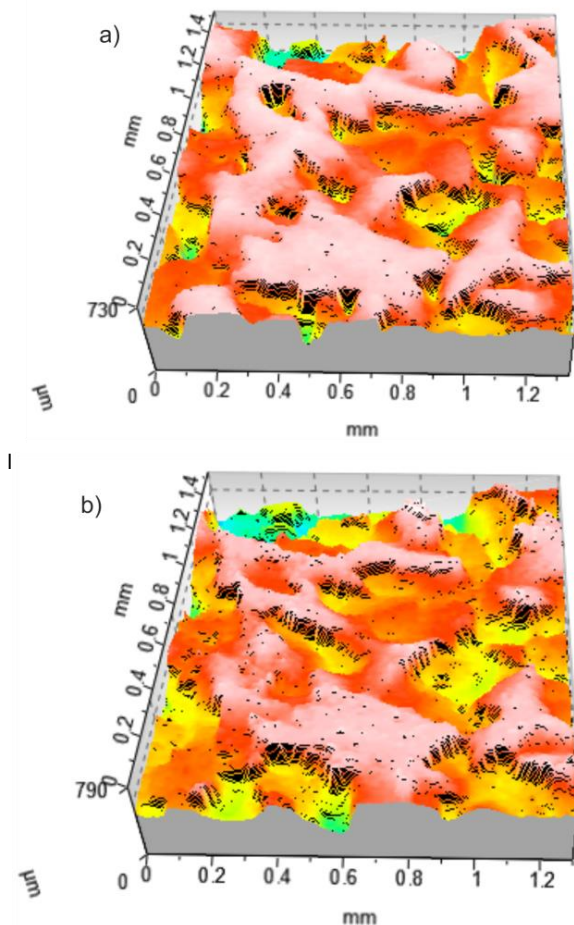
* Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak (wojciech.kacalak@tu.koszalin.pl),
dr inż. Katarzyna Tandecka (katarzyna.tandecka@tu.koszalin.pl),
dr inż. Dariusz Lipiński (dariusz.lipinski@tu.koszalin.pl)

Przeprowadzono badania topografii narzędzi ściernych z wykorzystaniem metody replikacji powierzchni czynnej z zastosowaniem materiału do replik RepliSet firmy Struers, pozwalającego na rozdzielczości 0,1 μm . Następnie przeprowadzono pomiary powierzchni narzędzia oraz powierzchni replik z wykorzystaniem systemu pomiarowego LEXT OLS4000 firmy Olympus.

Porównano dane opisujące współrzędne powierzchni i ich obrazy cyfrowe powierzchni tej samej ściernicy z zastosowaniem dwóch metod pomiarowych (rys. 1 i 2). Następnie wyznaczono parametry do oceny chropowatości powierzchni, które zestawiono w tabelicy 1 oraz na wykresie (rys. 3).



Rys. 1. Obrazy w układzie 2D powierzchni ściernicy z wykorzystaniem następujących metod do akwizycji danych: badania z zastosowaniem mikroskopu konfokalnego (a), badania z wykorzystaniem replik w systemie RepliSet (b)



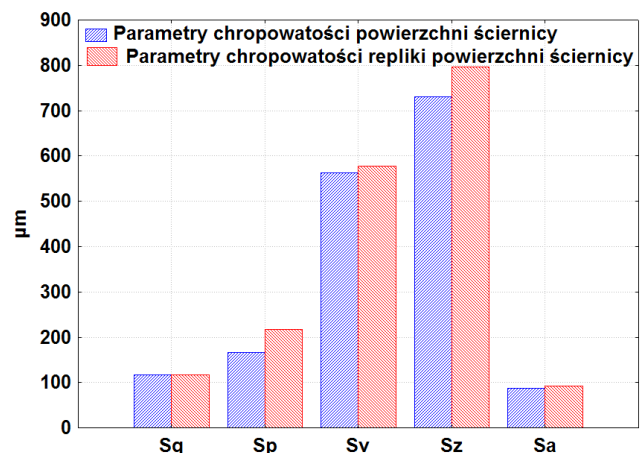
Rys. 2. Obrazy w układzie 3D powierzchni ściernicy z wykorzystaniem następujących metod do akwizycji danych: badania z zastosowaniem mikroskopu konfokalnego (a), badania z wykorzystaniem replik w systemie RepliSet (b)

