

# Wpływ zawiesiny ścierniej dawkowanej w sposób wymuszony na wydajność docierania jednotarczowego elementów ceramicznych

Effect of the abrasive slurry dispensed in a manner forced for the performance of single-disk lapping of ceramic elements

ADAM BARYLSKI  
MACIEJ GNIOT\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.8-9.118>

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z przygotowaniem zawiesiny ścierniej w docieraniu maszynowym powierzchni płaskich. W badaniach zastosowano wymuszony sposób dozowania zawiesiny mikroziaren ściernych na docierak żeliwny. Układ wymuszający umożliwił sterowanie ilością nanoszonej substancji ścierniej w zadanym przedziale czasu oraz wielkością obszaru zawiesiny dozowanej na powierzchnię roboczą docieraka.

**SŁOWA KLUCZOWE:** docieranie powierzchni płaskich, zawiesina ścierna, dawkowanie wymuszone

*The article presents issues related to the preparation of an abrasive slurry in the running-in of flat machine surfaces. The research applied a forced method of dispensing a suspension of abrasive microspheres onto a cast iron ladder. The forcing system made it possible to control the amount of abrasive substance to be applied in a given time interval and to shape the size of the dispersion area dispensed to the work surface of the ladder.*

**KEYWORDS:** lapping the flat surfaces, abrasive slurry, forced dosage

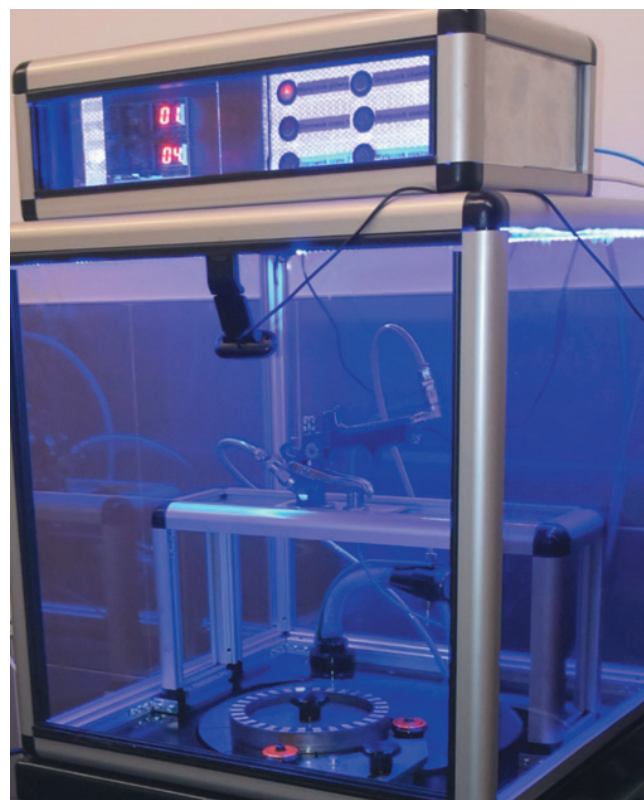
Docieranie powierzchni płaskich jest obecnie jedną z podstawowych metod bardzo dokładnej obróbki, realizowanej głównie w sposób maszynowy, m.in. na docierarkach jednotarczowych [1, 2, 8, 9]. Wymagania stawiane elementom maszyn i narzędzi wymuszają zastosowanie urządzeń zapewniających wysoką dokładność obróbki. Istotny wpływ na jakość procesu docierania mają m.in. substancja ścierna i sposób jej dozowania [3, 7]. Podczas docierania docierakiem aktywowanym w sposób swobodny zawiesina jest zwykle dostarczana do strefy obróbki w sposób ciągły i z dużym nadmiarem. Takie dawkowanie generuje znaczące straty ścierniwa i zwiększone koszty narzędziowe. Z tego powodu poszukuje się nowych sposobów dozowania, które rozwiążą ten problem bez pogorszenia jakości samego procesu docierania powierzchni.

W przeprowadzonych badaniach własnych do przygotowania zawiesiny ścierniej użyto oleju maszynowego L-AN 68-ORLEN, nafty kosmetycznej i mikroziaren węgla

krzemu 98C-F400/17. Analizowano wpływ sposobu przygotowania zawiesiny ścierniej (udziału poszczególnych składników) oraz intensywności dawkowania na przebieg i wyniki docierania jednotarczowego elementów z ceramiki  $Al_2O_3$ .

## Układ wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej

Opracowany układ wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej powstał na bazie docierarki jednotarczowej Abralap 380, która fabrycznie jest wyposażona w ciągły system dozowania [4, 5]. Generuje to zwiększone zużycie substancji ścierniej – nawet na poziomie ok. 400 ml/min. Układ wymuszonego dozowania zawiesiny przedstawiono na rys. 1.

