

Analiza wpływu warunków szczotkowania na stan warstwy wierzchniej otworów wykonanych w stopach magnezu

Analysis of the brushing conditions on the state of the surface layer of the holes made in magnesium alloys

MACIEJ KOWALSKI
MAREK KOŁODZIEJ *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.400

Prezentowano zagadnienia dotyczące obróbki stopów lekkich z użyciem szczotek wykonanych z włókien ceramicznych. Badaniom został poddany odlewniczy stop magnezu AM60. Zaprezentowano wpływ warunków obróbki na strukturę geometryczną powierzchni generowanej podczas szczotkowania powierzchni otworów, które uprzednio wiercono wiertłami ze stali szybkoobrotowej i z węgla spiekane.

SŁOWA KLUCZOWE: chropowatość, magnez, szczotkowanie, warstwa wierzchnia

The article presents problems concerning the machining of light alloys using brushes made of ceramic fiber. The casting magnesium alloy AM60 was studied. Presents the influence of machining conditions on the surface geometrical structure generated during brushing the surface of the holes that were previously drilled with high speed steel and carbide drills.

KEYWORDS: roughness, magnesium, brushing, surface layer

Szybki rozwój środków transportu koncentruje się na wprowadzaniu coraz nowocześniejszych materiałów konstrukcyjnych. Poszukiwania nowych materiałów prowadzone są w celu obniżenia masy produktów przy jednoczesnym utrzymaniu ich bardzo dobrych właściwości wytrzymałościowych. Redukcja masy produkowanych wyrobów jest warunkiem niezbędnym do uzyskania zmniejszenia zużycia paliwa oraz emisji spalin nowoczesnych samolotów czy samochodów. Można ją uzyskać przez uszczuplenie konstrukcji w miejscach, w których jest to możliwe, lub przez zastosowanie metali lekkich o gęstości niższej niż $4,5 \text{ g/cm}^3$. Warunek ten spełniają stopy tytanu, berylu oraz magnezu.

Udział magnezu oraz jego stopów jako materiałów konstrukcyjnych w ostatnim czasie wzrasta bardzo gwałtownie. Decydujący wpływ na to ma nieduży ciężar właściwy stopów magnezu oraz stosunkowo niewielka cena w porównaniu z innymi surowcami. Dzięki ciągle trwającym badaniom nad rozwojem stopów magnezu oraz rozszerzaniu efektywności ich przetwarzania uzyskano poprawę ich właściwości technicznych, takich jak granica plastyczności czy też odporność na korozję. Dobra skrawalność magnezu i jego stopów, niewielkie siły skrawania występujące w trakcie obróbki, możliwość zastosowania dużych głębokości skrawania, prędkości skrawania czy posuwu oraz zauważalne na przestrzeni ostatnich lat zmiany w relacjach cenowych produktów wykonanych z magnezu – w porównaniu z kon-

kurencyjnymi wyrobami np. aluminiowymi, powodują, że materiały te są coraz częściej wybierane do zastosowań w przemyśle samochodowym, lotniczym, zbrojeniowym, elektronicznym oraz w medycynie [2÷4, 6].

Metodyka badań

Badania zostały przeprowadzone na odlewniczym stopie magnezu AM60 (inne oznaczenie: EN-McMgAl6Mn). Stop ten charakteryzuje się dobrą wytrzymałością, zwiększoną elastycznością przy zachowaniu dobrej lejułości, a co za tym idzie, znacznym wydłużeniem, wysoką odpornością antykorozyjną oraz możliwością obróbki na zimno. Ten stopu jest szczególnie popularny w przemyśle motoryzacyjnym [1, 5].

Do badań wpływu szczotkowania na chropowatość otworów użyto próbki o kształcie prostopadłościanu o wymiarach $115 \times 75 \times 16 \text{ mm}$. W próbce wykonane zostały otwory przelotowe o średnicy $9,5 \text{ mm}$. Otwory te wiercono za pomocą dwóch niepowlekanych wiertel: ze stali szybkoobrotowej Baildon profi NWMc oraz z węgla spiekane VDS202A09500 WU25PD firmy WIDIA. Każdym wiertłem wykonano łącznie 18 otworów. Wiercenie przeprowadzono dla prędkości obrotowych narzędzia $n = 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000 \text{ obr/min}$. Dla każdej z podanych prędkości obrotowych zastosowano trzy różne posuw narzędzia $f = 0,075; 0,112; 0,17 \text{ mm/obr}$. Dla tak wykonanych otworów przeprowadzono proces szczotkowania szczotką z włóknem ceramicznym firmy Xebec o oznaczeniu CH-A-12-5L. Szczotkowanie prowadzono dla prędkości obrotowej narzędzia 8000 obr/min . Wybrane do badań narzędzie przeznaczone jest do obróbki otworów o średnicy $8\div 10 \text{ mm}$ wykonanych w stopach lekkich. Proces szczotkowania prowadzono w trzech przejściach narzędzia. Po każdym przejściu proces przerywano i mierzono chropowatość otworów.

