

# Analiza wybranych parametrów chropowatości powierzchni po procesie toczenia stopu aluminium AW 6082 T6

## Analysis of selected surface roughness parameters the AW 6082 T6 aluminum alloy after turning process

MARIUSZ KŁONICA \*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.8-9.117>

W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań, dotyczące analizy chropowatości powierzchni 2D oraz 3D po procesie toczenia stopu aluminium AW 6082 T6. Analizie poddano powierzchnie stożkową oraz sferyczną. Próbkę ze stopu aluminium wykonano na tokarce sterowanej numerycznie DMG MORI CTX450, wyposażonej w system sterowania Sinumerik 840D. Do pomiarów wybranych parametrów chropowatości powierzchni wykorzystano urządzenie do pomiaru konturu, chropowatości i topografii T8000 RC-12-40 firmy Hommel-Etamic z końcówką pomiarową o promieniu  $2\ \mu\text{m}$ , a także mikroskop Keyence VHX-5000 – do obrazowania powstałych powierzchni.

**SŁOWA KLUCZOWE:** stop aluminium AW 6082 T6, parametry chropowatości powierzchni, warstwa wierzchnia

*The paper presents selected research results concerning the surface roughness analysis of 2D and 3D after the turning process AW 6082 T6 aluminum alloy. The conical and spherical surfaces were analyzed. Samples made of aluminum alloy were made on a DMG MORI CTX450 numerically controlled lathe equipped with the Sinumerik 840D control system. The Hommel-Etamic T8000 RC-12-40 measuring device with a measuring radius of  $2\ \mu\text{m}$  was used to measure the selected surface roughness parameters. The Keyence VHX-5000 microscope was also used in the study to visualize the resulting surfaces.*

**KEYWORDS:** AW 6082 T6 aluminum alloy, surface roughness parameters, surface layer

W doborze technologicznych parametrów obróbki toczeniem istotny jest odpowiedni dobór prędkości posuwu, ponieważ ma ona wpływ na czas prowadzonej obróbki. Od tego parametru bezpośrednio zależą uzyskiwane wartości parametrów chropowatości powierzchni, co jest ważne zwłaszcza w sytuacji, gdy toczenie jest obróbką ostateczną [2–4, 6, 7]. Technolog, dążąc do uzyskania zadowalającego czasu obróbki oraz wymaganej jakości powierzchni, najczęściej musi zdecydować, czy zwiększać prędkość skrawania przy niewielkiej głębokości, czy też zwiększać głębokość skrawania, a jednocześnie utrzymywać prędkość skrawania na obniżonym poziomie [8, 9]. Wraz z poprawą efektywności obróbki i rozwojem wysokowydajnych metod skrawania rosną wymagania, jakie stawia się nowoczesnym narzędziom skrawającym. Podstawowym wyznacznikiem przydatności narzędzia do obróbki jest zapewnienie odpowiedniej jakości warstwy wierzchniej po obróbce.

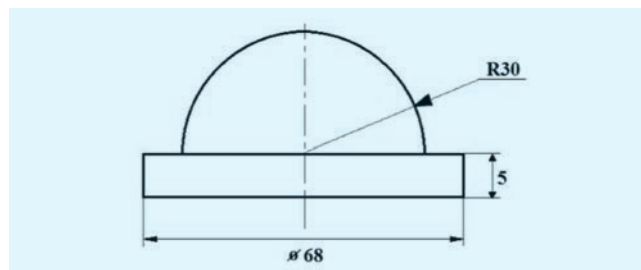
W niniejszym artykule przeanalizowano wpływ prędkości posuwu na uzyskane wartości wybranych parametrów chropowatości powierzchni po procesie toczenia stopu aluminium AW 6082 T6 – materiału ważnego dla branży przemysłowej.

### Metodyka badań

W badaniach wykorzystano półfabrykaty ze stopu aluminium AW 6082 T6 w kształcie walców o średnicy 80 mm. Próbkę wykonano w dwóch wariantach: o powierzchniach stożkowych oraz o powierzchniach sferycznych.

Wymiary próbek stożkowych to: wysokość ściętego stożka  $L = 30\ \text{mm}$ , średnice podstaw stożka  $D_1 = 30\ \text{mm}$  oraz  $D_2 = 50\ \text{mm}$ .