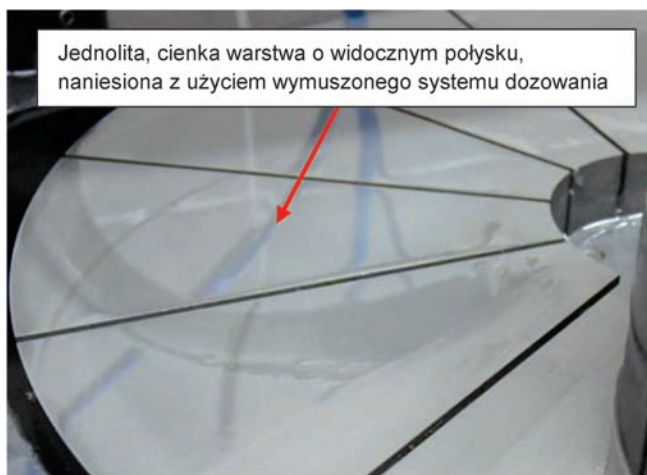


Rys. 1. Widok ogólny układu wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej, zastosowanego w badaniach na docierarce jednotarczowej Abralap 380

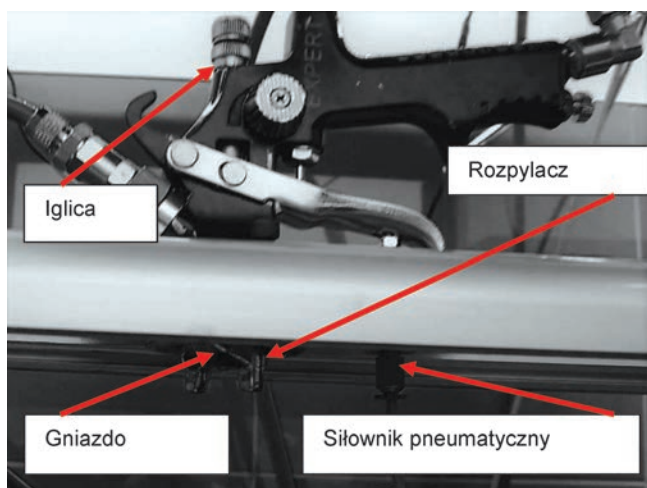
\* Prof. dr hab. inż. Adam Barylski (abarylsk@pg.edu.pl) – Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej; mgr inż. Maciej Gniot (maciej.gniot@utp.edu.pl) – Wydział Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy

Umożliwia on dozowanie substancji ścierniej w bardziej racjonalny sposób, niezależnie od lepkości mieszaniny użytych płynów obróbkowych. Na rys. 2 pokazano powierzchnię docieraka, która została pokryta warstwą zawiesiny w sposób wymuszony. Łatwo zauważyć, że naniesiona warstwa równomiernie pokrywa całą roboczą powierzchnię docieraka, tworząc ciekłą jednolitą warstwę. Jedynie przy krawędzi pierścienia prowadzącego (separatorzy z przedmiotami) można zauważyć nieznaczny nadatek zawiesiny, który zostaje szybko usunięty podczas obróbki. Zaprojektowany i zbudowany układ dozowania dostarcza do dyszy natryskowej substancję ścierną, a bezpośrednie sterowanie przebiegiem jej nanoszenia na powierzchnię roboczą docieraka jest realizowane w układzie iglica–gniazdo rozpylacza.

Na rys. 3 przedstawiono widok układu iglica–gniazdo rozpylacza, który jest odpowiedzialny za nanoszenie substancji ścierniej w sposób okresowy. Z iglicą rozpylacza połączony jest siłownik pneumatyczny. Całym systemem dozowania steruje układ elektroniczny [6]. Zapewnia on nanoszenie wymaganej dawki substancji ścierniej w strefie obróbki. Możliwe jest również zaprogramowanie odstępów czasowych pomiędzy kolejnymi natryskami na narzędzie. Za określoną wielkość dawki oraz kształt plamy zawiesiny odpowiada konstrukcja dyszy natryskowej. Dysza pozwala na nanoszenie na docierak warstwy zawiesiny ścierniej o założonej grubości. To nanoszenie powinno być skorelowane z prędkością obrotową tarczy docierającej. Jeżeli np. docierak ma prędkość obrotową



Rys. 2. Powierzchnia docieraka pokryta substancją ścierną



Rys. 3. Widok ogólny układu iglica–gniazdo rozpylacza

60 obr/min, to już po jednej sekundzie nastąpi całkowite pokrycie powierzchni tarczy zadaną dawką substancji ścierniej.

