

Analiza form zużycia i trwałości folii ściernych

Analysis of the forms of wear and durability of the abrasive films

WOJCIECH KACALAK
KATARZYNA TANDECKA
FILIP SZAFRANIEC*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.10.131>

English version available on: www.mechanik.media.pl

Opisano formy zużycia oraz trwałość folii ściernych do mikro-wygładzania, wytwarzanych metodą elektrostatyczną. Przedstawiono wyniki badań procesu mikro-wygładzania z zastosowaniem folii ścierniej o nominalnej wielkości ziaren 15 μm . Badania z wykorzystaniem mikroskopu skaningowego pozwoliły na ocenę: wykruszeń ziaren na powierzchni folii, form zalepień oraz postaci mikrowiórów, w tym wiórów kulistych, których obecność jest związana z występującą sublokalnie wysoką temperaturą w strefie obróbki.

SŁOWA KLUCZOWE: mikro-wygładzanie, folia ścierna, zużycie narzędzia, wióry kuliste

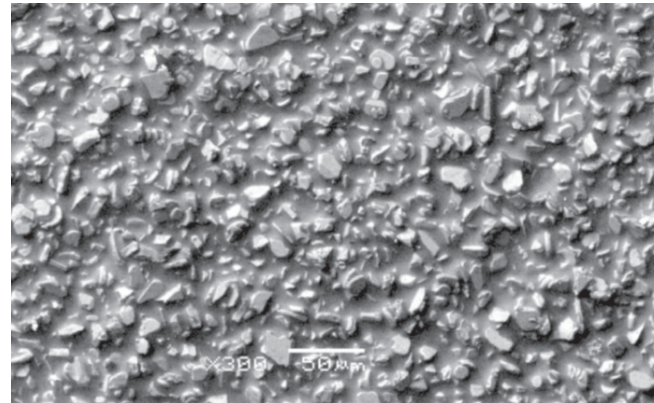
The paper analyzes the wear and durability of abrasive films designed for microsmoothing produced by electrostatic method. In order to carry out tool wear studies, a microgrinding process was performed using an abrasive film with a nominal grain size of 15 μm . The next step was the study, using scanning microscope. Crushed grains were observed on the surface of the foil, overflows, and extremely high temperatures in the treatment zone, above 1400°C, which resulted in the formation of spherical chips.

KEYWORDS: microfinishing, abrasive film, tool wear, spherical chips

Proces mikro-wygładzania powierzchni foliami ściernymi zapewnia uzyskiwanie bardzo gładkich powierzchni. Charakterystyczne cechy procesu to jednokrotne wykorzystanie narzędzia oraz bardzo długie ślady obróbkowe, co jest wynikiem nawet 1000-krotnie wyższej prędkości przedmiotu obrabianego w porównaniu z prędkością przemieszczania się folii ścierniej [3, 4].

Podczas wytwarzania folii mikrościernych typu IMFF proces osadzania ścierniwa (elektrokorundu szlachetnego) na powierzchni nośnika (folii poliestrowej) pokrytego warstwą spoiwa podstawowego odbywa się metodą elektrostatyczną (rys. 1).

Po utwardzeniu spoiwa podstawowego na powierzchnię narzędzia nakłada się dodatkową warstwę spoiwa,



Rys. 2. Obraz SEM powierzchni folii ścierniej typu IMFF o nominalnym rozmiarze ziarna 15 μm

tw. spoiwa kryjącego, aby zwiększyć trwałość folii do mikro-wygładzania. Metoda elektrostatyczna osadzania ziaren ściernych na powierzchni nośnika zapewnia takie zorientowanie ostrzy skrawających, aby uzyskać korzystną topografię powierzchni czynnej narzędzia (rys. 2). Ze względu na doskonałe właściwości skrawne folii mikrościernych stosuje się je w celu przygotowania powierzchni do kolejnego zabiegu mikro-wygładzania z zastosowaniem folii dogładzających [6].

