

Metodyka doboru właściwości ściernic hybrydowych do obróbki stopów metali lekkich

Methodology for select the properties of hybrid grinding wheels for the machining of light metal alloys

WOJCIECH KACALAK
FILIP SZAFRANIEC*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.10.142>
English version available on: www.mechanik.media.pl

Opisano cechy i zalety stosowania narzędzi ściernych o innowacyjnych, adaptacyjnych strukturach i zawierających specjalne mikroagregaty, przeznaczone do obróbki stopów metali lekkich. Przedstawiono również złożoną metodykę doboru właściwości takich ściernic o hybrydowej budowie.
SŁOWA KLUCZOWE: ściernice o budowie hybrydowej, mikroagregaty ściernic

In the publication the features and advantages of using new abrasive tools with innovative adaptive structures and special microaggregates for the machining of light metal alloys was described. There also a complex methodology for selecting the properties of these innovative hybrid grinding wheels was presented.

KEYWORDS: hybrid grinding wheels, abrasive microaggregates

W związku z coraz powszechniejszym zastosowaniem stopów metali lekkich wzrosło zapotrzebowanie na operacje ich efektywnej i dokładnej obróbki. Materiały te należą do trudno obrabialnych ze względu na: wypełnianie przestrzeni między ziarnami produktami obróbki, wysoką energię właściwą szlifowania i trudności ze stabilizowaniem właściwości narzędzia w okresie trwałości, na poziomie akceptowalnym ze względów ekonomicznych i technologicznych.

Opracowane narzędzia ściernic o innowacyjnych, adaptacyjnych strukturach i specjalnych mikroagregatach pozwalają na osiągnięcie większej efektywności operacji szlifowania niż w przypadku zastosowania ściernic konwencjonalnych i mogą być zastosowane do obróbki stopów metali lekkich.

To nowe rozwiązanie zapewnia znaczący postęp technologiczny dzięki szerokim możliwościom różnicowania właściwości narzędzi w zależności od rodzaju materiału i cech procesu. W procesach obróbki stopów aluminium, magnezu i tytanu nowe ściernice pozwalają ograniczyć problemy związane z zalepianiem się czynnej powierzchni ściernicy, wykazują większą trwałość, obniżają energię właściwą i zwiększają stabilność obróbki. Narzędzia te zapewniają również zwiększenie efektywności procesów szlifowania innych materiałów, np. stali żelazkowej i stali stopowych o wysokiej wytrzymałości.

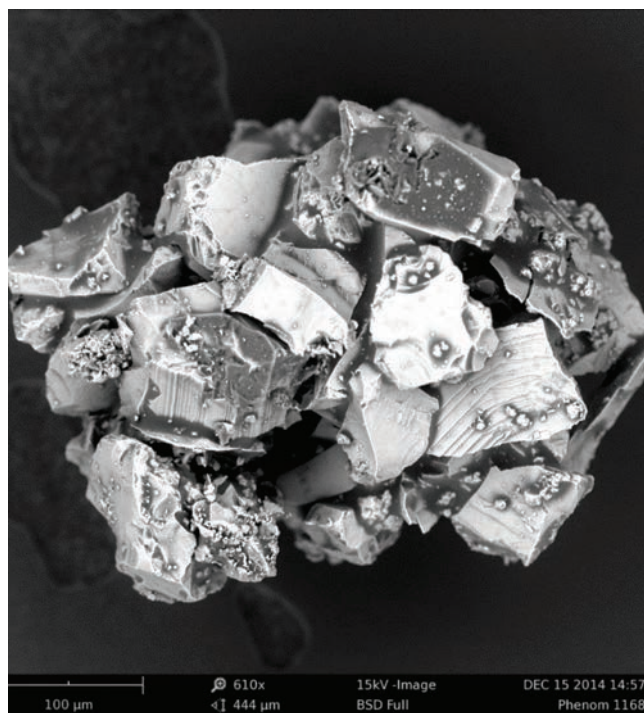
Nowe narzędzia ściernic będą przydatne w operacjach szlifowania wielu innych materiałów – takich jak materiały kompozytowe [9], materiały o wysokiej plastyczności, materiały wrażliwe na wysoką temperaturę, stopy metali lekkich, nowe materiały mineralno-żywiczone czy tworzywa stosowane w optyce – których obróbkę obecnie uważa się za trudną do realizacji.

Narzędzia ściernic o budowie mikroagregatowej i metodyka doboru ich właściwości

Hybrydowe narzędzia ściernic o budowie mikroagregatowej i podwyższonej porowatości [1, 8]:

- zapewniają zmniejszenie energii właściwej szlifowania, zwłaszcza w przypadku obróbki stopów metali lekkich;
- eliminują zjawisko zapychania obrabianym materiałem przestrzeni między ziarnami ściernymi;
- mogą mieć charakterystykę precyzyjnie dostosowaną do konkretnych zadań technologicznych.

Nowość omawianego rozwiązania polega na tym, że narzędzia ściernic z ziarnami ściernymi o określonej wielkości, połączonymi spoiwem i tworzącymi porowatą strukturę, dodatkowo zawierają specjalne mikroagregaty ziaren o znacznie mniejszych wymiarach (a także z innych materiałów) niż frakcja podstawowa (rys. 1).



Rys. 1. Przykład grupy ziaren elektrokorundu specjalnego w mikroagregacie ściernym

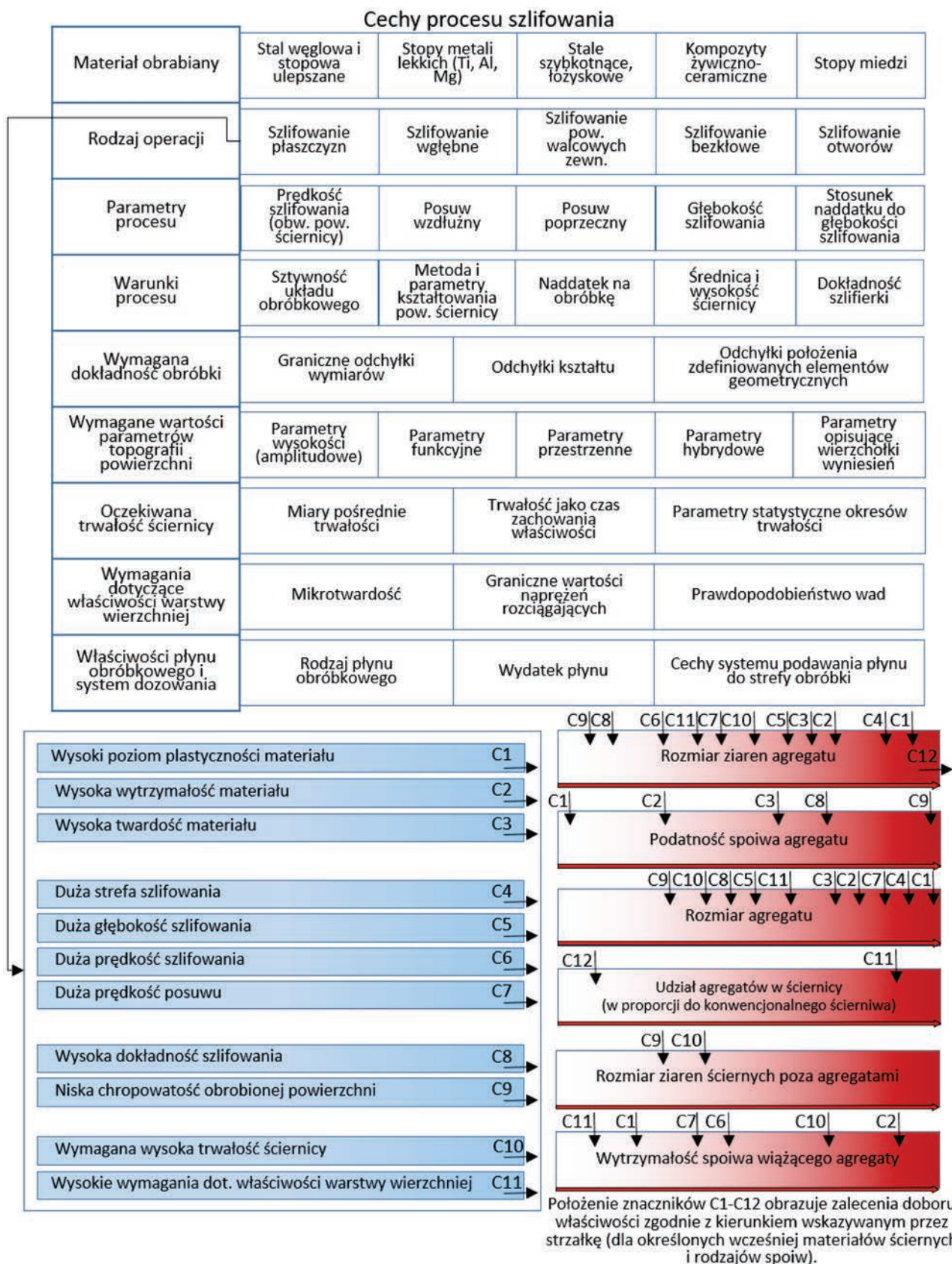
Mikroagregat jest utworzony z mikroziaren (w liczbie od kilkunastu do kilkudziesięciu – zależnie od ich wielkości oraz rozmiaru wytworzonego agregatu) połączonych spoiwem, które mają cechy dopasowane do danego zastosowania. Te specjalne ziarna agregatowe wraz z ziarnami tworzącymi frakcję podstawową są połączone spoiwem głównym i tworzą porowatą strukturę ściernicy hybrydowej.

* Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak, dr h.c. mult. (wk5@tu.koszalin.pl), mgr inż. Filip Szafraniec (filip.szafraniec@tu.koszalin.pl) – Wydział Mechaniczny Politechniki Koszalińskiej

Na rys. 2 przedstawiono złożoną metodykę doboru cech narzędzi o innowacyjnych, adaptacyjnych strukturach z mikroagregatami i ze zróżnicowaną strefowo budową, przeznaczonych do szlifowania płaszczyzn. Zastosowanie określonego udziału mikroagregatu pozwala uzyskać powierzchnię obrobioną, która ma korzystniejsze wartości parametrów stereometrycznych w porównaniu z po-

wierzchnią poddaną obróbce za pomocą ściernicy konwencjonalnej [3–5].

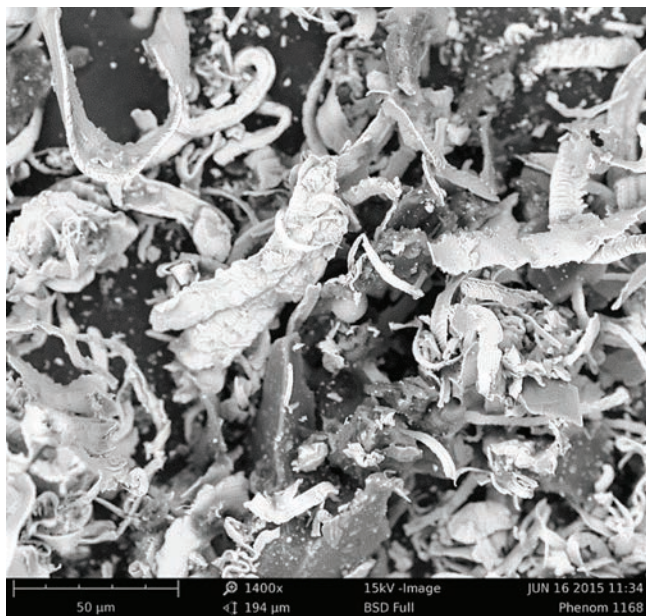
Mikroagregaty zapewniają stabilność procesów mikroskrawania wzdłuż torów poszczególnych ziaren. Małe ostrza ziaren, o małych kątach wierzchołkowych, rozmieszczone na różnych promieniach w danym mikroagregacie gwarantują znacznie lepszą powtarzalność



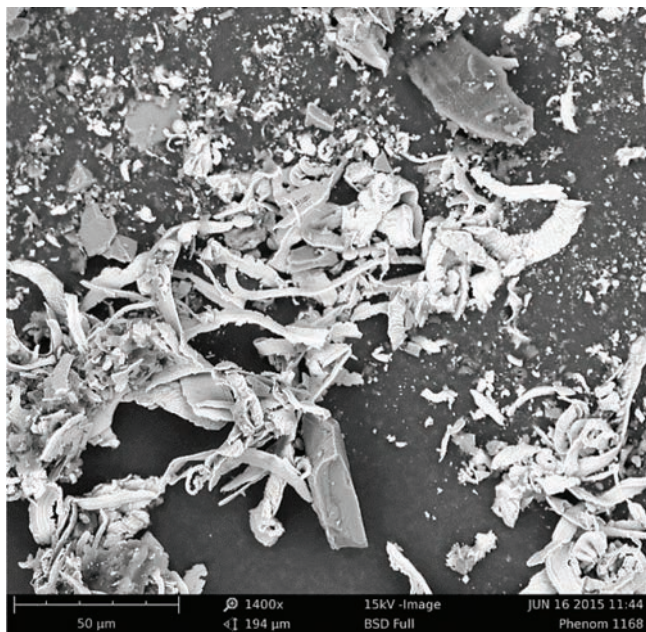
Rys. 2. Schemat doboru cech narzędzi o innowacyjnych, adaptacyjnych strukturach z mikroagregatami i ze zróżnicowaną strefowo budową

warunków skrawania, o czym świadczy m.in. podobny kształt mikrowiórów [1, 2, 6, 7]. Duże ziarna w ściernicach konwencjonalnych powodują dużą zmienność warunków usuwania obrabianego materiału i tworzenie się wiórów o zróżnicowanych kształtach i strukturze.

Na rys. 3 i 4 pokazano formy i cechy geometryczne mikrowiórów powstałych po procesie szlifowania stali łożyskowej za pomocą ściernicy konwencjonalnej (rys. 3) oraz ściernicy z mikroagregatami (rys. 4).



Rys. 3. Postacie i cechy geometryczne mikrowiórów po szlifowaniu stali łożyskowej ściernicą konwencjonalną



Rys. 4. Postacie i cechy geometryczne mikrowiórów po szlifowaniu stali łożyskowej ściernicą z mikroagregatami

Mikroelementy ściernie obecne w narzędziach o budowie hybrydowej mogą zawierać domieszkę ziaren supertwardych, pozwalających na obróbkę materiałów ekstremalnie trudno obrabialnych. Możliwe jest również wytwarzanie narzędzi, w których skład wchodzi kompozycja mikroagregatów utworzonych z różnych rodzajów materiałów ściernych, co wynika m.in. z rozwiniętej powierzchni mikroagregatów.

