

# Analiza zaokrąglenia krawędzi elementów płaskich w docieraniu jednotarczowym

## Analysis of flat elements' edge rounding in single-disk lapping

ADAM BARYLSKI\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.10.140>

English version available on: [www.mechanik.media.pl](http://www.mechanik.media.pl)

Prezentowano wyniki badań stanu krawędzi elementów płaskich docieranych w układzie jednotarczowym. Analizowano strefę wejścia mikroziaren w procesie zaokrąglenia krawędzi docieranych elementów i zużycie ścierniwa.

**SŁOWA KLUCZOWE:** docieranie jednotarczowe, powierzchnie płaskie, zaokrąglenie krawędzi, zużycie mikroziaren ściernych

*Findings of the state of the edge of flat elements machined in single-disk arrangement were presented. Explorations covered entry zone of micrograins in the process, rounding of the edge of machined elements, and wear of abrasant.*

**KEYWORDS:** single-disk lapping, flat surfaces, rounding the edge off, wear of abrasive micrograins

Zjawiska fizykochemiczne występujące w strefie obróbki podczas docierania elementów maszyn i narzędzi są bardzo złożone. Na ich przebieg mają wpływ właściwości systemu obróbkowego związane z kształtowanym przedmiotem, docierakiem, zawieszoną ścierną i nośnikami płynnymi [3]. Intensywność relacji pomiędzy podstawowymi elementami procesu zależy również od warunków technologicznych, a więc m.in.: od parametrów kinematycznych, obciążenia przedmiotów oraz licznych zakłóceń zewnętrznych [4].

Jedną z istotnych faz tego procesu jest moment wejścia dozowanych mikroziaren ściernych w strefę docierania, a więc między obrabianą powierzchnią przedmiotu i roboczą powierzchnią docieraka. Towarzyszy temu nie tylko zaokrąglenie (stępienie) krawędzi przedmiotów, ale i zmniejszenie średniego rozmiaru ziaren ściernych. Mamy tu do czynienia z tzw. krytyczną szerokością obróbki [5]. Problem ten w odniesieniu do obróbki jednotarczowej powierzchni płaskich był głównym celem badań.

### Stanowisko i warunki badań

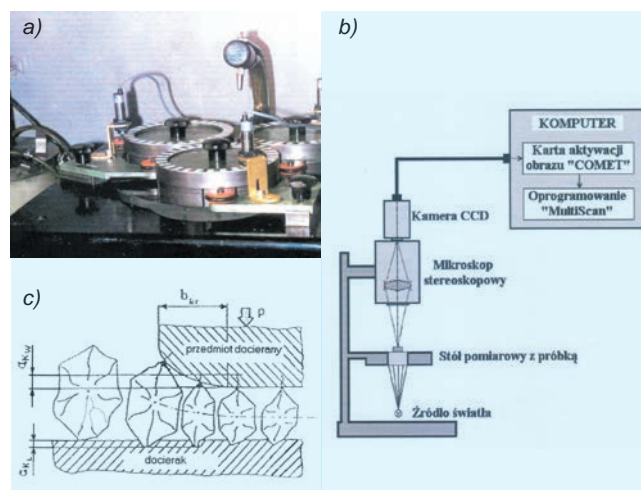
Badania doświadczalne [1] przeprowadzono na docierarce jednotarczowej Abralap 380 (rys. 1a), dawkując kroplowo zawieszinę ścierną (elektrokorund lub węgiel krzemu z olejem maszynowym). Docierano elementy ze stali 45 (24 HRC) i ŁH15 (60 HRC) o zarysie trójkątnym (o boku 17 mm) i kołowym (o średnicy  $\varnothing 17$  mm).

W docieraniu wstępnym stosowano mikroziarna 95A F400/17 i 98C F400/17, a w obróbce wykończeniowej – 95A F800/7 i 99C F800/7. Prędkość docierania wstępnego wynosiła 50 m/min, a docierania wykończeniowego – 20 m/min.

Wartości nacisku jednostkowego to:  $p = 291 \div 313$  kPa (docieranie wstępne) i  $85 \div 213$  kPa (docieranie wykończeniowe). Czas docierania wstępnego zawierał się w przedziale 5÷8 min, a w przypadku obróbki końcowej – 15÷25 min. Pozwoliło to – w zależności od zastosowanego ścierniwa, nacisku i prędkości docierania – usunąć naddatek

0,09 mm w docieraniu wstępnym i 0,03 mm w obróbce końcowej.