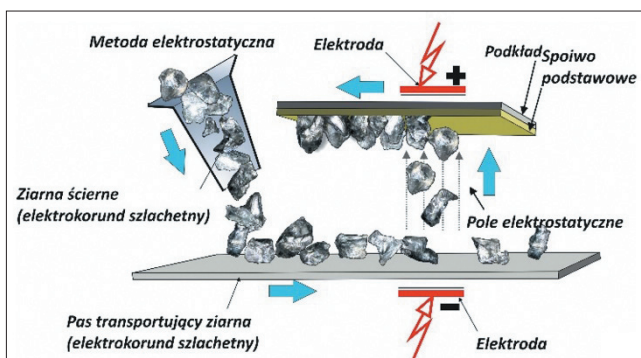
Badania form zużycia folii ścierniej

Badania zużycia folii ścierniej wykonano po procesie mikro-wygładzania elementów ze stali 40H o twardości 60 HRC. Badania procesu wygładzania folią ścierną, z użyciem głowicy do mikro-wygładzania GW-1, przeprowadzono z zastosowaniem rolki dociskowej o twardości 50°ShA. Siła docisku rolki do przedmiotu obrabianego była równa 50 N, prędkość przesuwu folii ścierniej – 160 mm/min, a prędkość obwodowa przedmiotu – 40 m/min. Całkowity czas procesu mikro-wygładzania wyniósł 50 s.

Po procesie mikro-wygładzania folię ścierną oczyszczono z produktów obróbki i poddano badaniom mikroskopowym (rys. 3).

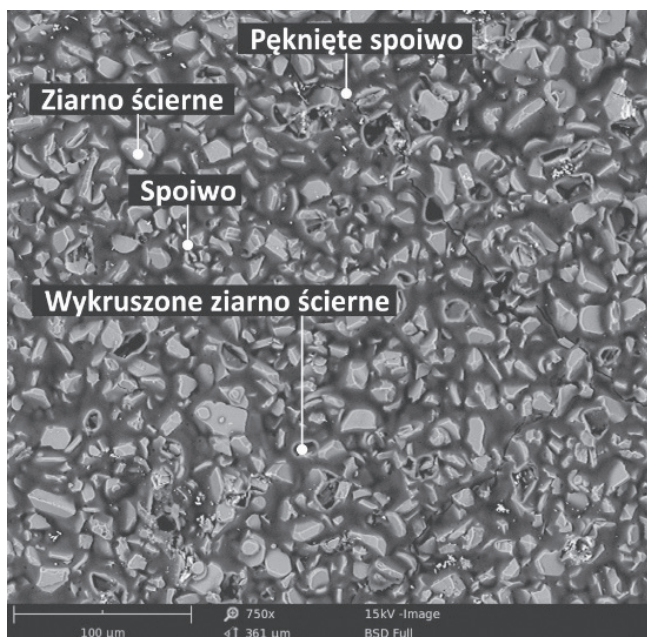
Na powierzchni folii po procesie mikro-wygładzania zaobserwowano wykruszenie ok. 8% ziaren ściernych (rys. 4). Zjawisko wyrwania ziaren ma bezpośredni związek z elektrostatyczną metodą ich osadzania w spoiwie (ziarno zazwyczaj jest zatopione w spoiwie do ok. 2/3 swej wysokości i może ulec wykruszeniu). Wyrwane ziarno ściernie, pozostające w strefie obróbki, może spowodować powstanie pojedynczych, głębokich rys, co znacznie pogarsza wyniki wygładzania.

Wykruszenia ziaren mogą mieć pozytywny wpływ na efektywność wynoszenia produktów obróbki ze strefy obróbki. W procesie mikro-wygładzania mikrowióry wynoszone są ze strefy obróbki w przestrzeniach między ziarnami. Powstałe przestrzenie po wykruszeniach ziaren zwiększają objętość do magazynowania mikrowiórów (rys. 5).

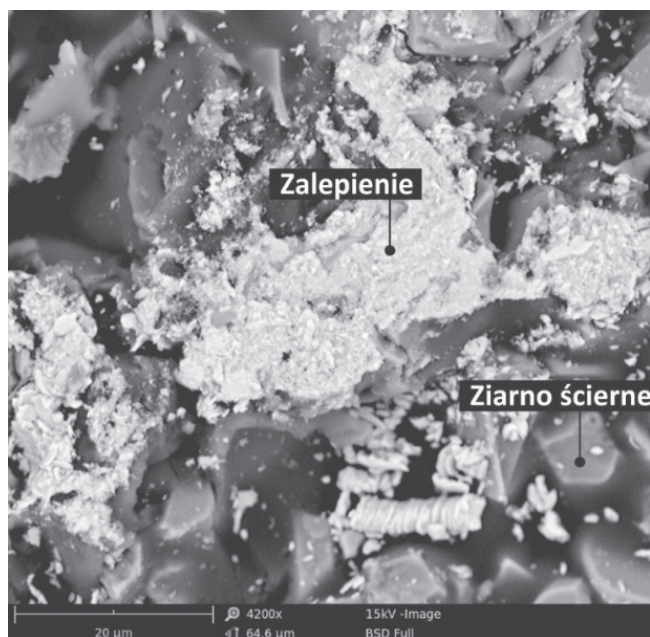


Rys. 1. Schemat produkcji folii mikrościernych metodą elektrostatyczną [6]

