

Marcin Bąkała*, Tomasz Koszmider*

System wizyjny do wyznaczania rozplýwności lutów

1. Wprowadzenie

Lutowność określa przydatność danego materiału do lutowania i jest związana nie tylko z samym materiałem, ale zależy od wielu czynników. Wynikają one z zastosowania danej techniki lutowania, materiałów dodatkowych (lutów, topników), parametrów lutowania, wreszcie od wymagań stawianych złącza. Lutowność zatem wpływa w sposób bezpośredni na jakość gotowych do produkcji wyrobów, w których wykorzystywana jest technologia lutowania. Znajomość wielkości wybranych parametrów lutowności np. współczynnika rozplýwności k determinuje proces produkcji, wpływa na jego szybkość i sprawność, a tym samym obniżenie kosztów [1]. Warunkiem rozplýwania się ciekłego metalu po powierzchni ciała stałego jest, by siły kohezyjnego oddziaływania między cząsteczkami metalicznej cieczy były mniejsze niż siły wzajemnego oddziaływania między cząsteczkami cieczy a atomami na powierzchni ciała stałego lub by energia kohezji między cząsteczkami samej cieczy była mniejsza od energii adhezji między cząsteczkami cieczy, a powierzchnią ciała stałego

$$W_k < W_a,$$

gdzie:

W_k – energia kohezji,
 W_a – energia adhezji.

Różnica między energią adhezji i kohezji jest określana jako współczynnik rozplýwności k , którego wartość wyraża się następująco [1]

$$k = W_k - W_a = \sigma_{LV} (\cos \theta - 1),$$

gdzie:

θ – kąt zwilżania,
 σ_{LV} – napięcie powierzchniowe.

Rozplýwność ciekłego metalu na powierzchni ciała stałego zależy przede wszystkim od właściwości fizykochemicznych fazy stałej i ciekłej (tj. od ich składów chemicznych,

* Katedra Informatyki Stosowanej, Politechnika Łódzka w Łodzi

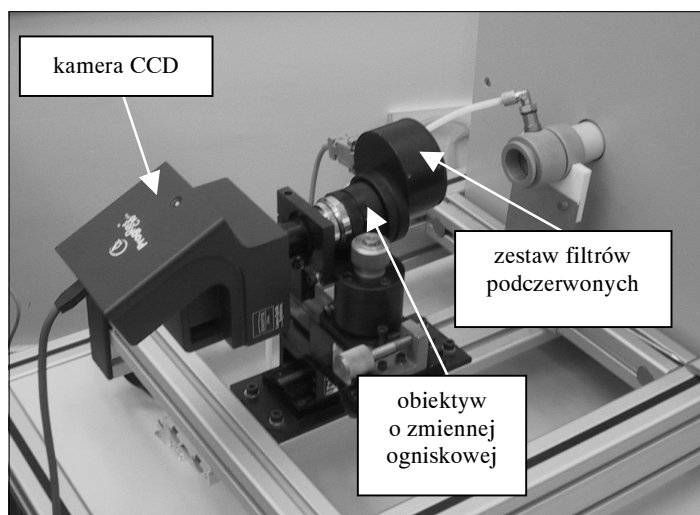
rodzajów wiązań międzyatomowych, stopnia utlenienia powierzchni ciała stałego, wzajemnej reaktywności między atomami obydwu faz), a także od struktury (krystalicznej bądź amorficznej) ciała stałego oraz parametrów geometrycznych jego powierzchni (takich jak krzywizna powierzchni, falistość, itp.) [2, 4].

Zagadnienia dotyczące rozplywności stanowią istotny element w różnych gałęziach przemysłu, w których proces technologiczny polega m.in. na spajaniu materiałów z wykorzystaniem lutowania. Dlatego też istnieje potrzeba opracowania systemu wizyjnego do zautomatyzowanego pomiaru rozplywności zapewniającego uzyskanie wyników ilościowych. Dotychczas klasyczne wyznaczanie parametrów rozplywności charakteryzuje się wysoką czasochłonnością, małą dokładnością i wymaga dużych nakładów finansowych.

Tak więc dla powierzchniowej charakterystyki układu ciało stałe – ciecz – gaz należy wyznaczyć dwie wielkości:

- 1) kąt zwilżania θ ,
- 2) napięcie powierzchniowe cieczy σ_{LV} .