W badaniach chropowatości powierzchni stosowano profilografometr stykowy Hommel Tester T500, a w analizie profili krawędzi próbek – profilografometr M10. Chropowatość powierzchni próbek przed docieraniem (po szlifowaniu), w zależności od obrabianej stali, wynosiła  $Ra = 0,37 \div 0,49$   $\mu\text{m}$  i  $Rz = 2,75 \div 3,70$   $\mu\text{m}$ . Pomiary wielkości ziaren przed docieraniem i po nim (po ich dokładnym oczyszczeniu) wykonano mikroskopem stereoskopowym wyposażonym w kamerę CCD i oprogramowanie MultiScan v 6.08 (rys. 1b) [2].



Rys. 1. Stanowiska badawcze: a) docierarka Abralap 380, b) schemat stanowiska do badania zużycia mikroziaren ściernych, c) schemat strefy wejścia mikroziaren ściernych w procesie docierania powierzchni płaskiej (wymiar horizontalny strefy  $b_{kr}$ , ubytek liniowy docieraka  $a_{KW}$  i przedmiotu  $a_{KW}$ )

### Wyniki badań

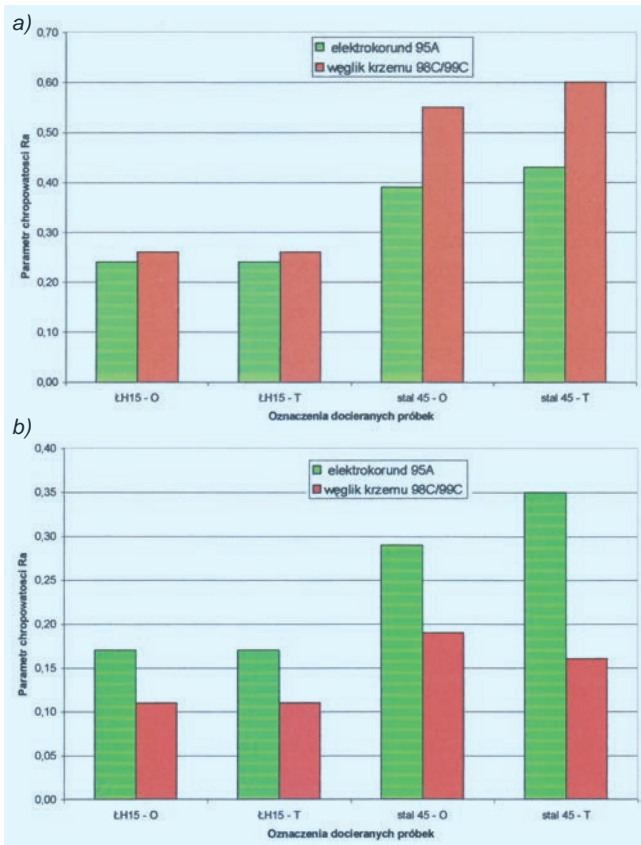
Przykładowe wyniki pomiarów chropowatości powierzchni po docieraniu przedstawiono na rys. 2. Niższe wartości parametru  $Ra$  uzyskano po docieraniu wstępnym mikroziarnami elektrokorundu, a w przypadku docierania wykończeniowego – dawkując zawieszinę węgla krzemu.

Na rys. 3 i 4 pokazano histogramy określające rozkłady pola powierzchni rzutów mikroziaren ściernych na płaszczyznę równoległą do stolika pomiarowego mikroskopu przed dozowaniem oraz odzyskanych ze strefy obróbkowej po docieraniu wstępnym i wykończeniowym.

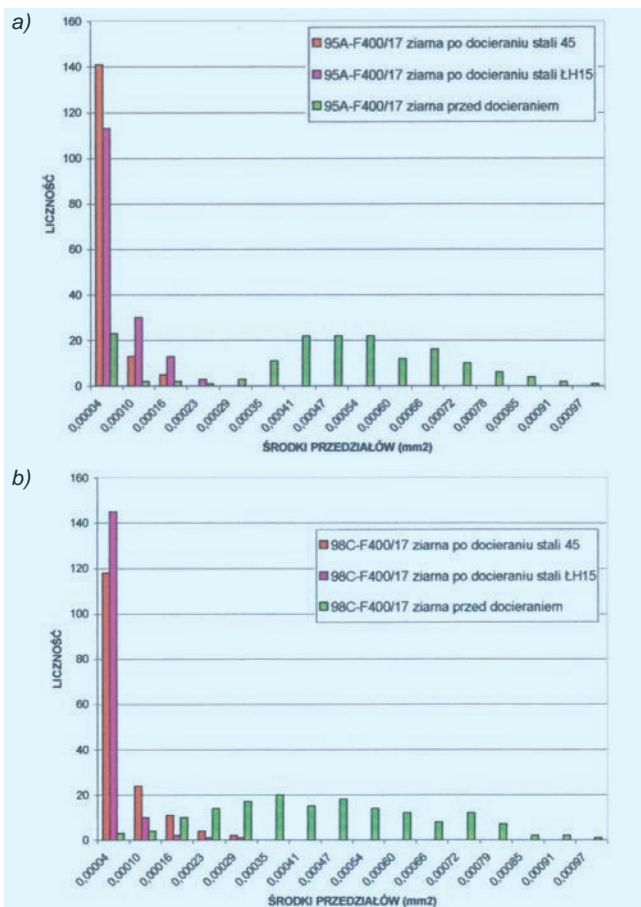
Zauważalne jest większe rozdrobnienie mikroziaren elektrokorundu w porównaniu z węglikiem krzemu.

