

Dr hab. inż. Jerzy Robert Sobiecki prof. uczelni
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechnika Warszawska
02-507 Warszawa, Wołoska 141

Warszawa 07.12.2021

POLITECHNIKA POZNAŃSKA WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I FIZYKI TECHNICZNEJ		
DNIA	14-12-2021	DNIA
WPŁYNEŁO		

DF-63/109/2021

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Dominiki Panfil-Pryka
pt. „Laserowa modyfikacja warstwy azotowanej gazowo wytworzonej na stali
42CrMo4”**

Uwagi ogólne

Tematyka badawcza recenzowanej rozprawy doktorskiej jest związana z aktualnym kierunkiem rozwoju inżynierii materiałowej w szczególności inżynierii powierzchni dotyczącym procesów azotowania gazowego i modyfikacji laserowej wytworzonych warstw powierzchniowych. Proces azotowania gazowego jest powszechnie znany i opisany w literaturze. Autorka natomiast podkreśliła, że zastosowanie laserowej modyfikacji tak wytworzonych warstw nie jest obszernie opisane w literaturze, co więcej brak jest doniesień na temat obróbki laserowej bez przetopienia strefy związków.

Praca jest kompletna i napisana w sposób komunikatywny. Ma ona klasyczny układ. Autorka po wprowadzeniu dokonała przeglądu literaturowego omawiając azotowanie metali i ich stopów koncentrując się na azotowaniu gazowym. Omówiła także inne techniki azotowania takie jak: azotowanie jarzeniowe, niskociśnieniowe i laserowe. Przedstawiła inne zastosowania obróbki laserowej w wytwarzaniu warstw powierzchniowych w szczególności laserowe hartowanie powierzchniowe oraz laserową modyfikację warstw dyfuzyjnych. W tym rozdziale omówiła laserową modyfikację warstw borowanych oraz co ważne warstw azotowanych i węgloazotowanych.

Pokusiła się także, co zasługuje na podkreślenie, o przedstawienie wniosków z analizy danych literaturowych, które umożliwiły Jej poprawne zaplanowanie eksperymentów. W tym miejscu brakuje moim zdaniem przedstawienia najnowszych danych literaturowych dotyczących tematyki doktoratu gdyż w tej części pracy zaprezentowano 6 artykułów z których najnowszy pochodził z 2015 roku ale dotyczył laserowej obróbki warstwy węgloazotowanej plazmowo. Chciałbym się także dowiedzieć co skłoniło Doktorantkę do zajęcia się tematem pracy, gdyż publikacja dotycząca tej tematyki została opublikowana przez promotora dość dawno a

mianowicie w Inżynierii Materiałowej w 2004 roku. Upłynęło 12 lat zanim powstała publikacja w której autorami są Doktorantka i promotor w której kontynuowana jest tematyka pracy.

W dalszej części pracy mg inż. Dominika Panfil - Pryka sformułowała tezy i określiła zadania badawcze pozwalające na ich udowodnienie. Program badawczy uważam za bogaty i właściwie dobrany. Po opisaniu metodyki i wyników badań przedstawiono podsumowanie i wyciągnięto właściwe wnioski.

Zakres i teza pracy.

Autorka sformułowała następujące tezy pracy

1. Dobór odpowiednich parametrów laserowej obróbki cieplnej umożliwi wytwarzanie laserowo modyfikowanych warstw azotowanych z przetopieniem i bez przetopienia.
2. Możliwe jest otrzymanie modyfikowanych warstw azotowanych charakteryzujących się zwiększoną twardością i zwiększoną odpornością na zużycie przez tarcie.
3. Laserowa modyfikacja warstwy azotowanej bez przetopienia prowadzi do poprawy mikrostruktury i właściwości strefy związków a zwłaszcza azotków ϵ -Fe₂₋₃N.

W tym miejscu chciałbym uściślić co Doktorantka miała na myśli pisząc w tezie o poprawie mikrostruktury.

Dla realizacji celu i udowodnienia sformułowanych tez zrealizowano następujące zadania badawcze

1. Dobór parametrów laserowej obróbki cieplnej z przetopieniem i bez przetopienia warstwy azotowanej.

Należy podkreślić ogrom pracy jaki Autorka włożyła realizując to zadanie badawcze, co więcej zakończyło się ono sukcesem.

2. Wytworzenie warstw hybrydowych – modyfikowanych laserowo warstw azotowanych,
3. Analiza mikrostruktury składu chemicznego i fazowego wytworzonych warstw,
4. Przeprowadzenie badań wybranych właściwości użytkowych wytworzonych warstw: mikrotwardość, odporność na zużycie przez tarcie, kohezja, właściwości nanomechaniczne (twardość i moduł Younga),
5. Sformułowanie modelu matematycznego opisującego wpływ mocy wiązki laserowej i szybkości skanowania na szerokość i głębokość strefy przetopionej oraz strefy wpływu ciepła i jego weryfikacja,
6. Zastosowanie modelu Ashby'ego i Esterlinga do oszacowania głębokości strefy przetopionej oraz strefy wpływu ciepła w funkcji stosowanych parametrów laserowej obróbki cieplnej.

Zakres i tezy opiniowanej pracy spełniają wymagania stawiane badaniom będącymi podstawą rozpraw doktorskich.