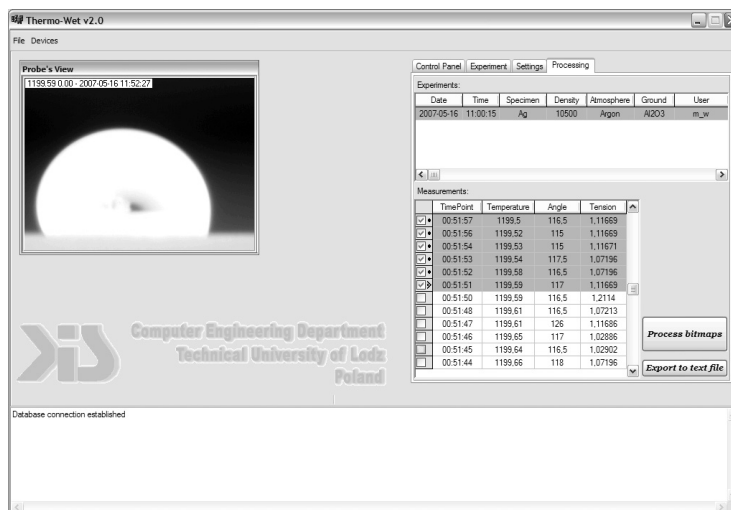
System ten przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. System wizyjny

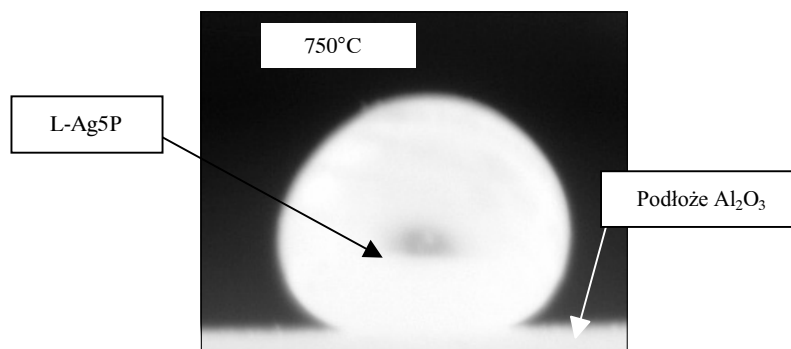
2. Przebieg pomiaru

Doświadczenie polega na wyznaczeniu napięcia powierzchniowego badanego lutu na podkładce wykonanej z materiału Al_2O_3 w temperaturze eksperymentu, tj. $750^{\circ}C$, z wykorzystaniem atmosfery obojętno-redukującej (Ar , H_2). Eksperymenty przeprowadzono na lucie miedziано-fosforowym z dodatkiem srebra, według ISO 3677 BCu89PAg (L-Ag5P) [2]. Urządzenie wyposażone jest w oprogramowanie umożliwiające zapisywanie uzyskanych obrazów w bazie danych z częstotliwością około 15 razy na sekundę (rys. 2).



Rys. 2. Widok próbki L-Ag5P na niezwilżalnym podłożu Al_2O_3

W wyniku przeprowadzonego doświadczenia na stanowisku badawczym Thermo-Wet ustalono, iż wartość średnia kąta zwilżania pomiędzy podłożem Al_2O_3 a lutem wynosi $\theta = 155^\circ$, zaś wartość napięcia powierzchniowego na $\sigma_{LV} = 0,94588 \text{ N/m}$. Przykładowy obraz uformowanej kropli został przedstawiony na rysunku 3.

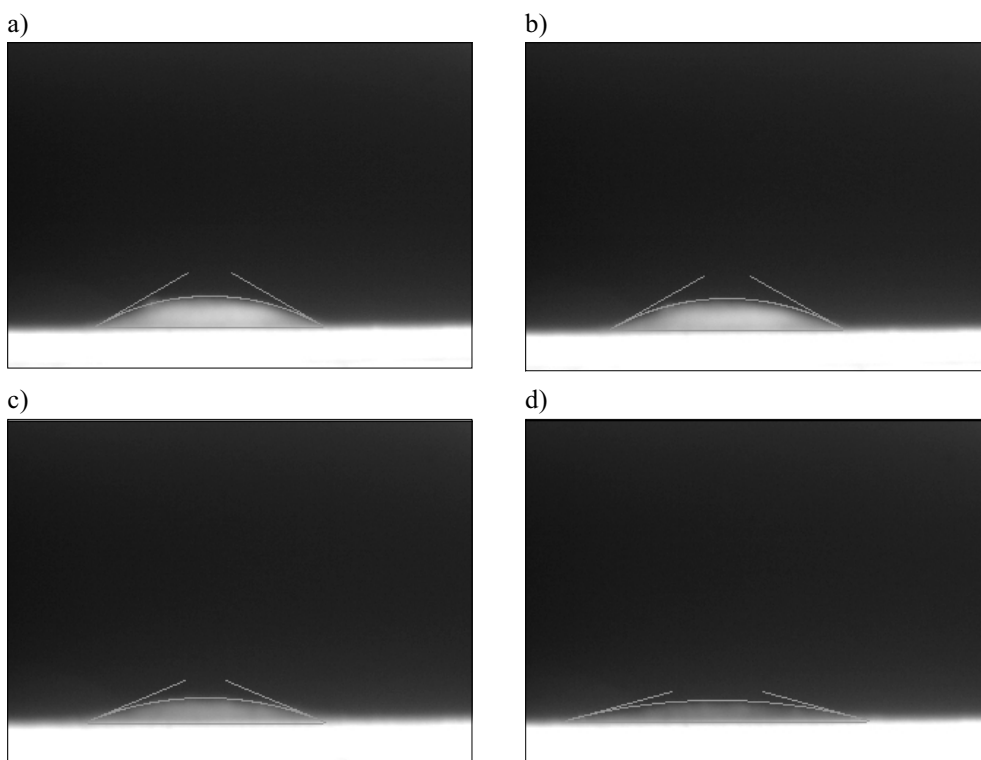


Rys. 3. Widok próbki L-Ag5P na niezwilżalnym podłożu Al_2O_3

Na rysunku 4 przedstawiono widok rozplýwającego lutu na podłożu miedzianym z zaznaczonymi liniami aproksymującymi kształt próbki i wyznaczonymi kątami zwilżania θ kolejno:

- 1) $\theta = 31,5^\circ$,
- 2) $\theta = 30^\circ$,
- 3) $\theta = 23^\circ$,
- 4) $\theta = 12,5^\circ$.

W wyniku przeprowadzonego eksperymentu ustalono wartość graniczną kąta zwilżania równą $\theta_0 = 12,5^\circ$.



Rys. 4. Widok rozplywającego się lutu na podłożu miedzianym
Objaśnienia w tekście

3. Wnioski

Lutowanie jest procesem technologicznym o szerokim zastosowaniu. Jego znaczenie dla przemysłu jest bardzo duże, a poszukiwanie nowych metod wyznaczania wybranych parametrów lutowności jest celowe. Szybki i pewny sposób wyznaczania tych parametrów stanowi oryginalne rozwiązanie o szerokich możliwościach zastosowania. Może być wykorzystane przez inżynierów zajmujących się projektowaniem i wdrażaniem połączeń materiałów z wykorzystaniem technologii lutowania. Stanowić może także przydatne narzędzie dla osób zajmujących się nowymi rozwiązaniami w wytwarzaniu nowoczesnych lutów. Uzyskane wyniki pozwalają na szybką weryfikację doboru łączonych materiałów, lutów, ewentualnie zastosowanych topników, zastosowanej atmosfery ochronnej. Umożliwia to aktualizację technologii już wdrożonych, jak i opracowanie nowoczesnych rozwiązań. Znajomość wielkości wybranych parametrów lutowności (np. współczynnika roz-

pływności) determinuje proces produkcji, wpływa na jego szybkość i sprawność, a tym samym obniżenie kosztów. Zagadnienia dotyczące lutowności stanowią istotny element w różnych gałęziach przemysłu, w których proces technologiczny polega m.in. na spajaniu materiałów z wykorzystaniem lutowania. Celowe jest zatem poszukiwanie nowych form automatyzacji pomiaru lutowności zapewniającego uzyskanie wyników ilościowych.

Literatura

- [1] Ferenc K, Nita Z., Sobiś T.: *Spawalnictwo*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1999
- [2] Mirski Z.: *Wpływ szczeliny na własności mechaniczne połączeń lutowanych*. Przegląd Spawalnictwa, nr 1–2, 1999
- [3] Włosiński W.: *The joinnig of advaced materials*. Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2000