

Analiza wpływu warunków toczenia wzdłużnego na chropowatość powierzchni i kształt wiórów miedzi tlenowej Cu-ETP

The analysis of influence of Cu-ETP copper longitudinal turning conditions on surface roughness and chip form

PAWEŁ KAROLCZAK
MACIEJ KOWALSKI
MATEUSZ PUDŁOWSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.425

Przedstawiono zagadnienia dotyczące obróbki wiórowej miedzi. Badaniom została poddana miedź katodowa Cu-ETP. Zaprezentowano wpływ parametrów skrawania oraz rodzaju płytki skrawającej na chropowatość powierzchni i odmianę wióra powstającego podczas toczenia wzdłużnego.

SŁOWA KLUCZOWE: chropowatość, wiór, miedź, warstwa wierzchnia

This article presents issues concerning copper alloy machining. Copper alloy Cu-ETP was studied. This article presents the influence of cutting parameters and the type of cutting insert on surface roughness and chip variation after longitudinal turning.

KEYWORDS: roughness, chip, copper, surface layer

Specyficzne właściwości miedzi i jej stopów, a zwłaszcza dobra przewodność cieplna i elektryczna, powodują, że materiały te są w wielu dziedzinach niezastąpione. Tę grupę materiałów uznaje się za dobrze skrawalne. Jednak w przypadku odpowiedzialnych urządzeń i wysokich wymagań jakościowych dotyczących warstwy wierzchniej pojawiają się pewne problemy w obróbce miedzi. Dotyczy to naprężeń w warstwie wierzchniej i zmian jej struktury, co przekłada się bezpośrednio na przewodnictwo elektryczne [1, 5]. W efektywnym wytwarzaniu elementów z miedzi problemem są niekorzystne wióry [3]. Dlatego też poszukiwane są sposoby zwiększenia wydajności i jakości obróbki miedzi i jej stopów, np. poprzez zastosowanie minimalnego smarowania strefy skrawania [4].

Metodyka badań

Badania zostały przeprowadzone na miedzi katodowej Cu-ETP. Jest to materiał szeroko stosowany w przemyśle elektrycznym, motoryzacyjnym, kolejowym, AGD oraz spawalniczym. Charakteryzuje się bardzo dobrym przewodnictwem cieplnym i elektrycznym, wysoką odpornością na korozję, dobrą wytrzymałością i odpornością zmęczeniową [2]. Skład chemiczny miedzi Cu-ETP został przedstawiony w tablicy 1.

Materiałem do badań były próbki z pręta o średnicy $\varnothing 18$ mm i długości 230 mm. Badania były prowadzone na tokarce ze sterowaniem numerycznym CNC TUR 560 MN. Toczenie przeprowadzono dla prędkości skrawania $v_c = 60; 100; 140$ m/min, przy posuwach $f = 0,05; 0,08; 0,13; 0,2; 0,3$ mm/obr oraz głębokości skrawania $a_p = 0,5$ mm.

* Dr inż. Paweł Karolczak (pawel.karolczak@pwr.edu.pl), dr inż. Maciej Kowalski (maciej.kowalski@pwr.edu.pl), mgr inż. Mateusz Pudłowski (mateuszpudlowski@gmail.com) – Katedra Obrabiarek i Technologii Mechanicznych Politechniki Wrocławskiej

TABLICA. Skład chemiczny miedzi katodowej Cu-ETP (% wagowe) [6]

Cu	Bi	O	Pb
> 99,9	< 0,0005	< 0,04	< 0,005

Do badań użyto trzech płytek rombów o dodatniej geometrii (kąt przyłożenia 7°), wykonanych z węglików spiekanych: NK10A (płytką VCGT160404FN-AP), H10 (płytką VCGX160404-AL.) oraz IC20 (płytką VCGT160404-AS) (rys. 1.). Wszystkie płytki przeznaczone są do obróbki materiałów należących do grupy ISO N. Płytki zamocowane były w oprawce SVJCR 1616K10 o kącie przystawienia 93° (rys. 2).