Metodyka badań nie budzi zastrzeżeń, a wszystkie techniki badawcze zastosowano celowo.

Uwagi

Jak każda praca badawcza wnosząca nowe wartości poznawcze tak i recenzowana rozprawa doktorska nie jest wolna od nieścisłości a niektóre ze stwierdzeń wymagają uściśleń czy wyjaśnień.

- str. 22 na rys. 2.4 nie ma odnośnika literaturowego
- str. 37 w metodzie azotowania z aktywnym ekranem przedmiot nie jest umieszczany na katodzie a jest od niej izolowany podłożem ceramicznym
- str. 86 podano łączną grubość warstw azotowanych w procesach Ia i Ib nie podano natomiast grubości stref dyfuzyjnych dla poszczególnych procesów.
- str. 88 co należy zmienić w parametrach regulowanego azotowania gazowego aby całkowicie wyeliminować strefę ε
- str. 89 czemu nie pokazano analizy składu chemicznego na przekroju w procesach Ib i II
- str. 129 na rys. od 6.33 do 6.35 na osi x są milimetry a powinny być mikrometry
- czym należy tłumaczyć zwiększenie twardości Vickersa HV_{IT} dla stref ε i $\varepsilon + \gamma'$ dla wariantu Ia (tabela 6.4 str. 149) w porównaniu do wariantu Ib (tabela 6.6 str. 160)
- przedstawianie wyników twardości wgniatania, twardości Vickersa oraz modułu Younga z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku nie jest właściwe, tym bardziej, że w tabelach 6.4 i 6.6 nie zamieszczono rachunku błędów. Dobrze, że został on zaprezentowany w tabeli 6.7.
- dlaczego wskaźnik zużycia na próbkach w kształcie walca azotowanych wg. wariantu Ia był większy (tabela 6.8 str. 169) niż wskaźnik zużycia na próbkach w kształcie pierścienia azotowanych wg wariantu Ib (rys.6.54 str. 173) i dlaczego wybrano różne warianty azotowania.

Opinia końcowa

Chcę zaznaczyć jednak, że powyższe uwagi mają w dużej mierze charakter dyskusyjny i nie wpływają na moją bardzo pozytywną ocenę wartości merytorycznej pracy, ogólnej

prawidłowości badań i zastosowanych technik badawczych. Należy je traktować, jako sugestie, których uwzględnienie może być pomocne Doktorantce w dalszej pracy naukowej.

Uważam za bardzo wartościowe modelowanie wymiarów pojedynczych ścieżek laserowych (ich głębokości i szerokości), co posłużyło do przewidywania efektów oddziaływania promieniowania laserowego na mikrostrukturę warstw azotowanych, a przede wszystkim do określenia parametrów obróbki laserowej przeprowadzanej przy pomocy ścieżek wielokrotnych, które umożliwiały laserową modyfikację z przetopieniem lub bez przetopienia całej powierzchni azotowanych próbek.

W podsumowaniu mojej oceny stwierdzam, że mgr inż. Dominika Panfil - Pryka otrzymała w swojej pracy oryginalne wyniki badań, dowiodła umiejętności przeprowadzenia i stosowania różnych technik badawczych, wykazała się umiejętnością planowania eksperymentu oraz analizą uzyskanych wyników. Uważam, że recenzowana rozprawa zawiera szereg wartościowych i oryginalnych rezultatów, które już zostały opublikowane w 10 artykułach naukowych w tym 5 w czasopismach z listy JCR.

Stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone ustawą o stopniach i tytułach naukowych. Wnoszę, zatem o dopuszczenie mgr inż. Dominiki Panfil – Pryka do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Materiałowa na Politechnice Poznańskiej.

Mając na uwadze bardzo wartościowe wyniki uzyskane podczas realizacji pracy doktorskiej, ogrom badań które Doktorantka zrealizowała z dużym sukcesem publikując swoje wyniki w renomowanych czasopismach wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Jenny Robert Sobczak

Dr hab. inż. Jerzy Robert Sobiecki prof. uczelni

Warszawa 07.12.2021

Wydział Inżynierii Materiałowej

Politechnika Warszawska

02-507 Warszawa, Wołoska 141

Wniosek o wyróżnienie
rozprawy doktorskiej mgr inż. Dominiki Panfil-Pryka
pt. „Laserowa modyfikacja warstwy azotowanej gazowo wytworzonej na stali
42CrMo4”

Pani mgr inż. Dominika Panfil - Pryka otrzymała w swojej pracy oryginalne wyniki badań, dowiodła umiejętności przeprowadzenia i stosowania różnych technik badawczych, wykazała się umiejętnością planowania eksperymentu oraz analizą uzyskanych wyników. Mając na uwadze wartościowe wyniki uzyskane podczas realizacji pracy doktorskiej w szczególności modelowanie wymiarów pojedynczych ścieżek laserowych (ich głębokości i szerokości), co posłużyło do przewidywania efektów oddziaływania promieniowania laserowego na mikrostrukturę warstw azotowanych, a przede wszystkim do określenia parametrów obróbki laserowej przeprowadzanej przy pomocy ścieżek wielokrotnych, które umożliwiły laserową modyfikację z przetopieniem lub bez przetopienia całej powierzchni azotowanych próbek, ogrom badań, które Doktorantka zrealizowała z dużym sukcesem publikując swoje wyniki w renomowanych czasopismach wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

