

Możliwości zastosowania i analiza efektów przecinania wybranych materiałów metalicznych narzędziem strunowym

Applications and analysis of the cutting effects of certain metallic materials with abrasive diamond wire

BOŻENA CIAŁKOWSKA
MAGDALENA WIŚNIEWSKA*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.239

W artykule przedstawiono zagadnienia z zakresu obróbki ścierniej wybranych materiałów metalicznych. Zaprezentowano efekty badań dotyczących możliwości wdrożenia strun zbrojonych trwale w procesie przecinania stopów magnezu oraz duraluminium. Omówiono jakość powierzchni uzyskanych po cięciu struną zbrojoną trwale ziarnem diamentowym. **SŁOWA KLUCZOWE:** przecinanie strunowe, struna zbrojona trwale, stopy magnezu i aluminium

The article presents selected problems from an area of abrasive treatment of certain metallic materials. It presents the results of research on the possibilities of implementing abrasive wires in the process of cutting magnesium and aluminum alloy as well as results concerning surface quality obtained after cutting with the abrasive diamond wire.

KEYWORDS: wire cutting, abrasive diamond wire, magnesium and aluminum alloys

Wiele nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych dla różnych branż wymaga obecnie stosowania tzw. metali lekkich. W przemyśle maszynowym, transporcie (m.in. w lotnictwie i przemyśle motoryzacyjnym), budownictwie, branży AGD czy energetyce zauważalna jest tendencja do stosowania materiałów bardzo lekkich, a jednocześnie mających bardzo dobre właściwości mechaniczne. Z tego powodu stopy aluminium oraz magnezu zajmują dziś ważne miejsce w branży budowy maszyn. Rosnące zapotrzebowanie na elementy wytwarzane z tych materiałów determinuje potrzebę rozwijania i doskonalenia metod ich kształtowania.

Jedną z podstawowych operacji stosowanych w procesach technologicznych wytwarzania wyrobów jest przecinanie. W zależności od wymagań technologicznych oraz przeznaczenia kształtowanego elementu przecinanie może być pierwszą operacją poprzedzającą dalszą obróbkę albo pierwszą i ostatnią operacją (tzw. cięcie na gotowo) [2].

W wielu publikacjach można odnaleźć wytyczne dotyczące optymalnych materiałów narzędziowych do obróbki stopów aluminium i magnezu. Wśród nich często wymieniany jest diament. Dlaczego więc nie przecinać tych materiałów narzędziem strunowym [1, 4, 6]?

Stopy aluminium i magnezu

Aluminium jest trzecim najczęściej występującym w skorupie ziemskiej pierwiastkiem o dużym znaczeniu technicznym. Cechuje go: ekstremalna wytrzymałość, mała waga, odporność na korozję oraz zdolność do recyklingu [9]. Ten metal znajduje zastosowanie zarówno w postaci czystej, jak i w postaci stopów do przeróbki

plastycznej i stopów odlewniczych [6]. Stopy aluminium charakteryzują się bardzo dobrą wytrzymałością właściwą, czyli stosunkiem wytrzymałości na rozciąganie do gęstości [7]. Wykorzystuje się je w obciążonych elementach konstrukcji lotniczych, aparaturze chemicznej i morskiej, urządzeniach i opakowaniach używanych w przemyśle spożywczym oraz chemicznym [4].

Magnez jest z kolei jednym z najlżejszych metali. Czyści magnez cechują niskie właściwości wytrzymałościowe i plastyczne, które jednak można poprawić dzięki wprowadzeniu dodatków stopowych. Stopy magnezy odznaczają się wysoką wytrzymałością właściwą R_m (ok. 250 MPa), dużą sztywnością, zdolnością do tłumienia drgań i małym współczynnikiem tarcia oraz – podobnie jak aluminium – możliwością pełnego recyklingu [3, 6]. Stosuje się je w takich gałęziach przemysłu, jak: motoryzacja, budowa maszyn, lotnictwo, elektronika, produkcja sprzętu sportowego czy budownictwo [8].

