

Robert POLASIK¹, Janusz MUSIAŁ², Tomasz KAŁACZYŃSKI², Radosław KOCHAŃSKI³

e-mail: robert.polasik@utp.edu.pl

¹ Zakład Inżynierii Produkcji, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz² Zakład Inżynierii Pojazdów, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz³ Laser-Prec, 86-008 Koronowo

Masowy wskaźnik zmiany struktury geometrycznej powierzchni przedmiotów wykonanych ze stopu aluminium 7075 po obróbce ubytkowej

Wstęp

Stopy aluminium z uwagi na niewielki ciężar właściwy, przy równocześnie zadowalających parametrach wytrzymałościowych, coraz częściej wybierane są jako materiał konstrukcyjny. Dodatkowo ich korzystną cechą jest duża podatność na procesy recyrkulacji, łatwość ich kształtowania z zastosowaniem procesów obróbki plastycznej, a w przypadku niektórych stopów relatywnie dobra spawalność.

Stop 7075 (PA9) jest stopem aluminium z cynkiem i magnezem [PN-EN 2511:2006P, 2006]. Jest dobrze spawalny oraz podatny do obróbki skrawaniem. Posiada średnią odporność korozyjną i stosowany jest głównie do wykonywania silnie obciążonych elementów konstrukcji. Wiele przedmiotów codziennego użytku, urządzeń, maszyn i innych elementów wykonywanych z tego stopu poddaje się zabiegowi pokrywania warstwami dekoracyjnymi czy zabezpieczającymi przed korozją.

Do oceny struktury geometrycznej powierzchni (SGP) stosuje się metody stykowe i bezstykowe pomiarów parametrów SGP. Koszt takich pomiarów jest wysoki z uwagi na wysokie ceny urządzeń pomiarowych oraz koszty pracy wysoko wykwalifikowanego personelu. W pracy podjęto próbę zastosowania wskaźnika stanu powierzchni po obróbce mechanicznej określanego na podstawie ubytku masy.

Celem wykonanych badań była weryfikacja doświadczalna zastosowania wskaźnika ubytku masowego powierzchni, którą przed pokrywaniem powłoką ochronną poddawano obróbce mechanicznej z zastosowaniem narzędzi ściernych w celu usunięcia warstwy tlenków z powierzchni obrabianej oraz zwiększenia przyczepności powłoki wskutek zwiększenia powierzchni adhezyjnej. Zastosowano obróbkę bez udziału cieczy chłodząco-smarujących, zgodnie z współczesnymi trendami [Sreejith i Ngoi, 2000].

Badania doświadczalne

Badania zostały przeprowadzone w *Laboratorium Zakładu Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego* w Bydgoszczy we współpracy z firmą *Laser-Prec* z Koronowa. Zastosowano plan eksperymentu statyczny, zdeterminowany, kompletny [Polański, 1984].

Materiały. Obiektami badań były ściany elementów spawanych, wykonane ze stopu aluminium 7075. Z uwagi na poznawczy charakter badań oraz ograniczenia technologiczne i geometryczne badania polegały na obróbce próbek płaskich wykonanych z badanego materiału. Próbkę, o wymiarach 100x200x2,9 mm wycięto z arkusza blachy wycinarką laserową.

Stanowisko badawcze tworzyły:

- gratowarka do płaszczyzn *COSTA MD4 – CV 1150*,
- myjka ultradźwiękowa *Emag Emmi 55*,
- Stanowisko **pomiarowe** obejmowało:
- profilografometr *Hommelwerke T2000*,
- wagę laboratoryjną *PS1000.R1*.

Zakres badań przewidywał zmiany nastaw i cech zastosowanych narzędzi ściernych, takich jak:

- prędkość stołu, m·min⁻¹,
- prędkość szczotek ściernych, m·s⁻¹,
- nr ziarna płótna ściernego,
- nr ziarna szczotek ściernych,
- nr ziarna pasu wykończeniowego.

Podczas badań mierzone/wyznaczane były:

- Rt* – odległość najwyższego punktu profilu do najniższego na odcinku elementarnym,
- Rmax* – maksymalna wysokość chropowatości,
- Rz-D* – wysokość chropowatości (wg normy DIN),
- Ra* – średnia arytmetyczna bezwzględnych wartości rzędnych *Z(x)* wewnątrz odcinka elementarnego,
- Rq* – średnie kwadratowe odchylenie profilu *y* na odcinku elementarnym,
- m* – masa próbek.

W wyniku obróbki uzyskano powierzchnie, które sklasyfikowano wg dominującego kierunku śladów poobrobkowych i oznaczono umownie (dla celów analizy): 0 (brak obróbki, ślady pierwotne na materiale obrabianym), 1, 2, 3, 4, 5, 6.

