21.11.2016r.

Prof. dr hab. inż. Janusz Grabian

Akademia Morska w Szczecinie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Magdaleny Suchory- Kozakiewicz pt. ***Napięcia międzyfazowe w procesie recyklingu metalowych tworzyw kompozytowych z osnową aluminiową***

Recenzja wykonana na podstawie zlecenia DM-63/539/2016 dr. hab. inż. Olafa Ciszaka, Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

Praca doktorska mgr. inż. Magdaleny Suchory – Kozakiewicz poświęcona jest wybranym aspektom procesu recyklingu odlewanych materiałów kompozytowych na osnowie stopów aluminium i zbrojeniu w postaci ceramicznych tzw. preform o porowatości otwartej. Problematykę recyklingu tych materiałów drogą rozdzielenia składników należy uznać za ważną z tytułu coraz wyższych wymagań związanych z szeroko pojętą ochroną środowiska, a także chęcią odzyskiwania osnowy kompozytu – stopów aluminium. Proces recyklingu z udziałem ciekłych żużli, o składach znanych przede wszystkim z procesów rafinacyjnych stopów aluminium, prowadzony może być często z niezbyt wysoką efektywnością. Brak efektywnej i dogłębnie zbadanej techniki recyklingu może ograniczać stosowanie metalowych odlewanych materiałów kompozytowych w budowie maszyn. Zatem podjęta w rozprawie tematyka badań, eksponująca m.in. rolę napięć międzyfazowych ciekłych komponentów układu recyklingowego tzn. ciekłego stopu aluminiowego oraz ciekłego solnego ośrodka recyklingowego, jest zasadna, niosąc w sobie element poznawczy, a w konsekwencji także praktyczny. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska o łącznej objętości 88 stron składa się – poza wprowadzeniem i wykazem literatury – z ośmiu rozdziałów. Wykaz literatury liczy 68 pozycji

w tym 41 pozycji w języku polskim. We wprowadzeniu zdefiniowano stosowane pojęcia oraz zaprezentowano podstawowe mechanizmy rozdziału składników układów wielofazowych jakimi są kompozyty będące zawiesiną cząstek ceramicznych w metalowej osnowie (stopy aluminium), a także kompozyty wytwarzane drogą infiltracji ciśnieniowej ciekłym metalem (stopem aluminium) tzw. porowatych preform ceramicznych. W rozdziale drugim przedstawiono mechanizm procesu recyklingu tzn. rozdziału faz tworzących kompozyty, w aspekcie maksymalnego odzysku metalu osnowy. Przedstawione mechanizmy dotyczyły obu typów kompozytów wyznaczając warunki konieczne do prawidłowego i efektywnego przeprowadzenia procesu rozdziału faz. Rozdział trzeci to zaprezentowanie genezy recenzowanej pracy. W oparciu o przeprowadzoną ocenę danych dostępnych w literaturze, dotyczących m.in. wartości istotnych dla procesu recyklingu parametrów, przedstawiono obliczone zakresy zmian wartości napięcia międzyfazowego ciekłego metalu osnowy oraz kąpieli solnej (żużla) warunkujące efektywność procesu recyklingu. Przedstawienie graficzne obliczonych wartości napięcia międzyfazowego dla zmiennych wartości napięcia powierzchniowego metalu osnowy oraz kąta zwilżania fazy stałej przez ciekłą osnowę wraz z zakresem zmian ich wartości pozwoliło na przybliżenie reguł rządzących procesem recyklingu wybranych materiałów kompozytowych. Działania te, a także wyniki wcześniej prowadzonych badań wstępnych w temperaturze pokojowej z użyciem cieczy zastępczych były podstawą sformułowania zasadniczych pytań pozwalających na określenie celu niniejszej pracy doktorskiej. W następnych dwóch rozdziałach sformułowano cel, tezy oraz zakres pracy. Należy ocenić je jako właściwe, prawidłowo sformułowane i wyważone. W kolejnym rozdziale zatytułowanym *Metodyka pracy* przedstawiono, oparte o dane literaturowe, informacje dotyczące właściwości fizykochemicznych wybranych mieszanin soli tworzących ośrodek recyklingowy. Zaproponowano, logicznie i przekonująco uzasadniając, oryginalny parametr charakteryzujący solne ośrodki recyklingowe, nazywając go wskaźnikiem właściwości powierzchniowych WS. Wprowadzając ten wskaźnik oparto się na znanej teorii jonowej żużli. W rozdziale tym przedstawiono także stanowisko do analizy termicznej mieszanin soli, stanowisko do pomiaru napięć międzyfazowych z użyciem cieczy zastępczych (do badań wstępnych) oraz stanowisko do pomiaru napięć międzyfazowych układów rzeczywistych. W rozdziale 7 poświęconym

