

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Dariusza KOŁACZA
pt.
„Wpływ mechanicznej syntezy i konsolidacji plastycznej na właściwości i
mikrostrukturę kompozytowych materiałów stykowych Ag-Re”

Recenzję rozprawy doktorskiej mgra inż. Dariusza Kołacza opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie Prof. dr hab. inż. Tadeusza Knycha, w oparciu o przekazany zasadniczy tekst rozprawy liczący 178 stron.

1. Ocena wyboru tematu i zakresu pracy doktorskiej

Praca doktorska mgr. inż. Dariusza Kołacza dotyczy opracowania technologii i wytworzenia kompozytowego materiału Ag-Re na styki łączników elektrycznych niskiego napięcia, o podwyższonych właściwościach mechanicznych oraz o odpowiedniej odporności na łuk elektryczny.

Problematyka rozprawy obejmuje w szczególności analizę wpływu przebiegu procesu mechanicznej syntezy oraz metody konsolidacji dyfuzyjnej i plastycznej na właściwości i strukturę proszku kompozytowego Ag-Re, przydatnego do produkcji styków elektrycznych. Zawiera wyniki licznych badań eksperymentalnych właściwości materiałów kompozytowych o określonych składach chemicznych Ag-Re, ocenę wybranych ich badań elektroerozyjnych, zachodzących w obszarze zestyku podczas komutacji prądu obciążenia, oraz wskazanie materiału kompozytowego Ag-Re1, jako materiału użytecznego do produkcji styków dla łączników elektrycznych niskiego napięcia.

Rozwój współczesnej automatyki elektroenergetycznej, przemysłu samochodowego czy górniczego, wymaga poszukiwania i stosowania nowych rozwiązań elektrycznej aparatury sterowniczej, łączeniowej, spełniającej coraz wyższe wymagania odnośnie do niezawodności działania łączników elektrycznych. Postępy technologiczne w elektrotechnice związane w znacznym stopniu z osiągnięciami inżynierii materiałowej i elektrofizyki umożliwiają

obserwowany, zwłaszcza w ostatnich latach na świecie, istotny rozwój konstrukcji łączników elektrycznych, w których niewrażliwą częścią są układy stykowe. Uszkodzenia ich związane są najczęściej ze zmianami struktury materiału i topografii powierzchni stykowych wskutek różnego rodzaju oddziaływań zarówno mechanicznych i chemicznych jak i elektrotermicznych zachodzących w procesie komutacji. Osiągnięcia w tej dziedzinie inżynierii materiałowej, elektrotechniki bazują na wynikach doświadczalnych, analizach teoretycznych oraz inwencji projektantów.

Recenzowana rozprawa dobrze wpisuje się w ten nurt prac badawczych i dotyczy zagadnień bardzo aktualnych i ważnych, czego wyrazem są liczne artykuły na ten temat w literaturze światowej i na organizowanych konferencjach oraz sympozjach naukowych. Autor w swojej pracy w sposób logiczny i kompleksowy dokonuje analizy i badań zjawisk fizycznych w kompozytowych materiałach stykowych oraz ich oceny, z punktu widzenia zagrożeń zdolności łączeniowej układu stykowego.

Można więc stwierdzić, że podjęta przez doktoranta tematyka ma duże znaczenie poznawcze, jest jak najbardziej celowa, nowoczesna i o dużym znaczeniu praktycznym. Mając powyższe na uwadze, recenzent wysoce pozytywnie ocenia wybór tematu rozprawy doktorskiej.

W stosunku do zakresu pracy doktorskiej opiniujący zgłasza następujące uwagi ogólne:

1. W rozdziale 21 podano że, „Styki elektryczne wykonane z kompozytu AgRe o obniżonej zawartości renu do 1%, są zdecydowanie lepsze w zakresie odporności na działanie łuku elektrycznego w stosunku do wykonanych z materiału na bazie srebra o zawartości renu 5, 8 i 10% wag.”. Pozytywną ocenę otrzymał również kompozytowy materiał AgRe1 z punktu widzenia między innymi: przewodności elektrycznej, porowatości materiału, twardości, ubytku masy, równomierności rozkładu renu w osnowie srebra. *Byłoby interesujące otrzymanie informacji, czy dokonywano również badań lub analiz kompozytowego materiału o zmniejszonej zawartości renu np. 0.5%.*
2. Rezystancja zestykowa jest podstawowym parametrem zestyku utworzonego z połączonych razem styków, decydującym o jego obciążalności prądowej ciągłej i zwarciowej. Wartość rezystancji zestykowej zależy między innymi od siły docisku styków, rodzaju materiału, kształtu i stanu powierzchni styków. W rozdziale 20 przedstawiono wyniki pomiaru rezystancji zestykowej dla kilku kompozytowych materiałów, przy czym nie podano wartości siły docisku styków.

