

## **EFEKTY MECHANICZNEJ OWALIZACJI KSZTAŁTU I WYGŁADZANIA ZIAREN ELEKTROKORUNDU**

**Adam BARYLSKI**

Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny  
Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji

### ***STRESZCZENIE***

*W pracy przedstawiono skomputeryzowaną analizę kształtu i wielkości ziaren ściernych przy użyciu specjalistycznego oprogramowania MultiScan v 6.08. W tym systemie pomiarowym obrazy przekazywane są z kamery CCD sprzężonej z mikroskopem stereoskopowym. Program MultiScan stosowany jest do analizy obrazów mikroskopowych ziaren ściernych.*

**Słowa kluczowe: elektrokorund, ziarna, kształt, pomiary**

### **1. WPROWADZENIE**

Parametrem, który znacząco wpływa na właściwości ziaren ściernych jest ich kształt i mikrostruktura powierzchni. Kształt ziarna ma również istotny wpływ na twardość i wytrzymałość na rozrywanie wyrobów ściernych, zarówno o spoiwie żywicznym jak i ceramicznym. Parametr ten jest więc bardzo istotny w technologii narzędzi ściernych i należy go uwzględniać przy opracowywaniu receptur mieszanin ściernych [8]. Uwaga ta dotyczy nie tylko ścierniw konwencjonalnych, ale i ziaren diamentowych, w tym do narzędzi wiertniczych, obciążaczy i narzędzi do cięcia.

Znanych jest kilka sposobów owalizacji i wygładzania ziaren ściernych. Dotyczą one m.in. obróbki dynamiczno-kinetycznej kulami stalowymi w młynach typu strumieniowego. Jest to sposób stosunkowo wydajny, lecz kształtowana powierzchnia ziaren jest bardzo nierówna i zawierająca mikrowykruszenia. W przypadku ziaren diamentowych następuje intensyfikacja pęknięcia wzdłuż płaszczyzn łupliwości, zaś wiele ziaren zachowuje płaskie ściany i ostre krawędzie. Dalsze wygładzanie powierzchni takich ziaren w młynie strumieniowym jest procesem czasochłonnym.

Innym sposobem jest obróbka na mokro w wygładzarkach typu bębnowego, wibracyjnego lub planetarnego. Jest to sposób umożliwiający stosunkowo szybkie wygładzenie powierzchni ziaren, zaś sama owalizacja zachodzi bardzo wolno. Większe ziarna trudniej jest rozkruszyć, a jedynie są wygładzane powierzchniowo.

W przypadku owalizacji i wygładzania przy użyciu wiórów metalowych i/lub polimerowych jakość procesu owalizacji ziaren ulega znaczącej poprawie [1]. Ziarna owalizowane miesza się z wiórami i dodaje wodę oraz środki obniżające napięcie powierzchniowe wody. Sam proces trwa od 0,5 do 70 godzin, zależnie od rodzaju ścierniwa, wielkości, stanu początkowego kształtu i powierzchni ziaren.

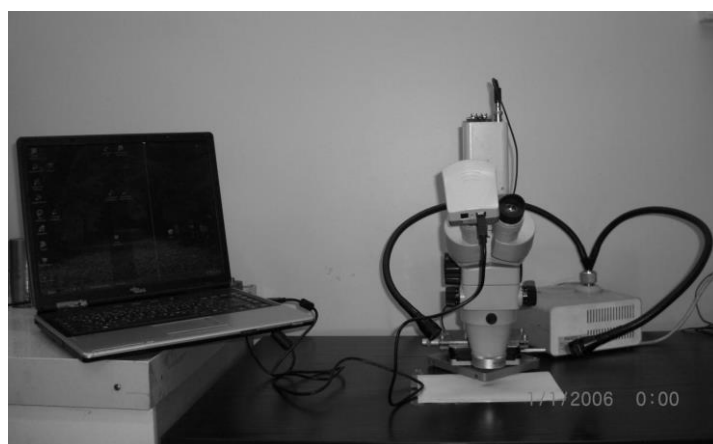
Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników owalizacji ścierniwa, na przykładzie ziaren elektrokorundu szlachetnego, przy użyciu skomputeryzowanej metody mikroskopowej [2, 7]. W przypadku ziaren elektrokorundu szlachetnego, który charakteryzuje się najwyższą czystością chemiczną spośród syntetycznych materiałów ściernych opartych na

bazie tlenku glinu, zauważalna jest zmniejszona ich wytrzymałość mechaniczna, zaś kształt ziarna jest ostrokrawędziowy. Z tego też względu zastosowanie owalizacji mechanicznej ziaren elektrokorundu szlachetnego jest zjawiskiem korzystnym w aspekcie ich zastosowania w wybranych procesach obróbki ścierniej.

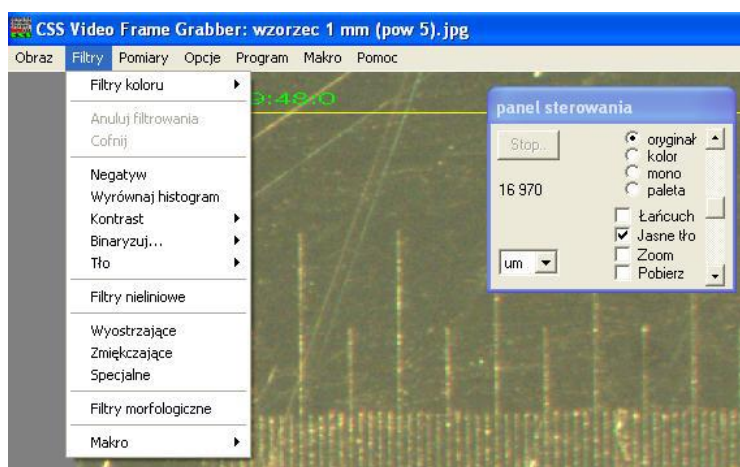
Opisywane w artykule ziarna owalizowano przy użyciu wiórów metalowych, o długości od 2 do 100 mm i szerokości od 0,5 do 15 mm, zmieszanych z wodą i z dodatkiem detergentu obniżającego napięcie powierzchniowe wody (proporcje objętościowe: ziaren ściernych do wiórów 25:1, ziaren ściernych do wody 5:1) w wyłazdarce bębnowej przez kilkanaście godzin. Po oddzieleniu ziaren elektrokorundu od wiórów i wody oraz oczyszczeniu z zanieczyszczeń pyłowych ścierniwo poddano badaniom laboratoryjnym.

## 2. STANOWISKO BADAWCZE I WYNIKI ANALIZ

Ocenę wielkości i kształtu ziaren ściernych przeprowadzono na skomputeryzowanym stanowisku pomiarowym, wyposażonym w mikroskop stereoskopowy Nikon SMZ-2T, kamerę CCD, dwuramienny oświetlacz halogenowy i oprogramowanie MutiScan v 6.08 (rys.1). Program ten służy do przetwarzania obrazu, jego aktywnego projektowania oraz umożliwia pomiary planistyczne i stereometryczne. Wymaga użycia komputera z min. 8MB pamięcią RAM. Przed pomiarami należy dokonać odpowiedniego wzorcowania powiększenia i wykorzystać funkcje filtrujące (rys.2).

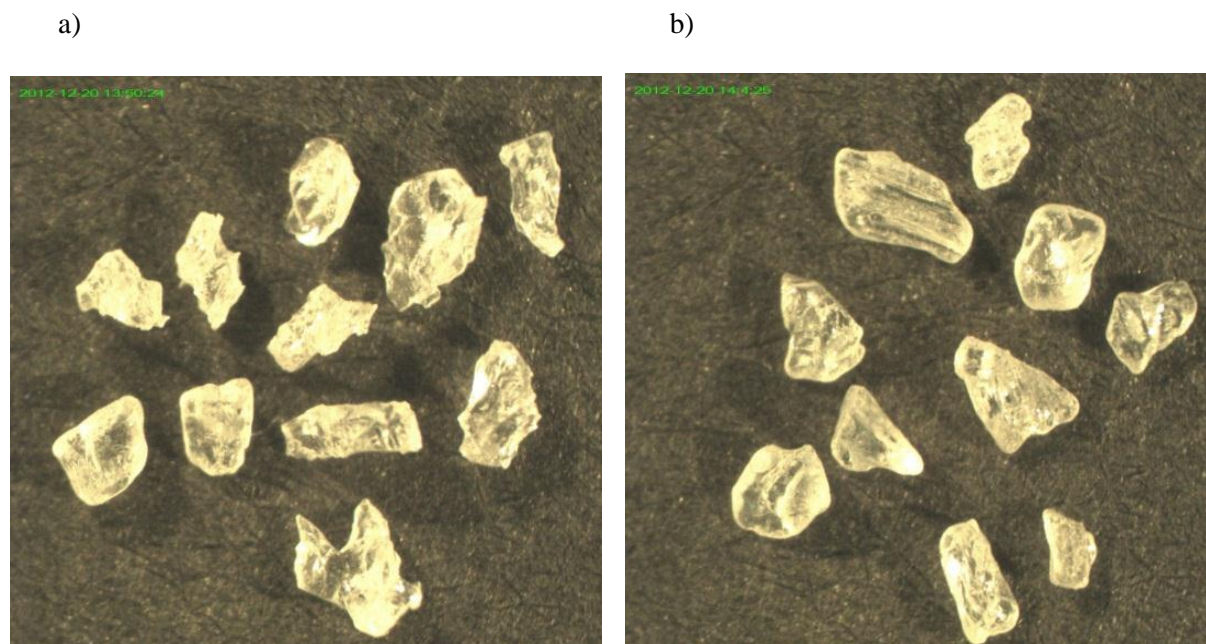


Rys. 1. Widok ogólny stanowiska pomiarowego



Rys. 2. Widok ekranu – rozwinięcie funkcji „filtry”

Na rysunku 3 przedstawiono zdjęcie badanych ziaren elektrokorundu szlachetnego o ziarnistości 36, przed i po owalizacji (charakterystyczny wymiar ziarna 600-500  $\mu\text{m}$ ).



Rys. 3. Obraz mikroskopowy ziaren elektrokorundu szlachetnego: a) przed owalizacją, b) po owalizacji

Wykonano po 50 pomiarów długości i szerokości obrazów mikroskopowych ziaren ściernych, przy czym minimalną liczbę prób wyznaczono w badaniach wstępnych stosując test t-Studenta [4]. Do opracowania wyników pomiarów użyto programu Microsoft Excel.

Do wyznaczenia liczby  $k$  przedziałów klasowych wykorzystano zależność

$$k = 1 + 3,322 \log n \quad (1)$$

gdzie  $n$  jest liczbą wykonanych pomiarów.

Rozpiętość  $h$  przedziałów klasowych określa się z zależności

$$h = R/(k-1) \quad (2)$$

przy czym  $R$  jest rozstępem, zaś dolna granica pierwszego przedziału wynosi

$$x_{01} = x_{min} - 0,5h \quad (3)$$

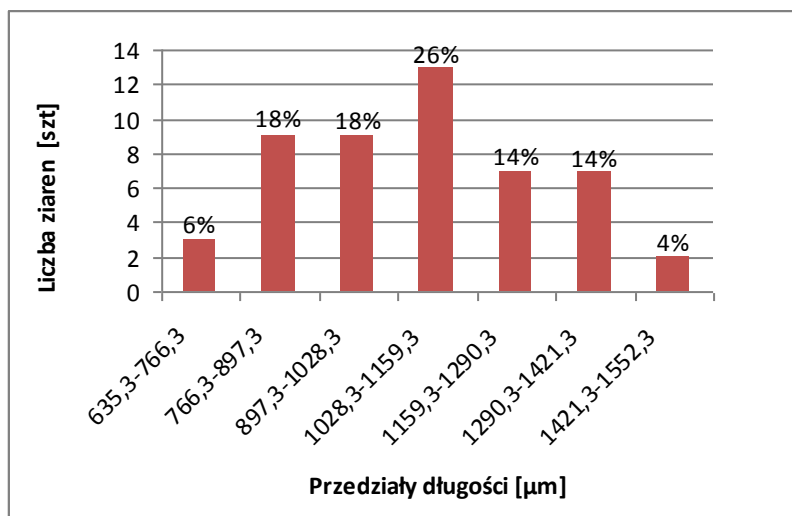
przy minimalnej wartości pomiaru  $x_{min}$ .

Każda kolejna granica przedziału jest większa od poprzedniej o rozpiętość  $h$ .

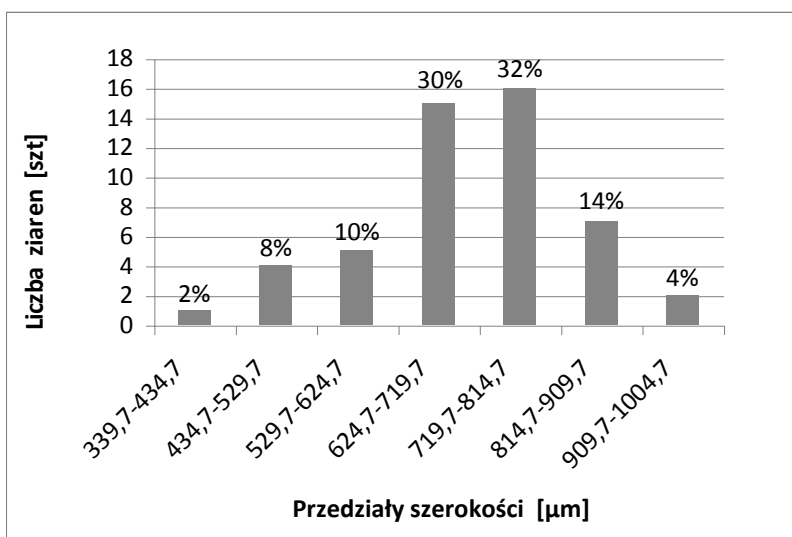
Na rysunku 4 zamieszczono otrzymane histogramy długości i szerokości ziaren elektrokorundu przed owalizacją. Zmiany wymiarów ziaren po owalizacji przedstawia rys. 5.

Porównując otrzymane wyniki pomiarów łatwo zauważyć znaczne zbliżenie się rozkładów analizowanych wymiarów ziaren elektrokorundu szlachetnego po owalizacji do rozkładu normalnego. Nastąpiło też nieznaczne skrócenie zakresów długości i szerokości badanych ziaren. Zastosowana metoda owalizacji przez wykorzystanie wiórów metalowych w wygładzarce pojemnikowej okazała się skuteczną, zaś przyjęty sposób pomiarów wielkości ziaren z uwagi na dużą pracochłonność może znaleźć zastosowanie głównie w warunkach laboratoryjnych.

a)

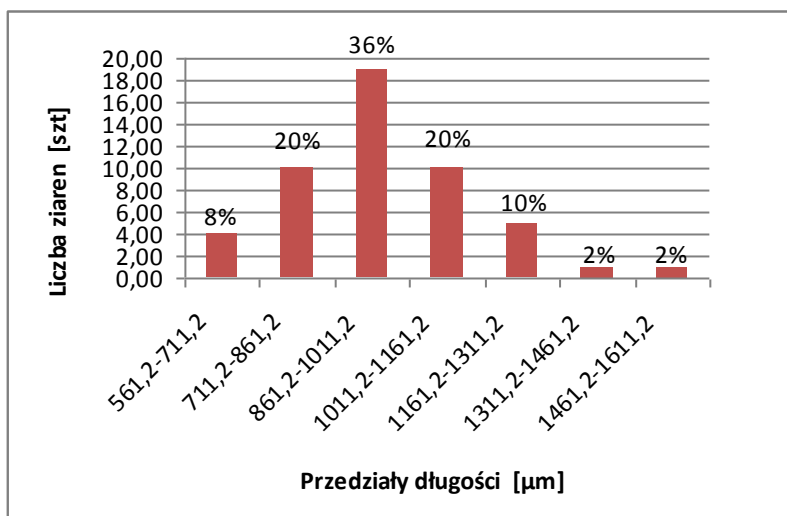


b)

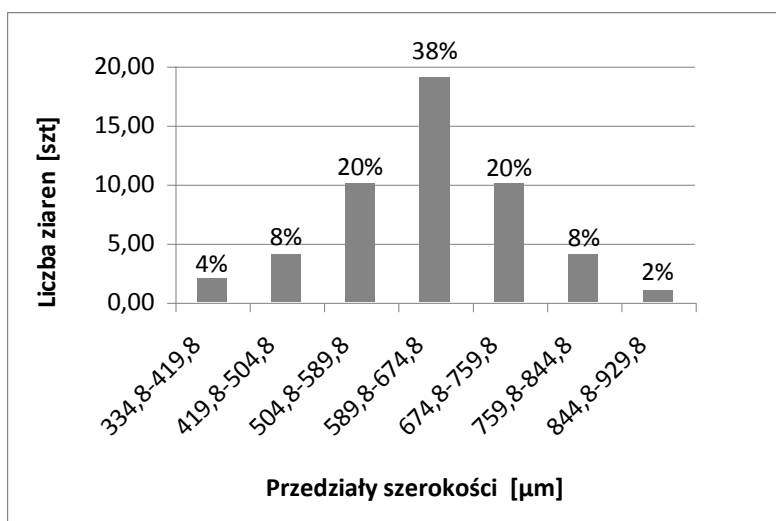


Rys. 4. Wyniki pomiarów wielkości ziaren elektrokorundu przed owalizacją: a) rozkład długości ziarna, b) rozkład szerokości ziarna

a)



b)



Rys. 5. Wyniki pomiarów wielkości ziaren elektrokorundu po owalizacji: a) rozkład długości ziarna, b) rozkład szerokości ziarna

### 3. PODSUMOWANIE

Użyty w pracy sposób oceny wielkości i kształtu ziaren może być wykorzystany również w przypadku mikroziaren ściernych. Nie jest to jedyna metoda do stosowana w praktyce. Oprócz tradycyjnej metody sitowej, sedymentacyjnej, czy fotosedymentacyjnej, możliwe jest wykorzystanie strumienia wirującego lub zmieniającego kierunek powietrza, rozdział w wyniku wmywania wodą, czy wykorzystanie licznika Coultera lub analizatora laserowego cząstek [3, 5, 6].

W każdej metodzie pomiarowej wielkości i kształtu ziaren koniecznym jest przestrzeganie zasady, aby sam proces analizy nie spowodował rozdrobnienia ziaren (pękanie) lub powiększenia (zrosty). W praktyce, wybrany sposób oceny zależy głównie od

rodzaju i rozmiarów ziaren, zaś czasochłonność i dokładność poszczególnych metod jest bardzo zróżnicowana.

Zastąpienie na skalę przemysłową tradycyjnej analizy sitowej metodami spektrometrii laserowej należy uznać za kierunek właściwy. Zastosowanie zaś skomputeryzowanego systemu analizy mikroskopowej ułatwia ocenę zmian kształtu ziaren, m.in. w wyniku ich owalizacji mechanicznej, przed podjęciem decyzji o ich odpowiednim wykorzystaniu w procesach obróbki ścierniej.

## LITERATURA

- [1] Bakoń A. Wróblewski A.: Sposób owalizacji i wygładzania diamentów. Patent, Polska, nr 153303. Opubl. 30.08.1991. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Techniki Geologicznej, Warszawa.
- [2] Barylski A.: Systemy automatycznej kontroli wymiarowej mikroziaren ściernych. Diagnostyka, nr 3(39), 2006, s.253-258.
- [3] Bumiller M.: Particle size analysis of powder metal using laser diffraction. Industrial Heating, June, 1997, s.41-45.
- [4] Greń J.: Statystyka matematyczna. Modele i zadania. PWN, Warszawa, 1978.
- [5] Materiały firmy Fritsch GmbH, Idar-Oberstein, 2014.
- [6] Materiały firmy Horoba Ltd, Kyoto, 2014.
- [7] Soliwoda D.: Projekt systemu oceny jakości ziaren i mikroziaren ściernych. Pr. dypl., PG, Wydz. Mech., Katedra TMiAP, prowadzący pr. A. Barylski, Gdańsk, 2013.
- [8] Woźniak K.: Materiały ściernie. Wytwarzanie i własności. WNT, Warszawa, 1982.

### **EFFECTS MECHANICAL OVALIZATION OF SHAPE AND SMOOTHING OF ALUNDUM ABRASIVE GRAIN**

#### **SUMMARY**

*The computer analysis of size and shape abrasive grains using special software MultiScan v 6.08 is presented in the paper. In the measurements system image of impressions were obtained b/w CCD camera mounted on stereoscopic microscope. Software MultiScan was used for computer analysis of microscopic image of abrasive grains.*