

Badanie wpływu geometrii przedmiotów obrabianych na efekty obróbki luźnym ścierniwem

Study of the effect of geometry workpieces on the effects of loose abrasive processing

DAMIAN BAŃKOWSKI
SŁAWOMIR SPADŁO*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.295

Przedstawiono wyniki badań dotyczących zastosowania obróbki wibrościerniej do usuwania zadziorów, zaokrąglania krawędzi oraz wygładzania powierzchni wałków wykonanych ze stopu aluminium EN AW-2017A. Określono zależność ubytku masowego od czasu obróbki. W celu oceny efektów obróbki dokonano pomiarów struktury geometrycznej powierzchni.

SŁOWA KLUCZOWE: obróbka wykończeniowa, wygładzanie powierzchni, obróbka wibrościerna, usuwanie zadziorów, zaokrąglanie krawędzi

The article presents the results of the use of vibro-abrasive machining for deburring, edge rounding and smoothing the surface of the sleeve of aluminum alloy EN AW-2017. Analyzed the relation between the mass loss of the duration of the treatment. In order to evaluate the effects of processing measurements have been performed the geometrical surface structure. KEYWORDS: finishing, vibro-abrasive, surface smoothing, deburring, edge rounding

Precyzyjną obróbkę ścierną przeprowadza się na coraz dokładniejszych obrabiarkach i z zastosowaniem najwyższej jakości narzędzi [1]. Relatywnie wysokie koszty procesów wygładzania ograniczają stosowanie precyzyjnej obróbki ścierniej do przypadków, gdy ze względu na zakładaną trwałość eksploatacyjną części wymagana jest wysoka dokładność wymiarowo-kształtowa i jakość warstwy wierzchniej.

Obróbka ubytkowa w zakresie nadawania kształtów geometrycznych przez skrawanie materiału to dominujący sposób kształtowania części maszyn, które muszą spełniać wysokie wymagania dotyczące jakości. Jednocześnie ważne są czynniki ekonomiczne, tak aby proces odbywał się przy jak najmniejszym nakładzie pracy maszyn i udziale obróbki ręcznej, a więc z oszczędnością czasu i kosztów [2].

Niepożądanym zjawiskiem występującym na końcowym etapie obróbki skrawaniem, tj. przy wyjściu narzędzia z obszaru obróbki, jest powstawanie zadziorów jako efektów odkształceń sprężysto-plastycznych [3, 4]. Zadziory powinny być usuwane nie tylko ze względu na walory estetyczne, lecz także dokładność wymiarową wykonywanych części, co wynika z konieczności dopasowania elementów współpracujących [3, 5].

Wygładzanie wibrościernie

Obróbka wibrościerna najczęściej jest rozumiana jako proces obróbki wykończeniowej powierzchni, którego podstawą jest oddziaływanie ścierno-chemiczne [1, 6]. Proces ten przebiega w wyniku oddziaływań kształtek ściernych na przedmioty obrabiane w pojemniku pobu-

dzonym do drgań. Ruchy planetarne i wibracyjne powodują przemieszczanie się materiału ściernego oraz przedmiotów obrabianych, umieszczonych swobodnie w pojemniku roboczym maszyny. Prowadzi to do wzajemnego oddziaływania na siebie elementów stanowiących wsad oraz ściernie obrabianych powierzchni [7]. Relatywnie szeroki zakres zastosowania obróbki wibrościerniej wynika z możliwości wykorzystywania mediów obróbkowych stanowiących aktywną część wsadu oraz z prostoty tej metody. Najważniejszymi czynnikami tego procesu są: media obróbkowe w postaci odpowiednio dobranych kształtek ściernych (polerujących lub umacniających), płyny wspomagające bądź pasty ściernie oraz same przedmioty poddawane obróbce wykończeniowej. Jedną z jego najistotniejszych zalet jest możliwość obróbki drobnych przedmiotów, również o skomplikowanych kształtach [8], które w wielu przypadkach wymagają znaczących nakładów pracy ręcznej. W skali przemysłowej obróbka wibrościerna jest stosowana jako obróbka wykończeniowa, mająca na celu m.in. usunięcie zadziorów z krawędzi lub wygładzenie powierzchni aż do uzyskania efektu wybliszczenia [9]. W procesie obróbki wibrościerniej można również usuwać warstwy tlenkowe (np. po obróbce termicznej), powłoki malarskie, powłoki galwaniczne itp.

