

Badania wpływu zastosowania MQL na siły skrawania i postać wióra w toczeniu wybranego stopu aluminium

Research of the influence of applying MQL on cutting forces and chip shape in turning of selected aluminum alloy

PAWEŁ KAROLCZAK
MAREK KOŁODZIEJ
HUBERT SKOWRONEK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.323

W artykule przedstawiono wyniki badań nad możliwością zastosowania minimalnego smarowania MQL w obróbce stopów aluminium, ze względu na siły skrawania oraz postać wióra w toczeniu. Zaprezentowane wnioski porównano z wynikami prób obróbki kompozytów aluminiowych w warunkach minimalnego smarowania.

SŁOWA KLUCZOWE: smarowanie strefy skrawania, siła skrawania, wiór, stopy aluminium

Article presents the results of research on the possibility of application of minimum quantity lubrication MQL in machining of aluminum alloys considering cutting forces and chip shape. Presented findings were compared with test results of machining aluminum composites under conditions of minimum quantity lubrication.

KEYWORDS: cutting zone lubrication, cutting force, chip, aluminum alloys

Stosowanie cieczy obróbkowych jest obecnie nieodzownym elementem procesu technologicznego. Nieliczna ilość operacji jest wykonywana na sucho. Obserwuje się tendencję do zamiany konwencjonalnych metod smarowania strefy skrawania, na wersję z minimalnym wydatkiem medium lub z podawaniem cieczy pod ciśnieniem [5].

Minimalne smarowanie strefy skrawania i jego wpływ na efekty technologiczne jest przedmiotem wielu badań naukowych i przemysłowych. Stwierdzono, że stopień zmniejszenia wartości składowych siły skrawania, dzięki zastosowaniu minimalnego smarowania jest uzależniony od właściwości obrabianego materiału, a w szczególności jego twardości i plastyczności, a także od stosowanych parametrów skrawania. Ponadto wpływ minimalnego smarowania MQL na poszczególne składowe siły skrawania jest różny [1, 2, 3, 4, 6]. Poprzez niewielką zmianę możliwości uplastyczniania się materiału w strefie skrawania, może również wpływać na postać powstających wiórów [3].

Metodyka badań

Badaniom poddano stop aluminium do przeróbki plastycznej o oznaczeniu 2017A. Próby prowadzone były na tokarce ze sterowaniem numerycznym CNC TUR 560 MN. Toczenie przeprowadzono z prędkościami skrawania $v_c = 100; 600; 1000$ m/min, z posuwami $f = 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3$ mm/obr, i ze stałą głębokością skrawania $a_p = 0,5$ mm.

Do badań użyto płytkę DCGX11T304-AI H10 wykonaną z węgla spiekane go bez pokrycia, zalecaną do obróbki metali nieżelaznych. Płytkę tę zamocowano w oprawce o oznaczeniu SDJCL 2020K 11.

* Dr inż. Paweł Karolczak (pawel.karolczak@pwr.edu.pl), dr inż. Marek Kołodziej (marek.kolodziej@pwr.edu.pl), mgr inż. Hubert Skowronek (hubert.skowronek@pwr.edu.pl) – Katedra Obrabiarek i Technologii Mechanicznych Politechniki Wrocławskiej

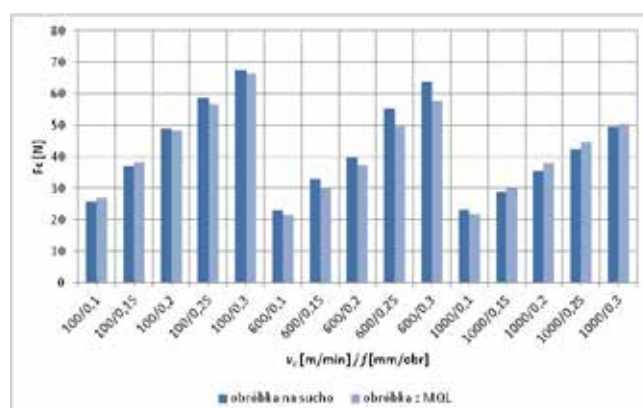
Toczenie przeprowadzono w warunkach obróbki na sucho i z minimalnym smarowaniem strefy skrawania. Do wytworzenia mgły olejowej wykorzystano urządzenie dozujące MiniBooster MB II HDC firmy Accu-Lube. Mgłę olejową podawano dwoma przewodami, na powierzchnię przyłożenia i natarcia narzędzia. Zastosowano olej LB 500 zalecany do obróbki aluminium, oparty na alkoholu tłuszczowym. Olej ten jest nietoksyczny i bezpieczny dla środowiska. Jego zaletą jest również fakt, że nie pozostawia na powierzchni obrobionej plam i osadów.