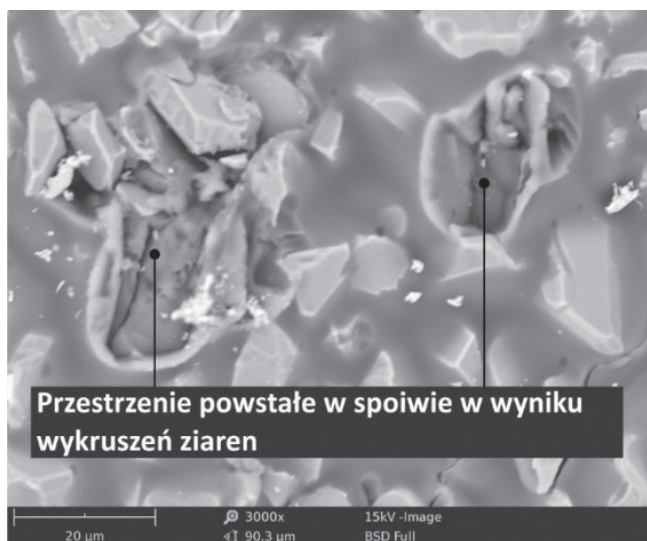
* Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak (wk5@tu.koszalin.pl), dr inż. Katarzyna Tandecka (katarzyna.tandecka@tu.koszalin.pl), mgr inż. Filip Szafraniec – Politechnika Koszalińska



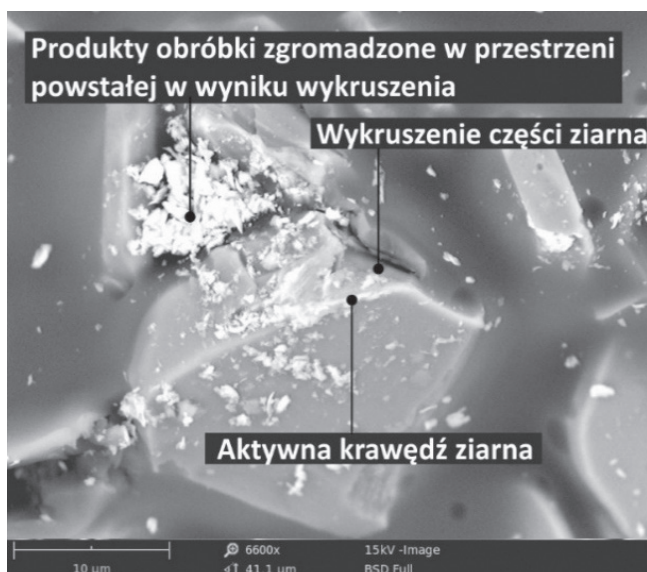
Rys. 3. Obraz SEM powierzchni folii ścierniej typu IMFF o nominalnym rozmiarze ziarna 15 µm po procesie mikrowygładzania



Rys. 6. Obraz SEM ziarna ściernego na powierzchni folii 15IMFF po procesie mikrowygładzania



Rys. 4. Obraz SEM przestrzeni powstałych w wyniku wykruszenia ziaren ściernych na powierzchni folii 15IMFF po procesie mikrowygładzania