Interesujące byłoby otrzymanie informacji przy jakiej wartości sił docisku styków wyznaczano wartość rezystancji zestykowej ?.

3. W rozdziale 19 pracy podano wyniki badań erozji styków wykonanych z kilku kompozytowych materiałów. Jako kryterium oceny wyników badań przyjęto wartości minimalne, maksymalne i średnie ubytków masy badanych styków. W wielu przypadkach różnice pomiędzy wartościami minimalnymi i maksymalnymi tych ubytków są znaczne. Nie podano jednak wyników analizy statystycznej tych badań. *Byłoby jednak pożądane ustosunkowanie się do tych zagadnień przez doktoranta.*

4. Przeprowadzone przez doktoranta badania eksperymentalne mają znaczenie aplikacyjne, ponieważ ich wyniki stwarzają podstawy do racjonalnego i optymalnego wytwarzania kompozytowych materiałów na bazie Ag z dodatkiem Re, przeznaczonych dla projektowanych układów stykowych łączników elektrycznych niskiego napięcia.

Byłoby interesujące uzyskać od Autora opinię, czy na tym etapie badań wymienionych kompozytowych materiałów, można by już podjąć próbę sformułowania pewnych wytycznych odnośnie zalecanych kształtów styków łączników elektrycznych, z uwzględnieniem ich zdolności i trwałości łączeniowej ?.

Wymienione wyżej uwagi ogólne traktuje jako dyskusyjne i nie podważają dalej tezy pracy doktorskiej, natomiast rozszerzają jej zakres. Opiniujący oczekuje ustosunkowania się do wymienionych wyżej uwag ogólnych w czasie publicznej obrony doktorskiej.

2. Zakres pracy doktorskiej i jej elementy oryginalne

Recenzowana praca obejmuje:

- wstęp, znaczenie i rozwój materiałów styków,
- zakres pracy i tezę pracy,
- prace rozwojowe dotyczące kompozytowych materiałów styków z dodatkiem renu, prowadzone w Instytucie Metali Nieżelaznych,
- technologię i badania materiałów kompozytowych Ag-Re,
- badania odporności na działanie łuku elektrycznego styków wykonanych z kompozytowych materiałów Ag-Re,
- wyniki badań i wnioski końcowe.

Teza pracy rozprawy doktorskiej podana w punkcie 12.2 (str. 60), jest sformułowana następująco:

Badania elektroerozyjne kompozytów Ag-Re wykonanych metodą klasycznej metalurgii proszków wskazały na wzrost ich właściwości w przypadku obniżania ilości renu w kompozycie. Można wnioskować, że dodanie mniej niż 5% wag. Re przy użyciu procesu mechanicznej syntezy, spowoduje dalsze zwiększenie odporności na działanie łuku elektrycznego i wzrost użyteczności kompozytu jako materiału stykowego.

Teza sformułowana przez doktoranta w rozprawie doktorskiej została potwierdzona wynikami badań i analiz eksperymentalnych.

Zdaniem recenzenta za oryginalny dorobek zawarty w pracy doktorskiej mgr. inż. Dariusza KOŁACZA, należy uznać:

- całość prac koncepcyjnych dotyczących technologii wytwarzania kompozytów Ag-Re,
- metodykę badań i pomiary parametrów technicznych kompozytowych materiałów na bazie srebra,
- całokształt wykonanych działań w ramach procesu mechanicznej syntezy oraz konsolidacji dyfuzyjnej i plastycznej, prowadzących do uzyskania kompozytowego materiału AgRe1 o podwyższonych właściwościach mechanicznych i elektroerozyjnych,
- twórcze wykorzystanie wyników badań w tej dziedzinie, przeprowadzonych w kraju i zagranicą, których zwięzłe streszczenie podane w rozprawie, stanowi logiczną podstawę rozwijanej przez Autora tezy i realizacji badań eksperymentalnych.

