

Mgr inż. Hubert SKOWRONEK,
dr inż. Marek KOŁODZIEJ (Politechnika Wroclawska):

BADANIA WPŁYWU MINIMALNEGO SMAROWANIA MQL NA STRUKTURĘ GEOMETRYCZNĄ PO WYTACZANIU Z TŁUMIENIEM DRGAŃ

Streszczenie

Stosowanie narzędzi z elementami tłumiącymi drgania w wytaczaniu pozwala na: wykorzystanie w pełnym zakresie parametrów obrabiarki, zwiększenie parametrów skrawania, uzyskanie lepszej jakości powierzchni oraz zwiększenie wydajności obróbki. W artykule przedstawiono możliwości zastosowania narzędzi z wbudowanym tłumikiem drgań w połączeniu z metodą minimalnego smarowania – MQL. Na podstawie otrzymanych wyników określono wpływ zastosowania minimalnego smarowania na parametry chropowatości obrabianej powierzchni. Wyniki te porównano z rezultatami analogicznych badań dotyczących obróbki na sucho dla założonego zakresu parametrów skrawania.

Słowa kluczowe: *chropowatość powierzchni, smarowanie strefy skrawania, wytaczanie*

THE INFLUENCE RESEARCHES OF MINIMUM LUBRICATION MQL ON GEOMETRIC STRUCTURE AFTER DAMPED BORING

Abstract

The use of tools with vibration damping elements in boring allows the use the full range of machine parameters, increasing the cutting parameters to achieve a better surface quality and increase machining efficiency. The paper presents the possibility of using tools with integrated damper in combination with the method of the minimum lubricating MQL. Based on these results defined the effect of the application of the minimum lubrication on the treated surface roughness parameters. These results were compared with similar surveys conducted dry for the assumed range of cutting parameters.

Keywords: *surface roughness, lubrication the cutting zone, boring*

BADANIA WPŁYWU MINIMALNEGO SMAROWANIA MQL NA STRUKTURĘ GEOMETRYCZĄ PO WYTACZANIU Z TŁUMIENIEM DRGAŃ

Hubert SKOWRONEK¹, Marek KOŁODZIEJ¹

1. WPROWADZENIE

Obróbka skrawaniem odgrywa główną rolę w procesach kształtowania elementów maszyn. Stale rośnie wydajność obróbki oraz produktywność. Spowodowane jest to w dużej mierze faktem, że coraz większy nacisk kładzie się na produkcję mało- i średnioseryjną, w przypadku której obróbka skrawaniem jest najbardziej ekonomicznie uzasadniona [1].

Ciągłemu rozwojowi podlegają również metody obróbki na sucho lub z minimalnym smarowaniem. Ich udział na rynku stale rośnie ze względu na coraz bardziej dostępne oprzyrządowanie oraz nieustannie rosnące wymogi dotyczące względów ochrony środowiska. Coraz bardziej restrykcyjne przepisy dotyczące ochrony środowiska i wzrastające koszty utylizacji prowadzą do eliminowania z procesu skrawania płynów obróbkowych, czyli stosowania tzw. „obróbki ze zminimalizowanym smarowaniem” (MQL - Minimum Quantity Lubrication). To z kolei wymogło opracowanie nowych urządzeń i narzędzi pozwalających na dozowanie minimalnych ilości płynów obróbkowych do strefy skrawania, a także umożliwiających łatwiejsze odprowadzenie wiórów z tej strefy. [1]

Obróbką z minimalnym smarowaniem określa się taką odmianę obróbki, dla której wydatek cieczy chłodząco-smarującej nie przekracza 50 ml/godzinę. Ciecz podawana jest razem ze strumieniem sprężonego powietrza w tak minimalnej ilości, że niemal całkowicie odparowuje. Narzędzie, przedmiot oraz wióry dzięki temu pozostają suche. Pomimo braku tradycyjnie stosowanej emulsji w procesie skrawania, udaje się zmniejszyć tarcie oraz zwiększyć trwałość narzędzia. Korzyści są zatem znaczne, przede wszystkim obniżenie kosztów produkcji ze względu na dłuższe przerwy czasowe pomiędzy wymianami narzędzi oraz poprawa jakości obrabianej powierzchni [2,3].

