

Zastosowanie technik mikroskopowych do weryfikacji poprawności wprowadzenia substancji impregnującej w strukturę ściernic z ziarnami SG™ i SiCg

Microscopy-based study of verify the correctness of introduction the impregnating substance into the structure of the grinding wheels with SG™ and SiCg abrasive grains

WOJCIECH KAPŁONEK
KRZYSZTOF NADOLNY
PAWEŁ SUTOWSKI*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.252

Omówiono rezultaty badań czynnych powierzchni ściernic z ziarnami SG™ i SiCg, mających na celu zweryfikowanie poprawności wprowadzenia substancji impregnującej w postaci syntetycznego polimeru krzemooorganicznego (silikonu) w strukturę tych ściernic. W pracach wykorzystano zaawansowane techniki mikroskopowe oraz specjalistyczne oprogramowanie.

SŁOWA KLUCZOWE: metody mikroskopowe, analiza obrazu, ziarna ściernic, impregnacja, silikon

In the paper, the results of the studies of active surface of the grinding wheels with abrasive grains SG™ and SiCg carried out for verify the correctness of the introduction of impregnating substance in the form of synthetic organosilicone polymer (silicone) in their structure were presented. During works an advanced microscopic techniques and specialized software were used.

KEYWORDS: microscopic techniques, image analysis, abrasive grains, impregnation process, silicone

W nowoczesnych procesach szlifowania dąży się do stopniowego zastępowania cieczy obróbkowych substancjami smarnymi w stanie stałym, doprowadzanymi do strefy szlifowania. W tym celu stosuje się narzędzia o specjalnej konstrukcji (np. wyposażone we wkładki ze smaru stałego) lub nanosi się substancję smarną bezpośrednio na czynną powierzchnię ściernicy (CPS) w trakcie szlifowania. Innym rozwiązaniem jest wprowadzenie substancji impregnującej w strukturę CPS. Nowoczesne impregnaty – bazujące m.in. na wybranych pierwiastkach niemetalicznych, alotropowych odmianach węgla i syntetycznych polimerach krzemooorganicznych o właściwościach antyadhezyjnych i smarnych [1÷3], które wprowadza się nowymi metodami do objętości ściernic o spoiwie ceramicznym – to jeden z kierunków badawczych intensywnie rozwijanych m.in. na Politechnice Koszalińskiej [4÷6].

Weryfikacja poprawności wprowadzenia substancji impregnujących w strukturę CPS jest zadaniem złożonym, wymagającym nie tylko przeprowadzenia pomiarów masowych ściernic przed procesem impregnacji i po nim, lecz także zastosowania bardziej zaawansowanych sposobów oceny, np. z wykorzystaniem nowoczesnych metod mikroskopowych wspomaganych technikami przetwarzania i analizy obrazu [7]. Przedstawione w niniejszej pracy rezultaty badań miały potwierdzić zasadność wykorzystania

tych metod do określania charakterystyk czynnych powierzchni małogabarytowych ściernic z ziarnami mikrokryształicznego korundu spiekanego SG™ oraz ziarnami zielonego węgla krzemu SiCg o spoiwie ceramicznym po procesie impregnacji silikonem.

Badania eksperymentalne

Do badań przeznaczono dwa zestawy (zawierające po trzy próbki) małogabarytowych ściernic o oznaczeniach technicznych 1-35×10×10-SG/F46G10VTO i 1-35×20×10 99C46K8V. Proces impregnacji, opisany szczegółowo w pracy [6], polegał na wprowadzeniu do objętości obu typów ściernic silikonu w formie płynnej. Odpowiednio przygotowane próbki poddano obserwacjom i analizom ich czynnych powierzchni z wykorzystaniem systemów mikroskopowych i specjalistycznego oprogramowania komputerowego, wymienionych w tablicy.