Siły skrawania mierzono za pomocą toru pomiarowego, w którego skład wchodziły: siłomierz piezoelektryczny 9257A firmy Kistler, wzmacniacz sygnałów elektrycznych typu 5011 oraz oscyloskop Digital Phosphor Oscilloscope TDS 5054B firmy Tektronix.

Wyniki badań

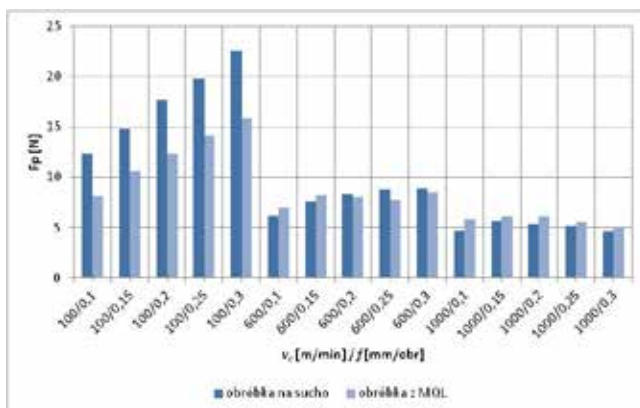
Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono wykresy pokazujące wpływ zastosowania minimalnego smarowania MQL na składowe F_c i F_p siły skrawania podczas toczenia wybranego stopu aluminium.

Analizując otrzymane wyniki, można zauważyć, że zastosowanie MQL nie wpływa w sposób znaczący na wartości składowej głównej siły skrawania w toczeniu aluminium, w porównaniu z obróbką na sucho (rys. 1). Największe zmniejszenie wartości tej składowej, dzięki zastosowaniu MQL, uzyskano podczas toczenia z prędkością skrawania $v_c = 600$ m/min. Przy posuwie $f = 0,25$ mm/obr otrzymano zmniejszenie wartości F_c z 55,2 N na 49,7 N, czyli około 10%. W pozostałych przypadkach różnice te są mniejsze, na korzyść MQL lub obróbki na sucho. Z otrzymanych wyników nie można stworzyć zależności pomiędzy wpływem MQL, a parametrami skrawania i wartością składowej F_c podczas toczenia stopu aluminium 2017A.



Rys. 1. Wpływ MQL na składową F_c całkowitej siły skrawania w toczeniu stopu aluminium 2017A

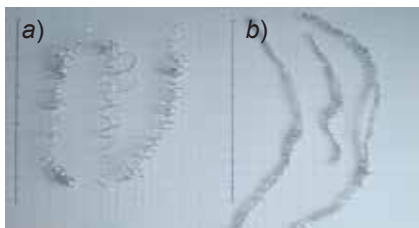
Znacznie większy wpływ zastosowania MQL zaobserwowano w przypadku składowej odporowej (rys. 2). Szczególnie duże różnice w pomiarach składowej F_p zanotowano podczas obróbki z małą prędkością skrawania $v_c=100$ m/min. Składowa odporowa przy każdym zastosowanym posuwie była około 1,5 razy większa podczas obróbki na sucho. Taki efekt można z pewnością tłumaczyć znacznym zmniejszeniem intensywności tworzenia się narostu, dzięki zastosowaniu minimalnego smarowania. Wraz ze wzrastającą prędkością skrawania pozytywny wpływ MQL zanikał. Przy największej stosowanej prędkości, otrzymano nawet zwiększenie składowej odporowej podczas toczenia ze smarowaniem. Zależności te, zarówno dla składowej F_c jak i F_p , są zbieżne z wynikami badań nad wpływem MQL na siły skrawania w toczeniu kompozytów aluminiowych [2]. Również w przypadku materiału wzmacnianego włóknami ceramicznymi smarowanie MQL zmniejsza wartość składowej F_p , nie wpływając znacząco na wartości składowej F_c .



Rys. 2. Wpływ MQL na składową F_p całkowitej siły skrawania w toczeniu stopu aluminium 2017A

Kolejnym etapem przeprowadzonych badań było określenie wpływu MQL na rodzaj wióra powstającego podczas toczenia wybranego stopu aluminium.

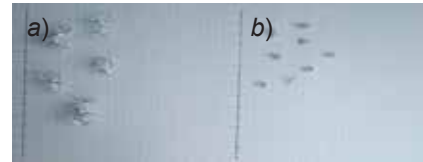
Oceniając zebrane wióry, zaobserwowano 4 charakterystyczne przypadki. Podczas obróbki stopu 2017A z prędkością skrawania $v_c=100$ m/min i posuwami $f=0,1-0,3$ mm/obr otrzymano zmianę kształtu wióra, dzięki zastosowaniu MQL, a dokładniej zmniejszenie jego promienia zwijania, przy zachowaniu podobnej długości wióra (rys. 3).



