

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr. inż. Marka Nowaka, pt. „Wpływ wybranych związków organicznych w kąpeli galwanicznej na strukturę i właściwości kompozytowych powłok niklowych umacnianych cząstkami węgla krzemu”

Opracowana na zlecenie Rady Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej
uchwałą z dnia 25 stycznia 2019r (pismo Dziekana WIM PW z dnia 04.03.2019r)

Wstęp

Autor w pracy doktorskiej porusza ważne kwestie związane z obróbką powierzchniową i doskonaleniem właściwości stopów aluminium. Stopy te mają szerokie zastosowania w różnych gałęziach przemysłu, ale ich podstawowe ograniczenia związane są z małą twardością a co za tym idzie niewielką odpornością na zużycie ściernie, także w środowisku korozyjnym. Warstwa powierzchniowa wyrobu ma decydujący wpływ na postępujące procesy zużycia, w szczególności gdy współpracuje z innym elementem w układzie technicznym. Metody uszlachetniania powierzchni mające na celu poprawę jej odporności na zużycie są jednymi z najefektywniejszych i łatwych do wdrożenia, w szczególności w przypadku wyrobów ze stopów aluminium. Jednym ze sposobów modyfikacji powierzchni, poruszonym w rozprawie doktorskiej jest wytwarzanie powłok o lepszych właściwościach użytkowych, np. powłok kompozytowych, w których metalowy materiał powłokowy jest wzmacniany cząstkami ceramicznej fazy zbrojącej. Wyzwaniem pozostaje opracowanie procesu taniego, efektywnego, dającego powłokę o jak najlepszych właściwościach, w której faza zbrojąca jest równomiernie rozproszona i zdolna do równomiernego przenoszenia dużych obciążeń. Dobranie odpowiednich materiałów powłokowych i parametrów procesu ma główny wpływ na powstającą powłokę i jej właściwości.

Celem pracy doktorskiej było przeprowadzenie „analizy wpływu wybranych związków organicznych, zastosowanych jako dodatki do kąpeli galwanicznej na właściwości użytkowe kompozytowych powłok niklowych z cząstkami SiC o wielkości nano- i mikrometrycznej wytwarzanych na stopie aluminium”.

Opis strony formalnej rozprawy

Praca doktorska składa się z części stanowiącej przegląd stanu zagadnienia i eksperymentalnej opisującej metodykę oraz wyniki badań własnych. W szczególności zawiera w kolejności: Streszczenie w języku polskim i angielskim, Słowa kluczowe, Wykaz skrótów i symboli, Wstęp stanowiący wprowadzenie do tematyki pracy, Genezę pracy, Przegląd literaturowy, Tezę i cel pracy, Materiał i metodykę badań, Wyniki badań, Dyskusję wyników, Wnioski oraz wykaz Bibliografii. W sumie obejmuje 108 stron formatu C5, zawiera 69 rysunków (w tym 66 z obszaru metodyki i wyników badań), 28 tabel (w tym 25 tabel z obszaru metodyki i wyników badań), a wykaz pozycji literaturowych, na podstawie których dokonano rozpoznania tematu zagadnienia obejmuje 148 pozycji, w tym 9 współautorskich publikacji Autora rozprawy. Dwie z nich są publikacjami w czasopiśmie Archives of Metallurgy and Materials. Praca doktorska jest wydana w formie książki o bardzo dobrej jakości wydruku.

Ocena merytoryczna rozprawy

W części dotyczącej przeglądu literaturowego Autor przedstawia rodzaje cząstek ceramicznych stosowanych w powłokach kompozytowych oraz dodatki organiczne powierzchniowo czynne, dodawane do kąpeli galwanicznych, poprawiające właściwości kąpeli i finalnie wytwarzanej powłoki. W dalszej kolejności Autor przedstawił wpływ parametrów osadzania na właściwości powłok.

Wstęp teoretyczny jest klarowny, napisany przejrzystym językiem, z logicznym podziałem treści. Część dotycząca przeglądu literaturowego obejmująca 18 stron tekstu bazuje na 133 źródłach bibliograficznych. Niedosyt jednakże budzi mała liczba rysunków obrazujących omawiane treści, w szczególności w rozdziale 4.3. Zwiększyłyby się tym samym wartość tej części pracy. Na przykład w rozdziale 4.3.1 opisującym wpływ stężenia cząstek ceramicznych w elektrolicie na ich zawartość w powłokach kompozytowych wskazane byłoby zamieszczenie przykładowych rysunków opisujących ten stan rzeczy.

W zasadniczej i najważniejszej części pracy doktorskiej Autor przedstawia i omawia wyniki badań własnych.

Autor postawił tezę, że „poprzez odpowiedni dobór związków organicznych do kąpeli galwanicznej możliwe jest sterowanie wartością potencjału elektrokinetycznego w taki

sposób, aby uzyskać kompozytowe powłoki nikłowe z cząstkami SiC o podwyższonych właściwościach użytkowych”.

W pracy nad doktoratem Autor badał wpływ związków organicznych na potencjał elektrokinetyczny zeta zawiesiny cząstek ceramicznych. Poznanie wartości tego potencjału umożliwia wstępną selekcję związków organicznych stosowanych w kąpeli galwanicznej oraz substancji ceramicznej pod kątem przydatności do osadzania powłok kompozytowych. Ponadto Autor badał wpływ substancji organicznych i wielkości cząstek SiC na właściwości użytkowe nikłowych powłok kompozytowych, takie jak odporność na zużycie przez tarcie oraz odporność korozyjną. Wyniki te są dobrze udokumentowane i odniesione do podstawowych badań materiałowych obejmujących strukturę, mikrostrukturę, morfologię powierzchni, skład chemiczny oraz twardość powłok. Tok rozumowania i kolejne etapy prezentacji wyników świadczą o dobrym zrozumieniu tematu przez Autora.

Przeprowadzone badania doprowadziły Autora do wysnucia kilku najważniejszych wniosków, mianowicie wyznaczono optymalną wartość potencjału zeta zapewniającą największy udział cząstek SiC w osnowie metalowej; duże wartości potencjału zeta działające stabilnie na dyspersję kąpeli galwanicznej wpływają negatywnie na proces elektroosadzania cząstek; nanometryczne cząstki SiC osadzają się trudniej niż cząstki mikrometryczne, a ich udział w powłokach nie przekraczał 1%; wszystkie zastosowane dodatki organiczne do kąpeli galwanicznej w połączeniu z cząstkami SiC o różnej wielkości spowodowały poprawę twardości i odporności na zużycie przez tarcie w porównaniu do konwencjonalnej powłoki nikłowej, a optymalnym dodatkiem organicznym zwiększającym udział fazy ceramicznej w powłoce i poprawiającym jej właściwości użytkowe jest mieszanina sacharyny (LSA) i tris(hydroksymetylo)aminometanu (THAM).

Uwagi o charakterze merytorycznym

Zawartość pracy jest przemyślana, jednakże po jej analizie nasuwa się kilka pytań związanych głównie z realizowanymi badaniami:

- na stronie 20: „... pitting (wada przejawiająca się powstawaniem drobnych, okrągłych punktów) ...”; zamiast „punktów” powinno być „wżerów”,
- co Autor miał na myśli na stronie 48 pisząc: „Analiza otrzymanych wartości mamy do czynienia z dyspersjami o bardzo dobrym stopniu.” – stopniu czego?

- w rozdziale 7.3.1, na rysunkach podana jest grubość powłok, ale brak jest komentarza w tekście do tych wartości,
- analizując krzywe polaryzacji wydaje się, że dla powłok z dodatkiem SiC NaBond/LSA (podobnie dla SiC NaBond/LSA+DSS) wartość i_{corr} może być znacznie mniejsza, niż wskazana w tabeli, w porównaniu do czystej powłoki niklowej. Wartość E_{corr} dla czystego niklu jest niedoszacowana i na rysunku widać, że ma wartość bardziej ujemną (raczej ok. -0,26V) w porównaniu z SiC NaBond/LSA, podczas gdy w tabeli jest odwrotnie,
- w rozdziale 7.5.6.3 brak jednoznacznego wskazania, która z powłok zapewnia najlepszą odporność korozyjną.

