

Prof.dr hab. Jan Suchanicz

Kraków, 24.08.2022.

Uniwersytet Rolniczy

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki,

ul. Balicka 120, 31-120, Kraków

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pana mgra inżyniera Michała Reraka

pt. „Wpływ jonów samaru i prazeodymu na właściwości ceramiki $\text{BaBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ ”

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora nauk inżynierijno-technicznych z zakresu inżynierii materiałowej.

Niniejsza recenzja została sporządzona na zlecenie Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Możliwości technologiczne wytwarzania nowych materiałów o zaplanowanej strukturze spowodowały dynamiczny rozwój badań podstawowych, w głównej mierze eksperymentalnych. W badaniach tych szczególne miejsce zajmują materiały ferro/piezoelektryczne w postaci ceramicznej, tzw. *ceramiki funkcjonalnej*, która charakteryzuje się współistnieniem wielu różnych pod względem ich natury właściwości. Wspomniana różnorodność właściwości materiału generuje szerokie spektrum jego zastosowania.

Tematyka recenzowanej rozprawy mieści się w nurcie przedstawionych badań. W ramach tych badań, m.in. modyfikuje się strukturę krystaliczną/właściwości materiału poprzez wprowadzanie obcych jonów, co było głównym celem rozprawy doktorskiej. Szereg prac w tym nurcie jest autorstwa promotora rozprawy Pani dr hab., prof. UŚ Małgorzaty Adamczyk-Habrajskiej.

Przedłożona praca liczy 157 stron, składa się ze wstępu (wprowadzenia), pięciu rozdziałów, zawierających w kolejności: przegląd literaturowy, tezy i cel pracy, zastosowaną w pracy metodykę badań, warunki procesu technologicznego, wyniki badań; podsumowania i bibliografii (168 pozycji). Na końcu rozprawy umieszczono jej streszczenie w języku polskim i angielskim.

We wstępie Autor przedstawia krótki rys historyczny rozwoju/udoskonalania szeroko rozumianej ceramiki i wprowadza czytelnika w tematykę rozprawy. Przegląd literaturowy

zawiera krótką historię badań materiału bazowego ($\text{BaBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$) oraz dokonań jego modyfikowania różnymi jonami. W następnym rozdziale Doktorant formułuje tezę rozprawy oraz podaje precyzyjnie cele przeprowadzonych badań, co uzasadnia nadany rozprawie tytuł. W rozdziale 6, pt. *Wyniki badań*, Doktorant przedstawia autorskie wyniki szerokiej gamy pomiarów (termicznych, strukturalnych/mikrostrukturalnych, składu chemicznego, mechanicznych, dielektrycznych i impedancyjnych) oraz dokonuje ich krótkiej dyskusji/interpretacji, co jest realizacją celów pracy. Dyskusja/interpretacja dogłębna otrzymanych wyników przedstawiona jest w następnym rozdziale. W rozdziale tym, Doktorant udowadnia słuszność postawionej tezy pracy pokazując, że wprowadzenie do materiału macierzystego $\text{BaBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ jonów samaru i prazeodymu pozwala uzyskać materiał jednofazowy i znacznie wpłynąć na jego właściwości. Należy podkreślić, że cykl przygotowania rozprawy wymagał m.in. opanowania technologii otrzymywania próbek, wykonania wielu żmudnych prób technologicznych, zapoznania się z wieloma metodami pomiarowymi, skorelowania wyników otrzymanych z różnych technik pomiarowych. Otrzymane materiały mają nie tylko znaczny potencjał aplikacyjny w wielu nowoczesnych technologiach, ale są również interesującym obiektem w zakresie badań naukowych o charakterze podstawowym.

Dorobek Doktoranta zawiera 2 opublikowane prace w czasopismach naukowych z listy A MNiSW za 40 punktów, 2 prace przyjęte do druku w wysoko punktowanym czasopiśmie *Materials*, a także 3 doniesienia konferencyjne, w tym jedno wystąpienie (referat). Ponadto, Autor jest współautorem 5-ciu prac nie związanych bezpośrednio z rozprawą.