Próbki o geometrii sferycznej miały promień  $R = 30\ \text{mm}$ . Ich wymiary przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Wymiary próbek sferycznych wykonanych ze stopu aluminium AW 6082 T6

Proces toczenia prowadzono z wykorzystaniem cieczy chłodząco-smarującej.

W tabl. I przedstawiono technologię przygotowania próbek. Podczas badań wykorzystano składany nóż tokarski firmy Sandvik (oprawkę DCLNL2525M oraz płytkę CNMG120408-PM4225). Proces obróbki realizowano na sterowanej numerycznie tokarce CTX450 firmy DMG. Wybrane parametry chropowatości powierzchni zmierzono za pomocą urządzenia T8000 RC-12-40 firmy Hommel-Etamic do pomiaru konturu, chropowatości i topografii, z końcówką pomiarową o promieniu  $2\ \mu\text{m}$ . Pomiar parametrów 2D realizowano prostopadłe do śladów powstałych po obróbce. Dla każdego z wariantów wykonano minimum 10 powtórzeń.

Topografię 3D wykonano na powierzchni  $1,6 \times 1,6\ \text{mm}$  przy 160 wierszowaniach. Do analizy wykorzystano oprogramowanie TURBO WAVE. Odcinek elementarny dobrano na podstawie literatury [1, 5, 10, 11]. Do obrazowania powierzchni po obróbce użyto mikroskopu Keyence VHX-5000.

**TABLICA I. Technologia przygotowania próbek ze stopu aluminium AW 6082 T6**

Parametry obróbki		
$f$ , mm/obr	$v_c$ , m/min	$a_p$ , mm
0,15	300	1,5
0,20		
0,25		
0,30		
0,35		

\* Dr inż. Mariusz Kłonica (m.klonica@pollub.pl) – Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji, Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej

## Wyniki badań

Analizie poddano wybrane parametry chropowości powierzchni 2D oraz 3D po procesie toczenia stopu aluminium. Z grupy parametrów 2D przeanalizowano parametry  $R_a$  (średnią arytmetyczną rzędnych profilu chropowości) oraz  $R_z$  (maksymalną wysokość profilu chropowości), natomiast z grupy parametrów 3D –  $S_a$  (średnie arytmetyczne odchylenie wysokości nierówności powierzchni od płaszczyzny odniesienia),  $S_z$  (maksymalną wysokość profilu 3D),  $S_t$  (odchylenie głównego kierunku tekstury powierzchni od osi  $90^\circ$ , prostopadłej do kierunku zbierania danych), oraz  $S_{ku}$  (współczynnik skupienia rozkładu wysokości topografii (rzędnych) powierzchni).

W tabl. II przedstawiono widoki izometryczne powierzchni stożkowych po procesie toczenia stopu aluminium oraz uzyskane wartości parametrów chropowości 3D.

**TABLICA II. Widoki izometryczne powierzchni stożkowych oraz parametry chropowości powierzchni 3D**

Posuw, mm/obr	Obraz izometryczny	Parametr 3D	
		Symbol	Wartość
0,15		$S_a, \mu\text{m}$	1,3
		$S_z, \mu\text{m}$	10,6
		$S_t, \mu\text{m}$	10,6
		$S_{ku}$	2,38
0,20		$S_a, \mu\text{m}$	1,96
		$S_z, \mu\text{m}$	13,9
		$S_t, \mu\text{m}$	13,9
		$S_{ku}$	2,41
0,25		$S_a, \mu\text{m}$	2,87
		$S_z, \mu\text{m}$	18,2
		$S_t, \mu\text{m}$	18,2
		$S_{ku}$	2,12
0,30		$S_a, \mu\text{m}$	4,1
		$S_z, \mu\text{m}$	25,1
		$S_t, \mu\text{m}$	25,1
		$S_{ku}$	2,24
0,35		$S_a, \mu\text{m}$	5,41
		$S_z, \mu\text{m}$	25,2
		$S_t, \mu\text{m}$	25,2
		$S_{ku}$	1,9

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz analizy wyników stwierdzono – w całym zakresie stosowanych wartości prędkości posuwu – wzrost wybranych parametrów chropowości 3D ( $S_a$ ,  $S_z$ ,  $S_t$ ) wraz ze wzrostem wartości prędkości posuwu. Parametr chropowości powierzchni 3D  $S_{ku}$  we wszystkich przypadkach pozostał na tym samym poziomie.

