RDIMa.RMT.512.7.2022

UNIWERSYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH

dr hab. Grzegorz Dercz, prof. UŚ
Instytut Inżynierii Materiałowej
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Uniwersytet Śląski
Ul. 75 Pułku Piechoty 1A
41-500 Chorzów

Chorzów, 20.06.2022r.

RECENZJA
rozprawy doktorskiej pt.
„Analiza struktury i własności optycznych jednowymiarowych nanomateriałów ceramicznych SnO_2 oraz In_2O_3 wytwarzanych hybrydową techniką zol-żel i elektroprzędzenia z roztworu"
Autor: mgr inż. Weronika Smok

Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała RDIMa.RMT.512.7.2022, Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej z dnia 31 maja 2022r r. przekazana w piśmie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa, prof. dr hab. Marii Sozańskiej.

Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Smok przygotowana na Wydziale Mechanicznym Technologicznym, Politechniki Śląskiej. Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Tomasz Tański prof. PŚ, natomiast Promotorem pomocniczym jest dr inż. Wiktor Matysiak.

Rozprawa liczy 169 stron wydruku komputerowego, zawiera 74 rysunków i 17 tabel. Spis literatury zawiera 345 publikacji, w tym 8 pozycji gdzie autorem, bądź współautorem jest mgr inż. Weronika Smok.

Charakterystyka rozprawy

Przedłożona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Weroniki Smok stanowi szerokie

Biuro Dziekana
wpłynęło dnia 20.06.2022.
RDIMa/RMT/49/51/2022.
nr ..... zał. .....

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

opracowanie dotyczące zagadnień związanych z wytwarzaniem oraz charakterystyką nowej grupy materiałów inżynierskich, którą stanowią jednowymiarowe nanostruktury, typu: nanowłókna, nanodruty, nanopręty, nanorurki, nanowstążki czy nanopaski.

Postęp, jaki dokonuje się w inżynierii materiałowej, szczególnie w energetyce czy ochronie środowiska, jest ściśle związany zarówno z rozwojem nowoczesnych materiałów, w szczególności nanomateriałów jak i innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych oraz nowych technologii. Opracowywanie nowych nanomateriałów jednowymiarowych jest jednym z najnowszych kierunków badań, będących w zainteresowaniu wielu światowych i krajowych ośrodków naukowych.

Innowacyjność nanomateriałów typu 1D, wynika z ich unikatowych własności, będących rezultatem obecności zjawisk kwantowych, w szczególności ograniczone poruszanie się fotonów i elektronów do dwóch kierunków kwantowych oraz wysoka gęstość stanów elektronowych, a więc odmiennych własności od pozostałych typów nanomateriałów. Wskazane zjawiska są odpowiedzialne za niestandardowe własności optyczne, elektryczne, magnetyczne czy elektrochemiczne takich nanostruktur. Z powyższych względów jednowymiarowe nanostruktury charakteryzują się szerokim potencjałem aplikacyjnym, stąd mogą być wykorzystywane w nowoczesnych urządzeniach elektronicznych, optycznych takich jak sensory, ogniwa fotowoltaiczne, a również w procesach fotokatalitycznych oraz oczyszczania wód i powietrza.

Jak wskazuje Autorka dysertacji, dotychczas opracowano wiele metod wytwarzania jednowymiarowych nanomateriałów, w tym między innymi: metody chemicznego i fizycznego osadzania z fazy gazowej, kontrolowanego wzrostu z fazy ciekłej, syntezy według szablonu, nanolitografii czy elektroprzędzenia z roztworu, w związku z czym należy skoncentrować się na ich rozwoju oraz wybraniu najkorzystniejszej metody wytwarzania. Spośród wyżej wymienionych, na szczególną uwagę zasługuje metoda wytwarzania zastosowana w niniejszej dysertacji, a wiec elektroprzędzenia z roztworu. Metoda ta posiada szczególną przewagę nad pozostałymi, ponieważ umożliwia produkcję materiałów w skali przemysłowej. Ponadto, jak wskazuje literatura metoda ta nie wymaga skomplikowanej aparatury czy drogich

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

prekursorów, a także pozwala kontrolować morfologię i własności otrzymanych produktów, przez co zapewnia powtarzalność wyrobu. Zastosowane w recenzowanej pracy doktorskiej rozwiązanie polega na połączeniu elektroprzędzenia z następną obróbką wysokotemperaturową, co umożliwia w nieskomplikowany sposób wytworzenie wysokiej jakości nanostruktur jednowymiarowych o pożądanych własnościach.

Przeprowadzone w ramach pracy doktorskiej badania nad nowymi materiałami i rozwiązaniami technologicznymi dotyczącymi jednowymiarowych nanostruktur, mają na celu poszerzenie zdolności aplikacyjnych takich materiałów. Moim zdaniem recenzowana praca dotyczy zagadnień o istotnej wartości poznawczej, a przede wszystkim aplikacyjnej.

Badania prowadzone w obszarze wytwarzania jednowymiarowych nanostruktur są od wielu lat prowadzone w grupie badawczej Katedry Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej, a niniejsza praca wpisuje się w nurt prac badawczych jednostki. Tym samym, jednoznacznie stwierdzam, że w recenzowanej pracy doktorskiej podjęto bardzo aktualny wątek badawczy w inżynierii materiałowej – wytwarzanie i modyfikacja jednowymiarowych nanomateriałów oraz doskonalenie procesów technologicznych.

