Kraków, 29.07.2024

Dr hab. inż. Beata Leszczyńska-Madej, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Metali Nieżelaznych
Al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

Recenzja pracy doktorskiej

mgr inż. Sylwii Styczyńskiej

pod tytułem: *„Optymalizacja mikrostruktury i właściwości napoin nakładanych na powierzchnię roboczą świdrów trójgryzowych"*

przygotowanej pod kierunkiem promotora Pana prof. dr hab. inż. Jarosława Mizery i promotora pomocniczego Pani dr inż. Magdaleny Płocińskiej.

1. Podstawa opracowania

Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa na Politechnice Warszawskiej.

Podstawa prawna art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (z późn. zm.).

Opinia dotycząca przedmiotowej rozprawy doktorskiej zawiera trzy elementy:

1) Ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie inżynieria materiałowa;
2) Ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta ubiegającego się o nadanie stopnia doktora;
3) Ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

2. Charakterystyka i opis rozprawy

2.1.Ocena ważności i celowości podjętej tematyki badawczej

Przedłożona do recenzji praca mgr inż. Sylwii Styczyńskiej pt.: *„Optymalizacja mikrostruktury i właściwości napoin nakładanych na powierzchnię roboczą świdrów trójgryzowych"* napisana pod opieką Pana prof. dr hab. inż. Jarosława Mizery i promotora pomocniczego dr inż. Magdaleny Płocińskiej zawiera interesujące wyniki dotyczące optymalizacji mikrostruktury i właściwości napoin nakładanych na powierzchnię roboczą świdrów i stanowi podstawę rozwiązania prawidłowo postawionego przez Doktorantkę problemu badawczego. Rozprawa doktorska stanowi znaczący wkład w aktualny stan wiedzy, prezentując się jako oryginalne i cenne opracowanie, które łączy elementy zarówno naukowe, jak i utylitarne. Tytuł pracy należy uznać za właściwy i w pełni odpowiadający treściom prezentowanym w rozprawie.

Nakładanie napoin na powierzchnie robocze świdrów znacznie zwiększa ich odporność na zużycie, co jest kluczowe podczas pracy w trudnych warunkach, takich jak wiercenie w twardych formacjach skalnych. Dzięki temu narzędzia te mogą być eksploatowane dłużej, co bezpośrednio obniża koszty związane z ich wymianą. Wzmocnienie powierzchni roboczej zmniejsza także ryzyko pęknięć i innych uszkodzeń mechanicznych, co poprawia

bezpieczeństwo operacji wiercenia oraz redukuje ryzyko nieplanowanych przestojów. Powierzchnie robocze są wzmacniane poprzez napawanie powłok ceramiczno-metalicznych z wykorzystaniem nowoczesnych technologii. Istnieje duży potencjał badawczy w tej dziedzinie zarówno pod kątem poszukiwania nowych materiałów, jak i rozwoju technologii nanoszenia napoin oraz automatyzacji procesu produkcyjnego.

Podjęty przez Doktorantkę temat jest interesujący, wpisuje się w najnowsze trendy inżynieryjne i wydobywcze. Nie tylko przyczynia się do poprawy efektywności i redukcji kosztów, ale także wspiera zrównoważony rozwój i postęp technologiczny.

Dlatego też uważam podjęcie badań w tym zakresie za w pełni uzasadnione i celowe. Mogę także z przekonaniem stwierdzić, że opiniowana praca wpisuje się w dyscyplinę naukową Inżynieria Materiałowa, w której została przedstawiona.

