

Smarowanie strefy szlifowania za pomocą metody MQL wspomaganą sprężonym schłodzonym powietrzem jako alternatywa dla metody zalewowej

Lubrication grinding zone by the MQL method supported by the compressed cooled air as an alternative for flood method

JAKUB ŚWIERCZYŃSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.361

W niniejszym artykule przedstawiona została nowa metoda chłodząco-smarująca strefę szlifowania jako alternatywa dla tradycyjnie używanej metody zalewowej. Przedstawiono porównanie topografii powierzchni uzyskanej po obróbce z hybrydową metodą smarowania strefy szlifowania (MQL + SSP) z topografią powierzchni uzyskanej po smarowaniu tradycyjną metodą zalewową.

SŁOWA KLUCZOWE: metoda hybrydowa, MQL, SSP, strefa szlifowania

In this article presented is a new method of cooling and lubricating the grinding zone as an alternative to the traditionally used flood method. It presents a comparison of surface topography obtained after treatment with the hybrid method of lubrication grinding zone (MQL + SSP) to the surface topography obtained after lubrication by traditional flood method.

KEYWORDS: hybrid method, MQL, SSP, grinding zone

Obecnie wszyscy wytwórcy wyrobów gotowych dążą do tego, aby produkty ich były wykonywane jak najszybciej przy zachowaniu możliwie najlepszej jakości oraz przy jak najniższych kosztach produkcji. Obróbka szlifowaniem jest jednym z ostatnich etapów procesu produkcji. W procesie tym nadawane są ostateczne kształty, wymiary i właściwości warstwy wierzchniej [1, 2]. Zaobserwowano, że używanie dostępnych na rynku płynów chłodząco-smarujących niesie za sobą potrzebę dodatkowych operacji w procesie produkcji. Po obróbce przedmiot obrobiony należy umyć i odtłuścić. Wydłuża to w sposób naturalny proces produkcyjny i generuje dodatkowe koszty.

Ponadto niektóre płyny chłodząco-smarujące mają niekorzystny wpływ na zdrowie i życie operatora maszyny i są szkodliwe dla środowiska naturalnego [3, 6]. Dlatego poszukiwane są metody zapewniające utrzymanie jakości obrobionej powierzchni, ale przy znaczącym obniżeniu zużycia PCS lub jego całkowitym wyeliminowaniu.

Ze względu na ilość generowanego ciepła w procesach szlifowania, zastosowanie obróbki z użyciem minimalnej ilości środka smarującego MQL jest rozsądnym kompromisem pomiędzy zapewnieniem chłodzenia i smarowania strefy szlifowania oraz całkowitą eliminacją PCS z procesu produkcji. Obróbka z udziałem metody MQL jest rozwijającą się dziedziną technologii. Niemniej jednak w zastosowaniach przemysłowych, zwłaszcza krajowych, jest ciągle nowością. Wymaga bowiem od zakładu odpowiednich inwestycji, ale również, a może przede wszystkim, wyższej kultury technicznej i wiedzy. Uznano, że względu na istotność zagadnienia i aktualny stan wiedzy, że wyniki badań mogą stanowić podstawę do oceny możliwości wdrożenia metody hybrydowej podawania płynu chłodząco-smaru-

jącego z minimalną ilością środka smarującego MQL, jak i sprężonego schłodzonego powietrza SSP do praktyki przemysłowej [5, 7, 8].

Warunki badań

W tabl. I przedstawiono warunki, w jakich przeprowadzono badania eksperymentalne.

TABLICA I. Warunki badań eksperymentalnych

Rodzaj obróbki	Szlifowanie wzdluzne – w jednym przejściu
ściernica	5TGP 60K VX
prędkość szlifowania V_s , m/s	24
prędkość przedmiotu V_w , m/s	0,1
głębokość szlifowania a_p , mm	0,05
metoda smarowania	na sucho MQL – Biocut 3000 met. hybrydowa (MQL + SSP) met. zalewowa – emulgol 5%
wydajność MQL, ml/h	100
temperatura sprężonego powietrza t_{SSP}	na wylocie z dyszy -20°C
ciśnienie powietrza p , MPa	$p = 0,6$ MPa
materiał obrabiany	stal 100Cr6
wymiar próbki, mm (dł. x szer. x wys.)	100 x 10 x 10–12
obciążacz	jednoziarnisty diament

Pomiar topografii powierzchni uzyskanej po procesie szlifowania realizowany był za pomocą profilografometru TurboWaveline60, natomiast wykresy topografii otrzymano w programie Hommel Map 4.1. Próbkę ustawiano na stole pomiarowym i przymocowano tak, aby w trakcie pomiarów nie można było jej poruszyć. Pomiar próbki został przeprowadzony na powierzchni prostokąta o wymiarach 4 x 4,8 mm. Składał się z 41 pomiarów 2D o długości przejazdu igły pomiarowej l_t 4,8mm, ze skokiem poprzecznym 0,1 mm.

