

Modelowanie i analiza procesów mikroskrawania agregatami ściernymi

Modeling and analysis of microcutting processes abrasive aggregates

WOJCIECH KACALAK
KATARZYNA TANDECKA
ŁUKASZ RYPINA
DARIUSZ LIPIŃSKI
FILIP SZAFRANIEC
ELŻBIETA SOCHA *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.303

Prezentowane wyniki badań procesu mikroskrawania za pomocą agregatów ściernych jako innowacyjnych komponentów nowych narzędzi ściernych przeznaczonych do szlifowania stopów metali lekkich. Podczas tworzenia modeli agregatów do odwzorowania kształtu ziaren ściernych z elektrokorundu szlachetnego zastosowano system skanowania przestrzennego Atos Triple Scan. Uzyskany model komputerowy agregatu ściernego umożliwił przeprowadzenie symulacji w środowisku Ansys. Wykazano występowanie dużo mniejszych bocznych przepływów materiału w porównaniu ze skrawaniem konwencjonalnymi ziarnami ściernymi.

SŁOWA KLUCZOWE: mikroagregaty ścierne, mikroskrawanie pojedynczym ziarnem ściernym, skaner 3D

The article presents the results of the microcutting process with abrasive aggregates, as components of new innovative abrasive tools for grinding light metal alloys. To map the shape of the abrasive electrocorundum grains with used scanning system of spatial Atos Triple Scan. The resulting computer model grinding aggregate allowed a simulation environment Ansys microcutting process aggregate abrasive. It has been proved the presence of much smaller lateral flow of the material in comparison with conventional cutting abrasive grains.
KEYWORDS: microaggregates abrasive, microcutting single abrasive grain, 3D scanner

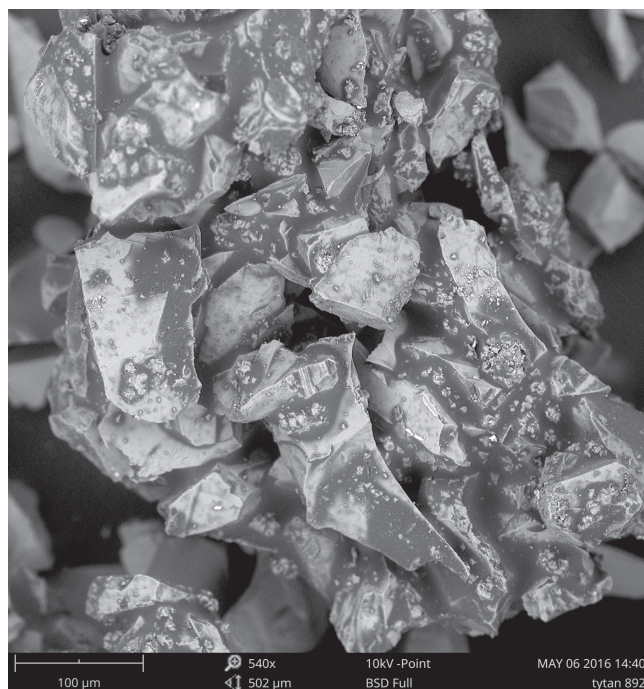
Postęp technologiczny w zakresie procesów szlifowania pociąga za sobą konieczność zapewnienia wyższego poziomu możliwego różnicowania właściwości narzędzi ściernych. Uzasadnione jest tworzenie narzędzi ściernych przeznaczonych do określonych zastosowań, z uwzględnieniem rodzaju obrabianego materiału i cech procesu. Zaproponowane narzędzia z innowacyjnym komponentem w postaci mikroagregatów zwiększają efektywność obróbki stopów aluminium, magnezu i tytanu poprzez zniwelowanie niekorzystnych efektów obróbki (zalepień czynnej powierzchni ściernic) i obniżenie jej energii właściwej. W celu poznania zjawisk zachodzących w strefie oddziaływania agregatu ściernego na materiał obrabiany przeprowadzono symulację w środowisku wykorzystującym metodę elementów skończonych [1÷3, 5, 6].

* Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak (wk5@tu.koszalin.pl), dr inż. Katarzyna Tandecka (katarzyna.tandecka@tu.koszalin.pl), mgr inż. Łukasz Rypina (lukasz.rypina@tu.koszalin.pl), dr inż. Dariusz Lipiński (dariusz.lipinski@tu.koszalin.pl), mgr inż. Filip Szafraniec (filip.szafraniec@tu.koszalin.pl) – Politechnika Koszalińska; dr inż. Elżbieta Socha (elzbieta.socha@andre.com.pl) – Andre Abrasive Articles Sp. z o.o. Sp. k.

Narzędzia ścierne z mikroagregatami ściernymi

Opracowano założenia, a następnie w firmie Andre Abrasive Articles wykonano nowatorskie, hybrydowe narzędzia ścierne zawierające mikroagregaty ziaren określonych materiałów ściernych. To nowe rozwiązanie technologiczne może być stosowane do obróbki stopów metali lekkich.

Mikroagregaty ścierne (rys. 1) to innowacyjne komponenty dodawane do narzędzi ściernych, znacząco zwiększające efektywność mikroskrawania. Zapewniają obniżenie energii właściwej obróbki poprzez zmniejszenie bocznych przemieszczeń obrabianego materiału. Istnieje możliwość łączenia w jednym narzędziu ściernym różnych mikroagregatów, np. mikroagregatów z ziarnami Al_2O_3 i ziarnami SiC.

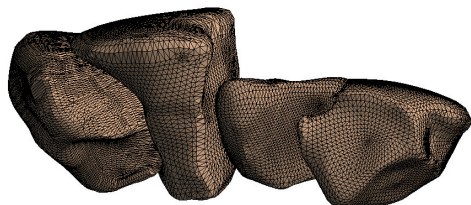


Rys. 1. Obraz SEM mikroagregatu ściernego

Modelowanie procesu mikroskrawania agregatami ściernymi

W celu oceny wpływu cech geometrycznych mikroagregatów ściernych powodujących zmniejszanie bocznych przepływów materiału przeprowadzono symulację

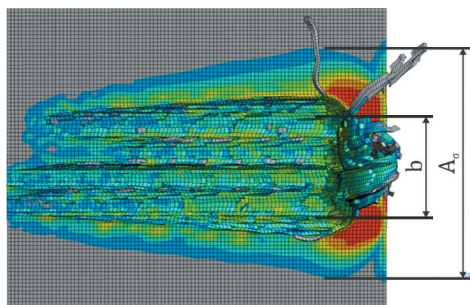
procesu mikroskrawania w systemie Ansys. Model geometryczny mikroagregatu, przedstawiony na rys. 2, zbudowano na podstawie rzeczywistych ziaren ściernych zrekonstruowanych z wykorzystaniem skanera 3D Atos Triple Scan. System skanowania przestrzennego umożliwił bardzo dokładne odwzorowanie narzędzi ściernych [4].



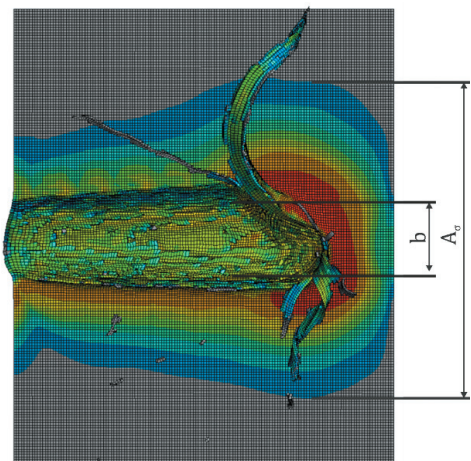
Rys. 2. Geometria mikroagregatu pokryta siatką elementów skończonych

Analiza komputerowa procesu mikroskrawania agregatem ściernym potwierdziła znaczący wzrost efektywności procesu usuwania obrabianego materiału. Zaobserwowano, że rozległość pola naprężenia w stosunku do szerokości warstwy skrawanej przez agregat ścierny (rys. 3) jest ponad dwukrotnie mniejsza w porównaniu z rozległością pola naprężenia dla pojedynczego ziarna ściernego (rys. 4). Wpływ na taki stan naprężenia mają cechy geometryczne mikroagregatu ściernego – szerokość jego obrysu na kierunku prostopadły do kierunku ruchu głównego wyraźnie zwiększa długość drogi dla bocznych przepływów materiału, przez co istotnie je ogranicza (rys. 5 i 6).