W badaniach docierania [1] wykazano również zmiany współczynnika izometryczności kształtu oraz mniejsze rozdrobnienie mikroziaren należących do grupy wymiarowej F800/7 w stosunku do ścierniwa F400/17 – zarówno elektrokorundu, jak i węgla krzemu.

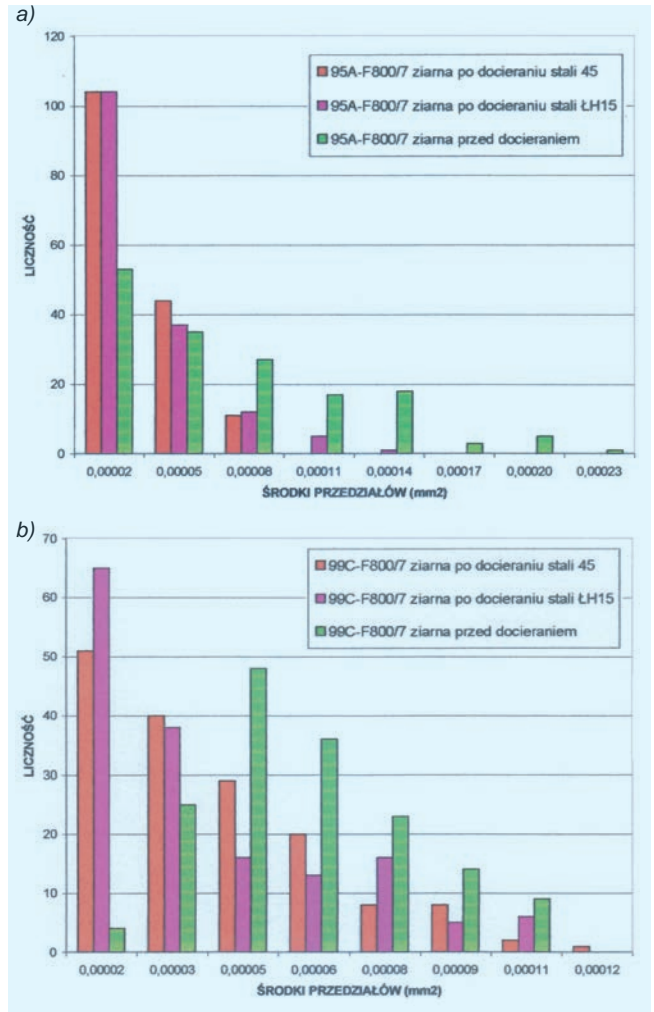
\* Prof. dr hab. inż. Adam Barylski (abarylsk@pg.edu.pl) – Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej



Rys. 2. Wpływ zastosowanego ścierniwa na chropowatość powierzchni po docieraniu: a) wstępnym, b) wykończeniowym (próbki o zarysie: O – kołowym, T – trójkątnym)



Rys. 3. Rozkłady pola powierzchni rzutów (obrazów) mikroziaren ściernych na płaszczyznę równoległą do pola obserwacji: a) docieranie wstępne mikroziarnami 95A F400/17, b) docieranie wstępne mikroziarnami 98C F400/17



Rys. 4. Rozkłady pola powierzchni rzutów (obrazów) mikroziaren ściernych na płaszczyznę równoległą do pola obserwacji: a) docieranie wykończeniowe mikroziarnami 95A F800/7, b) docieranie wykończeniowe mikroziarnami 98C F800/7

W wyniku docierania wstępnego i wykończeniowego nastąpiła zmiana zarysu krawędzi elementów w przekroju poprzecznym (zaokrąglenia) wobec stanu początkowego po szlifowaniu, zarówno próbek okrągłych ze stali 45 (rys. 5), jak i ŁH15 (rys. 6). Zauważalna jest też różnica pomiędzy poszczególnymi miejscami na próbce trójkątnej (rys. 7).