W tabl. III przedstawiono widoki izometryczne powierzchni sferycznych po procesie toczenia stopu aluminium oraz uzyskane wartości parametrów chropowości 3D.

**TABLICA III. Widoki izometryczne powierzchni sferycznych oraz parametry chropowości powierzchni 3D**

Posuw, mm/obr	Obraz izometryczny	Parametr 3D	
		Symbol	Wartość
0,15		$S_a, \mu\text{m}$	2,94
		$S_z, \mu\text{m}$	18,3
		$S_t, \mu\text{m}$	18,3
		$S_{ku}$	2,12
0,20		$S_a, \mu\text{m}$	2,9
		$S_z, \mu\text{m}$	21,5
		$S_t, \mu\text{m}$	21,5
		$S_{ku}$	2,72
0,25		$S_a, \mu\text{m}$	3,33
		$S_z, \mu\text{m}$	19,1
		$S_t, \mu\text{m}$	19,1
		$S_{ku}$	2,46
0,30		$S_a, \mu\text{m}$	3,87
		$S_z, \mu\text{m}$	25,2
		$S_t, \mu\text{m}$	25,2
		$S_{ku}$	2,74
0,35		$S_a, \mu\text{m}$	4,23
		$S_z, \mu\text{m}$	27,6
		$S_t, \mu\text{m}$	27,6
		$S_{ku}$	2,78

Podobnie jak w przypadku powierzchni stożkowych również dla powierzchni sferycznych zaobserwowano wzrost wybranych parametrów chropowości powierzchni wraz ze wzrostem prędkości posuwu. Odnotowano też, że przy tych samych wartościach prędkości posuwu wartości parametrów  $S_a$ ,  $S_z$  oraz  $S_t$  są wyższe dla powierzchni sferycznych niż dla powierzchni stożkowych.

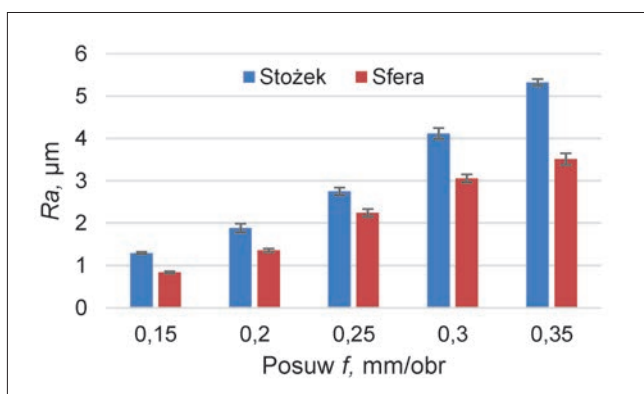
Na przedstawionych mapach topografii powierzchni – zarówno stożkowych, jak i sferycznych – widoczne są typowe dla obróbki toczeniem ślady powstałe na powierzchni, stanowiące kinematyczno-geometryczne odzworowanie narzędzia.

W tabl. IV zestawiono fotografie powierzchni stożkowych oraz sferycznych, uzyskanych po obróbce stopu aluminium AW 6082 T6, przy powiększeniu  $\times 300$ . Analizując zamieszczone fotografie powierzchni po procesie toczenia z różnymi prędkościami posuwu, można zauważyć, że wraz ze wzrostem wartości posuwu bruzdy powierzchni stają się coraz głębsze. Stwierdzono, że wszystkie powierzchnie charakteryzują się równolegle rozmieszczonymi śladami ostrza. Na powierzchni próbek widać ponadto ubytki materiału, co jest efektem wykruszeń.

TABLICA IV. Fotografie powierzchni stożkowych oraz sferycznych powstałych po obróbce stopu aluminium

Posuw, mm/obr	Zdjęcie powierzchni ×300: stożek	Zdjęcie powierzchni ×300: sfera
0,15		
0,20		
0,25		
0,30		
0,35		

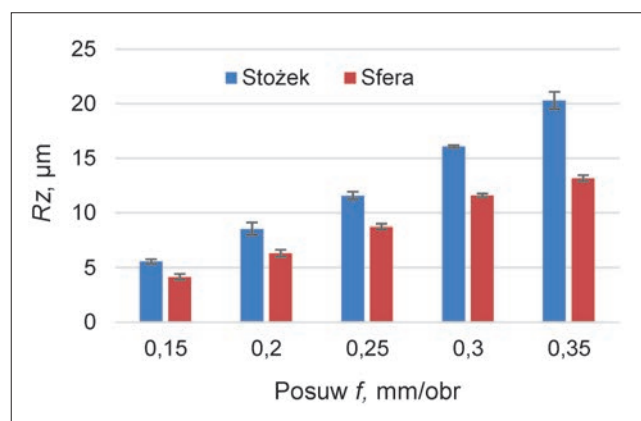
Na rys. 2 przedstawiono wpływ wartości prędkości posuwu na wartość parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni stożkowej oraz sferycznej po procesie toczenia stopu aluminium.



Rys. 2. Wpływ wartości prędkości posuwu na wartość parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni

Na podstawie badań powierzchni stożkowej i sferycznej stwierdzono wzrost wartości parametru  $R_a$  chropowatości powierzchni wraz ze wzrostem prędkości posuwu. Na uwagę zasługuje duże skupienie wyników wokół wartości średniej. Dla prędkości posuwu 0,15 mm/obr wartość parametru chropowatości  $R_a$  wyniosła ok. 1 mm. Wraz ze wzrostem wartości posuwu różnica parametru  $R_a$  dla powierzchni stożkowej i sferycznej jest coraz większa – przy wartości posuwu 0,35 mm/obr wynosi 35%.

Na rys. 3 zestawiono wartości parametru  $R_z$  chropowatości powierzchni 2D w zależności do wartości prędkości posuwu.



Rys. 3. Wpływ wartości prędkości posuwu na wartość parametru  $R_z$  chropowatości powierzchni

Dla powierzchni stożkowej zaobserwowano czterokrotny wzrost wartości parametru  $R_z$  chropowatości powierzchni dla prędkości posuwu 0,35 mm/obr w stosunku do wartości prędkości posuwu 0,15 mm/obr.

### Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz i badań doświadczalnych sformułowano następujące wnioski o charakterze ogólnym:

- W całym zakresie stosowanej prędkości posuwu zaobserwowano wzrost wartości parametrów chropowatości powierzchni – zarówno 2D ( $R_a$ ,  $R_z$ ), jak i 3D ( $S_a$ ,  $S_z$ ,  $S_t$ ).
- Dla powierzchni stożkowych zaobserwowano większy rozrzut uzyskanych wyników – odchylenia standardowego (rys. 2 i 3).
- Na fotografiach powierzchni po procesie toczenia z różnymi prędkościami posuwu można zauważyć, że wraz ze wzrostem wartości posuwu bruzdy powierzchni stają się coraz głębsze. Wszystkie powierzchnie charakteryzują się równoległe rozmieszczonymi śladami ostrza narzędzia.

### LITERATURA

1. Adamczak S. „Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistość i chropowatość”. Warszawa: WNT, 2008.
2. Blicharski M. „Inżynieria powierzchni”. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2009.
3. Grzesik W. „Podstawy skrawania materiałów metalowych”. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2010.
4. Grzesik W. „Wpływ topografii powierzchni na właściwości eksploatacyjne części maszyn”. *Mechanik*. 8–9 (2015): s. 587–593.
5. Humienny Z.(red.) „Specyfikacje Geometrii Wyrobów (GPS) – wykład dla uczelni technicznych”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2001.
6. Kamieńska-Krzowska B., Kłonica M. „Rola strategii pomiarów topografii powierzchni w ocenie wybranych parametrów chropowatości”. *Mechanik*. 8–9 (2014): s. 138–145/595.
7. Kłonica M., Kuczmaszewski J. „Analiza procesu formowania wióra w procesie toczenia stopu aluminium AW7075”. *Mechanik*. 10 (2016): s. 1382–1383.
8. Kuczmaszewski J., Zaleski K. „Obróbka skrawaniem stopów aluminium i magnezu” Lublin: Politechnika Lubelska, 2015.
9. Olszak W. „Obróbka skrawaniem”. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2009.
10. Wieczorowski M., Cellery A., Chajda J. „Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni, czyli o chropowatości i nie tylko”. Poznań: Politechnika Poznańska, 2006.
11. Wieczorowski M. „Podstawy teoretyczne filtracji morfologicznej w pomiarach chropowatości powierzchni”. *Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji*. 4 (2009): s. 41–49.