

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Sztwiertnia
Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN
ul. Reymonta 25
30-059 Kraków

Kraków 20.08.2022

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Ciemiorek-Bartkowskiej

pt. „**Anisotropy of Mechanical Properties and Formability of Ultrafine-Grained Plates**

Made of Aluminium Alloys”

Rozprawa będąca przedmiotem oceny powstała pod opieką Pani Profesor Małgorzaty Lewandowskiej na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej.

Treść rozprawy jest zgodna z jej tytułem i dotyczy aktualnego zagadnienia wytwarzania ultradroboziarnistych materiałów stopowych charakteryzujących się niską anizotropią oraz dobrą plastycznością. Tak też sformułowano cel pracy. Doktorantka wykonała cały szereg testów formowania oraz pomiarów mikrostruktury i anizotropii wybranych stopów aluminium, które poddano intensywnemu odkształceniu. Hipoteza, którą Doktorantka starała się udowodnić, została sformułowana następująco: anizotropowa mikrostruktura ultradroboziarnistych płyt uzyskanych w złożonych procesach intensywnego odkształcenia wraz z odpowiednio dobranymi warunkami zewnętrznymi takimi jak np. szybkość odkształcenia i temperatura, umożliwią wzrost plastyczności i formowalności do co najmniej takich jakie charakteryzują materiały o konwencjonalnej wielkości ziarna. W pracy został zamieszczony szczegółowy plan badań umożliwiających osiągnięcie zamierzonego celu i weryfikację postawionej hipotezy.

Ogólny opis pracy

Praca składa się z trzech zasadniczych części:



- W pierwszej Doktorantka omawia na podstawie literatury różne metody intensywnego odkształcenia prowadzące do wytworzenia materiałów ultradrobnokrystalicznych. Charakteryzuje ich anizotropię oraz formułuje cele swojej pracy i hipotezy do udowodnienia.
- W części drugiej, która jest związana z częścią trzecią, omawia zastosowane techniki intensywnego odkształcenia, wyniki badań mikrostruktury, właściwości mechanicznych oraz anizotropii, a w szczególności modyfikowane techniki intensywnego odkształcenia takie jak „Poprawione” Wyciskanie w Kanale Kątowym (I-ECAP) oraz „wielokierunkowe” Wyciskanie w Kanale Kątowym a następnie spęczanie. Badano trzy rodzaje stopów aluminium, a to technicznie czyste aluminium 1050 (jako materiał odniesienia), stop 3003 reprezentujący materiał o niskiej wytrzymałości oraz stop 5754 z grupy Al-Mg o wyższej wytrzymałości. Wszystkie materiały były jednofazowe, a więc można było założyć, że głównymi mechanizmami umocnienia były: rozdrobnienie ziarna i odkształcenie plastyczne. Doktorantka stwierdza, że wybór stopów oraz wybór technik przetwarzania był związany z ograniczeniami dostępnego jej wyposażenia.
- Część trzecią stanowi zbiór sześciu publikacji. Doktorantka jest pierwszą autorką we wszystkich pracach. Należy podkreślić, że zostały one opublikowane w takich renomowanych periodykach jak: Materials & Design (2 prace), Materials Science & Engineering A (2 prace), Archives of Civil and Mechanical Engineering (1 praca) oraz Advanced Engineering Materials (1 praca).

Osiągnięcia

Można stwierdzić, że działania Doktorantki na rzecz poprawy plastyczności i formowalności wybranych stopów aluminium zakończyły się sukcesem. I tak na przykład w przypadku stopu 3003 poprzez odpowiedni dobór temperatury i prędkości odkształcenia uzyskano poprawę plastyczności (całkowite wydłużenie od 10 do 20%) oraz formowalność na poziomie 57% przy niewielkim wzroście wielkości ziarna. Zaproponowanie dla stopu 5754 hybrydowego procesu intensywnego odkształcenia („wielokierunkowy” - ECAP, a następnie spęczanie) również doprowadziło do rozdrobnienia mikrostruktury i podwyższonej plastyczności, oczywiście po odpowiednim dobraniu temperatury i szybkości odkształcenia. Wreszcie dla aluminium 1050 Doktorantka uzyskała w procesie I-ECAP dobrą formowalność i znaczną redukcję anizotropii.



Uwagi do pracy

Uwagi mają charakter poprawek, których uwzględnienie poprawiłoby jakość pracy.

Spis akronimów i zmiennych fizycznych niewątpliwie ułatwiłyby czytanie pracy.

Mikroskopijnych rozmiarów rysunki niewątpliwie nie ułatwiają jej studiowanie.

W pierwszej części pracy Doktorantka nie odniosła się do prac, w których opisano stopy po intensywnym odkształceniu „niekonwencjonalnymi” metodami SPD – niekonwencjonalnymi w tym sensie, że warunek „unikalna cecha” metod SPD, to jest brak zmiany wymiarów próbki, nie jest spełniony. Tymi niekonwencjonalnymi metodami SPD udało się uzyskać materiały o właściwościach wymaganych do specyficznych zastosowań np. na stenty. Wydaje się, uzyskanie kształtu wyrobu dostosowanego do potrzeb jest istotnym zagadnieniem w opracowywaniu technologii uzyskania wyrobu o odpowiednich właściwościach. Przedstawienie anizotropii przy pomocy parametru Lankforda ma charakter klasyczny, można było wspomnieć np. o modelowaniu anizotropii mechanicznej indukowanej teksturą badanego materiału.

W Tablicy 2 w rozdziale 6.2.1. jest chyba pomyłka (powinno być np. dHAGBs, a nie dLAGBs).

Na rysunku 34 przedstawiono co prawda trójkąt podstawowy ale bez informacji o jaki/jakie kierunki w próbce chodzi. Ten błąd/usterka dotyczy kilku innych rysunków (także w publikacjach).

Podpis mikrostruktura jest może wystarczający np. pod obrazem przedstawiającą ją np. w jasnym polu. Topografie orientacji uzyskane przy pomocy EBSD/SEM lub CEED/TEM zawierają o wiele więcej informacji i należałoby je opisać tak jak np. w publikacji app. 5.

Mimo drobnych usterek rozprawa w pełni spełnia warunki określone w art. 13 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z dnia 14 marca 2003) stawiane rozprawom doktorskim i na tej podstawie wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Marty Ciemiorek-Bartkowskiej do publicznej obrony.

Zagadnienie przedstawione w rozprawie lub tylko zasygnalizowane mogą być tematem następnych interesujących studiów. Biorąc pod uwagę szeroki zakres badań zrealizowany przez Doktorantkę, ich inspirujący charakter oraz liczne publikacje nie dołączone do pracy, których była współautorka wnoszę o wyróżnienie przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej.

Krzysztof Szwiertnia