Błędy i usterki redakcyjne rozprawy

W pracy występują usterki redakcyjne, niewpływające na poziom merytoryczny rozprawy, ale zakłócające jej czytelność, które wykazano poniżej:

- w spisie treści brak rozdziału 7.3.3,
- właściwości proszku i zmierzone dla niego parametry opisano w rozdziale „6.1 Materiały”, podczas gdy dane sprzętu zastosowanego do ich określenia opisano później w kolejnym rozdziale „6.2 Metodyka badań”,
- Autor nie ustrzegł się błędów w numeracji tabel: tabela 11 na stronie 39 powinna mieć numer 12 i należałoby ją umieścić za tabelą oznaczoną numerem 11 na stronie 40, która w tekście ma numer 12 i jest w tekście przytaczana w pierwszej kolejności (są dwie tabele z numerem 11); tabela na stronie 44 ma numer 4, a powinien to być numer 13; tabela na stronie 45 ma numer 5, a powinien to być numer 14; tabela na stronie 46 ma numer 12, a powinien to być numer 15. Wszystkie pozostałe tabele mają przestawioną numerację i tak ostatnia tabela 25 powinna być tabelą nr 28. Także oznaczenia tabel przytaczane w tekście są błędne,
- tytuły tabel na stronach 82 i 83 z błędem: „Porównanie odporności korozyjnej próbek z cząstki SiC NaBond”, „... z cząstki SiC 1200” – powinno być „z cząstkami”,
- rysunek 22 na stronach 56-57 powinien mieć numer 23, rysunek 23 na stronach 59-60 powinien mieć numer 24, konsekwentnie pozostała numeracja rysunków

powinna być przedstawiona o jedną pozycję i finalnie rysunek 68 będzie rysunkiem 69. Analogicznie należałoby skorygować w tekście odnośniki do rysunków,

- na stronie 71 Autor wprowadził żargonowe pojęcie „organika” odnoszące się do dodatków organicznych, np.: „... powłoki z cząstkami wielkości nanometrycznej i organiką typu....”,
- w tabeli na stronie 87 gęstość prądu korozyjnego powinna być oznaczona z indeksem dolnym „corr” (i_{corr}) podobnie jak to zrobiono dla potencjału korozyjnego (E_{corr}),
- wykresy „radarowe” są nieco za daleko przedstawione w stosunku do przedstawionych treści – powinny się znaleźć na stronie 93 a nie 96,
- w wykazie bibliografii nie wszystkie pozycje mają jednakowy format.

Podsumowanie recenzji

Realizując rozprawę doktorską mgr inż. Marek Nowak wykazał się znaczną wiedzą teoretyczną, zdolnościami eksperymentatorskimi i umiejętnością prawidłowej analizy planowanych eksperymentów i wyników. Doktorant potrafił prawidłowo zaprojektować i zrealizować program badań osiągając przy tym rezultaty, które w praktyczny sposób mogą zostać zastosowane w przemyśle, prowadząc do stosowania powłok na stopach aluminium podwyższających ich walory użytkowe.

Podsumowując całość recenzji, biorąc pod uwagę wartość naukową rozprawy oraz wskazane nieliczne mankamenty i usterki, stwierdzam, że praca doktorska jest oryginalnym osiągnięciem naukowym mgr. inż. Marka Nowaka i spełnia wszystkie warunki określone Ustawą z dnia 14 marca 2003 r., "O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki" (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie mgr. inż. Marka Nowaka do jej publicznej obrony.



Dr. hab. inż. Jarosław Jakubowicz, prof. nadzw. PP