¹ Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny, Katedra Obrabiarek i Technologii Mechanicznych, ul. Łukasiewicza 5, 50-371 Wrocław

Kolejnym niekorzystnym zjawiskiem jakie może wystąpić podczas skrawania są drgania. Często uniemożliwiają one wykorzystanie w pełnym zakresie parametrów obrabiarki, takich jak prędkość, posuw czy głębokość skrawania. Dzięki narzędziom z możliwością tłumienia drgań, możliwe jest zwiększenie parametrów skrawania, zapewnienie bezpiecznego przebiegu obróbki bez drgań i uzyskanie wąskich tolerancji. Oprócz tego dobrej jakości wykończenia powierzchni oraz dużo większej wydajności skrawania, a w rezultacie niższego jednostkowego kosztu wykonania przedmiotu. [4]

Coraz szerzej stosowane narzędzia z wbudowanymi tłumikami drgań w stosunku do narzędzi klasycznych wykazują wiele zalet: [4]

- poprawa produktywności: 50% dla krótkich wytaczaków i nawet 400% w przypadku wytaczaków na długich wysięgach,
- mniejsza chropowatość powierzchni,
- większe bezpieczeństwo obróbki,
- sprawniejsze odprowadzanie wiórów,
- niski koszt wykonania pojedynczego wyrobu.

Połączenie minimalnego smarowania z metodą wytaczania narzędziami z wbudowanymi tłumikami drgań może zapewnić poprawę jakości obrabianej powierzchni, jak i przynieść korzyści związane z ochroną środowiska. Badania przedstawione w artykule są więc próbą odpowiedzi na pytanie, czy zastosowanie MQL-a daje pozytywne efekty w postaci poprawy chropowatości obrobionej powierzchni, czy też jest neutralne z punktu widzenia zastosowania narzędzi z tłumieniem drgań.

2. CEL ORAZ METODYKA BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu minimalnego smarowania na stan warstwy wierzchniej wyrażonej parametrami Ra i Rz przy wytaczaniu z tłumieniem drgań oraz porównanie go z wytaczaniem na sucho w zadanym zakresie parametrów skrawania. W tym celu zostały zmierzone podstawowe parametry chropowatości Ra oraz Rz , które w praktyce inżynierskiej są najczęściej używanymi parametrami do opisu chropowatości powierzchni. Pomiary chropowatości wykonano za pomocą chropowatościomierza Hommel T1000. Obróbka przeprowadzona została na pierścieniach ze stali konstrukcyjnej C45 o średnicy wewnętrznej $\phi 100$. Wybrano ten materiał ze względu na to, że jest to jeden z najczęściej używanych gatunków stali węglowych, o zawartości węgla w przedziale od 0.42% do 0.5%. Stal ta używana jest najczęściej na korpusy, formy do produkcji tworzyw sztucznych, średnio obciążane części maszyn, części narażone na zużycie ściernie: wały korbowe, wrzeciona, osie i koła zębate.

Do badań użyty został wytaczak z wbudowanym tłumikiem drgań tzw. Silent Tools firmy Sandvik, model C4-570-3C 20 107 508 (rys.1). W trzonku zamocowano płytkę skrawającą również firmy Sandvik CCMT 09 T3 02-PF 4225. Tłumienie drgań w korpusie narzędzia realizowane było poprzez tłumiący moduł znajdujący się wewnątrz, zbudowany z masy zawieszanej na gumowych, sprężystych pierścieniach. Całość zanu-

rzona jest w oleju o odpowiedniej lepkości, co wzmacnia korzystne działanie tłumika. Narzędzie jest nierozbieralne i nie wymaga zmian nastaw w zależności od parametrów obróbki.



Rys. 1 Widok wytaczaka z tłumikiem drgań

Wytaczak został zamocowany w tokarce przy użyciu adaptera Coromant Capto. Takie mocowanie narzędzia w systemie Capto zapewnia dobrą współosiowość oraz dużą sztywność na zginanie.