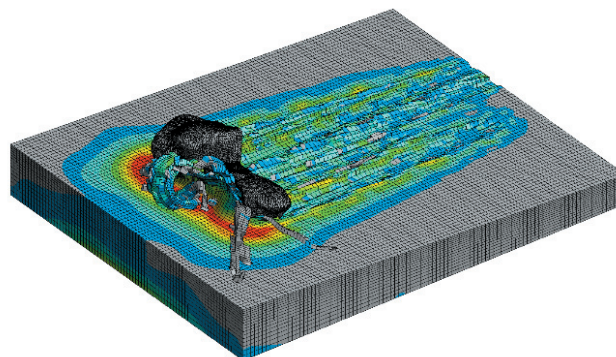
Ważną cechą procesu mikroskrawania agregatem ściernym (rys. 6) są małe wypłytki, wynoszące: $b_{wp} = 98 \mu\text{m}$, $h_{wp} = 32 \mu\text{m}$, $b_{wi} = 110 \mu\text{m}$, $h_{wi} = 55 \mu\text{m}$. Stwierdzono, że efektywność usuwania materiału jest tym większa, im większy jest stosunek b do A_{σ} (rys. 3 i 4).



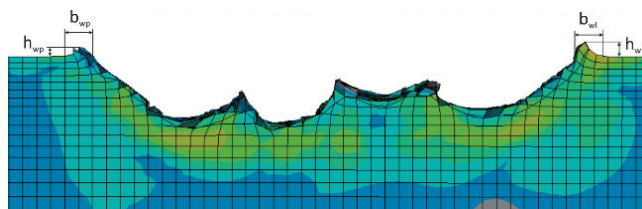
Rys. 3. Szerokość pola naprężenia A_{σ} w stosunku do szerokości warstwy skrawanej b w procesie mikroskrawania mikroagregatem ściernym



Rys. 4. Szerokość pola naprężenia A_{σ} w stosunku do szerokości warstwy skrawanej b w procesie mikroskrawania ziarnem ściernym



Rys. 5. Przemieszczenia wypływek oraz wiórow po pokonaniu przez agregat drogi 4 mm



Rys. 6. Wyniki analiz cech geometrycznych wypływek bocznych po pokonaniu przez ziarno drogi 4 mm

Wnioski

- Decydujące znaczenie dla energochłonności procesu mikroskrawania agregatami ściernymi mają ich cechy geometryczne, które w znaczący sposób utrudniają i zmniejszają boczne przemieszczenia materiału.
- Mikroagregaty zapewniają stabilną pracę ściernicy wzdłuż torów poszczególnych ziaren. Ziarna o małych ostrzach i małych kątach wierzchołkowych, rozmieszczone na różnych promieniach w danym mikroagregacie, dają porównywalne warunki skrawania i podobne kształty mikrowiórow. Z kolei duże ziarna wzdłuż śladów skrawania tworzą zróżnicowane wióry, różniące się kształtem i strukturą.

Badania przeprowadzono w ramach projektu „Innowacyjne, hybrydowe narzędzia ściernie do obróbki stopów metali lekkich” realizowanego w ramach programu INNOTECH w ścieżce programowej IN-TECH. Nr umowy INNOTECH-K3/IN3/43/229135/NCBR/14.

LITERATURA

1. Anderson D., Warkentin A., Bauer R. "Experimental and numerical investigations of single abrasive-grain cutting". *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. 51 (2011): pp. 898-910.
2. Anderson D., Warkentin A., Bauer R. "Comparison of spherical and truncated cone geometries for single abrasive-grain cutting". *Journal of Materials Processing Technology*. 212 (2012): pp. 1946-1953.
3. Buchkremer S., Wu B., Lung D., Münstermann, Klocke F., Bleck W. "FE-simulation of machining processes with a new material model". *Journal of Materials Processing Technology*. 214 (2014): pp. 599-611.
4. Lipiński D., Kacalak W., Tandecka K. "Zastosowanie systemu skanowania przestrzennego do oceny zużycia narzędzi ściernych". *Pomiary Automatyka Kontrola*. T. 59, z. 11 (2013): s. 1227-1231.
5. Kacalak W., Rypina Ł., Tandecka K. "Modelling and analysis of displacement of materials characterized by different properties in the zone of microcutting". *Journal of Machine Engineering*. Vol. 15, No. 4 (2015): pp. 46-58.
6. Outeiro J.C., Umbrello D., M'Saoubi R. "Experimental and numerical modelling of the residual stresses induced in orthogonal cutting of AISI 316L steel". *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. 46 (2006): pp. 1786-1794.