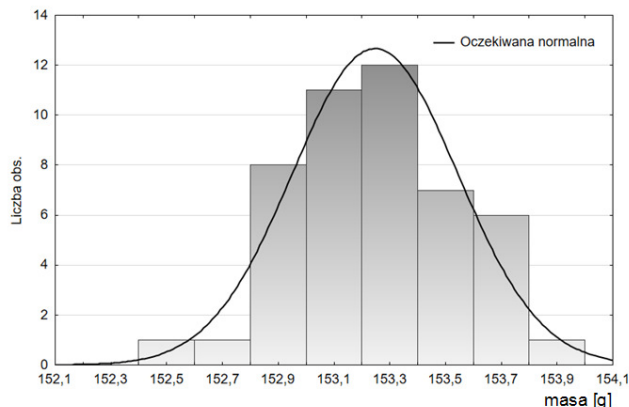
Próbki przed obróbką oraz po obróbce zważono. W celu usunięcia pozostałości materiału obrobionego oraz innych zanieczyszczeń, próbki po obróbce poddano każdorazowo procesowi czyszczenia w myjce ultradźwiękowej o mocy 300 W, przez 30 min, w temperaturze około 60°C. Stosowano 10% koncentrat płynu *Ultrasonic K3* o pH 10.

Wyniki i ich analiza

W zależności od zastosowanych parametrów obróbki uzyskuje się powierzchnie o zróżnicowanej strukturze [Salje i Paulmann, 1988; Grzesik, 2010]. Postawiono tezę, że na podstawie wskaźnika ubytku masy możliwa jest ocena stanu powierzchni po obróbce mechanicznej z zastosowaniem narzędzi ściernych.

Wskaźnik ubytku masy przyjęto jako % ubytku masy przypadający na jednostkę powierzchni. Wyznaczano go jako procentową różnicę masy jednostki powierzchni próbki w odniesieniu do pomiarów przed i po obróbce. Wykonano 47 próbek, dla których określono odchylenie standardowe masy przed obróbką mechaniczną jako równe 0,296. Na rys. 1 przedstawiono rozkład mas poszczególnych próbek przed obróbką na tle rozkładu normalnego.

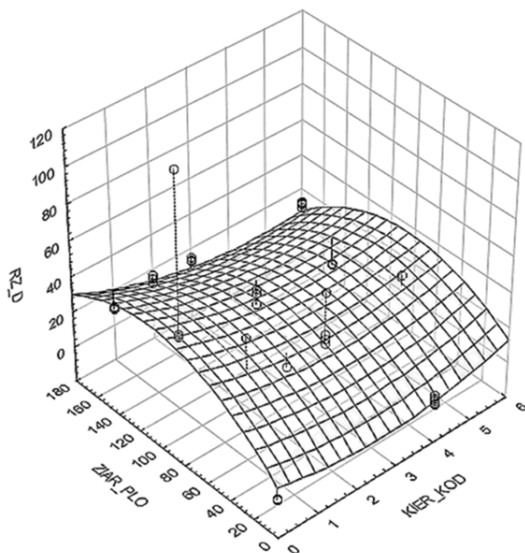
Z uwagi na znaczną liczbę danych analizę wyników przeprowadzono z zastosowaniem programu *Statistica 13.1* firmy *Statsoft*. W niniejszej pracy przedstawiono jedynie wybrane analizy. W wyniku obliczeń wyznaczono korelacje między wartościami poszczególnych parametrów chropowatości a wskaźnikiem ubytku masy



Rys. 1. Rozkład mas poszczególnych próbek przed obróbką na tle rozkładu normalnego

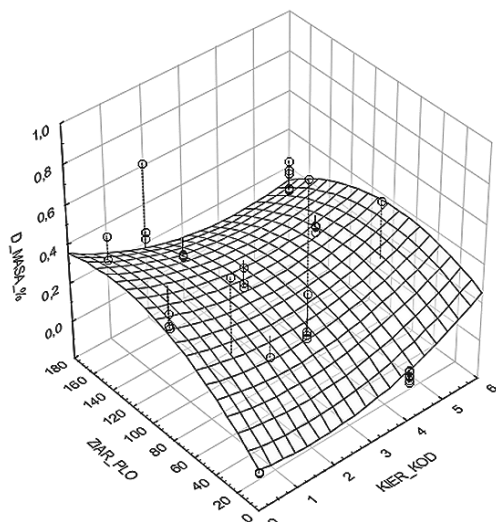
próbki (np. współczynnik korelacji dla $Rz-D$ wynosił $R = 0,435$, przy czym błąd standardowy wyniósł 0,137 a błąd estymacji 0,17). We wszystkich obserwowanych przypadkach (dla wszystkich parametrów chropowatości) uzyskiwano współczynniki korelacji na wysokim poziomie, wszystkie były ważne i istotne (dla $p < 0,05$).

Wyniki wybranych analiz podano na rys. 2÷4. Na rys. 2 przedstawiono charakter zmian wartości parametru $Rz-D$ (RZ_D) w zależności od uzyskiwanych powierzchni ($KIER_KOD$) po obróbce ścierniej z zastosowaniem urządzenia *COSTA MD4 – CV 1150* oraz rozmiaru ziaren taśmy ścierniej zastosowanej do obróbki powierzchni ($ZIAR_PLO$). Na wykresie zaznaczono wartości mierzone w postaci punktów.