2.2. Ocena układu rozprawy doktorskiej oraz ocena zastosowanego piśmiennictwa

Rozprawa ma klasyczny układ, składa się z dziesięciu rozdziałów, całość liczy 149 stron, w tym 21 stron stanowi analizę stanu zagadnienia, zawiera spis piśmiennictwa obejmujący 89 pozycji. Przegląd piśmiennictwa jest opracowany starannie, cytowane pozycje literaturowe obejmują artykuły naukowe, opracowania książkowe, materiały konferencyjne. Brak jest w pracy spisu rysunków oraz spisu tabel, a także spisu skrótów i oznaczeń użytych w pracy, co nieco utrudnia analizę tekstu. Niepotrzebnie również rozdziałowi *Spis piśmiennictwa* nadano numerację. Proporcje pomiędzy częścią literaturową, a eksperymentalną są właściwe. Sumarycznie praca zawiera 143 rysunki i 27 tabel. Struktura rozprawy jest przejrzysta, treść poszczególnych rozdziałów i podrozdziałów odpowiada ich tytułom.

Podział rozprawy zaproponowany przez Doktorantkę można uznać za prawidłowy.

Pierwszy rozdział pracy to *Streszczenie.* W drugim rozdziale zatytułowanym *Geneza pracy* przedstawiono główne przesłanki będące podstawą do podjęcia badań, które przedstawiono w pracy doktorskiej. [redacted] Czwarty rozdział to *Stan wiedzy analizowanego zagadnienia*. W tym rozdziale Autorka opisała takie zagadnienia, jak: wiertnictwo, urządzenia wiertnicze, metody nanoszenia napoin na powierzchnię świdrów, obróbkę cieplno-chemiczną po procesie napawania oraz wymagania i potrzeby rynku. W pracy zabrakło krytycznego podsumowania analizy stanu zagadnienia.

Analizując daty publikacji przytaczanych źródeł stwierdzam, że w pracy wykorzystano zarówno podstawowe pozycje z lat już odległych, jak i pozycje z ostatnich pięciu lat. Stwierdzam tym samym, że Autorka zapoznała się z aktualnym stanem wiedzy wystarczająco starannie. Mocną stroną doboru źródeł jest ich różnorodność, ponieważ Autorka cytuje zarówno książki, artykuły naukowe, referaty konferencyjne oraz inne dokumenty branżowe. Spis literatury wykonany jest starannie.

Podsumowując tę część pracy należy stwierdzić, że zebrane dane literaturowe stanowią dobrze opracowany zbiór odpowiadający tematowi pracy i stanowi on wystarczającą podstawę teoretyczną do realizacji podjętego tematu prac badawczych.

2.3.Ocena celu pracy

Cel pracy został przedstawiony w rozdziale 5 pracy. Dotyczy on optymalizacji mikrostruktury i właściwości napoin nakładanych na powierzchnię roboczą świdrów poprzez odpowiedni dobór materiału, technologii nanoszenia oraz parametrów procesowych. Za kryterium optymalizacji przyjęto poprawę dwóch parametrów, które są najistotniejsze

w odniesieniu do tego typu urządzeń, a mianowicie ścieralność i udarność [redacted]

Cel pracy został, zupełnie niepotrzebnie, powtórzony dodatkowo w dwóch rozdziałach, a mianowicie w *Streszczeniu* i *Genezie pracy*, wystarczająco opisano go w rozdziale zatytułowanym *Cel pracy*.

Uważam, że cel pracy został sformułowany właściwie, a przyjęty program badawczy obejmujący badania penetracyjne, badania wiroprądowe, mikroskopię świetlną i skaningową mikroskopię elektronową wraz z mikroanalizą rentgenowską EDS, dyfrakcję rentgenowską, badania stereologiczne, badania mikrotwardości oraz udarności i ścieralności, pozwolił na jego realizację.

2.4. Ocena stosowanej metodologii, opisu badań własnych, dyskusji wyników i uwagi o charakterze merytorycznym do dyskusji

W rozdziale zatytułowanym *Metodyka badań*, Autorka dysertacji opisała proces wytwarzania gryza i łapy. [redacted]

W rozdziale tym Doktorantka przedstawiła również parametry, jakimi kierowano się w doborze materiałów napawanych. W tym miejscu chciałabym zapytać, na jakim poziomie powinny być wymagane właściwości eksploatacyjne powłoki (twardość, odporność na obciążenia udarowe, odporności na ścieranie, odporność na obciążenia cieplne, itd.) oraz jakie są akceptowalne koszty materiałowe? Na jakim poziomie oczekiwano poprawy właściwości eksploatacyjnych? Informacje zawarte w pracy w tym zakresie są bardzo ogólne.