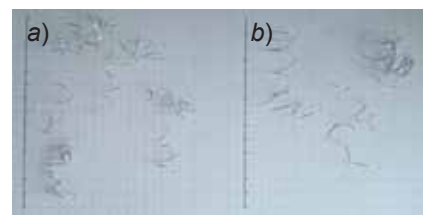
Rys. 3. Przykład wpływu MQL na promień zwijania wióra podczas toczenia stopu aluminium a) toczenie na sucho, b) toczenie z MQL

Zwiększając posuw do wartości 0,25 mm/obr, uzyskano jednocześnie zmniejszenie promienia zwijania wióra i nieznaczne jego skrócenie (rys. 4). Ponieważ przy zastosowaniu posuwu 0,3 mm/obr podczas obróbki na sucho otrzymano korzystne wióry krótkie, zastosowanie MQL nie wpłynęło na ich postać (również otrzymano wióry krótkie). W pozostałych przypadkach, gdy powstawały wióry krótkie podczas obróbki na sucho, również w toczeniu z MQL ich postać była korzystna (głównie wióry elementowe i rurowe otwarte krótkie – rys. 6). Niestety przy zastosowaniu pa-

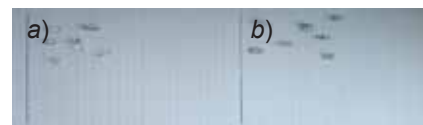
rametrów obróbki wykończeniowej zaobserwowano wióry długie, lub splecione, z dużym promieniem zwijania, zarówno podczas toczenia na sucho jak i ze smarowaniem (rys. 5). Warto zauważyć, że wpływ MQL na wióry podczas toczenia badanego materiału jest podobny do wpływu na składową odporową siły skrawania. Ponadto zmniejszenie pozytywnego wpływu MQL na postać wióra w toczeniu aluminium, wraz ze wzrostem prędkości skrawania, jest bardzo podobne jak w przypadku obróbki kompozytów aluminiowych [2].



Rys. 4. Przykład wpływu MQL na promień zwijania oraz długość wióra podczas toczenia stopu aluminium: a) toczenie na sucho, b) toczenie z MQL



Rys. 5. Przykład braku wpływu MQL na postać wióra w toczeniu stopu aluminium (otrzymano wióry długie): a) toczenie na sucho, b) toczenie z MQL



Rys. 6. Przykład braku wpływu MQL na postać wióra w toczeniu stopu aluminium (otrzymano wióry krótkie): a) toczenie na sucho, b) toczenie z MQL

Podsumowanie

Wyniki badań eksperymentalnych, toczenia stopu aluminium 2017A w warunkach obróbki na sucho i z minimalnym smarowaniem, pokazują, że zastosowanie mgły olejowej pozwala na znaczne zmniejszenie wartości składowej odporowej siły skrawania. Efekt ten widoczny jest szczególnie wtedy, gdy podczas obróbki na sucho pojawia się intensywny narost. Zastosowanie MQL nie wpływa znacząco na wartość składową głównej siły skrawania.

Dzięki zastosowaniu MQL możliwe jest, w ograniczonym zakresie, poprawienie postaci wióra, a w szczególności zmniejszenie jego promienia zwijania.

LITERATURA

1. Ekinovic S., Prcanovic H., Begovic E., „Investigation of influence of MQL machining parameters on cutting forces during MQL turning of carbon steel St52-3”. *Procedia Engineering*. Vol. 132 (2015): pp. 608+614.
2. Karolczak P., Kołodziej M., „Badania wpływu zastosowania minimalnego smarowania MQL na siły skrawania i postać wióra w obróbce kompozytów aluminiowych”. *Mechanik*. T. 8-9 (2014): s. 387+394.
3. Leppert T., „Badania wpływu chłodzenia i smarowania na siły skrawania podczas toczenia”. *Obróbka Skrawaniem. Innowacje*. Kraków 2008, s. 368+376.
4. Leppert T., „Siły skrawania podczas przecinania na sucho oraz z minimalnym chłodzeniem i smarowaniem (MQL)”. *Obróbka Skrawaniem. Zaawansowana Technika*. Bydgoszcz 2009, s. 147+154.
5. Rahim E.A., Ibrahim M.R., Rahim A.A., Aziz S., Mohid Z., „Experimental investigation of minimum quantity lubrication (MQL) as a sustainable, cooling technique”. *Procedia CIRP*. Vol. 26(2015): pp. 351+354.
6. Wang C., Li K., Chen M., Liu Z., „Evaluation of minimum quantity lubrication effects by cutting force signals in face milling of Inconel 182 overlays”. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 108 (2015): pp. 145+157. ■