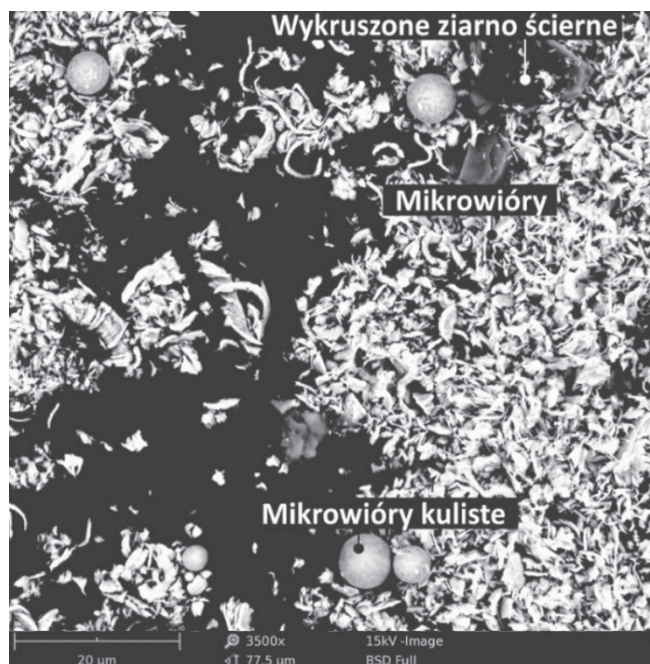


Rys. 5. Obraz SEM ziarna ściernego na powierzchni folii 15IMFF po procesie mikrowygładzania

Zbyt mała prędkość przesuwu folii ścierniej może spowodować powstanie zalepień na jej powierzchni (rys. 6). Zalepienia powstają w wyniku ograniczonej przestrzeni międzyziarnowej, potrzebnej do magazynowania mikrowiórów, oraz pod wpływem występowania lokalnie wysokiej temperatury w strefie obróbki.

Po usunięciu z powierzchni folii produktów obróbki, a następnie po ich umieszczeniu na taśmie węglowej, przeprowadzono badania mikroskopowe. Zaobserwowano występowanie długich mikrowiórów o budowie schodkowej (rys. 7 i 9), co jest efektem nieciągłości tworzenia wiórów wzdłuż długiej drogi pracy szlifu.

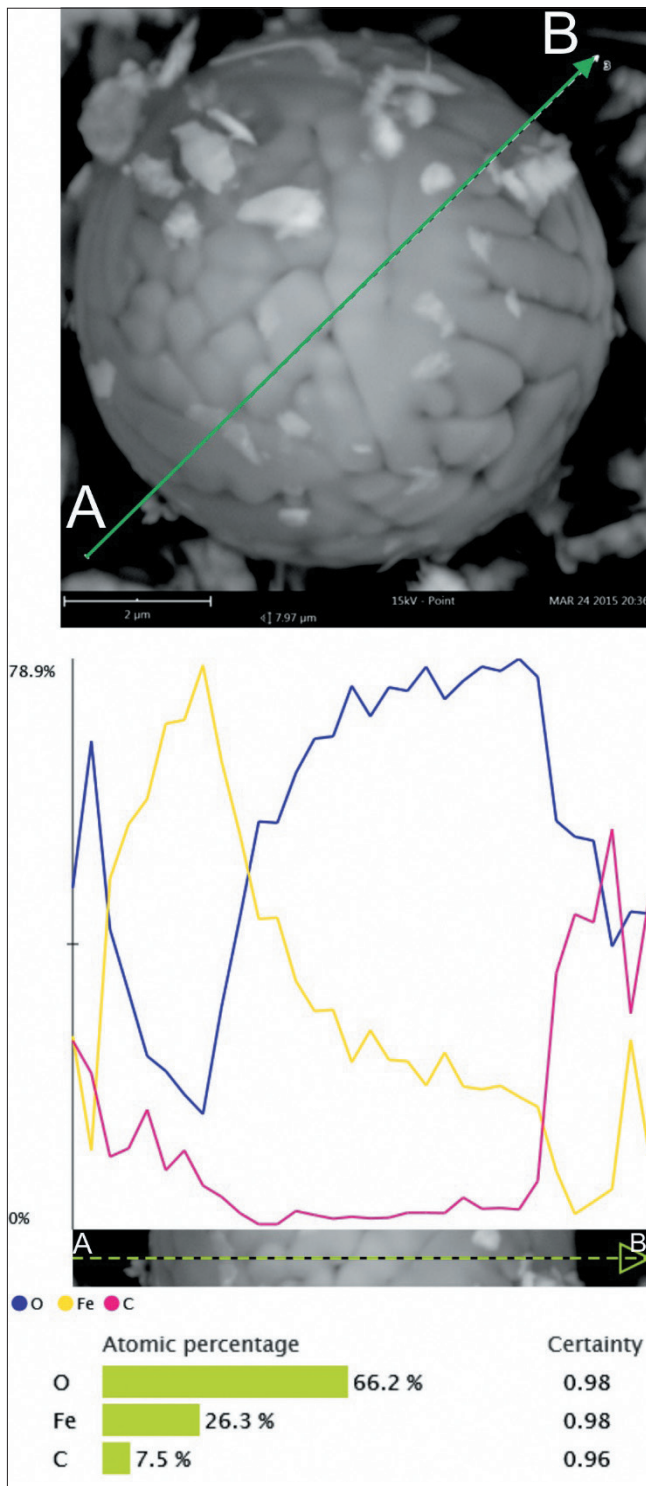
Oprócz mikrowiórów o budowie schodkowej stwierdzono także występowanie wykruszonych ziaren oraz mikrowiórów kulistych (sferycznych). Obecność takich wiórów świadczy o wysokiej temperaturze w strefie obróbki, co jest niekorzystnym zjawiskiem [1, 2, 5].