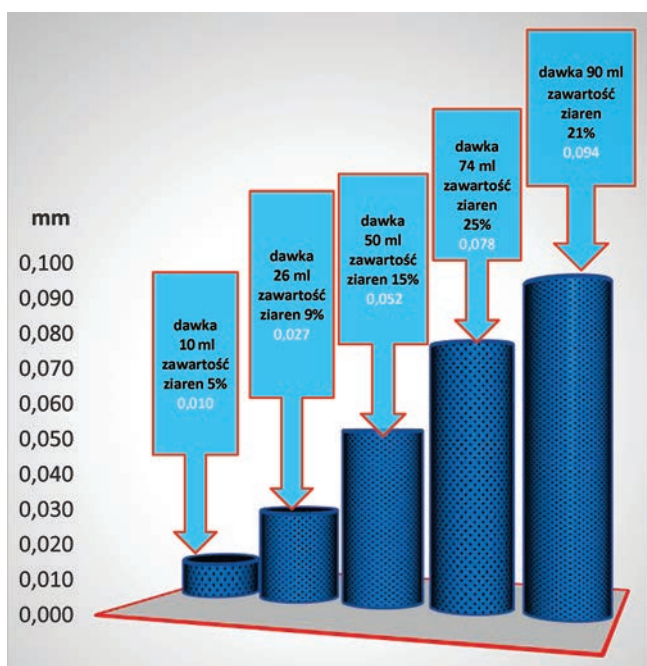
W przeprowadzonych eksperymentach zastosowano plan badań statystyczny, zdeterminowany, selekcyjny, quasi-rotabilny drugiego rzędu, o kulistym rozkładzie informacji [10]. Wartości czynników badanych w kolejnych próbach zawarto w tablicy.

TABLICA. Wartości czynników badanych w poszczególnych próbach docierania

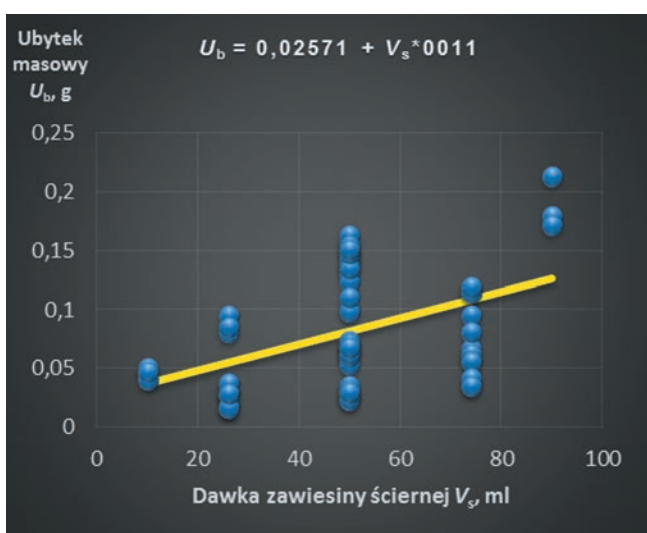
Nr próby	Wartości badanych czynników		
	Zawartość ziaren ściernych, wag., $K$ , %	Stosunek składników olej/nafta	Ilość substancji ścierniej $V_s$ , ml
1	9	18/10	26
2	21	18/10	26
3	9	18/10	74
4	21	18/10	74
5	9	42/10	26
6	21	42/10	26
7	9	42/10	74
8	21	42/10	74
9	5	30/10	50
10	25	30/10	50
11	15	30/10	10
12	15	30/10	90
13	15	50/10	50
14	15	30/10	50
15	15	30/10	50
16	15	30/10	50
17	15	30/10	50
18	15	30/10	50
19	15	30/10	50
20	15	30/10	50

Na rys. 4 podano obliczoną grubość warstwy ścierniej, jaka została naniesiona na docierak podczas realizacji docierania. Czynniki badane były: zawartość ziaren ściernych w zawieszynie, objętość substancji ścierniej i stosunek składników płynnych (oleju i nafty), które zmieniano na pięciu poziomach.

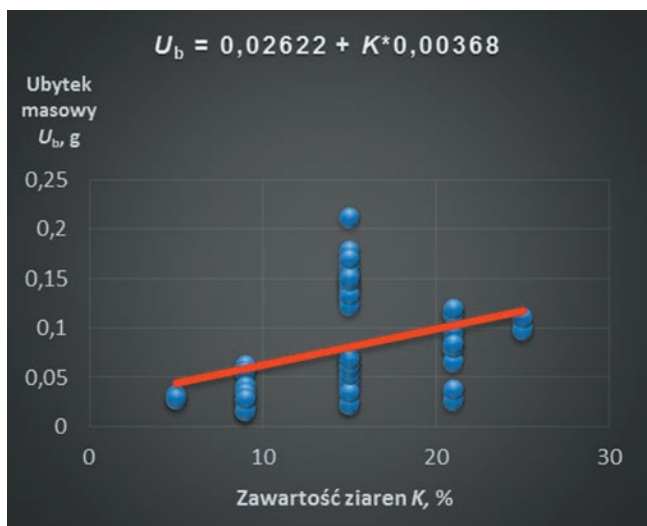
Na rys. 5 i 6 przedstawiono wyniki badań po opracowaniu statystycznym oraz wyznaczoną linię trendu. Badania przeprowadzono przy średniej prędkości  $v = 0,68$  m/s i nacisku jednostkowym  $p = 0,0446$  MPa. Analiza przebiegu zależności zastosowanej dawki i zawartości ziaren