Kolejno opisano technologie napawania [redacted]

W dalszej części opisano przeprowadzone badania materiałowe. W przypadku opisu *Badań prądowirowych, Badań penetracyjnych, Badań twardości i mikrotwardości oraz Badań ścieralności i Testu udarności* Autorka dysertacji odnosi się do norm, które powinny być również uwzględnione w wykazie piśmiennictwa.

We fragmencie opisującym obserwacje mikroskopowe przekrojów próbek Autorka dysertacji napisała, że użyła do tego celu mikroskopu świetlnego Nikon Epiphot (Keyence, Belgia). Nikon jest firmą japońską, nie belgijską jak napisano w pracy. W przypadku testu ścieralności, badania odporności na uderzenia oraz testu udarności zabrakło informacji ile próbek z każdego rodzaju poddano testowi. Czy uzyskane wyniki były powtarzalne? Dla przejrzystości dysertacji, dobrze byłoby, gdyby charakterystyka materiałów napawanych została umieszczona w rozdziale 6 (*Metodyka badań*).

Podsumowując stwierdzam, że opis zastosowanych metod badawczych jest na ogół poprawny. Na podkreślenie zasługuje wiele wykorzystanych technik badawczych oraz fakt, że zostały dobrane rozważnie i każde badanie dostarczyło cennych wyników, które wnoszą wartość dodaną dla pracy. Przyjęty plan badawczy jest obszerny.

W rozdziale pracy pt. *Wyniki badań i dyskusja* Autorka kolejno przedstawia uzyskane wyniki badań. Przyjęto podział uwzględniający użytą metodę napawania. W każdym przypadku opisano materiał napawany oraz wytworzone przy użyciu danej metody

napoiny. [redacted]

Ostatnie dwa akapity rozdziału dotyczącego napawania [redacted] są bardzo cenne, szkoda że informacje te nie zostały zamieszczone w rozdziale 2 zatytułowanym *Geneza pracy*, ponieważ to one wyjaśniają dlaczego podjęto badania mające na celu optymalizację procesu napawania na powierzchnię roboczą świdrów trójgryzowych.

[redacted]

W zależności od metody napawania i użytego materiału napawanego, uzyskano różny udział fazy wzmacniającej w napoinach. Czy mogłaby Pani wskazać, czy jest jakaś optymalna wartość fazy umacniającej, która powinna być obecna w napoinie? Od czego to zależy?

Rys. 28. Graficzne przedstawienie rozkładu wielkości cząstek w próbce – na wykresie jest błąd. Na osi x; jest 357,45 – 447,99, a powinno być: 357,99-447,99. Poza tym w każdym przypadku przy przedstawianiu wyników pomiaru wielkości cząstek, powinno się przyjmować nieco inne granice kolejno występujących po sobie przedziałów wielkości, np. 4,53-85,98; 85,981-176,48; w aktualnie przyjętym podziale nie wiadomo do którego zbioru przyporządkowano pomiar skrajny, np. 85.98.

[redacted]

[redacted]

Autorka przestawiła również wyniki badania składu chemicznego EDS (Tabela 3, Tabela 4, 9, 12, 13, 19, 24 podając wynik także dla węgla, który jest lekkim pierwiastkiem, dlatego metoda ta nie jest właściwą do określania jego zawartości.

W przypadku proszku [redacted] Doktorantka pisze (str. 74), że proszek poddano obserwacjom na mikroskopie świetlnym. Myślę, że jest to pomyłka, proszki obserwowano przy wykorzystaniu mikroskopu skaningowego, co potwierdzają zdjęcia zamieszczone na rys. 58-61.