Tab. 1. Zbiór wartości parametrów do oceny struktury geometrycznej powierzchni ściernicy i wykonanej repliki z tej powierzchni

Parametry chropowatości powierzchni	Sq μm	Sp μm	Sv μm	Sz μm	Sa μm
Ściernica	117	167	563	730	86,6
Replika	117	218	578	796	92,6
Różnica	0%	30%	2,6%	9%	6,9%

W tabelicy 1 wykorzystano następujące parametry:

- Sq – średniokwadratowe odchylenie powierzchni,
- Sp – maksymalna wysokość wzniesień,
- Sv – maksymalna głębokość wgłębień,
- Sz – największa wysokość nierówności,
- Sa – średnie odchylenie arytmetyczne.



Rys. 3. Parametry chropowatości powierzchni ściernicy zbadanej z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej oraz tej samej powierzchni po akwizycji danych wykonanej repliką w systemie Repli-Set

Największą różnicę zaobserwowano w wartości parametrów Sp , czyli maksymalnej wysokości wzniesień, różnica wynosiła 30%. Bardzo dobre wyniki uzyskano dla pozostałych parametrów, których różnice w wartościach wynosiły dużo poniżej 10 %.

Analiza dokładności odwzorowania topografii powierzchni ściernicy z zastosowaniem skanowania przestrzennego

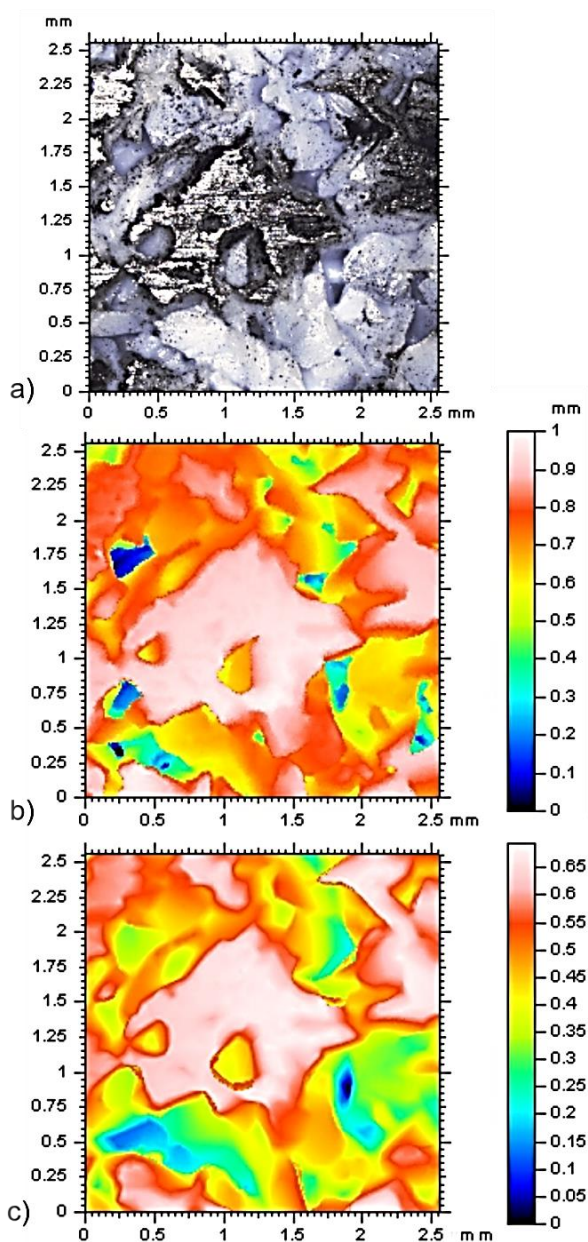
Do pomiarów powierzchni ściernicy wykorzystano skaner Atos III firmy GOM (rys. 4). Zasada działania systemu skanowania przestrzennego polega na wykorzystaniu światła strukturalnego. Pomiary przeprowadzono bezpośrednio na układzie technologicznym bez demontażu narzędzia z obrabiarki.