Rys. 1. Płytki rombów (od lewej): VCGT160404FN-AP, VCGX-160404-AL, VCGT160404-AS



Rys. 2. Oprawka SVJCR 1616K10

W trakcie prób zebrano wióry celem oceny ich postaci. Po przeprowadzeniu toczenia wykonano pomiary chropowatości na profilografometrze FORM TALYSURF 120L firmy TAYLOR HOBSON. Zastosowano odcinek pomiarowy wynoszący 8 mm. Każdą z badanych powierzchni mierzono 3 razy, obracając próbkę o 120° . Filtrację profilu surowego wykonano filtrem Gaussa $\lambda_c = 0,8$ mm. Do dalszej analizy wytypowano parametry wysokościowe R_a i R_z .

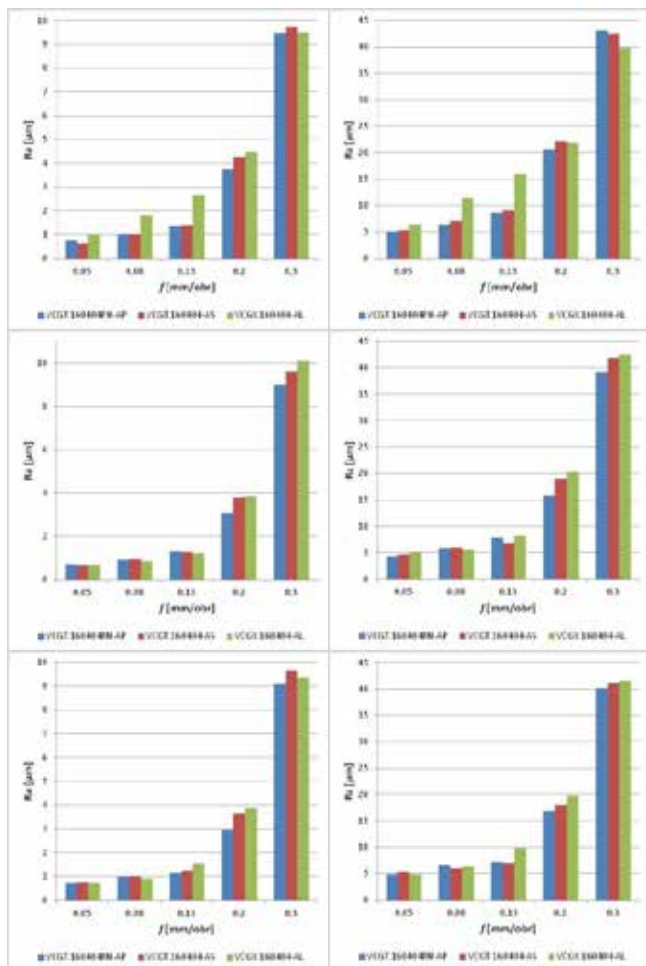
Wyniki badań

Na rys. 3 przedstawiono wpływ posuwu f na uzyskane wartości chropowatości powierzchni opisane parametrami R_a i R_z .

Analizując zaprezentowane wykresy, można zauważyć, że dla całego zakresu badanych prędkości skrawania jej wpływ na uzyskane wartości chropowatości powierzchni jest niewielki. W przypadku zmiany posuwu można natomiast zauważyć oczekiwany wzrost wartości parametrów R_a i R_z . Wart odnotowania jest również fakt, że w znacznej większości zakresu stosowanych parametrów technologicznych uzyskane wartości parametrów R_a i R_z są dla wszystkich badanych płytek bardzo zbliżone. Jedynie w przypadku toczenia wzdłużnego z prędkością skrawania $v_c = 60$ m/min oraz posuwami $f = 0,05; 0,08$ oraz $0,13$ mm/obr zaobserwowano znacznie wyższą chropowatość powierzchni po toczeniu płytką VCGX160404-AL. Różnice te

w porównaniu z toczeniem pozostałymi płytkami wynoszą od 24 do 95%.

Najmniejszą wartość parametru R_a na badanych próbkach, wynoszącą $0,63 \mu\text{m}$, uzyskano podczas toczenia płytką VCGT 160404-AS z parametrami skrawania $v_c = 60 \text{ m/min}$ i $f = 0,05 \text{ mm/obr.}$ Parametr R_z osiągał minimalne wartości w trakcie obróbki z prędkością skrawania $v_c = 100 \text{ m/min}$ i posuwem $f = 0,05 \text{ mm/obr}$ płytką VCGT 160404FN-AP – wyniósł $4,33 \mu\text{m}$.