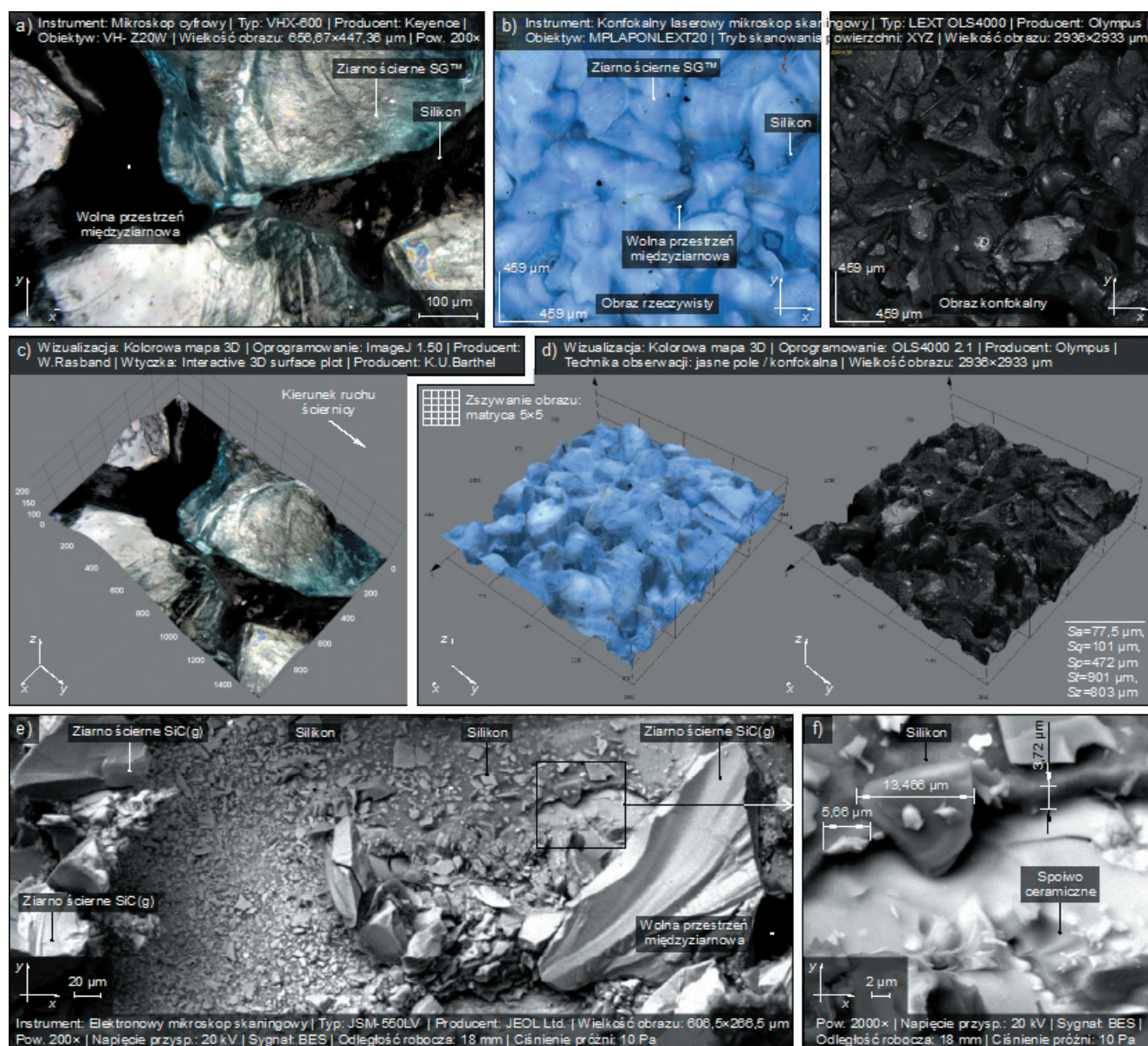
TABLICA. Metody i systemy mikroskopowe wykorzystywane w badaniach eksperymentalnych

Metoda mikroskopowa	System mikroskopowy	Oceniana próbka
Mikroskopia cyfrowa	Keyence VHX-600+ Keyence VHX-H2MK (oprogramowanie)	1-35×10×10-SG/ /F46G10VTO
Konfokalna laserowa mikroskopia skaningowa	Olympus LEXT OLS4000+ Olympus OLS4000 2.1+ TalyMap Platinum 5.0 (oprogramowanie)	1-35×10×10-SG/ /F46G10VTO
Elektronowa mikroskopia skaningowa	JEOL JSM-5500LV+ JEOL SEM+ Media Cybernetics Image Pro®-Plus 5.1+ Image Pro®-Premier 9.1 (oprogramowanie)	1-35×20×10 99C 46K8V

Wybrane rezultaty badań eksperymentalnych

Badania realizowano w dwóch fazach. W pierwszej fazie skoncentrowano się na obserwacji i analizie wizualnej (przy powiększeniach od 50× do 2000×) fragmentów CPS zawierających obszary z widoczną substancją impregnującą. Druga faza prac obejmowała akwizycję obrazów wybranych fragmentów CPS i ich komputerową analizę (patrz rysunek), prowadzoną pod kątem wyznaczenia wartości wybranych parametrów geometrycznych. Dodatkowo wyznaczano wartości wybranych parametrów przestrzennych topografii powierzchni oraz wykonywano wizualizacje przestrzenne CPS zawierające charakterystyczne elementy, takie jak: ziarna ściernic, spoiwo, impregnat.