Powierzchnia narzędzia ściernego została oświetlona zestawem linii światła niebieskiego, naprzemiennie pionowych i poziomych, tworzących na mierzonej powierzchni siatkę, o określonej gęstości. Stosowano obiektywy o rozmiarze pola pomiarowego 38x29 mm, który zapewnia wysoką dokładność odwzorowania mierzonych powierzchni [6].

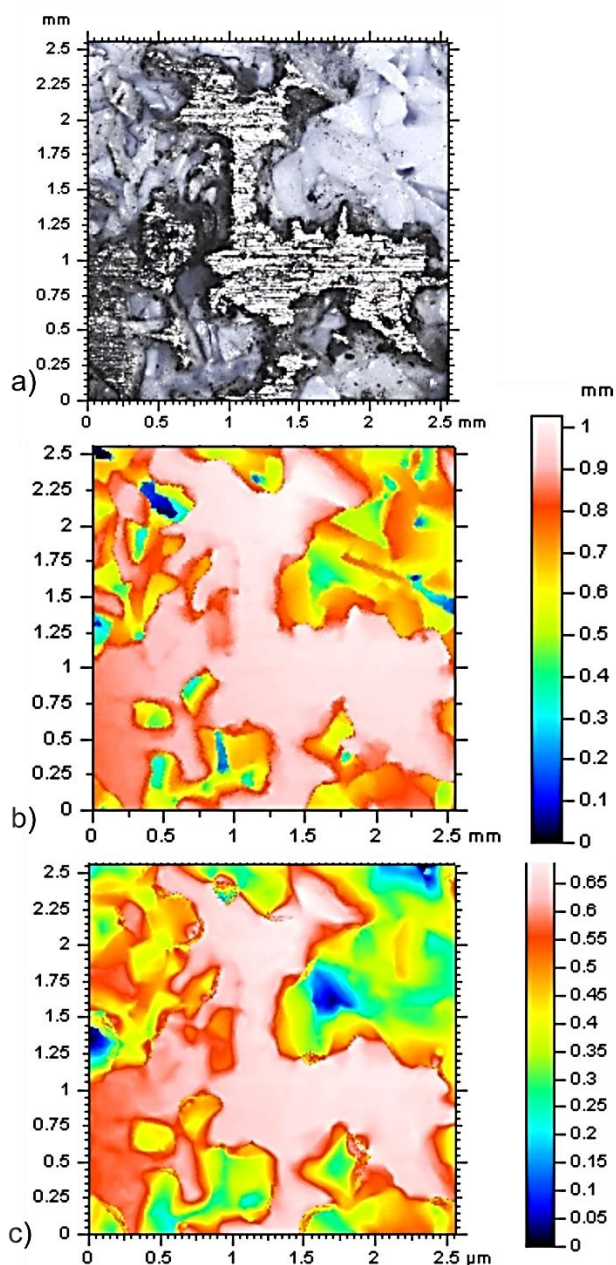
Po pomiarze z wykorzystaniem skanera, uzyskano dane powierzchni ściernicy w postaci chmury punktów, którą wyeksportowano do pliku ASCII i dokonano analiz powierzchni z wykorzystaniem oprogramowania TalyMap.