3. Ocena wiedzy doktoranta w zakresie realizowanej pracy doktorskiej i jej poziomu edytorskiego

W rozprawie doktorskiej doktorant powołał się na 207 pozycje literatury, dotyczące:

- materiałów na styki łączników elektrycznych,
- technologii wytwarzania i badań kompozytowych materiałów Ag-Re,
- mechanicznej syntezy i technologii konsolidacji materiałów proszkowych,
- erozji łukowej styków łączników elektrycznych,
- badania zdolności łączeniowej układów stykowych.

Podany wykaz literatury świadczy o dobrym przygotowaniu doktoranta w zakresie tematycznym realizowanej rozprawy doktorskiej. Można go uznać jako zupełnie wystarczający do przyjętego planu i programu badań. Sądzę jednak, że byłoby pożytecznym sięgnięcie do podstawowej pozycji z klasyki teorii zestyków (np. R. Holm, *Electric Contacts*, Springer-Verlag, 1967).

Rozprawa doktorska mgr. inż. Dariusza KOŁACZA została napisana i zredagowana umiarkowanie starannie. Studiowanie tekstu jest dość trudne, ze względu na duże skróty w prowadzonych rozważaniach. Jest to w znacznym stopniu usprawiedliwione dużą zawartością materiału, a także tym, że tematyka rozprawy, która jako interdyscyplinarna, obejmuje zagadnienia z różnych dziedzin techniki.

4. Uwagi szczegółowe

Do recenzowanej pracy doktorskiej mgr. inż. Dariusza KOŁACZA, recenzent zgłasza następujące uwagi szczegółowe:

- s. 34, 17 wiersz od dołu „*włacznik*” ?
- s. 34, 15 wiersz od dołu „*zdolność znamionowa*” ?.....,
- s. 43, 2 wiersz od dołu „*zjawisko odskoków styków występuje podczas ich otwierania*” ?,
- s. 72 i 73, *brak jednostek w podanych zależnościach?*,
- s.80, 9 wiersz od dołu „*gęstość nasypowa Re w kompozycie AgRe1 podano 1,15 g/cm³, w tabeli 15.2 – 1,81*” ?,
- s. 97, 4 wiersz od góry, w tabeli 16.5, *brak informacji o stopniu wypełnienia bębna* ?,
- s. 116, 14 wiersz od góry, „*na rys. 18.16 widzimy liczne wydzielenia*” ?.

5. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr. inż. Dariusza KOŁACZA

pt:

„*Wpływ mechanicznej syntezy i konsolidacji plastycznej na właściwości i mikrostrukturę kompozytowych materiałów stykowych Ag-Re*”

oparta o wyniki obszernych badań doświadczalnych spełnia ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim. Jest dobrym przykładem rzetelnie wykonanej pracy badawczej, w której

teza naukowa o charakterze zależności przyczynowo-skutkowej podlegała weryfikacji w kompletnym programie eksperymentalnym.

Stanowi ona samodzielne rozwiązanie ważnego zadania naukowego z dyscypliny naukowej Inżynieria Materiałowa, dotyczącego technologii wytwarzania, przeprowadzonych kompleksowych badań i analiz kompozytowych materiałów Ag-Re, pod kątem zastosowania ich w układach stykowych łączników elektrycznych niskiego napięcia.

Podsumowując, można stwierdzić, że mgr inż. Dariusz KOŁACZ wykazał się zarówno wiedzą jak i umiejętnością prowadzenia pracy naukowej. W szczególności, znajomość prac eksperymentalnych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi badawczych jest niewątpliwą zaletą Doktoranta, godną podkreślenia.

W świetle wymagań i przepisów Ustawy o „Tyтуle naukowym i stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” opublikowanej w Dzienniku Ustaw RP nr 65 z dnia 14 marca 2003 roku stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Dariusza KOŁACZA spełnia wymagania określone w wyżej wymienionej Ustawie, w związku z czym stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej dyskusji i obrony.

/ Stanisław Kulas /