Urządzeniem służącym do minimalnego smarowania był Minibooster firmy Accu-Lube, natomiast czynnikiem smarująco-chłodzącym płyn LB-8000, również firmy Accu-Lube. Działanie tego urządzenia polega na tym, że w strumień sprężonego powietrza podawana jest niewielka ilość oleju, który pod ciśnieniem zostaje rozproszony, w wyniku czego otrzymujemy mgiełkę z mieszaniny obu składników. Proces mieszania mgiełki odbywa się na kilka centymetrów przed dyszą. Ciśnienie nie powinno być mniejsze niż 4 bary, a ilość podawanego oleju (w zależności od rodzaju obróbki) 2 – 10 ml/h.

Badania przeprowadzone zostały dla trzech różnych prędkości skrawania. Dla badanej płytki skrawającej, przyjęto prędkości skrawania $v_c=80, 130$ i 180 m/min. Po przeliczeniu dało to prędkości obrotowe wrzeciona $n= 254, 414$ i 573 obr/min. Są to górne przedziały wartości zalecanych przez producenta, wybrane z myślą o uwidocznieniu większych różnic występujących między obróbką na sucho oraz z minimalnym smarowaniem. W badaniach przyjęto cztery wartości posuwów $f= 0,04; 0,1; 0,15$ i $0,2$ mm/obr dla stałej głębokości skrawania wynoszącej $a_p=0,5$ mm. Badania przeprowadzono na tokarce produkcji FAT Haco TUR MN 630.

3. WYNIKI BADAŃ

Badania przeprowadzone zostały dla dwóch sposobów obróbki wytaczaniem:

- obróbka na sucho z tłumieniem drgań,
- obróbka z minimalnym smarowaniem z tłumieniem drgań.

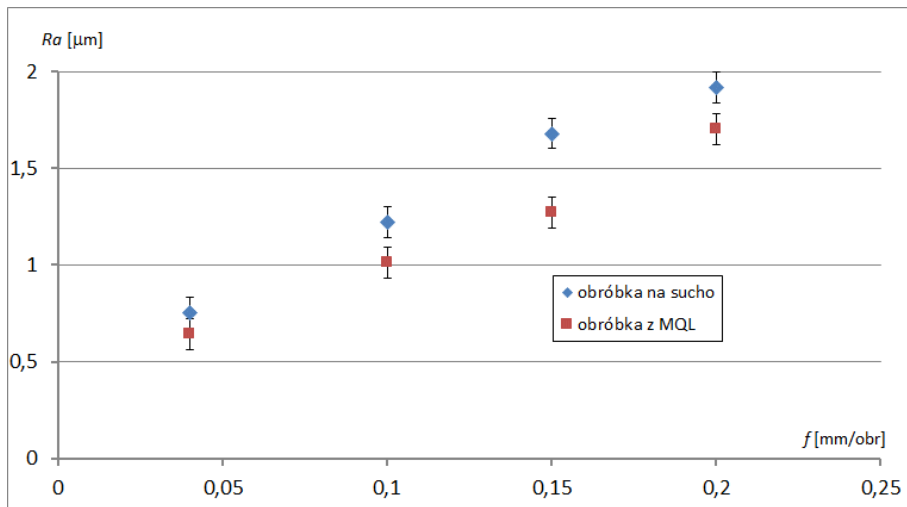
W pierwszej kolejności przeprowadzone zostało wytaczanie na sucho. Następnie zmierzono chropowatość powierzchni obrobionych pierścieni. W kolejnym etapie zostało zainstalowane urządzenie dozujące mgłę olejową i ponowiono całą sekwencję badań dla usta-

lonych wartości parametrów skrawania. Tabela 1 zawiera wyniki otrzymane na podstawie przeprowadzonych badań.