Praca jest napisana w sposób zrozumiały, aczkolwiek zawiera pewną liczbę drobnych pomyłek, literówek, błędów gramatycznych i interpunkcyjnych nie obniżających jednak jej wartości:

- str. 5-6, jest „W niniejszej pracy doktorskiej.....oraz wpływu tych domieszek na strukturę, mikrostrukturę,i elektryczne ceramiki bazowej.”, powinno być „W niniejszej pracy doktorskiej.....oraz wpływu tych domieszek na jej strukturę, mikrostrukturę,i elektryczne.”,

- str. 6, jest „deskrypcją”, słowo to jest używane jedynie przez specjalistów-językowców: należało napisać „opisem”,

- str. 6, jest „Pracę wieńczyzawierający konkluzję wysuniętą”, powinno być „Pracę wieńczyzawierający konkluzje wysunięte”, gdyż konkluzji jest więcej niż jedna,
- str. 9, jest „Przykładem związków o takiej są”, powinno być „Przykładami związków o takiej są”, na tej samej stronie 18 wierszy niżej jest „.....w ceramice SBN rozciąga się do temperatury.....”, powinno być „.....w ceramice SBN występuje do temperatury.....”,
- str. 10, Autor najpierw opisuje rysunek 4, potem rysunek 3,
- str. 12, podpis pod rysunkiem 8, jest „Zależność częstotliwości od części rzeczywistej przenikalności elektrycznej i tangensa kąta strat dielektrycznych”, powinno być „Zależność części rzeczywistej przenikalności elektrycznej i tangensa kąta strat dielektrycznych od częstotliwości.....”, lub „Zależność częstotliwościowa.....”,
- str. 22, jest „regionów” zamiast „obszarów”,
- praca zawiera „niezręczności” językowe oraz wyrazy spoza języka naukowego, jak np. „kanciaste”, zamiast np. „graniaste”,
- na rysunku 16 należy zaznaczyć temperaturę T_{dev} zasygnalizowaną na stronie 19,
- str. 21, jest „..... zmierzona w częstotliwości pola pomiarowego równej $f=1\text{kHz}$ i $f=1\text{MHz}$.”, powinno być „..... zmierzona przy częstotliwościach pola pomiarowego równych 1kHz i 1MHz .”, na tej samej stronie jest „Szczegółowym opisem....., zajęli się..... .”, powinno być „Szczegółowego opisu....., dokonali..... .”,
- str. 26, jest „W zakresie wysokiej temperatury, prezentowane..... .”, powinno być „W zakresie wysokich temperatur, prezentowane..... .”,
- str. 31, zdanie „Wraz ze wzrostem stężenia obu domieszek.....ulega nieznacznemu skurczeniu” jest nielogiczne,
- str. 36, cytowanie tytułu pracy literaturowej jest niepotrzebne,
- str. 37, jest „Wspomniana grupa badawcza....., że dodatek prazeodymu indukuje w niej właściwości fotoluminescencyjne”, powinno być „Jak wspomniano wcześniej, dodatek prazeodymu indukuje w niej właściwości fotoluminescencyjne”, gdyż informacja o tym jest na stronie 36,
- str. 41, jest „Termowaga rejestruje każdy ubytek masy..... .”, bezpieczniej jest napisać „Termowaga rejestruje ubytek masy..... .”, gdyż np. ubytek masy mniejszy niż czułość/dokładność wagi nie zostanie zarejestrowany,