Wyniki badań

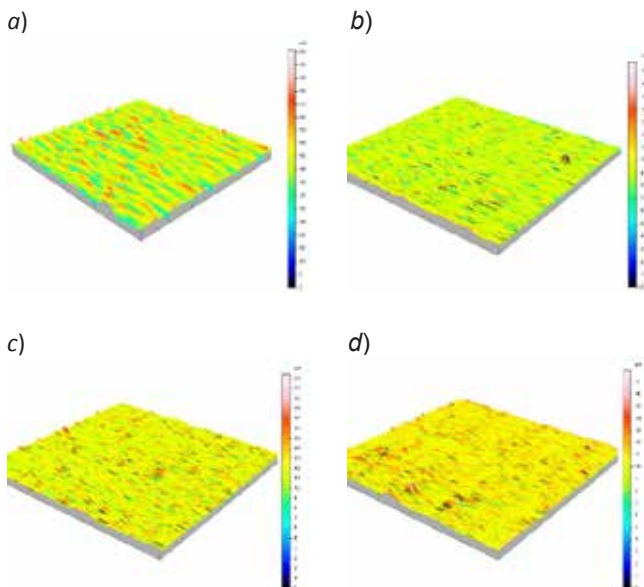
W tabl. II przedstawiono wybrane parametry amplitudowe topografii powierzchni, jakie otrzymano po szlifowaniu próbek z różnymi metodami chłodząco-smarującymi.

TABLICA II. Parametry amplitudowe topografii powierzchni

Parametr	Na sucho	M. zalew.	M. MQL	M. hybryd
S_a , μm	8,5	0,862	1,16	0,886
S_q , μm	10,6	1,14	1,5	1,21
S_p , μm	46,9	8,98	9,94	7,68
S_v , μm	43,9	8,78	11,5	10,3
S_z , μm	76,1	14,1	15,7	16,5

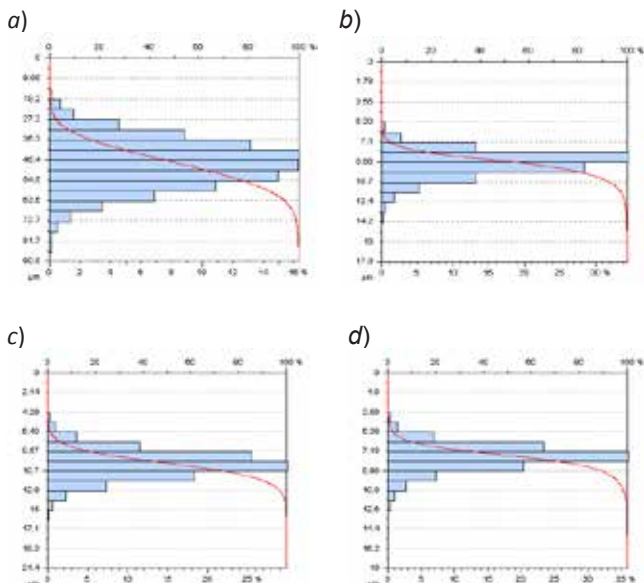
* Mgr inż. Jakub Świerczyński (jakub.swierczynski@p.lodz.pl) – Politechnika Łódzka

Na rys. 1 zaprezentowano mapy profili chropowatości uzyskane po procesie szlifowania stali 100Cr6 na głębokości 0,05 mm.



Rys. 1. Mapy profili chropowatości uzyskane po procesie szlifowania na głębokość a_p 0,05 mm stali 100Cr6 z różnymi metodami smarującymi: a) na sucho, b) metoda zalewowa, c) metoda MQL, d) metoda hybrydowa

Z map oraz z tablicy I widać, że powierzchnia po szlifowaniu z metodą zalewową jest najmniej chropowata z zestawionych powierzchni, natomiast powierzchnia po procesie szlifowania z metodą hybrydową dzięki wspomaganemu przez SSP wypadła lepiej od powierzchni uzyskanej po smarowaniu tylko za pomocą mgły olejowej. Na rys. 2 zaprezentowano rozkład rzędnych profilu wraz z zaznaczoną krzywą nośności (krzywa Abbott-Firestone'a). Krzywa nośności ustalana była na podstawie płaszczyzny odniesienia, która znajdowała się 5% poniżej wysokości najwyższego wzniesienia. Rozkład rzędnych profilu informuje o procentowym udziale wysokości wierzchołków na mierzonej powierzchni [4].



