

# Mikroobróbka wykończeniowa – obróbka przetłoczno-ścierna

## Microfinishing – abrasive flow machining

DOROTA ONISZCZUK-ŚWIERCZ  
 RAFAŁ ŚWIERCZ  
 LUCJAN DĄBROWSKI\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.283

Istotnym elementem procesów wytwarzania są operacje wykończeniowe, które w wielu przypadkach decydują o właściwościach produkowanych elementów. W artykule przedstawiono przykład zastosowania obróbki przetłoczno-ścierniej do usuwania mikrozadziórów i wygładzania powierzchni narzędzi. **SŁOWA KLUCZOWE:** obróbka wykończeniowa, obróbka przetłoczno-ścierna, mikroobróbka

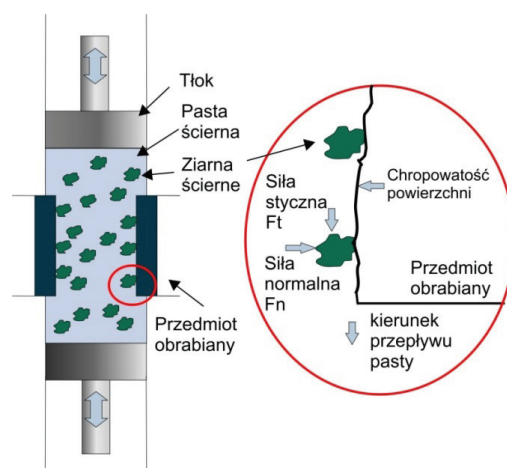
*Important elements in the manufacturing process are finishing operations, which determine the final properties of the manufacturing parts. The article presents the results of application of abrasive flow machining in the removal of micro-burrs and surface smoothing in tools.*

**KEYWORDS:** abrasive flow machining (AFM), micromachining, removal of micro-burrs

Operacje wykończeniowe to istotny etap kształtowania ostatecznych właściwości wytwarzanych przedmiotów. Koszty tych operacji mogą stanowić nawet 15÷30% kosztów produkcji, dlatego tak istotny jest dobór technologii wykończeniowych zapewniających dokładność wymiarowo-kształtową oraz chropowatość powierzchni obrabianych elementów [4, 5]. W przypadku obróbki trudno dostępnych powierzchni tradycyjne metody – np. szlifowanie, honowanie, dogładzanie oscylacyjne czy docieranie – nie przynoszą oczekiwanych efektów. Zaistniała więc potrzeba opracowania obróbki, w której uniwersalne narzędzie, dostosowujące się do obrabianej powierzchni, będzie mogło dotrzeć do trudno dostępnych miejsc. Odpowiedzią na tę potrzebę była obróbka przetłoczno-ścierna – AFM (*abrasive flow machining*) opracowana w latach 60. ubiegłego stulecia. W tym przypadku pasta ścierna z ziarnami ściernymi na osnowie polimerowej jest przetłaczana mechanicznie przez otwory/kanały wzdłuż powierzchni obrabianych i powoduje wygładzenie, zaokrąglenie krawędzi oraz usunięcie zadziórów.

Omawiany proces musi być dostosowany do geometrii przedmiotu obrabianego i może mieć formę przetłaczania jedno- lub dwukierunkowego (rys. 1). Efektywność AFM w dużej mierze zależy od konstrukcji obrabiarki i opracowanego oprzyrządowania technologicznego do poszczególnych zadań obróbkowych (np. wygładzania matryc, piór łopatek i zamków dysków czy trudno dostępnych kanałów). Dotychczasowe badania naukowe [1, 6, 7] wskazują, że parametry i warunki obróbki mają bezpośredni wpływ na wydajność usuwania materiału i uzyskiwaną chropowatość powierzchni (rys. 2). Z punktu widze-

nia prawidłowej identyfikacji wpływu parametrów obróbki istotna jest analiza fizyki usuwania materiału, obejmująca pracę ziarna ściernego i efekty jego oddziaływania [2, 3].



Rys. 1. Schemat dwukierunkowego przetłaczania pasty ścierniej



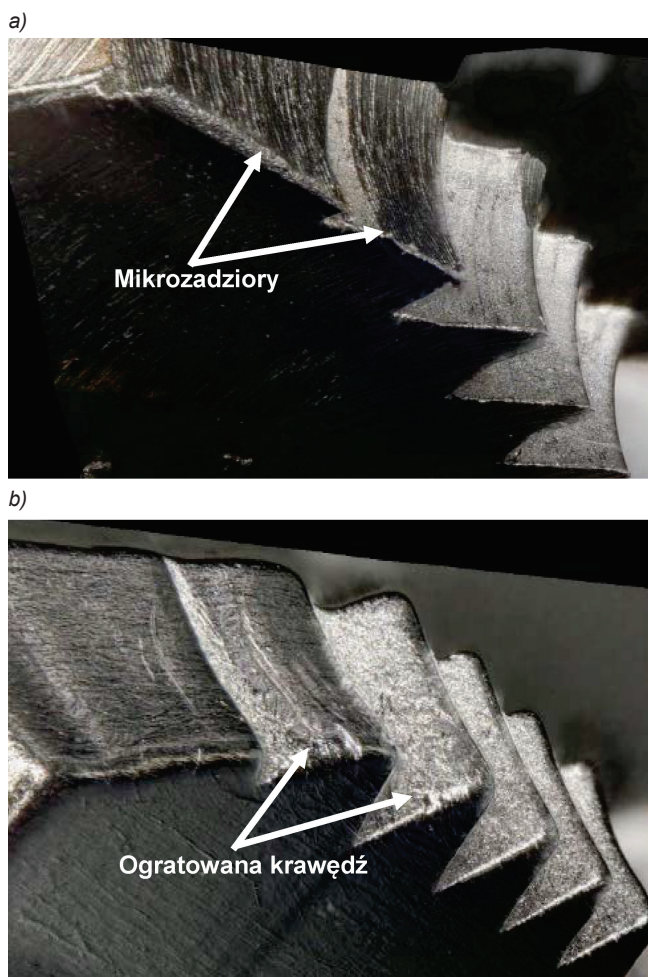
Rys. 2. Parametry i warunki obróbki determinujące proces AFM

Należy zwrócić uwagę, że ze względu na zmiany reologiczne pasty ścierniej, zachodzące podczas przetłaczania dwukierunkowego (wzrost temperatury pasty wraz ze wzrostem liczby przetłoczeń skutkuje zmianą lepkości pasty), następuje spadek intensywności usuwania materiału. Maksymalna wydajność usuwania materiału osiągnięta jest w pierwszych 10÷25 cyklach przetłaczania.

\* Dr inż. Dorota Oniszczyk-Świercz (doo@meil.pw.edu.pl), dr inż. Rafał Świercz (rsw@meil.pw.edu.pl), prof. Lucjan Dąbrowski (ld@meil.pw.edu.pl) – Instytut Techniki Wytwarzania, Politechnika Warszawska

## Badania doświadczalne

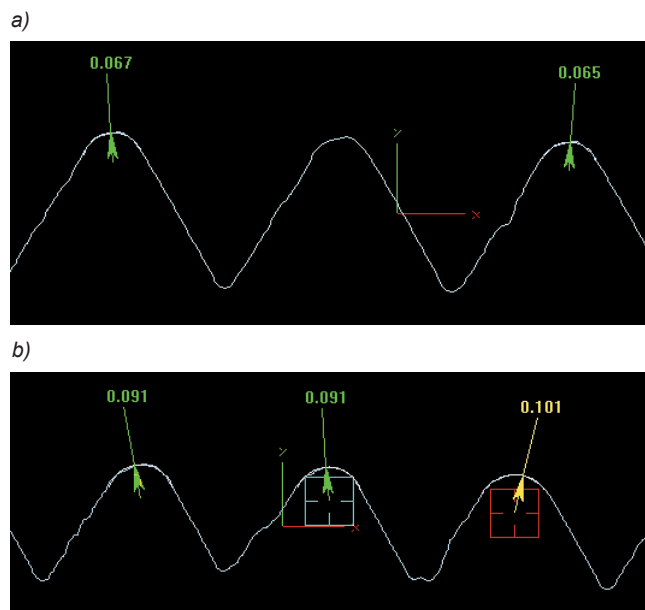
Celem badań doświadczalnych była analiza możliwości zastosowania obróbki przetłoczno-ścierniej do usuwania mikrozadziorów na krawędzi narzędzia skrawającego. Próby zrealizowano na specjalnie opracowanym stanowisku do dwukierunkowej obróbki przetłoczno-ścierniej. Obróbce poddano narzędzia skrawające ze stali szybkołatającej 1.3243. Wykorzystano pastę ścierną z ziarnami SiC o numerze 80. Ustalono liczbę cykli obróbkowych  $n$ : 10, 15 i 20. Obrobione próbki poddano analizie fotograficznej (rys. 3).



