

Pomiar kąta zwilżania na próbkach walcowych wykonanych ze stopu aluminium AW7075

Measurement of the contact angle on the cylindrical specimens AW7075 of aluminum alloy

MARIUSZ KŁONICA
JÓZEF KUCZMASZEWSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.11.501

W pracy przedstawiono wybrane wyniki badań dotyczących oszacowania wartości swobodnej energii powierzchniowej na elementach walcowych wykonanych ze stopu aluminium AW7075. Przedstawiono problemy metodologiczne związane z pomiarem kąta zwilżania cieczami wzorcowymi na powierzchniach walcowych. Oszacowano niezbędną liczbę pomiarów kąta zwilżania służącego do wyznaczenia wartości swobodnej energii powierzchniowej.

SŁOWA KLUCZOWE: swobodna energia powierzchniowa, stop aluminium, warstwa wierzchnia

The paper presents selected results of studies estimating the value of surface free energy on cylindrical specimens of AW7075 aluminum alloy. It shows the methodological problems associated with measuring the contact angles of standard liquids on the roller surfaces. Estimated necessary number of contact angle measurements used to determine the value of the surface free energy.

KEYWORDS: surface free energy, aluminum alloy, surface layer

W warunkach przemysłowych często występuje potrzeba oceny właściwości adhezyjnych [1–6] na powierzchniach niepełaskich. Zmieniają się więc warunki pomiaru kąta zwilżania, zwłaszcza jeżeli nakładają się na to różne cechy topograficzne powierzchni. Pojawia się pytanie, na ile taki pomiar może być uznany za wiarygodny, choć oczywiście może on służyć jedynie do celów porównawczych na potrzeby konkretnej technologii [10, 11]. Celem badań było porównanie wartości kąta zwilżania na powierzchniach walcowych o różnej średnicy i po toczeniu przy różnych wartościach technologicznych parametrów obróbki.

Metodyka badań

Próbki wykonano ze stopu aluminium AW7075 w kształcie cylindrów o średnicy 78 mm oraz 35 mm. W tabl. I przedstawiono technologię przygotowania warstwy wierzchniej badanych próbek.

TABLICA I. Technologia przygotowania warstwy wierzchniej stopu aluminium

Lp.	Średnica	Parametry obróbki		
	φ , mm	V_c , m/min	a_p , mm	f , mm/obr
T1	78	300	1	0,2
T2	78	400		
T3	78	500		
T4	78	600		
T5	35	500		

* Dr inż. Mariusz Kłonica (m.klonica@pollub.pl), prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski (j.kuczmaszewski@pollub.pl) – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji

Proces obróbki realizowano na tokarce firmy DMG CTX450 z różnymi prędkościami skrawania v_c . Parametrami stałymi podczas obróbki były: głębokość skrawania a_p oraz posuw na obrót f .

Na podstawie analizy rozrzutu i przyjętego poziomu istotności określono minimalną liczbę pomiarów w badaniach zasadniczych według równania (1) [9]:

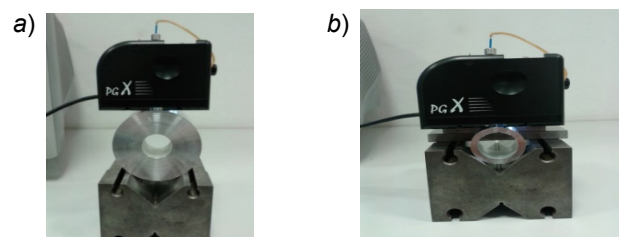
$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot s^2}{d^2} \leq n_0 \quad (1)$$

gdzie: n_0 – liczebność próby wstępnej, t_{α} – wartość zmiennej t-Studenta, s^2 – wariancja z próby wstępnej, d – maksymalny błąd szacunku, równy maksymalnemu błędowi pomiarowemu.

Stanowisko badawcze

Do pomiarów wybranych parametrów chropowatości powierzchni 3D wykorzystano urządzenie do pomiaru konturu, chropowatości i topografii T8000 RC-12-40 firmy Hommel-Etamic z końcówką pomiarową o promieniu 2 μ m. Pomiary wykonano na powierzchni 4,8 × 4,8 mm przy 241 wierszowaniach. Do analizy wykorzystano oprogramowanie TURBO WAVE. Odcinek elementarny dobrano na podstawie literatury [7, 8].

Na rys. 1 przedstawiono stanowisko do pomiaru kątów zwilżania składające się z goniometru PGX oraz odpowiedniej pryzmy.



Rys. 1. Stanowisko do pomiarów kąta zwilżania: a) średnica przedmiotu 78 mm, b) średnica przedmiotu 35 mm

Do pomiaru kątów zwilżania wykorzystano dwie ciecze pomiarowe: wodę destylowaną oraz diiodometan. Minimalna liczba pomiarów kąta zwilżania, zarówno wodą destylowaną jak i diiodometanem, wynosiła 10 razy na każdej próbce. Następnie wyniki uśredniono i wyznaczono wartość swobodnej energii powierzchniowej SEP. Oszacowanie SEP przeprowadzono minimum sześciokrotnie dla każdej powierzchni.

Wyniki badań

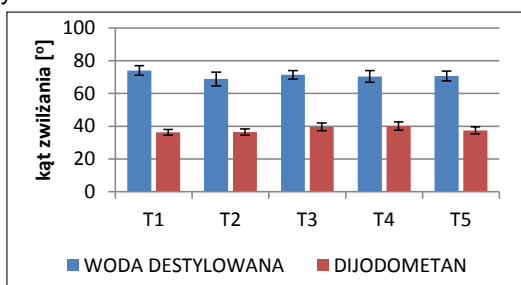
W tabl. II zestawiono topografię powierzchni próbek oraz przedstawiono wybrane parametry chropowatości powierzchni 3D.