Problematyka obróbki wybranych materiałów metalicznych

W zależności od gatunku i stanu utwardzenia stopy aluminium podczas obróbki zachowują się bardzo różnie. Na kontakt z narzędziem mogą reagować jak materiały kruche, ciągliwe lub twarde, co znacząco utrudnia obróbkę. Twardość obrabianego aluminium jest głównym wskaźnikiem doboru narzędzia. Niewłaściwa geometria cięcia może powodować zalepianie się narzędzia [9]. Na co zatem należy zwrócić uwagę podczas obróbki aluminium? W odróżnieniu od obróbki tradycyjnych wyrobów ze stali podczas szlifowania stopów aluminium należy stosować niewielką siłę nacisku. Tylko w ten sposób można zapobiec nadmiernemu nagrzewaniu się przedmiotu obrabianego i uzyskać dobrą jakość powierzchni [9].

W przeciwieństwie do stopów aluminium stopy magnezu odznaczają się bardzo dobrą skrawalnością i wykazują mały opór właściwy skrawania. Ich obróbka nie wymaga użycia dużej siły (nie tępią narzędzi), co pozwala na stosowanie dużych prędkości skrawania [5]. Co więc decyduje o utrudnionej obróbce magnezu? Otóż duża łatwopalność wiórów i pyłów, a dodatkowo reaktywność z wodą, co prowadzi do powstawania wodorotlenku magnezu i wodoru [4, 5]. Podstawowym problemem w obróbce ścierniej stopów magnezu jest zalepianie przestrzeni międzyziarnowej narzędzi, skutkujące wzrostem sił skrawania i temperatury [5].

Metodyka i warunki badań

Badaniom poddano odlewniczy stop magnezu AZ 91 oraz stop aluminium z miedzią, potocznie nazywany duraluminium. Wybrane właściwości tych materiałów

* Dr hab. inż. Bożena Ciałkowska prof. nadzw. PWr (bozena.cialkowska@pwr.edu.pl, dr inż. Magdalena Wiśniewska (m.wisniewska@pwr.edu.pl) – Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej

przedstawiono w tablicy. Cięcie prowadzono dla trzech wartości prędkości $v_c = 5, 10$ i 15 m/s oraz trzech wartości siły docisku materiału do struny $F_d = 3,95; 4,5$ i $5,65$ N. Siła naciągu struny była stała i wynosiła 145 N. Przecinanie realizowano na przecinarku strunowej PS-4 (rys. 1) z zastosowaniem strun zbrojonych trwale ziarnem diamentowym (rys. 3a), produkcji niemieckiej firmy HK Prasizonstechnik.

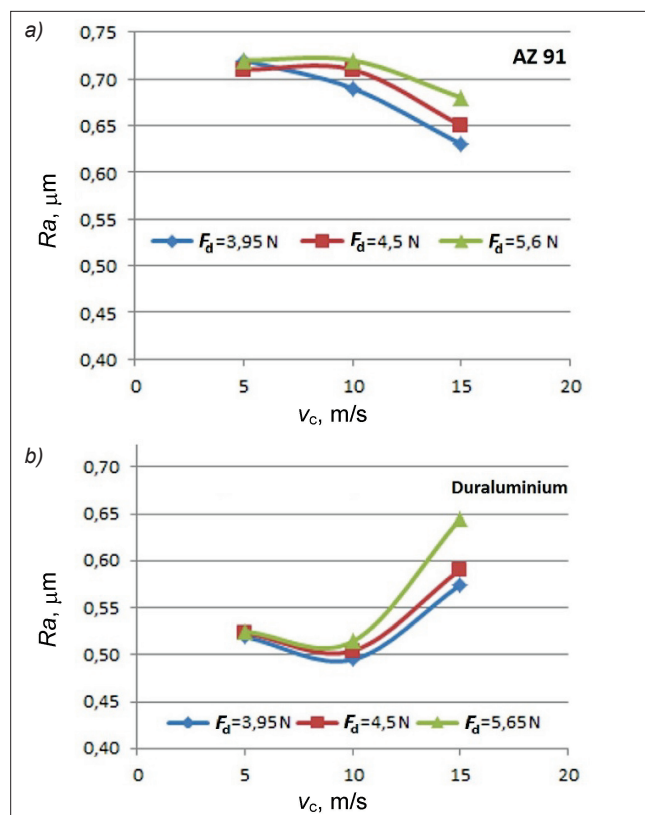
TABLICA. Wybrane właściwości materiałów do badań [7, 8]