przebiegowi badań przedstawiono zestawy mieszanin wybranych soli tzn. KCl, NaCl, NaF oraz KF. Dla 15 mieszanin o zróżnicowanym udziale poszczególnych soli wyliczono wartość wskaźnika WS. Po wyznaczeniu charakterystyk krzepnięcia tych mieszanin dobrano, dla przyjętych składów chemicznych osnowy metalowej kompozytów, odpowiednie układy recyklingowe poddając je następnie badaniu napięcia międzyfazowego. W rozdziale tym zamieszczono wyniki badań napięcia międzyfazowego. Formalnie rzecz biorąc powinny się one znaleźć w kolejnym 8 rozdziale zatytułowanym *Wyniki badań i ich omówienie.* W rozdziale tym przeprowadzono dyskusję wyników na podstawie odpowiednio zestawionych i pogrupowanych wyników badań. W oparciu o równania linii regresji określających zmiany wartości napięcia międzyfazowego badanych układów recyklingowych w funkcji temperatury wyznaczono wartości napięć międzyfazowych dla 700, 750 oraz 800^{0}C. Ułatwiło to przeprowadzenie porównań obrazujących relacje między zmianami wartości wskaźnika WS i napięć międzyfazowych badanych układów recyklingowych. Wykazano także istotną rolę wprowadzonego wskaźnika WS wskazując jego wrażliwość na niewielkie nawet zmiany składu mieszanin solnych. Rozprawę zamyka rozdział 9 *Podsumowanie i wnioski*. Przedstawiono wnioski ogólne i szczegółowe, które pogrupowano na wnioski o charakterze naukowo-poznawczym, wnioski o charakterze utylitarnym oraz co należy podkreślić wnioski dotyczące dalszych badań. Przedstawione trzy wnioski ogólne wiążą się bezpośrednio ze sformułowanymi w rozdziale 4 trzema tezami. Wnioski z wyników przeprowadzonych badań stanowią pozytywną ich weryfikację

Uwagi krytyczne i zapytania:

- wyniki badań, przedstawione np. w tablicach 20-23, zamieszczonych w rozdziale 7, nie posiadają ilościowej analizy błędów,
- jaka jest przyczyna dużej zmienności liczby pomiarów wartości napięcia międzyfazowego dla zróżnicowanej temperatury ciekłych faz co przedstawiono w tablicach 20-23?
- jak zapewniono na stosowanym stanowisku badawczym do pomiaru wartości napięcia międzyfazowego równoległość przesuwanego pierścienia (próbnika) do powierzchni rozdziału faz?

- jak należałoby, w odniesieniu do uwagi poprzedniej ,podchodzić do wyników badań siły odrywania pierścienia (próbnika) od powierzchni rozdziału faz , rejestrując zróżnicowane wartości tego parametru?,

- można było zawrzeć w rozprawie sugestie dotyczące określenia przyczyn występowania znacznych różnic wartości napięć międzyfazowych pomiędzy wyznaczanymi w trakcie przeprowadzanych badań, a dostępnymi w literaturze,

- użycia sformułowań tj. *bardzo celowe* (str.79), *spadek wskaźników WS* (str.70) czy też *imponująca odporność (*str.76) powinno się unikać w pracy naukowej,

- str. 78, wniosek o charakterze naukowo-poznawczym nr 1. - czy *prostota* jest negatywnym czynnikiem oceny możliwości rzetelnego pomiaru napięcia międzyfazowego?

- liczne wstawianie znaków interpunkcji w niewłaściwych miejscach lub ich brak,

- przywołanie pozycji literaturowej w tytule punktu 6.2.2.1, także umieszczonej w spisie treści, jest nietypowe i niespójne z przywoływaniem pozycji literaturowych w pozostałej części rozprawy.

Przedstawione wyżej uwagi nie umniejszają wartości przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej.

<u>Wniosek końcowy</u>

Rozprawę doktorską mgr inż. Magdaleny Suchory – Kozakiewicz, pomimo pewnych uwag krytycznych, oceniam pozytywnie. Wyeksponować należy jej osiągnięcia :

- wartościowe i stanowiące o wiedzy Autorki rozprawy uściślenie definicji i pojęć z zakresu badanych zjawisk, właściwości materiałów i procesów,

- opracowanie w oparciu o jonową teorię żużli liczbowego wskaźnika właściwości powierzchniowych mieszanin soli,

- opisanie i wyznaczenie zakresu zmian wartości parametrów wpływających na efektywność procesu rozdzielania komponentów metalowych

materiałów kompozytowych o osnowie ze stopów aluminium i zbrojeniu ceramicznym,

- opracowanie koncepcji i zaprojektowanie stanowiska badawczego do pomiaru napięć międzyfazowych ciekłych metali i ośrodków recyklingowych, a także wyznaczenie wartości napięcia międzyfazowego wybranych układów,

- w wyniku przeprowadzonych obserwacji, wyznaczenia wartości wskaźnika właściwości powierzchniowych składników ośrodków recyklingowych oraz analizy wyników badań wskazanie najbardziej efektywnych składów ośrodków recyklingowych oraz warunków prowadzenia procesu recyklingu.

Doktorantka zrealizowała wyznaczony program badań i osiągnęła założony cel. Wykazała się dobrą znajomością metod badawczych właściwie dobranych dla realizowanej tematyki badań, a także umiejętnością interpretacji wyników tych badań. Rezultat końcowy rozprawy jest interesujący z praktycznego punktu widzenia. Rozprawa zawiera także szereg oryginalnych wyników o charakterze poznawczym.

Podsumowując stwierdzam, że zgodnie z wymogami określonymi w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Suchory – Kozakiewicz może być zakwalifikowana do dyscypliny „budowa i eksploatacja maszyn", poszerza wiedzę w zakresie technik odlewniczych i metalurgicznych oraz ogólnie na dobrym poziomie spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim. Wnioskuję więc o dopuszczenie tej rozprawy do publicznej obrony przed Radą Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej.