

# Wpływ biodegradowalnej cieczy chłodząco-smarującej na zużycie narzędzia i strukturę geometryczną powierzchni po obróbce skrawaniem

The influence of biodegradable cutting fluids on tool wear and geometrical structure of surface after machining

DARIUSZ OZIMINA  
JOANNA KOWALCZYK  
MONIKA MADEJ  
ŁUKASZ NOWAKOWSKI\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.264

Przedstawiono zużycie narzędzi po toczeniu na sucho oraz z wykorzystaniem biodegradowalnej cieczy chłodząco-smarującej. Obserwacje powierzchni noży wykonano za pomocą profilometru optycznego oraz mikroskopu stereoskopowego. Badania wykazały, że ciecz chłodząco-smarująca spełniła swoje funkcje, a ponadto ograniczyła negatywny wpływ procesu na środowisko.

**SŁOWA KLUCZOWE:** biodegradowalna ciecz chłodząco-smarująca, tarcie, zużycie, toczenie

*The paper presents wear of the cutting tools after the turning of dry and with biodegradable cutting fluid. Analysis were performed by optical profilometer and stereo microscope. The tests have shown the cutting fluid used in the tests performs all the necessary functions and has less negative influence on the environment.*

**KEYWORDS:** biodegradable cutting fluid, friction, wear, turning

Obróbka skrawaniem jest najczęstszym sposobem wykonywania elementów w produkcji przemysłowej. Proces ten jest kosztowny, dlatego należy rozsądnie dobrać narzędzia oraz parametry [1]. W trakcie obróbki zużyciu ulega narzędzie, które jest cały czas eksploatowane i narażone na obciążenia mechaniczne, tribologiczne oraz korozyjne [2]. Trwałość narzędzia ma bardzo duży wpływ na jakość powierzchni obrabianych elementów [2, 3].

Zużycie narzędzia powodowane jest przez tarcie pomiędzy ostrzem narzędzia a wiórem. Występuje w dwóch strefach narzędzia – na powierzchni natarcia oraz powierzchniach bocznych lub przyłożenia [4].

Na zużycie narzędzi mają wpływ następujące mechanizmy: ścieranie, dyfuzja, utlenianie, zmęczenie oraz przyczepność. Większość z tych mechanizmów wzrasta wraz z prędkością obróbki, a także temperaturą [3, 5].

Aby zmniejszyć zużycie narzędzi w procesie obróbki skrawaniem, stosuje się cieczy chłodząco-smarujące. Wpływają one m.in. na zmniejszenie tarcia, chłodzenie obrabianego przedmiotu i odprowadzanie wiórów. Umożliwiają otrzymanie lepszej jakości obrabianych powierzchni i chronią je przed korozją. Dodatkowo minimalizują siły skrawania i w ten sposób wpływają na ograniczenie poboru energii.

Najczęściej stosowane w przemyśle cieczy obróbkowe są toksyczne, niebezpieczne dla ludzi oraz środowiska. Wywołują alergie, zapalenia skóry, podrażnienia oczu, a nawet nowotwory. Odpady cieczy obróbkowych zanieczyszczają wody powierzchniowe i gruntowe. Poważnym wyzwaniem jest utylizacja i/lub recykulacja zużytego płynu obróbkowego. Dlatego nowoczesne cieczy obróbkowe powinny być całkowicie bezpieczne, a także biodegradowalne [6].

## Cel badań

Celem badań było wykazanie, że zastosowanie nowej generacji biodegradowalnej cieczy chłodząco-smarującej wpłynie na poprawę jakości obrabianych powierzchni oraz przedłuży żywotność narzędzi podczas toczenia elementów ze stali 40H narzędziami wykonanymi ze stali szybko tnącej SW18.

## Aparatura i metodyka badań

Użyta do badań biodegradowalna ciecz obróbkowa zawierała m.in.: boran alkanoloaminy, biodegradowalny polimer – asparginian cynku oraz wodę demineralizowaną DEMI.

Do badań wykorzystano nóż tokarski NNZc ze stali szybko tnącej SW18, a materiałem obrabianym był pręt o średnicy  $\varnothing 40$  mm wykonany ze stali 40H. Zużycie narzędzia badano podczas toczenia czołowego bez cieczy chłodząco-smarującej i z wykorzystaniem cieczy, na tokarce uniwersalnej OPTI D 460x1000-DPA. Parametry toczenia zestawiono w tabl. I.

**TABLICA I. Parametry toczenia**

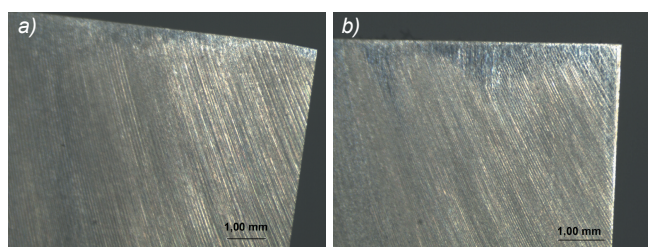
Prędkość $v_c$ , m/min	400
Posuw $f$ , mm/obr	0,098
Głębokość skrawania $a_p$ , mm	0,5

Powierzchnię narzędzia oraz elementu obrabianego obserwowano przed toczeniem i po nim, za pomocą stereoskopowego mikroskopu inspekcyjnego SX80. Aby dokładniej określić chropowatość powierzchni elementów obrabianych, użyto profilometru optycznego Talysurf CCI Lite. Badania te wykonano w Laboratorium Komputerowych Pomiarów Wielkości Geometrycznych Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach [7].

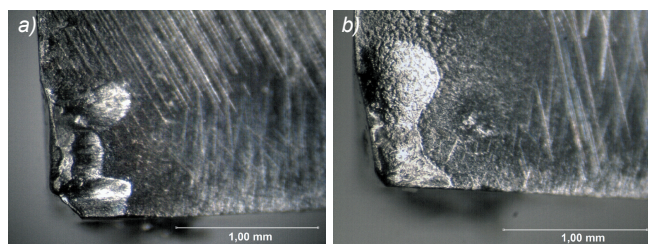
\* Prof. dr hab. inż. Dariusz Ozimina (ozimina@tu.kielce.pl), mgr. inż. Joanna Kowalczyk (jkowalczyk@tu.kielce.pl), dr hab. inż. Monika Madej (mmadej@tu.kielce.pl), dr inż. Łukasz Nowakowski (lukasn@tu.kielce.pl) – Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej

## Wyniki badań

Na rys. 1 przedstawiono fotografie powierzchni natarcia noży tokarskich przed toczeniem. Zdjęcia te wykonano stereoskopowym mikroskopem inspekcyjnym SX80.



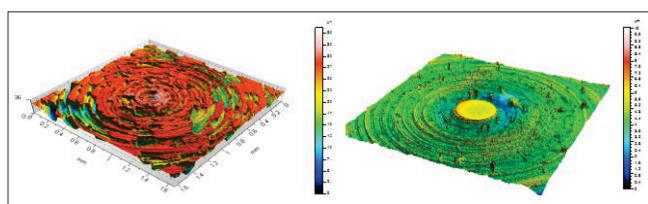
Rys. 1. Powierzchnia natarcia noży przed toczeniem: a) na sucho, b) z cieczą chłodząco-smarującą



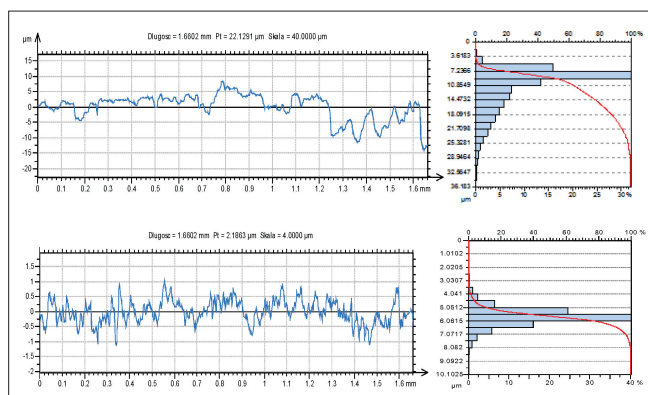
Rys. 2. Powierzchnia natarcia noży po toczeniu: a) na sucho, b) z cieczą chłodząco-smarującą

Na rys. 2 pokazano zużycie narzędzi po toczeniu na sucho (rys. 2a) i z użyciem cieczy chłodząco-smarującej (rys. 2b). Analiza tych zdjęć pokazuje, że po obróbce bez zastosowania cieczy obróbkowej (rys. 2a) na krawędzi ostrza powstał wyższy narost, odnotowano większą liczbę żłobków i były one głębsze, a wierzchołek ostrza był bardziej wytarty. Natomiast po toczeniu z wykorzystaniem cieczy chłodząco-smarującej zaobserwowano niewielkie żłobienie (rys. 2b). Z porównania powierzchni przyłożenia narzędzi wynika, że niewiele mniejszy narost odnotowano po toczeniu z zastosowaniem chłodziwa niż na sucho.