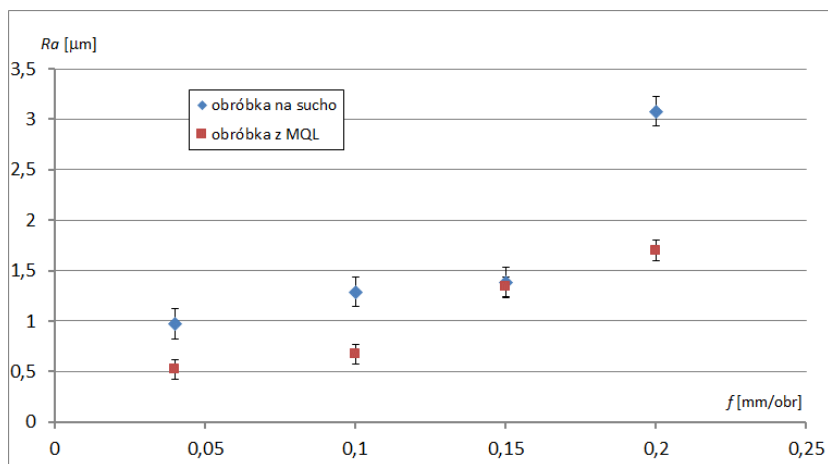
Tabela 1 Zestawienie uzyskanych wartości parametrów Ra oraz Rz dla zadanych parametrów skrawania

v_c [m/min]	f [mm/obr]	Wytaczanie na sucho		Wytaczanie z MQL	
		Ra [μm]	Rz [μm]	Ra [μm]	Rz [μm]
80	0,04	0,75	4,74	0,64	2,91
	0,1	1,22	7,52	1,01	6,1
	0,15	1,68	9,09	1,27	7,48
	0,2	1,92	8,27	1,7	8,48
130	0,04	0,97	5,52	0,52	2,69
	0,1	1,29	7,31	0,67	4,22
	0,15	1,38	6,36	1,34	7,05
	0,2	3,08	20,33	1,7	8,79
180	0,04	0,88	4,35	0,61	2,77
	0,1	1,17	5,39	0,91	5,22
	0,15	1,39	7,82	1,34	9,13
	0,2	1,59	8,13	1,59	7,38

Przykładowe wyniki porównawcze w postaci wykresów zamieszczone są na rysunkach 2 do 4 i obejmują porównania parametrów chropowatości Ra w zależności od posuwu dla wytaczania na sucho i z minimalnym smarowaniem.

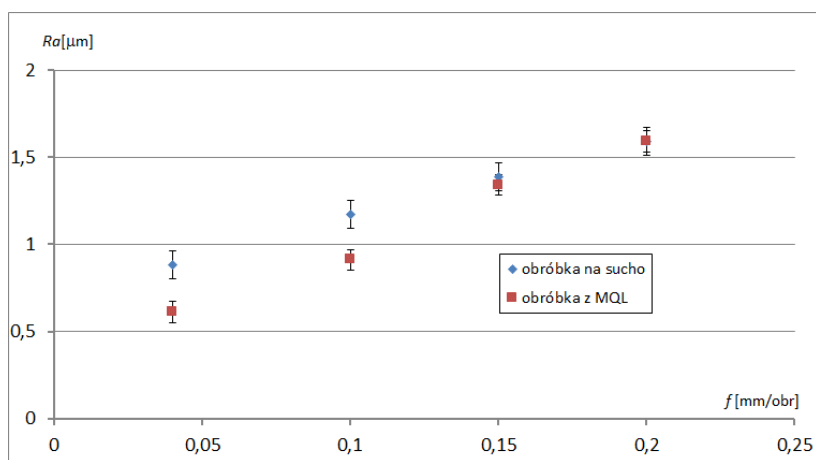


Rys. 2 Wpływ posuwu oraz rodzaju zastosowanego smarowania na wartość chropowatości Ra dla parametrów skrawania: $v_c=80$ m/min, $a_p=0,5$ mm



Rys. 3 Wpływ posuwu oraz rodzaju zastosowanego smarowania na wartość chropowatości Ra dla parametrów skrawania: $v_c=130$ m/min, $a_p=0,5$ mm