TABLICA II. Topografia powierzchni próbek oraz parametry chropowatości 3D

	Topografia 3D	Parametry 3D, μm	
T1		Sq	0,937
		Sp	6,01
		Sv	2,19
		Sz	8,20
		Sa	0,763
		St	5,60
T2		Sq	0,881
		Sp	3,78
		Sv	2,32
		Sz	6,10
		Sa	0,706
		St	6,10
T3		Sq	0,836
		Sp	6,13
		Sv	2,15
		Sz	8,28
		Sa	0,674
		St	8,28
T4		Sq	0,906
		Sp	7,68
		Sv	2,17
		Sz	9,84
		Sa	0,738
		St	9,84
T5		Sq	0,858
		Sp	5,98
		Sv	2,34
		Sz	8,32
		Sa	0,714
		St	8,32

Na przedstawionych mapach topografii 3D po obróbce toczeniem zauważono charakterystyczne zagłębienia przedstawiające kinematyczno-geometryczne odwzorowanie narzędzia.

Na rys. 2 przedstawiono uśrednione wyniki dotyczące pomiarów kąta zwilżania wodą destylowaną oraz diiodometanem. Jako miarę rozproszenia wyników przedstawiono odchylenie standardowe.

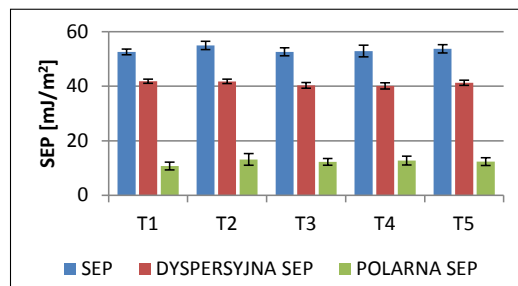


Rys. 2. Wartości kąta zwilżania powierzchni walcowej aluminium cieczami pomiarowymi

Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych różnic w pomiarach kątów zwilżania cieczami po-

miarowymi na analizowanych powierzchniach walcowych. Stwierdzono natomiast trudności w pomiarach kąta zwilżania na powierzchni walcowej o średnicy 35 mm, zwłaszcza dla diiodometanu (wariant T5). Trudności te spowodowane były rozpylaniem się kropli cieczy pomiarowej.

Na rys. 3 przedstawiono uśrednione wartości SEP oraz jej składowe: dyspersyjną oraz polarną.



Rys. 3. Swobodna energia powierzchniowa oraz jej składowe: dyspersyjna i polarna

Pomimo trudności w pomiarach kąta zwilżania dla wariantu T5 uzyskano stosunkowo niewielkie rozrzuty wartości SEP oraz jej składowych. Rozrzuty te są na porównywalnym poziomie dla wszystkich wariantów przygotowania próbek.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz analizy wyników można sformułować następujące wnioski:

- Nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach prezentowanych parametrów chropowatości powierzchni.
- Stwierdzono istotne problemy w pomiarach kąta zwilżania cieczami pomiarowymi dla próbek o średnicy 35 mm.
- Nie stwierdzono istotnego wpływu wartości promienia walca oraz technologicznych parametrów obróbki na wartość SEP.

LITERATURA

1. Adão M.H.V.C., Saramago B.J., Fernandes A.C. „Estimation of the surface properties of styrene-acrylonitrile random copolymers from contact angle measurements”. *Journal of Colloid and Interface Science*. No. 217 (1999): pp. 319–328.
2. Ahadian S., Mohseni M., Morawian S. „Ranking proposed models for attaining surface free energy of powders using contact angle measurements”. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. Vol. 29 (2009): pp. 458–469.
3. Blicharski M. „Inżynieria powierzchni”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2009.
4. Chibowski E., Gonzalez-Caballero F. „Interpretation of contact angle hysteresis”. *Journal of Adhesion Science and Technology*. Vol. 11 (1993): pp. 1195–1209.
5. Eral H.B., Manette D.J.C. „Contact angle hysteresis: a review of fundamentals and applications”. *Colloid and Polymer Science*. No. 291 (2013): pp. 247–260.
6. Grzesik W. „Stan fizyczny warstwy wierzchniej przy toczeniu nożem jednokrawędziowym”. *Mechanik*. Nr 4 (1983): s. 227–230.
7. Humienny Z. (red.) „Specyfikacje Geometrii Wyrobów (GPS) – wykład dla uczelni technicznych”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2001.
8. Kamińska-Krzowska B., Klonica M. „Rola strategii pomiarów topografii powierzchni w ocenie wybranych parametrów chropowatości”. *Mechanik*. Nr 8–9 (2014): s. 138–145/595.
9. Korzyński M. „Metodyka eksperymentu. Planowanie, realizacja i statystyczne opracowanie wyników eksperymentów technologicznych”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2006.
10. Kuczmazewski J. „Fundamentals of metal-metal adhesive joint design”. Lublin: Oddział PAN w Lublinie, 2006.
11. Kwiatkowski M., Klonica M., Kuczmazewski J., Satoh S. „Comparative analysis of energetic properties of Ti6Al4V titanium and EN-AW-2017A(PA6) aluminum alloy surface layers for an adhesive bonding application”. *Ozone-Science&Engineering*. Vol. 35, No. 3 (2013): pp. 220–228.