Przyjmując równanie opisujące profil poprzeczny krawędzi jako:

$$y = a^x \cdot b$$

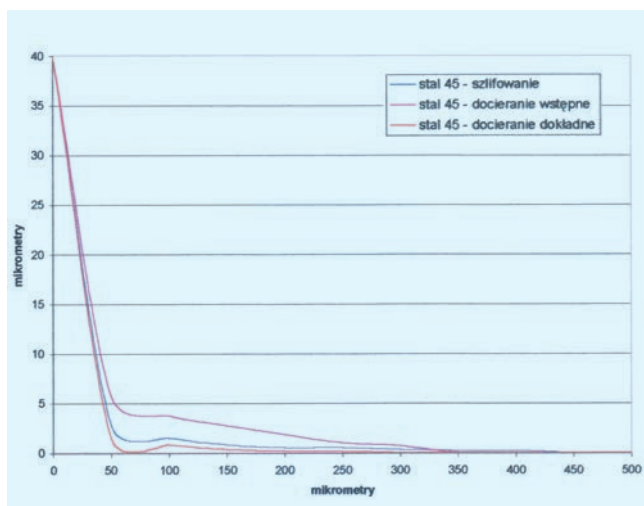
gdzie:  $0 < a < 1$ ,  $b > 0$  (tu:  $b = 40$ ) (przy czym gdy  $a \rightarrow 1$  zaokrąglenie wzrasta, natomiast przy  $a \rightarrow 0$  zwiększa się ostrość krawędzi) uzyskano wartości podane w tabl. I i II.

TABLICA I. Wartości współczynnika a dla próbek okrągłych

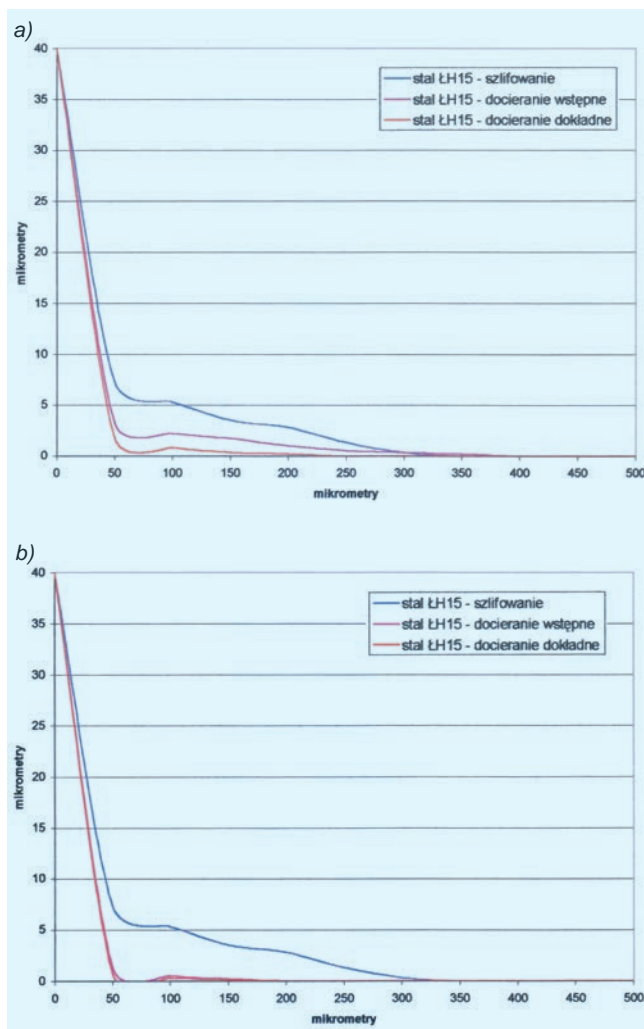
Ścierniwo stosowane przy docieraniu	Po szlifowaniu (stal 45)	Po docieraniu wstępnym (stal 45)	Po docieraniu wykończeniowym (stal 45)
95A lub 98C	0,78	0,59	0,48
	Po szlifowaniu (stal ŁH15)	Po docieraniu wstępnym (stal ŁH15)	Po docieraniu wykończeniowym (stal ŁH15)
95A	0,59	0,49	0,38
98C	0,59	0,38	0,28

TABLICA II. Wartości współczynnika a dla próbek trójkątnych ze stali ŁH15 po docieraniu