Rys. 3. Fotografia narzędzia skrawającego: a) przed obróbką AFM, b) po obróbce AFM (20 cykli przetłoczeń)

Analiza fotograficzna narzędzi skrawających wykazała, że zastosowanie obróbki przetłoczno-ścierniej skutkuje usunięciem mikrozadziorów i wygładzeniem powierzchni. Wraz ze wzrostem liczby cykli obróbkowych zaobserwowano wzrost promienia zaokrąglenia krawędzi skrawających. Ten promień mierzono profilometrem Taylor Hobson TaylSurf 2. Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 4.

Średnia wartość promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej przed obróbką AFM wynosiła 0,067 mm. W wyniku oddziaływania pasty ścierniej zaobserwowano quasi-liniowy wzrost zaokrąglenia krawędzi zależny od liczby przetłoczeń (średnie zaokrąglenie dla 20 cykli przetłoczeń wyniosło 0,95 mm). Nieliniowość ta wynika z warunków obróbki. W przypadku dwukierunkowego przetłaczania



Rys. 4. Fragment profilu narzędzia: a) przed obróbką AFM, b) po obróbce AFM (20 cykli przetłoczeń)

tarcie ziaren ściernych z powierzchnią obrabianą generuje ciepło, które wywołuje zmianę lepkości pasty i spadek intensywności obróbki.

## Podsumowanie

Przeprowadzone próby wykazały, że w analizowanych przypadkach zastosowanie obróbki przetłoczno-ścierniej spowodowało usunięcie zadziorów i wygładzenie powierzchni z jednoczesnym zaokrągleniem krawędzi skrawających.

## LITERATURA

- Bähre D., Brünnel H., Swat M. "Investigation of one way abrasive flow machining and in-process measurement of axial forces". *Procedia CIRP*. Vol. 1 (2012): pp. 419-424.
- Kacalak W., Rypina Ł., Królikowski T. „Analiza wpływu cech stereometrycznych ziaren ściernych na naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia materiału w strefie mikroskrawania”. *Mechanik*. Nr 8-9 (2015): s. 139-145.
- Kacalak W., Rypina Ł., Królikowski T. „Modelowanie naprężeń i przemieszczeń materiału w strefie mikroskrawania pojedynczym ziarnem ściernym z wykorzystaniem środowiska Ansys. Część II”. *Mechanik*. Nr 8-9 (2014): s. 71-175.
- Kudła L. „Kształtowanie miniatury elementów sposobami mikroobróbki ścierniej”. *Mechanik*. Nr 8-9 (2013): s. 265-272.
- Oniszcuk D., Dąbrowski L., Marciniak M., Marczak M. „Wpływ parametrów obróbki na chropowatość powierzchni przedmiotów po obróbce magnetościerniej”. *Mechanik*. Nr 8-9 (2012): s. 99-106.
- Uhlmann E., Mihotovic V., Roßkamp S., Dethlefs A. “A pragmatic modeling approach in Abrasive Flow Machining for complex-shaped automotive components”. *Procedia CIRP*. No. 46 (2016): pp. 51-54.
- Wang A., Tsai L., Liang K., Liu C.H., Weng S. “Uniform surface polished method of complex holes in abrasive flow machining”. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. Vol. 19 (2009): pp. 250-259. ■