Rys. 4. System skanowania przestrzennego do pomiaru topografii ściernic bez demontażu narzędzia z obrabiarki



Rys. 5. Obrazy powierzchni fragmentu narzędzia ściernego zbadane z wykorzystaniem mikroskopu konfokalnego (a, b) oraz skanera przestrzennego Atos III (c) (pierwszy fragment powierzchni ściernicy P1)



Rys. 6. Obrazy powierzchni fragmentu narzędzia ściernego zbadane z wykorzystaniem mikroskopu konfokalnego (a, b) oraz skanera przestrzennego Atos III (c) (drugi fragment powierzchni ściernicy P2)

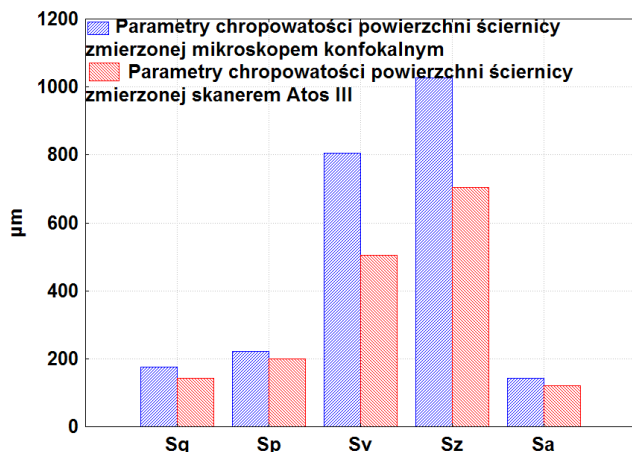
W celu porównania uzyskanych wyników akwizycji danych powierzchni narzędzia ściernego różnymi metodami, wyznaczono parametry do oceny struktury geometrycznej ich powierzchni. Wartości parametrów SGP zestawiono w tabelicy 2 i 3 oraz na wykresach 7 i 8.

Tab. 2. Zbiór wartości parametrów do oceny struktury geometrycznej powierzchni ściernicy (rys. 6) zmierzony mikroskopem konfokalnym i skanerem Atos III (P1)

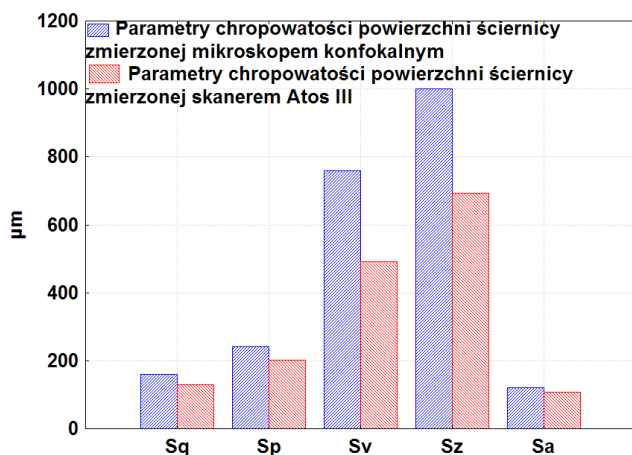
Parametry chropowatości powierzchni	Sq μm	Sp μm	Sv μm	Sz μm	Sa μm
Mikroskop konfokalny	175	221	806	1027	142
Skaner Atos III	142	199	505	704	121
Różnica	23%	11%	59%	45%	17%

Tab. 3. Zbiór wartości parametrów do oceny struktury geometrycznej powierzchni ściernicy (rys. 5) zmierzonych mikroskopem konfokalnym i skanerem Atos III (P2)

Parametry chropowatości powierzchni	Sq μm	Sp μm	Sv μm	Sz μm	Sa μm
Mikroskop konfokalny	160	241	760	1001	121
Skaner Atos III	130	203	491	694	108
Różnica	23%	19%	54%	44%	12%



Rys. 7. Parametry chropowatości powierzchni ściernicy (rys. 6) zbadanej z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej oraz skanera Atos III (P1)



Rys. 8. Parametry chropowatości powierzchni ściernicy (rys. 6) zbadanej z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej oraz skanera Atos III (P2)