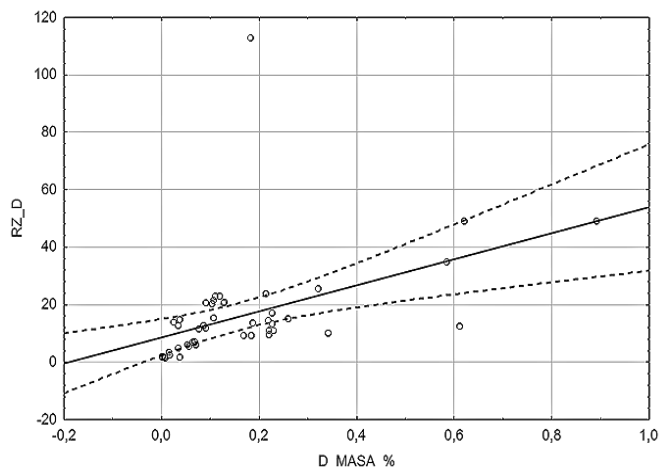


Rys. 2. Wykres zależności parametru $Rz-D$ (RZ_D) od rozmiaru ziaren zastosowanej taśmy ścierniej ($ZIAR_PLO$) i kodu kierunku struktury powierzchni ($KIER_KOD$)

Na rys. 3 przedstawiono charakter zmian wartości masowego wskaźnika zmian struktury geometrycznej powierzchni ($D_MASA_%$) w zależności od uzyskiwanych powierzchni ($KIER_KOD$) po obróbce ścierniej z zastosowaniem urządzenia *COSTA MD4 – CV 1150* oraz rozmiaru ziaren taśmy ścierniej, zastosowanej do obróbki powierzchni ($ZIAR_PLO$).



Rys. 3. Wykres zależności wskaźnika ubytku masy ($D_MASA_%$) od rozmiaru ziaren zastosowanej taśmy ścierniej ($ZIAR_PLO$) i kodu kierunku struktury powierzchni ($KIER_KOD$)



Rys. 4. Wykres rozrzutu wartości parametru $Rz-D$ (RZ_D) względem masowego wskaźnika zmiany struktury ($D_MASA_%$), linią ciągłą zaznaczono funkcję aproksymowaną, przerywaną – przedział ufności ($p < 0,95$)

Na wykresie zaznaczono wartości mierzone w postaci punktów. Przeprowadzone analizy wykazały zbieżność zmian parametrów chropowatości powierzchni po obróbce oraz zaproponowanego masowego wskaźnika zmian struktury geometrycznej powierzchni po obróbce.

Wykonano również analizę rozrzutów wartości parametru $Rz-D$ względem masowego wskaźnika zmiany struktury. Wykazano silną zależność pomiędzy masowym wskaźnikiem zmiany struktury geometrycznej a wszystkimi parametrami chropowatości (Rt , $Rmax$, $Rz-D$, Ra , Rq).

Wnioski

Na podstawie przeglądu literatury oraz wyników przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

- Możliwe jest stosowanie pomiarów ubytku masy jako wskaźnika zmian struktury geometrycznej powierzchni po obróbce z zastosowaniem narzędzi ściernych.
- Pomiary ubytku masy w niezmiennych warunkach obróbki (nastawy) mogą służyć do określania stanów krytycznych procesu (np. zbyt intensywna obróbka).
- Pomimo silnych korelacji między wartościami parametrów struktury geometrycznej powierzchni a masowym wskaźnikiem zmian struktury uzyskiwane wyniki powinny służyć tylko do uproszczonej oceny ilościowej.
- Największą zaletą rozważanego sposobu określania zmian struktury powierzchni po obróbce jest niski koszt pomiaru oraz dostępność urządzeń pomiarowych.
- Uzyskane wyniki pomiarów i ich analiza wskazują na celowość dalszego prowadzenia badań nad możliwością alternatywnych sposobów oceny stanu przedmiotów po obróbce.

LITERATURA

- Grzesik W (2010). *Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych*. WNT, Warszawa
- PN-EN 2511:2006P (2006). *Lotnictwo i kosmonautyka -- Stop aluminium AL-P7075-T7351*
- Polański Z.(1984). *Planowanie doświadczeń w technice*. WNT, Warszawa
- Salje E., Paulmann R. (1988). Relations between abrasive processes. *CIRP Annals Manuf. Technol.*, 37(2), 641-648. DOI: 10.1016/S0007-8506(07)60761-6
- Sreejith P.S., Ngoi B.K.A. (2000). Dry machining: Machining of the future. *J. Mat. Proc. Technol.*, 101(1-3), 287-291. DOI: 10.1016/S0924-0136(00)00445-3