

Analiza procesów mikrowygładzania stopów niklowo-chromowych z wykorzystaniem wyników badań topografii powierzchni i cech powstających mikrowiórów

Analysis of the processes of finishing alloys nickel-chromium using the results of research machined surface topography and characteristics of formed micro-chips

WOJCIECH KACALAK
KATARZYNA TANDECKA*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.302

Przedstawiono wyniki badań procesu mikrowygładzania stopu niklowo-chromowego Nimonic 80A foliami ściernymi z ziarnami z elektrokorundu. Przeprowadzono wygładzanie sekwencyjne z zastosowaniem folii ściernych o kolejnych nominalnych wielkościach ziaren: 30, 15 i 9 μm . Po każdym zabiegu wygładzania badano topografię powierzchni z wykorzystaniem profilografometru CCI6000 firmy Taylor Hobson. W celu określenia efektów procesu mikrowygładzania wykonano badania mikroskopowe mikrowiórów jako efektów procesu obróbki. Z analizy liczebności i kształtu wyniesień na poziomie 0,3St wyprowadzono wnioski dotyczące efektywności kształtowania korzystnej topografii powierzchni w procesie wygładzania.

SŁOWA KLUCZOWE: mikrowygładzanie, folie ścierne, stop niklowo-chromowy

The article presents the results of microfinishing process foils abrasive grains of electrocorundum nickel-chromium alloy Nimonic 80A. Conducted smoothing sequence of consecutive abrasive films nominal particle sizes of 30, 15, 9 μm . We studied the surface topography of each treatment using smoothing profilographometer CCI6000 Taylor Hobson. In order to determine the effects of the process of micro-studies were carried out microscopic micro-chips as the effects of the treatment process. An analysis of the size and shape of the elevations at 0.3 St derived conclusions regarding the efficiency of promoting a shaping surface topography in the process of microfinishing.

KEYWORDS: microfinishing, abrasive foil, nickel-chromium alloy

Stopy metali lekkich znajdują coraz szersze zastosowanie w przemyśle, mimo że są to zazwyczaj materiały trudnoobrabialne [5, 6]. W pracy analizowano procesy mikrowygładzania foliami ściernymi stopu niklowo-chromowego o nazwie handlowej Nimonic 80A, utwardzalnego wydzieleniowo przez dodanie aluminium i tytanu. Stop ma dobrą odporność korozyjną i na utlenianie oraz wysoką wytrzymałość na rozciąganie i pełzanie w temperaturze do 815 °C. Wymienione właściwości powodują, że Nimonic 80A jest często wykorzystywany w turbinach gazowych, śrubach, rurach doprowadzających w jądrowych wytwornicach pary, matrycach i rdzeniach do odlewania ciśnieniowego oraz zaworach wydechowych silników spalinowych [1, 2].

Proces mikrowygładzania foliami ściernymi

Proces mikrowygładzania foliami ściernymi charakteryzuje się jednokrotnym wykorzystaniem narzędzia w postaci folii ścierniej, która jest bardzo wolno przemieszczana względem powierzchni przedmiotu [3, 4]. Do badań procesu mikrowygładzania zastosowano głowicę GW-1, którą zamontowano na tokarce uniwersalnej w gnieździe imaka nożowego. Przedmiotem obrabianym była próbka ze stopu Nimonic 80A.

Proces wygładzania przeprowadzono w trzech zabiegach. Zastosowano folie do mikrowygładzania typu IMFF, które charakteryzują się ścierniwem osadzonym na powierzchni folii poliestrowej w polu elektrostatycznym. Dzięki temu uzyskuje się otwarcie struktury powierzchni narzędzia oraz znaczne wolne przestrzenie między ziarnami, gdzie mogą się gromadzić produkty obróbki. Pomiar topografii powierzchni przedmiotu obrabianego po każdym zabiegu wykonano za pomocą systemu pomiarowego TalySurf CCI 6000 firmy TaylorHobson.

Badania przeprowadzono z użyciem rolki dociskowej o twardości 50 °Sh A. Siła docisku rolki do przedmiotu obrabianego wynosiła 50 N, prędkość przesuwu folii ścierniej – 160 mm/min, prędkość obwodowa przedmiotu – 40 m/min, a częstotliwość oscylacji – 80 Hz. Całkowity czas dogładzania wyniósł 180 s, a czas dogładzania w zabiegach – 60 s każdy.