Rys. 3. Wartość parametrów R_a i R_z w funkcji posuwu f (od góry: $v_c = 60; 100; 140 \text{ m/min}$)

Kolejnym etapem przeprowadzonych badań było określenie wpływu rodzaju ostrza skrawającego oraz parametrów technologicznych na rodzaj wióra powstającego podczas toczenia wzdłużnego.

Każda z zastosowanych płytek charakteryzowała się innym łamaczem wióra. Ponadto płytki VCGT160404FN-AP i VCGT160404-AS miały wypolerowaną powierzchnię natarcia, co znacząco zmniejsza współczynnik tarcia pomiędzy tworzącym się wiórem a płytką skrawającą. Na rys. 4-6 przedstawiono wybrane przykłady wiórów, jakie uzyskano podczas toczenia wzdłużnego badanego materiału.

Badania pokazały, że dominującymi rodzajami wiórów powstającymi podczas toczenia miedzi Cu-ETP, bez względu na rodzaj zastosowanego narzędzia, są niekorzystne wióry wstęgowe splecione oraz wióry śrubowe otwarte długie, których długość dochodziła do 270 mm. Jedynie w nielicznych przypadkach otrzymano korzystne wióry elementowe (rys. 6) lub śrubowe otwarte (rys. 4). Nie zauważono jednak wyraźnej zależności pomiędzy warunkami skrawania a rodzajem powstających wiórów. Nie stwierdzono również różnic pomiędzy efektywnością działania zastosowanych łamaczy wióra.

Zauważono natomiast, że w przypadku toczenia płytkami o wypolerowanej powierzchni natarcia (VCGT160404FN-AP i VCGT160404-AS) powstające wióry charakteryzowały się ostrymi krawędziami, w przeciwieństwie do wiórów powstających po obróbce płytkami VCGT160404-AL, które miały charakterystyczne „piłkowane” krawędzie.



Rys. 4. Wióry uzyskane podczas toczenia płytką VCGT160404FN-AP, $v_c = 100 \text{ m/min}$; kolejno: $f = 0,05; 0,08, 0,13; 0,2; 0,3 \text{ mm/obr}$



Rys. 5. Wióry uzyskane podczas toczenia płytką VCGX160404-AL, $v_c = 100 \text{ m/min}$; kolejno: $f = 0,05; 0,08, 0,13; 0,2; 0,3 \text{ mm/obr}$



Rys. 6. Wióry uzyskane podczas toczenia płytką VCGT160404-AS, $v_c = 100 \text{ m/min}$; kolejno: $f = 0,05; 0,08, 0,13; 0,2; 0,3 \text{ mm/obr}$

Podsumowanie

Analiza porównawcza parametrów chropowatości dla badanych płytek jedynie w wąskim przedziale wykazała wyższość ostrzy z wypolerowaną powierzchnią natarcia. W pozostałych przypadkach chropowatość powierzchni jest niemalże identyczna dla wszystkich płytek skrawających. Rodzaj zastosowanego łamacza wióra nie miał wpływu na postać powstających wiórów, dla których otrzymano niekorzystne kształty. Wypolerowanie powierzchni natarcia płytki wpływa natomiast na krawędź powstających wiórów.

LITERATURA

- Denguir L., Outeiro J., Fromentin G., Vignal V., Besnard R., „Influence of cutting process mechanics on surface integrity and electromechanical behavior of OFHC copper”. *Procedia CIRP*. Vol. 13(2014): pp. 186÷191.
- Dobrzański L.A. „Podstawy nauki o materiałach i materiałoznawstwo”. Gliwice–Warszawa, WNT: 2002.
- Gaitonde V.N., Karnik S.R., Faustino M., Paulo Davim J. „Machinability analysis in turning tungsten-copper composite for application in EDM electrodes”. *Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials*. Vol. 28 (2010): pp. 221÷227.
- Karolczak P., Waszczuk K. „Ocena możliwości zastosowania minimalnego smarowania MQL w obróbce wybranego stopu miedzi”. *Mechanik*. Nr 8–9 (2015): s. 186÷194.
- Liu R., Salahshoor M., Melkote S.N., Marusich T. “A unified material model including dislocation drag and its application to simulation of orthogonal cutting of OFHC copper”. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 216 (2015): p 328÷338.
- PN EN 1976:2001, Miedź i stopy miedzi – wyroby odlewane z miedzi nie przerobione plastycznie.