* Dr inż. Wojciech Kapłonek (wojciech.kaplonek@tu.koszalin.pl), dr hab. inż. Krzysztof Nadolny (krzysztof.nadolny@tu.koszalin.pl), dr inż. Paweł Sutowski (pawel.sutowski@tu.koszalin.pl) – Katedra Inżynierii Produkcji, Wydział Mechaniczny Politechniki Koszalińskiej



Rys. Wybrane rezultaty badań eksperymentalnych CPS impregnowanych silikonem: a) i c) obraz analizowanego fragmentu CPS 1-35x10x10-SG/F46G10VTO zarejestrowany mikroskopem Keyence VHX-600 i jego wizualizacja uzyskana w oprogramowaniu Keyence VHX-H2MK; b) i d) obraz analizowanego fragmentu CPS 1-35x10x10-SG/F46G10VTO zarejestrowany mikroskopem LEXT OLS4000 (technika jasnego pola i konfokalna) i jego wizualizacja uzyskana w oprogramowaniu Olympus OLS4000 2.1; e) obraz SEM analizowanego fragmentu CPS 1-35x20x10 99C46K8V zarejestrowany mikroskopem JEOL JSM-5500LV; f) powiększenie wybranego obszaru z rys. e)

Podsumowanie i wnioski

Badania pozwoliły na uzyskanie szczegółowej charakterystyki CPS 1-35x10x10-SG/F46G10VTO i 1-35x20x10 99C46K8V w odniesieniu do efektów procesu ich impregnacji. Stwierdzono, że przyjęta metodyka oraz zastosowane techniki mikroskopowe, wspomagane specjalistycznym oprogramowaniem komputerowym, mogą być z powodzeniem wykorzystywane w tego typu ocenie. Weryfikacja procesu potwierdziła, że substancja impregnująca została prawidłowo wprowadzona do objętości narzędzi ściernych – istotnie wpłynęła na redukcję otwartości ich struktury i zmniejszenie objętości wolnych przestrzeni międzyciarnych. Procentowy udział pól powierzchni obszarów CPS zawierających impregnat do obszarów bez impregnatu mieścił się w zakresie 20÷25%, co zapewniało korzystne oddziaływanie wprowadzonej substancji na strefę obróbki. Proces impregnacji spowodował również niemal dwukrotne obniżenie wysokości elementów geometrycznych powierzchni czynnej ściernic, co znalazło potwierdzenie w wartościach uzyskanych parametrów topografii powierzchni.

LITERATURA

1. Rappoport Z., Apeloig Y. "The Chemistry of Organic Silicon Compounds". Chichester: Wiley, 1998.
2. Alberts M., Kalaitzidou K., Melkote S. "An investigation of graphite nanoplatelets as lubricant in grinding". *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 49, Iss. 12–13 (2009): pp. 966–970.
3. Tsai M.Y., Jian S.X. "Development of a micro-graphite impregnated grinding wheel". *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 56 (2012): pp. 94–101.
4. Nadolny K., Kapłonek W., Wojtewicz M., Sienicki W. "Effects of sulfurization of grinding wheels on internal cylindrical grinding of titanium grade 2[®]". *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*. Vol. 20, Iss. 2 (2013): pp. 108–124.
5. Kapłonek W., Nadolny K., Wojtewicz M., Sienicki W. "Characterisation of abrasive tools active surface after the impregnation process by modified ARS method based on imaging and analysis of the scattered light". *International Journal of Machining and Machinability of Materials*. Vol. 17, Iss. 5 (2015): pp. 397–417.
6. Wojtewicz M., Nadolny K., Sienicki W., Herman D. "Wpływ impregnatu silikonowo-grafitowego na właściwości eksploatacyjne ściernicy w procesie szlifowania otworów w superstopach niklu". *Mechanik*. Nr 8–9 (2015): s. 728–328.
7. Kapłonek W., Nadolny K. "Review of the advanced microscopy techniques used for diagnostics of grinding wheels with ceramic bond". *Journal of Mechanical Engineering*. Vol. 12, Iss. 4 (2012): pp. 81–98.