- str. 42, proponuję usunąć zdanie „Wytworzony obraz.....obrazem rzeczywistym.”,
- str. 43, zdanie „W wyniku przejścia elektronu z wyższej powłoki do niższej dochodzi do powstania różnicy energii, która jest emitowana w postaci kwantu promieniowania charakterystycznego.” jest niewłaściwie sformułowane- różnica energii nie powstaje w wyniku przejścia elektronu, ona istnieje niezależnie od zaistnienia tego zdarzenia,
- Autor używa zamiennie „właściwości” i „własności”, powinno być „właściwości”,
- str. 44, jest „przełomu”, powinno być „przełamu”,
- str. 45, jest „Braggów”, powinno być „Bragga”, na tej samej stronie, jest „Warunek ten mówi, że wzmocnienie..... jest równa całkowitej wielokrotności długości fali λ [84, 90-92].”, proponuję dodać na końcu zdania „i zapisuje się w formie równania:”,
- str. 48, należy określić V_L i V_r ,
- str. 66, jest „.....mniejszej temperatury.....”, powinno być „.....niższej temperatury....”,
- str. 138, jest „Ustalono, iż optymalną temperaturą syntezy będzie $T=950^\circ\text{C}$, a.....”, powinno być „Ustalono, iż optymalną temperaturą syntezy jest $T=950^\circ\text{C}$, a.....”,
- str. 74, pierwsze zdanie niczego nie wnosi (jest niepotrzebne),
- str. 78, parametr rozmycia oznaczony jest dużą literą, zamiast małą (Tabela 16),
- str. 78, zdanie „Wprowadzenie kolejnego rodzaju jonu – jonu samaru..... i doprowadziło do zwiększenia parametru rozmycia γ ” jest niefortunnie sformułowane,
- str. 139, jest „metodą wolnego spiekania”, powinno być „metodą swobodnego spiekania”
- str. 139, jest „.....zarówno współczynnika Poissona (μ), moduł Younga (E), jak i.....”, powinno być „.....zarówno współczynnika Poissona (μ), modułu Younga (E), jak i.....”,
- str. 140, jest „..... zastosowana modyfikacja spowodowała zwiększenie sił wiązań między atomami i nieznacznie je skróciła”, zwykle/często zwiększenie sił wiązań chemicznych zachodzi na drodze skrócenia tych wiązań (inaczej: skrócenie wiązań chemicznych prowadzi do zwiększenia sił), dlatego zdanie należało zakończyć „..... sił wiązań między atomami”,
- brak ciągłości w numeracji równań 7-12.

Pozytywnej oceny pracy mgra inżyniera Reraka nie obniżają pewne niedociągnięcia, przedstawione niżej w formie uwag/pytań:

1. Autor wspomina, że próbki zostały wytworzone w postaci cienkich dysków, podaje ich średnicę, nie podaje grubości.
2. brak krytycznej dyskusji danych literaturowych, z której wprost wynikałby cel rozprawy,

3. dane zamieszczone w tabelach 10, 11 i 25 wskazują na pewne różnice pomiędzy składami chemicznymi otrzymanych próbek, a założonymi ich składami nominalnymi. Jaki może być tego powód/powody?,
4. czy wśród przebadanych materiałów, Autor może wskazać składy optymalne promujące je do określonych zastosowań?,
5. Autor pisze, że wprowadzenie jonów samaru powoduje zmniejszenie liczby defektów (raczej nieoczekiwanie!), w tym miejscu niezbędny jest przynajmniej krótki komentarz,
6. Doktorant sugeruje stan pewnego nieuporządkowania badanych materiałów (tzw. nieporządek statyczny). Czy możliwy jest nieporządek dynamiczny w tych materiałach?

Podsumowanie

Przedłożona do recenzji praca mgr inżyniera Michała Reraka spełnia wymagania formalne i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim i wnosi wartościowy wkład w rozwój materiałów o strukturze warstwowej perowskitopodobnej. Zakres i metodyka prac eksperymentalnych zostały dobrze zaplanowane. Doktorant wykazał umiejętność samodzielnej pracy naukowej oraz wykorzystania szeregu metod pomiarowych do charakterystyki struktury krystalicznej, mikrostruktury, składu, właściwości: dielektrycznych, elektrycznych i mechanicznych. Postawiony cel pracy został zrealizowany.

Do najważniejszych osiągnięć zaprezentowanych w rozprawie należy zaliczyć:

- opracowanie metodyki otrzymywania materiałów ceramicznych jednofazowych o wysokim stopniu zagęszczenia, opartych na $\text{BaBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$,
- charakterystykę szerokiego zakresu właściwości otrzymanych materiałów,
- określenie wpływu samaru i prazeodymu na właściwości materiału referencyjnego oraz przeprowadzenie dyskusji opartej na danych doświadczalnych i wiedzy teoretycznej,
- analizę zależności pomiędzy aspektami technologicznymi i właściwościami finalnymi badanych materiałów.

W podsumowaniu stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. w związku z §179 ust. 1 Ustawy z dnia 3.07.2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2017 r.

poz. 1789) i wnoszę o dopuszczenie Pana mgra inżyniera Michała Reraka do jej publicznej obrony.