Doboru kształtek ściernych należy dokonywać indywidualnie, w zależności od: rodzaju materiału, wymiarów przedmiotu i kształtu powierzchni obrabianej oraz oczekiwanego efektu końcowego obróbki. Zalecane rodzaje kształtek w zależności od rodzaju obrabianego materiału są następujące [7]:

- złoto, srebro – kształtki ściernie żywiczne, kształtki porcelanowe,
- aluminium, ZnAl, mosiądz, cynk, magnez – kształtki ściernie żywiczne, kształtki ściernie ceramiczne, kształtki polerskie porcelanowe,
- tworzywa sztuczne – kształtki żywiczne, kształtki drewniane,
- drewno – kształtki Quatrofinisch,
- stal, stal nierdzewna, stal kwasoodporna – kształtki żywiczne, kształtki ceramiczne, kształtki porcelanowe, wsad polerski ze stali nierdzewnej.

Metodyka badań

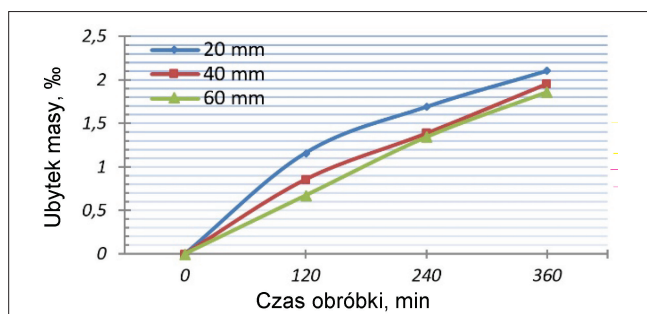
W badaniach wykorzystano urządzenie do obróbki wibrościerniej Rollwasch SMR-D25. Część aktywną wsadu stanowiły kształtki ściernie PB 14 KT o spoiwie poliestrowym w ilości 15 kg. Ze względu na duże zdolności skrawne te kształtki są przeznaczone do gratowania. Dodatkowo jako czynnik wspomagający polerowanie i rozjaśnianie aluminium zastosowano płyn z serii ME L100 A22/NF (oznaczenie producenta). Badania przeprowadzono przy częstotliwości drgań pojemnika 2500 Hz. Parametrami wejściowymi były: czas obróbki (odpowiednio 120, 240 i 360 min) oraz relacje wymiarowe badanych próbek (sto-

* Mgr inż. Damian Bańkowski (dbankowski@tu.kielce.pl), dr hab. inż. Sławomir Spadło prof. PŚK (sspadlo@tu.kielce.pl) – Politechnika Świętokrzyska

sunek długości do średnicy – krotność próbki). Z uwagi na występującą zależność oddziaływań mechanicznych w trakcie obróbki od masy oraz masowych momentów bezwładności elementów obrabianych badania przeprowadzono na próbkach wykonanych z pręta ze stopu aluminium AlCuMg1 (PA6) o średnicy $\varnothing 12$ mm i długości odpowiednio: 20, 40 i 60 mm.

TABLICA. Zestawienie wyników badań

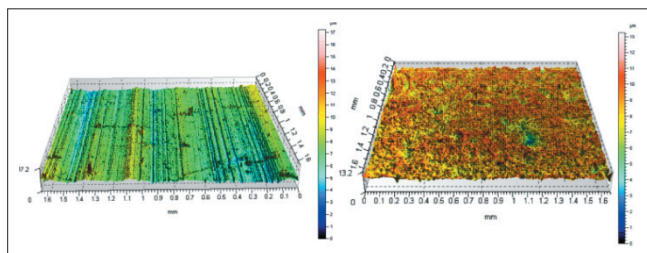
Czas, min	Długość, mm	Ubytek masowy, μg	Ubytek masy, ‰	Wydajność pow., $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
0	20	0,0	0,00	0,000
120	20	6,8	1,16	0,694
240	20	10,2	1,69	1,041
360	20	12,6	2,10	1,285
0	40	0,0	0,00	0,000
120	40	10,8	0,86	0,623
240	40	17,5	1,39	1,009
360	40	24,7	1,95	1,424
0	60	0,0	0,00	0,000
120	60	12,5	0,67	0,502
240	60	24,9	1,34	1,001
360	60	34,6	1,86	1,391



Rys. 1. Wykres zależności ubytku masy od czasu wygładzania

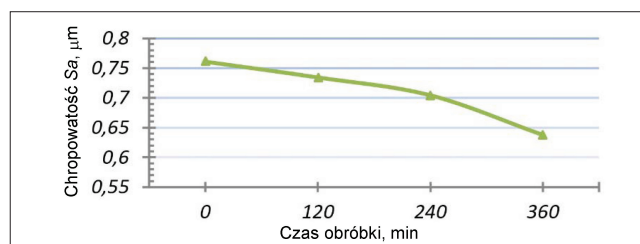
Celem badań była ocena ubytku masowego w funkcji czasu wygładzania oraz stosunku długości do średnicy próbek. Wyniki badań zestawiono w tabeli. W celu przedstawienia ubytku masowego odniesionego do masy pierwotnej próbek obliczony ubytek masowy wyrażono w promilach. Na rys. 1 zaprezentowano wykres ubytku masowego w funkcji czasu obróbki wibrościerniej.