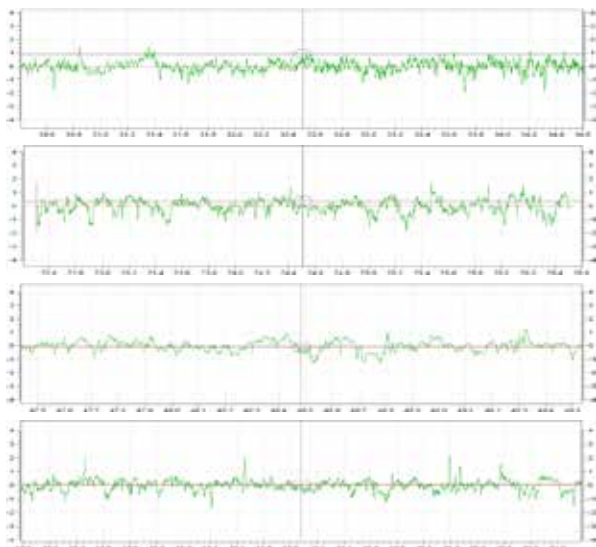
Pomiary chropowatości prowadzono na profilografometrze FORM TALYSURF 120L firmy TAYLOR HOBSON. Zastosowano odcinek pomiarowy wynoszący 12 mm . Każdą z powierzchni mierzono trzy razy co 120° . Filtrację profilu surowego wykonano filtrem Gaussa $\lambda c = 0,8 \text{ mm}$. Pomiar wykonano igłą pomiarową stożkową o kącie rozwarcia 90° i promieniu zaokrąglenia wierzchołka $2 \mu\text{m}$.

Wyniki badań

W wyniku przeprowadzonych pomiarów otrzymano profile chropowatości 2D (rys. 1). Stan powierzchni dokumentowano również poprzez wykonanie zdjęć porównawczych powierzchni otworów przed szczotkowaniem i po szczotkowaniu (rys. 2). Ze względu na dużą liczbę pomiarów w pracy zamieszczono jedynie przykłady otrzymanych wyników.

* Dr inż. Maciej Kowalski (maciej.kowalski@pwr.edu.pl), dr inż. Marek Kołodziej (marek.kolodziej@pwr.edu.pl) – Katedra Obrabiarek i Technologii Mechanicznych Politechniki Wrocławskiej

Rozpatrując wyniki uzyskane dla powierzchni otworów wykonanych wiertłem węglkowym (rys. 3 – górny), należy stwierdzić, że największą poprawę chropowatości powierzchni opisanej parametrem R_a otrzymano po pierwszym przejściu szczotki. Obliczono, że średni spadek R_a od wartości wyjściowej w tym przejściu zawiera się w przedziale od 0,052 do 0,188 μm . Odpowiednio dla drugiego przejścia waha się on w granicach od 0,014 do 0,091 μm , a dla trzeciego – od 0,006 do 0,073 μm . Świadczyć to może o zmniejszeniu ilości zbieranego materiału podczas kolejnych przejść szczotki ceramicznej, a obróbka traci na swojej „agresywności”.



Rys. 1. Przykładowe profile chropowatości po wierceniu i trzech etapach szczotkowania: $f = 0,17 \text{ mm/obr}$ i $n = 355 \text{ obr/min}$ – od góry: wiercenie wiertłem węglkowym, szczotkowanie po wiertle węglkowym, etapy I, II i III



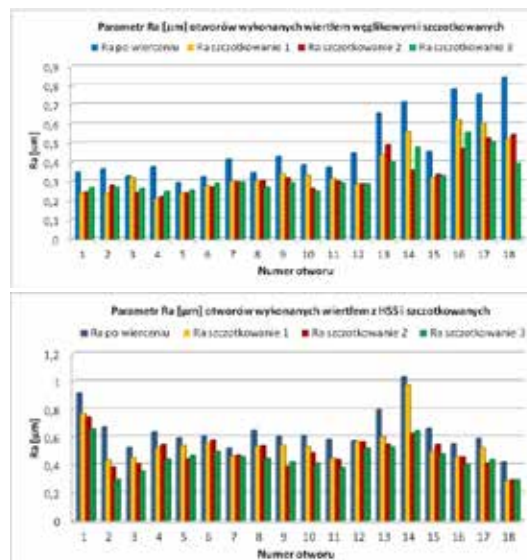
Rys. 2. Powierzchnie wybranych otworów (od góry): przed szczotkowaniem i po szczotkowaniu