Mikroziarna ściernie	Dla naroża	Dla krawędzi przeciwległej
98C F400/17	0,89	0,19
99C F800/7	0,88	0,18



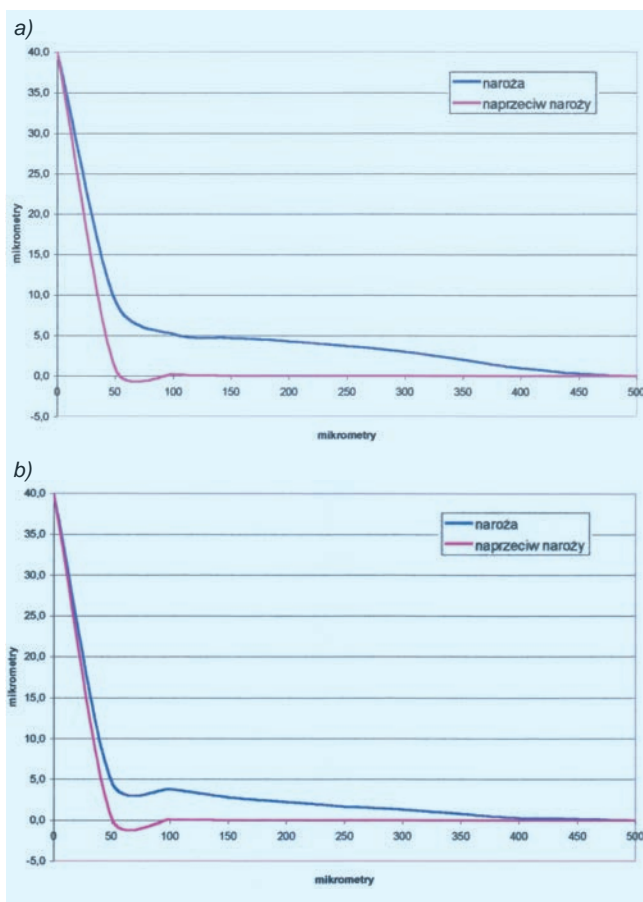
Rys. 5. Porównanie zmian profilu poprzecznego (zaokrąglenia krawędzi) próbek okrągłych ze stali 45 po szlifowaniu i docieraniu mikroziarnami węgliku krzemu



Rys. 6. Porównanie zmian profilu poprzecznego (zaokrąglenia krawędzi) próbek okrągłych ze stali ŁH15: a) po szlifowaniu i docieraniu mikroziarnami elektrokorundu, b) po szlifowaniu i docieraniu mikroziarnami węgliku krzemu

### Podsumowanie

Eksperymenty wykazały wpływ podstawowych warunków docierania na stan krawędzi elementów, jak również na rozdrobnienie mikroziaren ściernych.



Rys. 7. Porównanie zmian profilu poprzecznego (zaokrąglenia krawędzi) próbek trójkątnych ze stali ŁH15 docieranych mikroziarnami węgliku krzemu o numerze: a) F400/17, b) F800/7 (na narożu i krawędzi przeciwległej)

Intensywność tych zmian zależy nie tylko od rodzaju obrabianej stali i jej twardości oraz gatunku zastosowanego ścierniwa i charakterystyki wymiarowej ziaren, ale i od zarysu obrabianych powierzchni. Dalsze badania powinny obejmować ocenę wpływu intensywności dawkowania zawiesiny w strefę obróbki w powiązaniu z warunkami kinematycznymi docierania i dociskiem wywieranym na elementy. Pewne znaczenie mogą mieć również zakłócające oddziaływanie separatorów przedmiotowych, sposób rowkowania tarczy docierającej, a także stan płaskości powierzchni roboczej – zwłaszcza podczas docierania bardzo dokładnego. Jest oczywiste, że wymagania dotyczące stanu zaokrąglenia krawędzi docieranych elementów wynikają z ich przeznaczenia eksploatacyjnego.

### LITERATURA

- Barylski A., Konke K. "Badania strefy wejścia mikroziaren ściernych podczas docierania powierzchni". Badania własne. PG, Katedra TMiAP, praca niepublikowana.
- Barylski A., Konke K. „Badania zużycia mikroziaren ściernych w procesie docierania”. *Materiały IX Konferencji N-T „Metrologia w Technicach Wytwarzania Maszyn”*. Częstochowa: Politechnika Częstochowska, 2001, s. 551–557.
- Barylski A. „*Obróbka powierzchni płaskich na docierarkach*”. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
- Barylski A. „*Podstawy docierania jednotarczowego powierzchni płaskich*”. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 1992.
- Spur G. „*Keramikbearbeitung*”. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1989.