Materiał	Gęstość, g/cm ³	Wytrzymałość na rozciąganie R_m , MPa	Nominalna wartość granicy plastyczności R_e , MPa	Wydłużenie A_5 , %	Twardość Brinella, HB
Dural	2,8	370÷390	140÷260	7÷12	108
AZ91	1,81	200÷260	140÷170	1÷6	65÷85



Rys. 1. Widok ogólny przecinarki strunowej PS-4

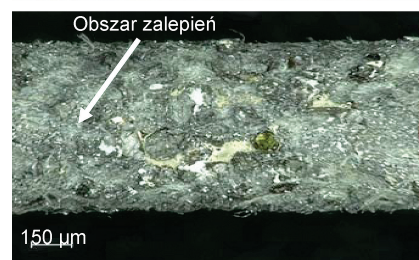
Analiza wyników dotyczących jakości powierzchni po cięciu pozwala stwierdzić, że materiały wybrane do badań zachowują się w nieco odmienny sposób mimo tych samych warunków realizacji procesu. W przypadku stopu AZ 91 zwiększanie prędkości przecinania v_c oraz posuwu nie zmienia istotnie chropowatości powierzchni (rys. 2a),



Rys. 2. Wpływ parametrów cięcia na jakość powierzchni: a) stopu AZ 91, b) duraluminium

podczas gdy w przypadku duraluminium przy prędkości cięcia $v_c = 15$ m/s współczynnik chropowatości powierzchni R_a zaczyna rosnąć (rys. 2b). Przy tej prędkości znaczenia nabiera również wartość siły docisku materiału do struny F_d .

Podczas cięcia duraluminium intensywnie się nagrzewało i silnie zalepiało czynną powierzchnię struny (rys. 3c). Wzrost temperatury stopu AZ 91 był natomiast nieznaczny, materiał ten nie powodował też istotnego dla realizacji procesu zalepiania przestrzeni międzymiędzy (rys. 3b).



Rys. 3. Zdjęcia mikroskopowe czynnej powierzchni struny: a) nowej, b) po cięciu AZ 91, c) po cięciu duraluminium

Podsumowanie

Przeprowadzone badania umożliwiły sprawdzenie przydatności narzędzi strunowych w procesie kształtowania powierzchni wybranych stopów magnezu oraz aluminium. Wyniki badań potwierdziły, że struny zbrojone trwale nadają się zwłaszcza do cięcia stopów magnezu. Struny te nie są zalecane do obróbki duraluminium ze względu na bardzo intensywne zalepianie czynnej powierzchni narzędzia.

LITERATURA

1. Burek J., Płodzień M. „Wysoko wydajna obróbka części ze stopów aluminium o złożonych kształtach”. *Mechanik*. Nr 7 (2012).
2. Ciałkowska B. „Cięcie struną zbrojoną materiałów trudnoobrabialnych”. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008.
3. Gołąbczak A. i in. „Ocena morfologii i struktury geometrycznej powierzchni stopu magnezu po obróbce ścierną”. *Mechanik*. Nr 8/9 (2015).
4. Kuczmazewski J. „Efektywność wytwarzania elementów lotniczych ze stopów aluminium i magnezu”. W: „Komputerowo zintegrowane zarządzanie” pod red. R. Knosali. Opole, 2011.
5. Ocoś K.E. „Kształtowanie metali lekkich”. Warszawa: PWN 2012
6. „Obróbka skrawaniem stopów aluminium i magnezu”. W: „Monografie – Politechnika Lubelska” pod red. J. Kuczmazewskiego i K. Zaleskiego. Lublin, 2015.
7. demet.pl (dostęp: 17.05.2016 r.).
8. www.polmag.pl (dostęp: 17.05.2016 r.).
9. Katalog firmy PFERD – Narzędzia do obróbki aluminium. www.pferd.com (dostęp: 19.05.2016).