Na rys. 3 i 4 przedstawiono topografię, profil, rozkład rzędnych oraz krzywą nośności powierzchni tarczy po toczeniu bez cieczy obróbkowej i z jej wykorzystaniem.



Rys. 3. Topografia powierzchni tarcz ze stali 40H po toczeniu: a) na sucho, b) z cieczą chłodząco-smarującą



Rys. 4. Rozkład rzędnych i krzywa nośności tarcz ze stali 40H po toczeniu: a) na sucho, b) z cieczą chłodząco-smarującą

Po obróbce z cieczą chłodząco-smarującą (rys. 3a i 4a) zaobserwowano łagodniejszą powierzchnię, z niższymi wzniesieniami oraz płytszymi wgłębieniami niż po obróbce bez chłodziwa (rys. 3b i 4b).

Krzywa nośności (rys. 4a) pokazuje większą liczbę wzniesień, czyli mniejszą powierzchnię wytarcia, oraz mniejszą liczbę wgłębnień po obróbce z chłodziwem niż bez niego.

W tabl. II przedstawiono parametry chropowatości tarcz po toczeniu bez badanej cieczy chłodząco-smarującej i z jej zastosowaniem.

TABLICA II. Parametry chropowatości powierzchni tarcz po toczeniu

Parametry chropowatości powierzchni	Toczenie na sucho	Toczenie z cieczą chłodząco-smarującą
Sa, $\mu\text{m}$	4,1321	0,4716
Sq, $\mu\text{m}$	5,1793	0,6689
Sp, $\mu\text{m}$	11,3081	5,7472
Sv, $\mu\text{m}$	24,8750	4,3553
Sz, $\mu\text{m}$	36,1830	10,1025
Ssk	-1,3417	0,0980
Sku	4,3032	6,3554

Z analizy parametrów chropowatości tarcz ze stali 40H po obróbce z użyciem cieczy chłodząco-smarującej z parametrami po toczeniu na sucho wynika, że wartości parametrów:

- Sa, Sq, Sp, Sv, Sz – osiągnęły mniejsze wartości,
- Ssk, Sku – uzyskały większe wartości.

## Podsumowanie

Biodegradowalne ciecze obróbkowe reprezentują materiał nowej generacji stosowane w systemach tribotechnologicznych. Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski.

- Po toczeniu z zastosowaniem biodegradowalnej cieczy chłodząco-smarującej zaobserwowano mniejsze zużycie narzędzia niż po obróbce bez cieczy obróbkowej.
- Biodegradowalna ciecz obróbkowa z asparginianem cynku zapewniła stabilną pracę systemu tribotechnologicznego.
- Ze względu na biodegradowalność i nietoksyczny skład użytej do badań cieczy chłodząco-smarującej, gwarantuje ona bezpieczną pracę operatorów tokarek.
- Zastosowanie cieczy biodegradowalnej nowej generacji do obróbki metali ze stali 40H narzędziami ze stali SW18 znajduje pełne uzasadnienie.

## LITERATURA

1. Miko E., Nowakowski Ł. „Analysis and verification of surface roughness constitution model after machining process”. *XIII<sup>TH</sup> International Scientific and Engineering Conference Hermetic Sealing, Vibration Reliability and Ecological Safety of Pump and Compressor Machinery-HERVICON-2011*. Vol. 39 (2012): pp. 395-404.
2. Kosmynia M. „Układ elektrolityczny zabezpieczający nóż tokarski przed zużyciem tribologicznym”. *Tribologia*. Nr 4 (2009): s. 89-101.
3. Xavior M.A., Adithan M. „Determining the influence of cutting fluids on tool wear and surface roughness during turning of AISI 304 austenitic stainless steel”. *Journal of Materials Processing Technology*. No. 209 (2009): pp. 900-909.
4. Davim J.P. „*Machining of Hard Materials*”. London: Springer, 2011.
5. Davim J.P. „*Machining: Fundamentals and Recent Advances*”. London: Springer, 2008.
6. Ozimina D., Kowalczyk J., Madej M., Nowakowski Ł., Kasińska J. „Biodegradowalne ciecze chłodząco-smarujące w systemach tribotechnologicznych z powłokami diamentopodobnymi”. *Mechanik*. Nr 8-9 (2015): s. 722/149-158 CD.
7. Adamczak S., Świderski J., Wieczorowski M., Majchrowski R., Miller T., Łętocha A. „Założenia do oceny wiarygodności pomiarów topografii powierzchni w różnych skalach”. *Mechanik*. Nr 3 (2015): s. 81-87. ■