W rozdziale zatytułowanym *Metodyka badań* Doktorantka pisze, że wykonała badania twardości metodą Rockwella. Nie zamieszczono ich jednak w pracy.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawione w pracy wyniki są bardzo ciekawe zarówno z punktu poznawczego, jak i utylitarnego. Cennym aspektem pracy jest podsumowanie, w którym zebrano najważniejsze osiągnięcia pracy i podsumowano aspekty, których dotyczyła optymalizacja materiałowa i procesowa napawania powierzchni roboczych świdrów trójgryzowaych. Optymalizacja dotyczyła [redacted] Pracę zamykają trafne wnioski, które podzielono na trzy grupy dotyczące metody napawania, materiału napoiny oraz parametrów procesu napawania. Ostatni akapit pracy to kierunki dalszych badań.

Chciałabym jednoznacznie zaznaczyć, że rozprawa nie budzi większych zastrzeżeń merytorycznych w obszarze realizowanych badań, a przedstawione powyżej uwagi/pytania mają charakter polemiczny i zostały zamieszczone w celu wyjaśnienia kwestii szczegółowych.

2.5. Strona edycyjna pracy oraz poprawność językowa i stylistyczna

Korekta edytorska pracy jest nienaganna. Tekst napisany jest poprawnym językiem, z wykorzystaniem ogólnie przyjętej terminologii. Całość jest czytelna i spójna, co sprzyja płynności lektury. Autorka umiejętnie wzbogaciła opisy, dodając interesujące rysunki, wykresy oraz zdjęcia mikrostruktury, co znacznie zwiększa atrakcyjność pracy. Autorka nie ustrzegła się pewnych błędów językowych i redakcyjnych. Nie można mówić np. o „temperaturach", tylko o „temperaturze", która przyjmuje różne wartości, w manuskrypcie można znaleźć również literówki, przejęzyczenia, które nie wpływają jednak na moją końcową pozytywną ocenę pracy. Niektóre z podpisów pod rysunkami powinny być bardziej precyzyjnie sformułowane, np. podpisy pod Rys. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 44, 53, 57, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 86, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104130, 132, 133, 134, 135, 136, 138 powinny uwzględniać także parametry procesu wytwarzania. Jeżeli chodzi o jakość rysunków, to niewielkie zastrzeżenia dotyczące jakości pojawiają się jedynie w przypadku kilku rysunków przedstawiających analizy XRD (Rys. 26, 41, 45, 54, 65, 81, 105, 126, 127, 128, 139). Na wykresach jest za mała czcionka, ponadto do opisu niektórych faz użyto zbliżonych

kolorów, co zmniejsza czytelność. Również wykresy przedstawione na Rys. 42, 43, 77, 78, 106, 107, 140, 141 mają za małą czcionkę, przez co są mało czytelne.

Pragnę podkreślić, że zauważone w pracy usterki o charakterze redakcyjnym nie mają istotnego wpływu na końcową ocenę rozprawy i nie zmieniają mojego pozytywnego jej odbioru.

3. Podsumowanie i wniosek końcowy

Zdaniem recenzenta, oceniana dysertacja stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu, dowodzi ogólnej wiedzy teoretycznej Doktorantki w zakresie inżynierii materiałowej, a także potwierdza umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej.

Niewątpliwym osiągnięciem Doktorantki jest opracowanie zoptymalizowanych parametrów procesu napawania [redacted] Proces zakończył się sukcesem, co stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i utylitarnego.

W świetle powyższej opinii, stwierdzam, że recenzowana rozprawa Pani mgr inż. Sylwii Styczyńskiej pt. *„Optymalizacja mikrostruktury i właściwości napoin nakładanych na powierzchnię roboczą świdrów trójgryzowych"* spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki określonej w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późn.zm.) i wnioskuję o jej dopuszczenie do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

.....
(podpis recenzenta)