Rys. 4. Wartości grubości warstwy zawiesiny ścierniej (o różnym udziale ziaren ściernych, wyrażonym w %) dawkowanej na docierak w czasie 20 min



Rys. 5. Wpływ wielkości dawki  $V_s$  substancji ścierniej na ubytek masowy ceramiki  $Al_2O_3$  podczas docierania w czasie 20 min



Rys. 6. Wpływ zawartości ziaren ściernych w substancji ścierniej na ubytek  $U_b$  ceramiki  $Al_2O_3$  podczas docierania (w czasie 20 min)

ściernych na ubytek elementów potwierdziła zalety wymuszonego dawkowania zawiesiny. Można do nich zaliczyć względnie niskie zużycie zawiesiny ścierniej przy zachowaniu efektywności procesu, wyrażone ubytkiem masy obrabianych elementów podczas założonego czasu docierania (20 min).

## Podsumowanie

Na podstawie analizy wpływu warunków wymuszonego dawkowania zawiesiny ścierniej na wydajność procesu docierania można wyróżnić następujące zalety tego rozwiązania:

- zużycie zawiesiny ścierniej jest znacząco mniejsze w porównaniu z tradycyjnymi metodami dozowania;
- nakładanie zawiesiny jest bardziej powtarzalne, a na powierzchni docieraka tworzy się jednolita, cienka warstwa ścierniwa o widocznym połysku, co świadczy o jej równomiernej grubości;
- zastosowane rozwiązanie umożliwia nakładanie warstwy zawiesiny o zadanej grubości, a całkowite pokrycie tarczy może nastąpić już po jednej sekundzie;
- zastosowanie ciągłego systemu mieszania zawiesiny przeciwdziała sedymentacji ścierniwa w zbiorniku ciśnieniowym;
- opracowany układ umożliwia sterowanie odstępem czasowym pomiędzy kolejnymi dawkami nanoszonymi na docierak, co pozwala na lepsze planowanie procesu dawkowania;
- układ zapewnia dozowanie założonej dawki w określonym przedziale czasu, co ma wpływ na zmniejszenie ilości zawiesiny ścierniej potrzebnej do docierania elementów.

Reasumując: przedstawione rozwiązanie pozwala na znaczące obniżenie kosztów obróbki, a pośrednio przyczynia się również do poprawy ochrony środowiska naturalnego.

## LITERATURA

1. Bakoń A., Barylski A. „Preparaty na bazie nano- i mikrodiamentów do operacji docierania i polerowania”. *Mechanik*. 87, 8–9 (2014): s. 8–12.
2. Bakoń A., Barylski A. „Ziarna i mikroziarna diamentowe. Rodzaje ścierniw i przykłady zastosowania”. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2017.
3. Barylski A. „Badania wpływu koncentracji ścierniwa i intensywności dawkowania zawiesiny na efekty docierania jednotarczowego”. *Mechanik*. 88, 8–9 (2015): s. 20–24.
4. Barylski A. „Docieranie powierzchni płaskich na docierarkach”. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
5. Barylski A. “Technological problems in lapping on flat surfaces of ceramic parts”. *Solid State Phenomena*. 199 (2013): s. 627–632.
6. Gniot M., Barylski A., Migawa K. „System dawkowania zawiesiny ścierniej w docieraniu powierzchni płaskich”. *Mechanik*. 90, 10 (2017): s. 894–896.
7. Gniot M., Barylski A. „Hydrodynamiczne dawkowanie zawiesiny ścierniej w docieraniu jednotarczowym powierzchni płaskich”. *Mechanik*. 89, 8–9 (2016): s. 1110–1111.
8. Marinescu I.D., Uhlmann E., Doi T.K. “*Handbook of Lapping and Polishing. Manufacturing Engineering and Materials Processing*”. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007.
9. Klocke F. “*Manufacturing Processes 2 – Grinding, Honing, Lapping*”. Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
10. Polański Z. „*Metody optymalizacji w technologii maszyn*”. Warszawa: PWN, 1977.