W badaniach z zastosowaniem mikroskopu konfokalnego obserwuje się występowanie bardzo głębokich przestrzeni między ziarnami na powierzchni ściernicy. Te same przestrzenie nie zostały zarejestrowane przez skaner optyczny, co jest pewnym ograniczeniem tej metody. Można to zaobserwować szczególnie w postaci różnicy w wartościach wyznaczonych parametrów Sv, czyli maksymalnej głębokości wgłębień, która sięga od 54 do 59 %, a to również ma bezpośredni wpływ na wartość parametru Sz. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że głębokie, wąskie przestrzenie na powierzchni ściernicy nie mają istotnego znaczenia dla oceny stanu, zużycia i zalepień na powierzchni narzędzi, uznano metodę skanowania przestrzennego za przydatną do stosowania w warunkach produkcyjnych. W pracy [4] opisano

metody identyfikacji starć wierzchołków ziaren i zalepień na powierzchni ściernicy z wykorzystaniem skanera 3D i wykazano wysoką przydatność zarówno algorytmów identyfikacji jak i samej metody pomiaru.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono wyniki badań struktury geometrycznej powierzchni czynnej ściernicy metodami, które umożliwiają pomiar bez demontażu narzędzia z obrabiarki, czyli metodą replikacji oraz metodą skanowania przestrzennego. Jako metodę referencyjną przyjęto pomiary SGP ściernicy z zastosowaniem mikroskopu konfokalnego OLS4000 firmy Olympus.

Uzyskano bardzo dobre wyniki badań dla akwizycji danych metodą replikacji z zastosowaniem systemu RepliSet. Wyznaczono parametry oceny struktury geometrycznej powierzchni i porównano z wartościami parametrów wyznaczonych z powierzchni odniesienia. Wykazano bardzo niskie różnice (poniżej 10%) dla parametrów Sq, Sv, Sz, Sa. W przypadku maksymalnej wysokości wzniesień różnica wynosiła 30%. Po analizie uzyskanych obrazów powierzchni, można domniemać, że drobne wzniesienia na wierzchołkach powstały na powierzchni repliki w wyniku jej usuwania z powierzchni narzędzia. Uzasadnione byłoby stosowanie cienkiej warstwy środków zmniejszających przyczepność powierzchni ziaren i materiału repliki.

Po analizie wyników badań nad SGP ściernicy z wykorzystaniem skanera przestrzennego Atos III, zaobserwowano pewne ograniczenie metody, mianowicie, bardzo wąskie, głębokie przestrzenie, są „niewidoczne” w pomiarach skanerem optycznym, co jednak nie ma dużego wpływu na ocenę stanu zużycia ściernicy w postaci starć wierzchołków i zalepień powierzchni.

Badania zrealizowano w ramach projektu:



Projekt "Innowacyjne, hybrydowe narzędzia ściernic do obróbki stopów metali lekkich" realizowany w ramach programu "INNOTECH" w ścieżce programowej IN-Tech Nr umowy: INNOTECH-k3/IN3/43/229135/NCBR/14 współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

LITERATURA

- Comes de Olicerira J.F., Dornfeld D.A., Dimensional characterization of grinding wheel surface through acoustic emission, *Annals CIRP*, 43(1), pp. 291–294, 1994.
- Inasaki I., Monitoring and optimization of internal grinding process, *Annals CIRP*, 41(1), pp. 359–362, 1991.
- Fan K.C., Lee M.Z., Mou J.I., On-line non-contact system for grinding wheel wear measurement, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 19, pp. 14–22, 2002.
- Lipiński D., Kacalak W., Tomkowski R.: Methodology of evaluation of abrasive tool wear with the use of laser scanning microscopy, *Journal of Scanning Microscopy*, Wiley, 2013, dx.doi.org/10.1002/sca.21088.
- Lipiński D., Kacalak W., Tandecka K., Zastosowanie systemu skanowania przestrzennego do oceny zużycia narzędzi ściernych, *Pomiary Automatyka Kontrola*, vol. 59, nr 11/2013
- Kacalak W., Tandecka K., Sempruch R., Badania modelowe procesu mikroskrawania, *MECHANIK NR 8-9/2013*.
- Kacalak W., Tandecka K., Lipiński D., Szafraniec F., Metody identyfikacji zmian stanu czynnej powierzchni ściernicy w wyniku starcia, zalepień lub wykruszenia ziaren, *Mechanik nr 8-9/2014*, str. 193-199