Rys. 7. Obraz SEM produktów powstałych w procesie mikrowygładzania folią ścierną

W celu potwierdzenia, że powstałe mikroformy kuliste są produktami obróbki, przeprowadzono analizę ich składu chemicznego. Badanie to wykonano z zastosowaniem nowoczesnego, elektronowego mikroskopu skaningowego firmy JEOL, wyposażonego w analizator typu EDS (dyspersja energii promieniowania rentgenowskiego).

Analizowano odcinek AB (rys. 8). Wysokie stężenie węgla na początku i na końcu odcinka pomiarowego wynika z faktu, że do przygotowania próbki mikroskopowej użyto taśmy węglowej. Występowanie tlenu i żelaza świadczy o tym, że podczas mikrowygładzania nastąpiło stopienie materiału obrabianego oraz jego szybkie skrzepnięcie, co doprowadziło do uformowania wiórów sferycznych.



Rys. 8. Skład chemiczny wióra kulistego (kolorem różowym oznaczono występowanie węgla, fioletowym – tlenu, a żółtym – żelaza)



Rys. 9. Obraz SEM długich wiórów o charakterystycznej schodkowej budowie, powstałych w procesie mikrowygładzania

Podsumowanie

- Podczas mikrowygładzania foliami ściernymi (w okresie ich trwałości i w warunkach jednokrotnego ich wprowadzania do strefy obróbki) z powierzchni narzędzi wykrusza się znacząca ilość całych ziaren (w warunkach doświadczalnych – ok. 8% potencjalnie aktywnych ziaren ściernych). Podczas analizy powierzchni folii ściernych po procesie mikrowygładzania, oczyszczonej z produktów obróbki, zaobserwowano znaczącą ilość ziaren ściernych, które nie brały udziału w procesie oddzielania materiału, co wskazuje, że folie ściernych po oczyszczeniu mogłyby zostać ponownie użyte w zabiegach wygładzania wstępnego.
- Podczas procesu wygładzania w strefie obróbki lokalnie występuje bardzo wysoka temperatura, powodująca topienie się materiału obrabianego i tworzenie wiórów kulistych.
- Wykruszanie ziaren ściernych może mieć pozytywny wpływ na przebieg procesu wygładzania – powoduje zwiększenie objętości do magazynowania produktów obróbki.
- Zbyt mała prędkość przesuwu folii ściernych może doprowadzić do przepełnienia przestrzeni między ziarnami i powstania zalepień na powierzchni folii.

LITERATURA

1. Coronado J.J., Sinatora A. "Effect of abrasive size on wear of metallic materials and its relationship with microchips morphology and wear micromechanisms". *Wear*. 271 (2011): s. 1794–1803.
2. Hua J., Shivpuri R. "Prediction of chip morphology and segmentation during the machining of titanium alloys". *Journal of Materials Processing Technology*. 150 (2004): s. 124–133.
3. Kacalak W., Tandecka K. „Prognozowanie właściwości technologicznych folii ściernych z zastosowaniem analiz widmowych powierzchni czynnej narzędzia”. *Mechanik*. 8–9 (2014): s. 212–218/725.
4. Kacalak W., Tandecka K. „Efekty mikrowygładzania foliami ściernymi o nieciągłej powierzchni czynnej”. *Mechanik*. 8–9 (2014): s. 207–211/725.
5. List E., Frenzel J., Vollstaedt H. "Ein neues System zur Ermittlung der Einzelkornfestigkeit von Schleifkornungen". *IDR Industrie Diamanten Rundschau*. 11/06 (2006): s. 6–18.
6. Tandecka K. „Badania procesów mikrowygładzania z zastosowaniem folii ściernych o nieciągłej powierzchni oraz rolek dociskowych o strefowo zmiennej podatności”. Rozprawa doktorska. Koszalin, 2014. ■