

# Ocena zużycia promieniowego nowych narzędzi do szlifowania zawierających mikroagregaty ściernie z wykorzystaniem metody skanowania przestrzennego

Rating radial wear new tools for grinding light metal alloys containing abrasive micro-aggregates with the use of scanning methods of spatial

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

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.304

Prezentowano wyniki badań zużycia promieniowego nowych narzędzi ściernych – w porównaniu z konwencjonalnymi narzędziami ściernymi – w procesie szlifowania stopu tytanu Grade 5. Badano dwa rodzaje narzędzi: narzędzia ściernie zawierające agregaty zbudowane z ziaren elektrokorundu szlachetnego oraz ściernice o twardości M i L, zawierające różne kompozycje mikroagregatów z ziarnami elektrokorundu i mikroagregatów z ziarnami węglika krzemu. Zużycie promieniowe ściernic wyznaczono z wykorzystaniem skanera 3D Atos Triple Scan.

**SŁOWA KLUCZOWE:** mikroagregaty ściernie, zużycie promieniowe, skaner 3D

*The article presents the results of the radial wear new abrasive tools compared to conventional abrasive tools in the process of grinding titanium alloy Grade 5. Were studied two types of abrasive tools, the first group is abrasive tools comprising units composed of abrasive grains of noble electrocorundum. The second test group of tools were grinding hardness of M and L for-containing different compositions microaggregates grains electrocorundum and microaggregates with grains of silicon carbide. Determined radial wear of tools using a 3D scanner Atos Triple Scan.*

**KEYWORDS:** microaggregates abrasive, radial wear, 3D scanner

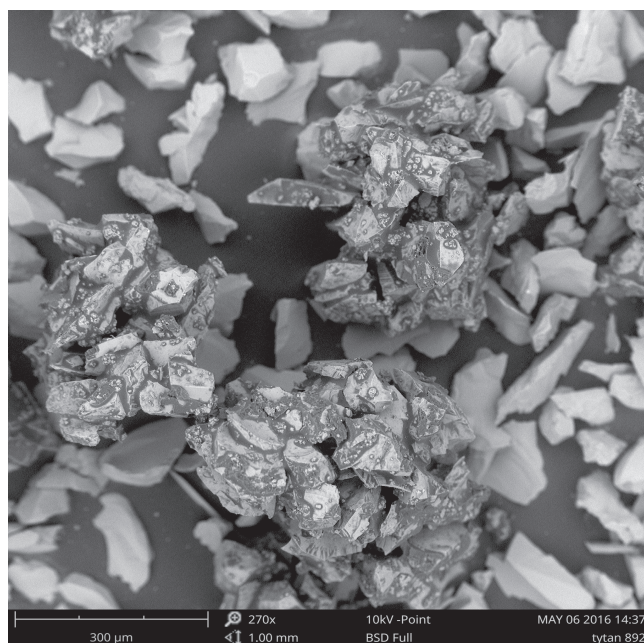
Skala zastosowania stopów metali lekkich systematycznie wzrasta. Typowe narzędzia ściernie nie sprawdzają się w szlifowaniu trudnoobrabialnych materiałów, ze względu na zapychanie przestrzeni między ziarnami produktami obróbki, wysoką energią właściwą szlifowania i trudności w stabilizowaniu właściwości narzędzi w okresie trwałości.

Opracowano założenia do wytwarzania nowych narzędzi ściernych przeznaczonych do obróbki stopów metali lekkich, zapewniających mniejszą energię właściwą szlifowania i niższe siły oraz charakteryzujących się większą odpornością na zalepianie powierzchni. Prototypy narzędzi wyposażonych w innowacyjne, adaptacyjne struktury i specjalne mikroagregaty wykonano w firmie Andre Abrasive Articles.

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

## Narzędzia ściernie z mikroagregatami ściernymi

Pierwsza grupa badanych narzędzi zawiera konwencjonalne ziarna ściernie z elektrokorundu szlachetnego oraz domieszki agregatów (rys. 1) z udziałem wagowym 30%. Druga grupa to nowe, hybrydowe narzędzia ściernie do obróbki stopów metali lekkich – ściernice o twardościach M i L, zawierające różne kompozycje mikroagregatów z ziarnami elektrokorundu oraz mikroagregatów z ziarnami węglika krzemu. W celu oceny cech eksploatacyjnych ściernic przeprowadzono badania ich trwałości w procesie szlifowania stopu tytanu Grade 5.



Rys. 1. Obraz SEM mikroagregatów ściernych z widocznymi w tle konwencjonalnymi ziarnami ściernymi

## Ocena zużycia promieniowego nowych narzędzi ściernych

W monitorowaniu stanu narzędzi ściernych wykorzystuje się różne metody [3÷6]. Do oceny zużycia promieniowego ściernic zastosowano system do skanowania przestrzennego Atos III Triple Scan firmy GOM (bardzo dokładny system skanowania przestrzennego brył [1, 2]). Skaner Atos III Triple Scan to urządzenie optyczne, w skład którego wchodzi: głowica pomiarowa, oprogramowanie do

kontroli jakości, odpowiedni komputer o architekturze 64-bitowej oraz statyw przystosowany do zadania pomiarowego.

Na pierwszym etapie badań elementy ze stopu tytanu szlifowano ściernicami zawierającymi wyłącznie ziarna z elektrokorundu szlachetnego:

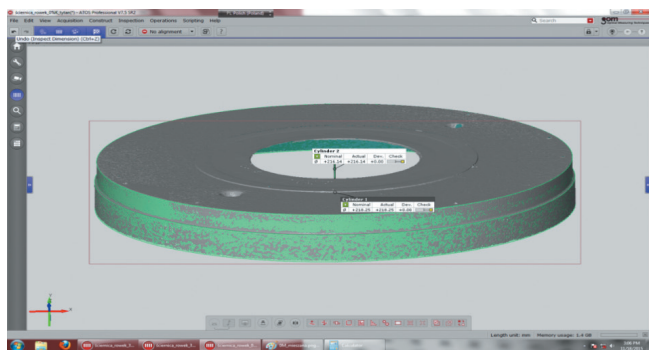
- 0%K (technologia standardowa, ziarno podstawowe 99A),
- 30%K (ziarno 99A – 70% wag., mikroagregat 99A – 30% wag.),
- 50%K (ziarno 99A – 50% wag., mikroagregat 99A – 50% wag.).

Na kolejnym etapie badań wykorzystano hybrydowe narzędzia zawierające mikroagregaty – zarówno z elektrokorundu szlachetnego, jak i z węgla krzemu:

- 0%M (technologia standardowa, ziarno podstawowe 99A),
- 30%M (ziarno 99A – 70% wag., mikroagregat – 30% wag., w tym 20%  $Al_2O_3$  i 10% SiC),
- 30%L (ziarno 99A – 70% wag., mikroagregat – 30% wag., w tym 20%  $Al_2O_3$  i 10% SiC).

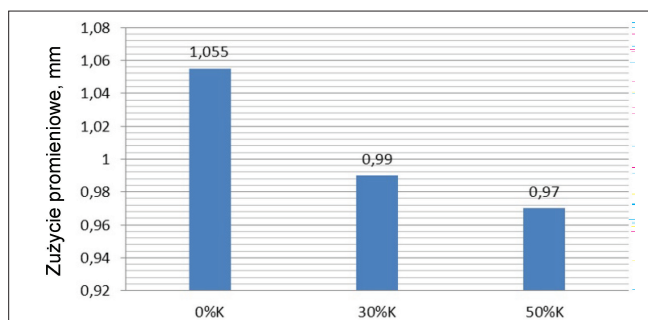
Przyjęto następujący zakres parametrów obróbkowych: posuw wzdłużny stołu  $v_{ft} = 25$  m/min, dosuw  $a_e = 20$   $\mu$ m, posuw poprzeczny  $a_p = 1$  mm/przejście, prędkość obwodowa ściernicy = 35 m/s.

Ściernice pracowały częścią obwodu przez 100 przejść nad powierzchnią obrabianą. Po procesie szlifowania zdigitalizowano ściernice z wykorzystaniem systemu pomiarowego Atos Triple Scan. Promienie utworzonych brył (rys. 2) określono w oprogramowaniu GOM Inspect, a następnie wyznaczono zużycie promieniowe (rys. 3 i 4).