Najwyższe wartości parametru R_a zmierzono dla otworów oznaczonych: 13, 14, 16, 17 i 18. Otwory te były wiercone z największymi przyjętymi prędkościami obrotowymi narzędzia $n = 1400$ i 2000 obr/min . Dla tak wierconych otworów uzyskano największe spadki chropowatości powierzchni po kolejnych przejściach szczotki ceramicznej. Jednak pomimo zastosowania trzech przejść szczotki nie udało się obniżyć chropowatości mierzonych elementów do poziomów, jakie osiągnano już po wierceniu w przypadku przyjęcia znacznie niższych prędkości obrotowych wiertła.

Otrzymane wartości parametru chropowatości R_a po wierceniu wiertłem ze stali HSS przedstawiono na rys. 3 (dolnym). Również w tym przypadku można stwierdzić, że w trakcie pierwszego przejścia szczotki uzyskiwano największą poprawę stanu struktury geometrycznej powierzchni badanych otworów. Po pierwszym przejściu szczotki średni spadek wartości R_a od wartości wyjściowej zawiera się w przedziale od 0,045 do 0,164 μm . Po kolejnych przejściach zmiany te wynoszą średnio 0,059 μm i 0,051 μm .

Po trzecim, ostatnim przejściu szczotki można zauważyć w niektórych otworach niewielki wzrost parametru R_a w stosunku do przejścia poprzedniego. Dzieje się tak zarówno dla otworów wykonanych wiertłem węglkowym,

jak i wiertłem ze stali HSS. Może to być spowodowane stopniowym zużywaniem się narzędzia i utratą jego właściwości skrawnych. Dla badanego materiału wystarczające wydaje się wykonanie dwóch przejść szczotkujących, dla których zauważalne jest ścinanie wierzchołków nierówności. Kontynuowanie szczotkowania powoduje, że narzędzie osiągnąwszy minimum możliwych do uzyskania mikro nierówności samo generuje na powierzchni specyficzne ślady w postaci rys i bruzd, które wpływają niekorzystnie na otrzymywaną chropowatość powierzchni (rys. 1).



Rys. 3. Wartości parametru R_a dla otworów szczotkowanych: wykonanych wiertłem węglkowym (rysunek górny) i wykonanych wiertłem ze stali szybokotnącej (rysunek dolny)

Podsumowanie

Analiza profili chropowatości zmierzonych po wierceniu i szczotkowaniu powierzchni pozwala stwierdzić, że nawet jedno przejście robocze narzędzia szczotkującego powoduje zmiany rodzaju ukształtowania struktury geometrycznej powierzchni otrzymanego otworu. Zauważalne są zmiany śladów pochodzących od ostrza o zdefiniowanej geometrii na takie, jakie charakterystyczne są dla obróbki ściernej (np. szlifowania), co pokazano na przykładowych profilach chropowatości (rys. 1) oraz na zdjęciach badanych otworów (rys. 2). Stwierdzić również należy, że zastosowanie szczotkowania pozwala na poprawienie chropowatości powierzchni wyjściowej, jaką otrzymano po wierceniu – w dość ograniczonym zakresie. Wydaje się więc konieczne stosowanie takich warunków skrawania, które pozwolą na jak najlepsze przygotowanie powierzchni do szczotkowania już na etapie obróbki zgrubnej (wiercenia).

LITERATURA

1. Dziadoń A. „Magnez i jego stopy”. Wyd. PŚw, Kielce 2012.
2. Gziut O., Kuczmaszewski J., Zagórski I. „Surface quality assessment following high performance cutting of magnesium alloys”. *Management and Production Engineering Review*. Vol. 6, Issue 1, 2015: pp. 4-9.
3. Kowalski M., Karolczak P. „Analiza wpływu warunków toczenia wzdłużnego na chropowatość powierzchni i postać wiorów stopu magnezu AM60”. *Mechanik*, 2015, 88(8-9): pp. 632-640.
4. Lu L., Hu S., Liu L., Yin Z. „High speed cutting of AZ31 magnesium alloys”. (2016) *Journal of Magnesium and Alloys*. Vol. 4 (2), pp. 128-134.
5. Oczko K.E., Kawalec A. „Kształtowanie metali lekkich”. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
6. Sunil B., Ganesh K., Pavan P., Vadapalli G., Swarnalatha Ch., Swapna P., Bindukumar P., Pradeep K. „Effect of aluminium content on machining characteristics of AZ magnesium alloys during drilling”. (2016) *Journal of Magnesium and Alloys*. Vol. 4 (1): pp. 15-21.