Podsumowanie

Narzędzia ściernie o hybrydowej budowie, zawierające kompozycje mikroagregatów o różnych właściwościach – dobieranych pod kątem określonych zastosowań, zapewniają korzystne efekty szlifowania, zwłaszcza w przypadku stopów metali lekkich. Przy dobieraniu cech tych narzędzi warto wykorzystać następujące wnioski:

- Zastosowanie mikroagregatów zwiększa nieznacznie wartości składowych sił szlifowania oraz zmniejsza ich przyrost z upływem czasu obróbki, a ponadto przyczynia się do uzyskania korzystnych parametrów struktury stereometrycznej obrobionej powierzchni. Jako graniczny wagowy udział agregatów z ziaren elektrokorundu należy przyjąć 30%.
- Do szlifowania stali łożyskowej ŁH15 (1.3505) w stanie utwardzonym (65 HRC) lepiej zastosować narzędzia z mikroagregatami o twardości P lub wyższej (z uwagi na zużywanie się narzędzia ściernego).
- W razie konieczności użycia narzędzi z większym udziałem mikroagregatów rozmiar tych mikroagregatów powinien być mniejszy lub mostki międzyziarnowe w mikroagregatach powinny mieć większą wytrzymałość.
- Do szlifowania stopów aluminium i stopów magnezu korzystne jest zastosowanie ściernic z udziałem mikroagregatów na poziomie 40%.
- Do szlifowania stopów tytanu korzystne jest zastosowanie ściernic z udziałem mikroagregatów rzędu 40÷50%.
- Mikroagregaty zapewniają stabilną pracę ściernicy wzdłuż torów poszczególnych ziaren. Małe ostrza ziaren, o małych kątach wierzchołkowych, rozmieszczone na różnych promieniach w danym mikroagregacie zapewniają porównywalne warunki skrawania i tworzenie się mikrowiórów o podobnym kształcie, a duże ziarna wzdłuż śladów skrawania tworzą wióry różniące się kształtem i strukturą.

LITERATURA

1. Kacalak W., Lipiński D., Rypina Ł., Szafraniec F. „Analiza procesu szlifowania stopu tytanu Ti-6Al-4V ściernicami z agregatami ściernymi”. *Mechanik.* 8–9 (2016): s. 1150–1151. DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.292.
2. Kacalak W., Rypina Ł., Tandecka K., Lipiński D., Szafraniec F. „Analiza struktur powierzchni mikrowiórów kulistych powstających w procesach obróbki ścierniej”. *Mechanik.* 8–9 (2016): s. 1148–1149, DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.291.
3. Kacalak W., Rypina Ł., Tandecka K., Bałasz B. „Modelowanie w środowisku Ansys procesów mikroskrawania materiałów o różnych właściwościach”. *Mechanik.* 8–9 (2016): s. 1134–1135. DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.284.
4. Kacalak W., Szafraniec F., Budniak Z. „Podstawy doboru parametrów szlifowania z uwzględnieniem liczby ziaren kształtujących określony fragment powierzchni”. *Mechanik.* 8–9 (2016): s. 1182–1184. DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.308.
5. Kacalak W., Szafraniec F., Lipiński D. „Metodyka analizy i modelowania sił w procesie szlifowania płaszczyzn dla małych głębokości obróbki”. *Mechanik.* 8–9 (2016): s. 1194–1196. DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.314.
6. Kacalak W., Tandecka K., Rypina Ł. „Analiza zjawiska nieciągłości tworzenia mikrowiórów w procesie wygładzania foliami ściernymi”. *Mechanik.* 8–9 (2015): s. 179–184.
7. Kacalak W., Tandecka K., Rypina Ł. „Evaluation of micromachining processes using data in the format and geometric characteristics of microchips”. *Journal of Machine Engineering.* 15, 4 (2015): s. 59–68.
8. Kacalak W., Bałasz B., Tomkowski R., Lipiński D., Królikowski T., Szafraniec F., Tandecka K., Rypina Ł. „Problemy naukowe i kierunki rozwoju procesów mikroobróbki ścierniej”. *Mechanik.* 8–9 (2014): s. 157–170/724.
9. Zhang B., Liu X., Brown C.A., Bergstrom T.S. “Microgrinding of nanostructured material coatings”. *CIRP Annals.* 51, 1 (2002): s. 251–254. ■