Przeprowadzono pomiary chropowatości powierzchni ścianek bocznych. Przykładowe mapy wysokościowe 3D dla przypadku przed obróbką oraz po wygładzaniu przez 360 min przedstawiono na rys. 2. Na podstawie wyników pomiaru wykonano wykres zależności średniej chropowatości powierzchni S_a od czasu obróbki (rys. 3).



Rys. 2. Mapy wysokościowe SGP powierzchni bocznych próbki: a) przed obróbką, b) po wygładzaniu przez 360 min

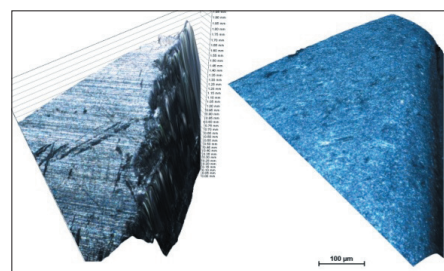
Pręty aluminiowe w stanie wyjściowym (po procesie ciągnięcia) mają powierzchnię o wyraźnej kierunkowości i izotropowości. W wyniku oddziaływania kształtek ściernych konstytuowana jest charakterystyczna bezkierunkowa struktura geometryczna powierzchni. Jest to bezpośrednio związane z kinematyką obróbki i losowością oddziaływań ziaren ściernych z powierzchnią obrabianą. Obróbka wibrościerna stanowi skuteczną metodę uzyskania powierzchni anizotropowych.



Rys. 3. Wykres zależności chropowatości powierzchni od czasu wygładzania

Obserwacje wykonane z użyciem mikroskopu optycznego Nikon MA 200 Eclipse z motoryką osi pionowej pozwoliły na przestrzenną rejestrację obrazu krawędzi przedmiotów obrobionych. Przykładowe krawędzie przed obróbką wibrościerną i po niej przedstawiono na rys. 4.

Rys. 4. Fotografie krawędzi próbek: a) przed obróbką, b) po wygładzaniu przez 360 min



Podsumowanie

Zastosowanie obróbki wibrościerniej pozwala na skuteczne usunięcie zadziórów powstałych w procesie obróbki skrawaniem. Właściwy dobór warunków obróbki zapewnia zmniejszenie średniej chropowatości powierzchni S_a . Wydłużenie czasu obróbki powoduje obniżenie parametru S_a z $0,76 \mu\text{m}$ do $0,63 \mu\text{m}$ (po wygładzaniu przez 6 h).

Na podstawie obserwacji mikroskopowych krawędzi badanych próbek można stwierdzić, że w wyniku gratowania z wykorzystaniem obróbki wibrościerniej uzyskuje się wymagane zaokrąglenie krawędzi po ok. 2 h obróbki. Wydłużenie czasu obróbki prowadzi do otrzymania większych promieni zaokrąglenia krawędzi.

Najwyższy względny ubytek masy próbek uzyskano dla próbek o długości 20 mm. Zwiększenie krotności geometrycznej próbek powoduje zmniejszanie tego parametru.

Największe ubytki masowe obserwuje się w początkowej fazie procesu wygładzania, co jest bezpośrednio związane z intensywnym usuwaniem zadziórów oraz oddziaływaniem kształtek ściernych z wierzchołkami nierówności.

LITERATURA

- Spadlo S., Młynarczyk P., Bańkowski D. „Analysis of the effect of processing vibro-abrasive finishing on the geometric structure surface scales ammunition and sharp edges”. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. Vol. 66, Iss. 1, pp: 39-44.
- Filipowski R., Marcinak M. „Techniki obróbki mechanicznej i erozyjnej”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2000.
- Spadlo S., Bańkowski D. „Badania usuwania zadziórów metodą obróbki wibrościerniej”. *Mechanik*. Nr 4 (2015): s. 172-177.
- Oryński F., Synajewski R. „Badania chropowatości powierzchni obrabianych konwencjonalnie i wibracyjnie na szlifierce do płaszczyzn”. *Mechanik*. R. 83, nr 3 (2010): s. 190-192.
- Eric C. Ames. „Repair of high-value high-demand spiral bevel gears by superfinishing”. *Gear Technology*. October 2012: pp. 50-55.
- Starosta R. *Obróbka powierzchniowa*. Gdynia: Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, 2008.
- marbad.pl/content/view/47/103/ (dostęp: 29.01.2015).
- Patejuk A., Poniatowska M. „Effects of finishing on the surface quality of precision”. *Archives of Foundry Engineering*. Vol. 7, Iss. 1 (2007): pp. 93-96.
- Kacalak W., Tandecka K. „Effect of superfinishing methods kinematic features on the machined surface”. *Journal of Mechanical Engineering*. 4 (2012): pp. 35-48.