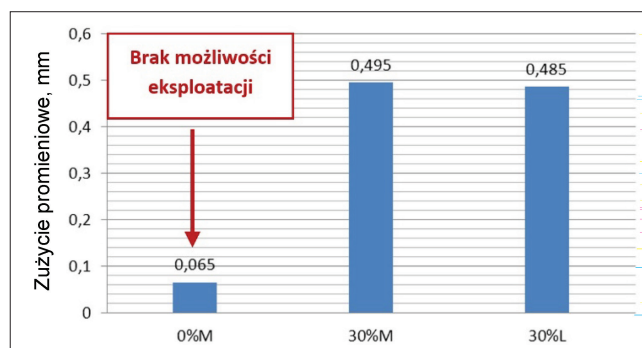


Rys. 2. Zdigitalizowana ściernica o zawartości 0% agregatów i twardości K z widocznymi skonstruowanymi walcami na powierzchni pracującej i części czoła narzędzia, która nie bierze udziału w procesie szlifowania stopu tytanu Grade 5

Zaobserwowano bardzo niskie zużycie promieniowe ściernicy referencyjnej o twardości M bez zawartości agregatów – okres jej trwałości był trzykrotnie krótszy w porównaniu z pozostałymi ściernicami (ściernica szybko uległa zalepieniu).



Rys. 3. Zużycie promieniowe pierwszej grupy ściernic – z mikroagregatami z elektrokorundu szlachetnego



Rys. 4. Zużycie promieniowe drugiej badanej grupy ściernic – z mikroagregatami z elektrokorundu szlachetnego oraz z mikroagregatami z węgla krzemu

## Wnioski

- W grupie ściernic z ziarnem z elektrokorundu szlachetnego w postaci konwencjonalnej oraz z domieszkami agregatów z różnym udziałem wagowym najwyższą trwałość zaobserwowano w przypadku ściernicy o zawartości 50% agregatów (zużycie promieniowe wyniosło 0,97 mm), a najmniej trwała okazała się ściernica konwencjonalna (zużycie promieniowe wyniosło 1,05 mm).
- Do szlifowania stopu tytanu Grade 5 zaleca się stosowanie ściernic z mikroagregatami 20%  $Al_2O_3$  i 10% SiC, gdyż charakteryzują się one dwukrotnie mniejszym zużyciem promieniowym w porównaniu ze ściernicami zawierającymi wyłącznie mikroagregaty z elektrokorundu.
- Konwencjonalna ściernica o twardości M z ziarnami z elektrokorundu szlachetnego ulega bardzo szybkiemu zalepieniu i długotrwała obróbka nie była możliwa. W związku z tym zaleca się stosowanie ściernic z mikroagregatami z  $Al_2O_3$  i SiC.
- Najwyższą trwałość w procesie szlifowania tytanu uzyskano dla ściernicy z zawartością mikroagregatów z różnych materiałów (20%  $Al_2O_3$ , 10% SiC) o twardości L.

**Badania wykonano w ramach projektu „Innowacyjne, hybrydowe narzędzia ściernic 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. 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.
2. Lipiński D., Kacalak W., Tomkowski R. “Methodology of evaluation of abrasive tool wear with the use of laser scanning microscopy”. *SCAN-NING*. Vol. 36 (2014): pp. 53-63 (DOI: 0.1002/sca.21088).
3. Kurada S., Bradley C. “A review of machine vision sensors for tool condition monitoring”. *Computers in Industry*. 34 (1997): pp. 55-72.
4. Nguyen A.T., Butler D.L. “Correlation of grinding wheel topography and grinding performance: a study from a viewpoint of three-dimensional surface characterization”. *Journal of Materials Processing Technology*. 208 (2008): pp. 14-23.
5. Su J.C., Tarn Y.S. “Measuring wear of the grinding wheel using machine vision”. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 31 (2006): pp. 50-60.
6. Xie J., Wei F., Zheng J.H., Tamaki J., Kubo A. “3D laser investigation on micron-scale grain protrusion topography of truncated diamond grinding wheel for precision grinding performance”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. 51 (2011): pp. 411-419. ■