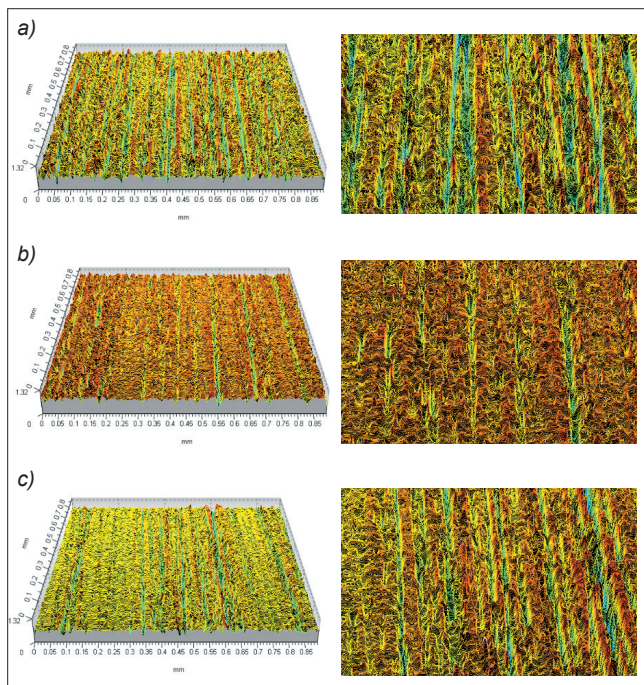
Analiza topografii powierzchni po mikrowygładzaniu oraz postaci powstałych mikrowiórów

Po wszystkich zabiegach wygładzania kolejnymi foliami ściernymi o nominalnych wielkościach ziaren 30, 15 i 9 μm badano topografię powierzchni w trzech miejscach na powierzchni wałka ze stopu Nimonic (rys. 1).

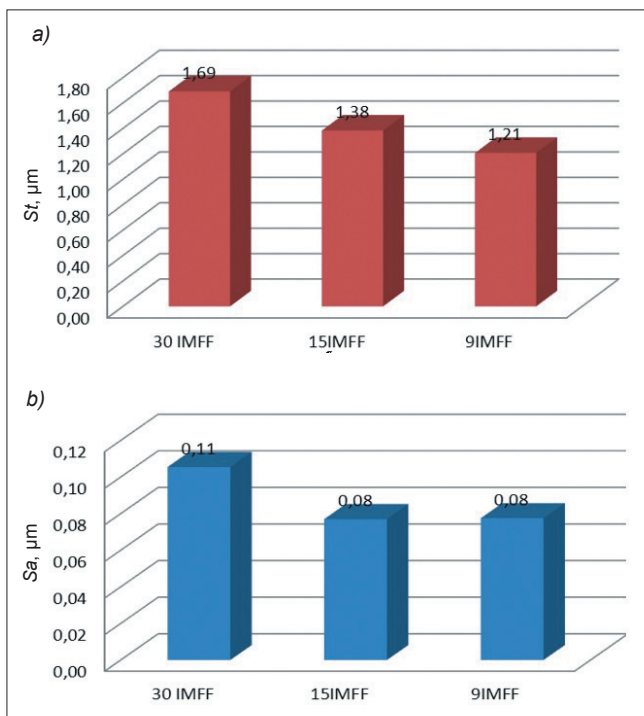
Wyznaczono najczęściej stosowane parametry do oceny nierówności chropowatości powierzchni (rys. 2) w układzie 3D: S_a – średnie odchylenie arytmetyczne, S_t – całkowitą wysokość nierówności powierzchni. Nie stwierdzono poprawy parametru S_a po mikrowygładzaniu powierzchni folią ścierną o nominalnej wielkości ziarna 9 μm , natomiast w przypadku parametru S_t zaobserwowano zmniejszenie wysokości nierówności powierzchni.

Z analizy liczebności, rozmiaru i rozmieszczenia wyniesień na obrabianej powierzchni (położonych powyżej 0,3St) wynika, że po obróbce folią o ziarnach 15 μm następuje wzrost liczby wyniesień, a po obróbce folią o wymiarze ziaren 9 μm tworzą się płaskie wyniesienia o mniejszej liczebności, co można uznać za korzystny wynik procesu mikrowygładzania.

* Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak (wk5@tu.koszalin.pl), dr inż. Katarzyna Tandecka (katarzyna.tandecka@tu.koszalin.pl) – Politechnika Koszalińska



Rys. 1. Topografia powierzchni po sekwencyjnym wygładzaniu kolejnymi foliami ściernymi o rozmiarach ziaren: a) 30 µm, b) 15 µm, c) 9 µm

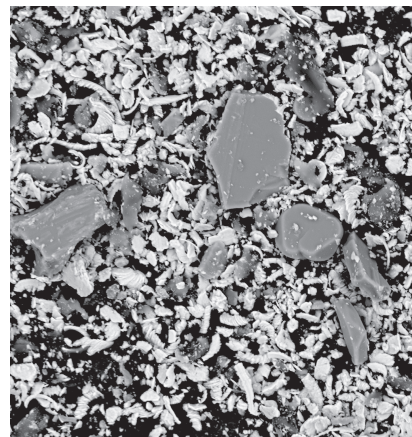


Rys. 2. Parametry do oceny nierówności chropowatości powierzchni po mikrowygładzaniu kolejnymi foliami ściernymi (30IMFF, 15IMFF i 9IMFF): a) S_t , b) S_a

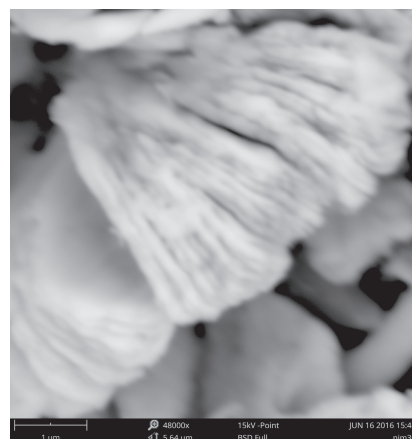
W celu pełniejszej analizy procesu oddzielania materiału badano również produkty obróbki z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego. Na podstawie cech budowy oraz kształtu i wielkości mikrowiórów stwierdzono, że ich rozmiar względem wielkości ziaren ściernych jest niewielki (rys. 3).

Analizując mikrowióry, zauważono, że występuje w nich płytkowa budowa (rys. 4), przy czym grubość płytek wynosi ok. 100 nm, co świadczy o wysokiej częstotliwości oddzielania materiału w procesie mikrowygładzania.

Rys. 3. Obraz SEM z widocznymi produktami obróbki oraz wyrwanymi z powierzchni folii ziarnami z elektrokorundu o nominalnym rozmiarze ziarna 15 µm



Rys. 4. Obraz SEM mikrowióra – produktu mikrowygładzania folią ścierną o nominalnym rozmiarze ziarna 30 µm



Wnioski

- Folie ścierne są dobrym narzędziem do obróbki wykończeniowej powierzchni stopów niklowo-chromowych Nimonic 80A. Nie zaobserwowano niepożądanych zjawisk na powierzchni obrobionej czy na powierzchni narzędzia (w postaci zalepień).
- Analiza powierzchni wygładzonej foliami ściernymi jedynie na podstawie oceny parametru S_a , czyli średniego odchylenia arytmetycznego, jest niewystarczająca. Zaobserwowano, że dalsza obróbka folią ścierną o nominalnym rozmiarze ziarna 9 µm powoduje znaczne zmniejszenie całkowitej wysokości nierówności powierzchni, mimo że parametr S_a pozostaje niezmienny. Wynika to z procesu wygładzania najwyższych wierzchołków i pozwala na uzyskanie płaskich form wyniesień.

LITERATURA

- Goswami A., Kumar J. "Investigation of surface integrity, material removal rate and wire wear ratio for WEDM of Nimonic 80A alloy using GRA and Taguchi method". *Engineering Science and Technology*. Vol. 17, Iss. 4 (2014): pp. 173-184.
- Guo-zheng Quan, Jia Pan and Xuan Wang. "Prediction of the hot compressive deformation behavior for superalloy Nimonic 80A by BP-ANN model". *Applied Sciences* 6(3):66, February 2016, DOI: 10.3390/app6030066.
- Kacalak W., Tandecka K. „Prognozowanie właściwości technologicznych folii ściernych z zastosowaniem analiz widmowych powierzchni czynnej narzędzia”. *Mechanik*. Nr 8-9 (2014): s. 212-218/725.
- Kacalak W., Tandecka K., Thomas G. Mathia. "Prediction of microfinishing effects with the use of abrasive films utilizing data characterizing their surface topography". *Journal of Machine Engineering*. Vol. 15, No. 4 (2015): pp. 103-112.
- Sunulaprasica R., Hadzalic M., Orucc M., Begovic E. "Contribution to investigation of the influence of chemical composition on machinability of superalloy Nimonic80A". *Procedia Engineering*. 132:480-485, December 2015, DOI: 10.1016/j.proeng.2015.12.522.
- Ostrowski D., Sikora M., Kruszyński B. „Wpływ warunków obróbki stopu Nickel 201 na efekty procesu szlifowania”. *Mechanik*. Nr 12 (2015): s. 38-42