Można zauważyć, że różne prędkości skrawania w obrębie jednego sposobu smarowania nie wpływały decydująco na zmniejszenie chropowatości powierzchni. Jednak dla prędkości skrawania $v_c=130$ m/min i posuwie $f=0,2$ mm/obr, widoczna jest znacznie większa chropowatość. Zestawienie tych dwóch parametrów w obróbce na sucho powodowało, że narzędzie pomimo zainstalowanego tłumika wpadało w silne drgania. W przypadku smarowania MQL nie zaobserwowano tego zjawiska. Minimalna ilość czynnika smarującego znacząco poprawiła warunki skrawania, co w efekcie wpłynęło na uzyskanie znacznie mniejszych wartości parametru Ra i Rz



Rys. 4 Wpływ posuwu oraz rodzaju zastosowanego smarowania na wartość chropowatości Ra dla parametrów skrawania: $v_c=180$ m/min, $a_p=0,5$ mm

Na wykresach (rys. 2 do 4) obrazujących porównanie chropowatości Ra dla różnych sposobów smarowania, w zależności od posuwu f , widać zmniejszenie wartości chropowatości przy użyciu metody z minimalnym smarowaniem. Zaobserwować można trend świadczący o tym, że dla badanego zakresu posuwów różnica między obróbką na sucho a obróbką MQL jest stała i wynosi w przypadku parametru chropowatości Ra ok. 10-20%. Jeśli wziąć pod uwagę fakt, że zastosowanie minimalnego smarowania dodatkowo wydłuża trwałość narzędzia, daje to w efekcie bardzo ciekawe rozwiązanie techniczne, które nadaje się do różnego rodzaju zastosowań w przemyśle.

4. PODSUMOWANIE

Wyniki przedstawione w niniejszej pracy pokazują, że w procesie wytaczania z tłumieniem drgań, zastosowanie metody minimalnego smarowania zmniejsza wartości parametrów chropowatości obrabianych powierzchni. Zastosowanie MQL o wydatku cieczy ok. 50 ml/h spowodowało zmniejszenie wartości parametrów chropowatości powierzchni o około 15-20%, a w kilku przypadkach nawet o połowę. Najmniejsze uzyskane wartości chropowatości dla obróbki z minimalnym smarowaniem wyniosły: $Ra = 0.52 \mu\text{m}$, $Rz = 2.69 \mu\text{m}$, natomiast dla obróbki na sucho $Ra = 0.75 \mu\text{m}$, $Rz = 4.74 \mu\text{m}$. Można więc stwierdzić, że użycie metody MQL może przynieść korzyści zarówno od strony jakości uzyskiwanej powierzchni, jak i ekonomiczne.

Użyty w badaniach wytaczak z wbudowanym tłumikiem drgań firmy Sandvik pozwolił na uzyskanie parametrów chropowatości porównywalne ze szlifowaniem kształtującym, pomimo wysięgu narzędzia wynoszącego 200 mm. Oznacza to, że inwestycja w droższy wytaczak z tłumieniem drgań, z zastosowaniem minimalnego smarowania pozwala na uzyskanie takiej jakości powierzchni, po której w wielu przypadkach nie trzeba poddawać jej dodatkowej obróbce wykończeniowej.

Spalanie oleju obróbkowego Accu-Lube LB8000 przy wysokich prędkościach skrawania powodowało silny, nieprzyjemny zapach oraz opary. Zgodnie z deklaracjami producenta są one nieszkodliwe dla zdrowia. Jednak ich uciążliwość dla otoczenia i pracowników wymaga stosowania instalacji odciągowej lub wentylacji pomieszczeń, gdzie przeprowadzana jest obróbka.

LITERATURA

- [1] Cichosz P., *Narzędzia skrawające*, WNT, Warszawa 2006
- [2] Leppert T., *Kształtowanie toczeniem warstwy wierzchniej w warunkach skrawania na sucho lub z minimalnym chłodzeniem i smarowaniem ostrza*, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz 2011
- [3] Oczóś, K. E., *Doskonalenie strategii chłodzenia i smarowania w procesach obróbkowych*, Mechanik nr 10/2004
- [4] Sandvik Coromant, *Poradnik obróbki z tłumieniem drgań*, 2012