Rys. 2. Mapy profili chropowatości uzyskane po procesie szlifowania na głębokość a_p 0,05 mm stali 100Cr6 z różnymi metodami smarującymi: a) na sucho, b) metoda zalewowa, c) metoda MQL, d) metoda hybrydowa

Analiza krzywych nośności wyjaśnia, że dwie najbardziej płaskie (nachylone pod najmniejszym kątem) krzywe otrzymano dla powierzchni smarowanej i chłodzonej za pomocą mgły olejowej wraz ze sprężonym powietrzem oraz metody zalewowej. Oznacza to, że nośność powierzchni uzyskanych po tych metodach chłodzi-smarujących jest największa. Będzie to miało wpływ na wolniejsze zużycie ściernie uzyskanych powierzchni. Na powierzchniach tych powstały kieszenie smarne, w których może się gromadzić smar zmniejszający tarcie pomiędzy powierzchniami. Powierzchnia uzyskana po obróbce na sucho ma wysoką chropowatość i posiada niską nośność – to oznacza, że w kontakcie z inną powierzchnią wzniesienia powierzchni będą się szybciej wycierać. Powierzchnie te nie są do zaakceptowania jako powierzchnie elementów tocznych w łożyskach, ze względu na szybkie zużywanie się.

Podsumowanie

Wyniki pomiarów topografii powierzchni obrabianych próbek przedstawiają hybrydową metodę smarowania strefy szlifowania na porównywalnym poziomie do metody zalewowej. Różnica między tymi metodami to jedynie 2% na korzyść metody zalewowej dla parametru S_a . Porównując wyniki metody hybrydowej do MQL, widać, że uzyskano poprawę o ponad 20% wszystkich parametrów amplitudowych. Oznacza to, że to metoda hybrydowa smarowania strefy szlifowania za pomocą mgły olejowej i chłodzenia jej za pomocą sprężonego schłodzonego powietrza powinna być brana pod uwagę jako alternatywa dla klasycznej metody zalewowej. Ponadto metoda zalewowa niesie za sobą wiele niekorzystnych procesów, tj. potrzeb mycia i odfłuszczenia przedmiotów obrabianych, po zakończonej obróbce trzeba wyczyścić maszynę, odfiltrować, chłodzić oraz kondycjonować płyn chłodzi-smarujący, natomiast metoda MQL wspomaganą SSP nie wymaga dodatkowego nakładu pracy dzięki czemu proces obróbkowy jest krótszy. Wpływa to korzystnie na cenę gotowego wyrobu.

LITERATURA

- Świerczyński J. „Wpływ hybrydowego sposobu podawania płynu obróbkowego i sprężonego powietrza na jakość powierzchni uzyskanej w procesie szlifowania” dysertacja doktorska – Łódź 2016.
- Świerczyński J. „Wpływ dodatkowego strumienia powietrza chłodzącego na jakość powierzchni po procesie szlifowania”. *Mechanik* nr 8/9 (2014).
- Benes J. “Cutting the coolant”. *Ograniczenie stosowania chłodziw. American Machinist*. T. 151, nr 8 (2007): s. 36, 38+40.
- Burakowski T. „Areologia. Podstawy teoretyczne”. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB. Radom (2013), ISBN 978-83-7789-195-7.
- Paul S., Chattopadhyay A.B. “The effect of cryogenic cooling on grinding forces”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 36 (1) (1996): pp. 63+72.
- Runstrand W. “Can-do coolant strategies”. *Strategie chłodzenia. Cutting Tool Engineering*. Vol. 61, No. 9 (2009): pp. 41+45.
- Sanchez J.A., Pombo I., Alberdi R., Izquierdo B., Ortega N., Plaza S., Martinez-Toledano J. „Machining evaluation of a hybrid MQL-CO2 grinding technology”. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 18 (2010): pp. 1840+1849.
- Tawakoli T., Hadad M.J., Sadeghi M.M. “Influence of oil mist parameters on minimum quantity lubrication – MQL grinding process”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 50, No. 6 (2010): pp. 521+531.