Praca doktorska posiada typową budowę dla tego typu opracowań z podziałem na dwie części. Pierwszą część stanowi obszerny przegląd literaturowy, natomiast druga część zawiera wyniki badań własnych wraz z ich analizą, podsumowaniem i wnioskami.

Treść pierwszej części rozprawy zawarto w rozdziale 2, w którym przeprowadzono dogłębną analizę literatury przedmiotu. W podrozdziale pierwszym drugiego rozdziału, przybliżono zagadnienie nanomateriałów jednowymiarowych, natomiast w kolejnych podrozdziałach przedstawiono szeroką charakterystykę i metody wytwarzania a także przybliżono wybrane zastosowania jednowymiarowych nanomateriałów. Wskazano na szerokie obszary potencjalnej aplikacji materiałów 1D (nauki medyczne, ochrona środowiska, fotokataliza, energetyka, elektronika czy sensory substancji niebezpiecznych), co tylko potwierdza zasadność podjętej tematyki badawczej w recenzowanej dysertacji.

W podrozdziale 2.2., dotyczącym elektroprzędzenia nanomateriałów jednowymiarowych, Doktorantka przeprowadziła szeroki przegląd dotyczący tego zagadnienia, zwracając

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

szczególną uwagę na przebieg samego zjawiska elektroprzędzenia z roztworu wraz z charakterystyką podstawowych własności a także wskazała na przemysłowe rozwiązania procesu elektroprzędzenia nanomateriałów jednowymiarowych.

W kolejnym podrozdziale 2.3., został zamieszczony szeroki, ale jednakże bardzo szczegółowy opis dotyczący wytwarzania ceramicznych nanomateriałów jednowymiarowych z wykorzystaniem techniki elektroprzędzenia i obróbki termicznej. Doktorantka w tym rozdziale przeprowadziła zarówno precyzyjny przegląd parametrów wytwarzania jednowymiarowych nanomateriałów SnO_2 oraz jednowymiarowych nanostruktur na bazie In_2O_3, jak również wskazała na istotne aspekty podjętych w literaturze rozwiązań technologicznych oraz modyfikacji nanowłókien w przedmiotowym zakresie.

Analiza stanu wiedzy w oparciu o przegląd literaturowy oraz badania własne Doktorantki było podstawą do sformułowania tezy pracy zamieszczonej w rozdziale trzecim pracy doktorskiej. W tej części pracy doktorskiej, w rozdziale 3.2. dokonano charakterystyki wybranych do badań materiałów. Przedstawiono preparatykę jednorodnych roztworów przędzalniczych o różnym stężeniu prekursora tlenku metalu (0,15; 0,30; 0,60; 1,00 mol/dm^3) użytych do wytworzenia nanodrutów SnO_2 i In_2O_3, jak również omówiono podstawowe parametry procesu elektroprzędzenia komopozytowych nanaowłókien i kalcynacji w dwóch temperaturach 500°C i 600°C nanowłóknistych mat kompozytowych. W podrozdziale 3.4. została przedstawiona metodyka badań (SEM, TEM, XRD, FTIR, Raman, BET, BHJ, TGA/DTG) zastosowana do analizy otrzymanych sześciu grup materiałów nanostrukturalnych.

W rozdziale czwartym, Autorka zawarła wyniki badań własnych, które zostały posegregowane w dwóch podrozdziałach 4.1. oraz 4.2., odpowiednio dla dwóch różnych nanomateriałów, tj.: SnO_2 oraz In_2O_3. Analiza morfologii otrzymanych nanostruktur SnO_2 i In_2O_3 wykazała, że otrzymane w ramach realizowanej pracy doktorskiej materiały ceramiczne miały postać nanowłókien i nanodrutów oraz są pozbawionych wad strukturalnych, co należy uznać za jedno z osiągnięć technologicznych. W tej części pracy wykazano, że średnica nanowłókien i nanodrutów wzrastała wraz ze wzrostem stężenia molowego prekursora w roztworze przędzalniczym. Autorka pracy doktorskiej stwierdziła w tej części rozprawy, że

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

zastosowanie zbyt wysokiego stężenia molowego prekursora może skutkować powstawaniem artefaktów w postaci nanopasków pośród struktur o pożądanej morfologii, a więc że są one zbudowane z połączonych ze sobą nanocząstek, przyjmujących formę jednowymiarową chrakteryzującą się dużą powierzchnią właściwą i obecnością mezoporów. Za pomocą technik spektroskopowych Doktorantka potwierdziła skład chemiczny otrzymanych nanomateriałów oraz wykazała, że były one pozbawione zarówno zanieczyszczeń, jak i resztek polimeru. W ocenie Autorki ma to świadczyć o prawidłowym doborze temperatury kalcynacji, opartym nie tylko na wiedzy literaturowej, ale głównie o badania TG/DTA. W dalszej części rozdziału dotyczącego wyników badań potwierdzono w oparciu o analizę XRD polikrystaliczny charakter obu grup materiałów. Ponadto, wykorzystanie przez Doktorantkę rentgenowskiej jakościowej analizy fazowej oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej, umożliwiło stwierdzenie, że nanostruktury SnO_2 były zbudowane głównie z krystalitów tetragonalnej odmiany SnO_2 oraz śladowej ilości odmiany romboedrycznej, podczas gdy nanostruktury In_2O_3, wyłącznie z odmiany regularnej. Kolejnym etapem badań było przeprowadzenie wielopunktowej analizy BET, która wykazała, że nanodruty SnO_2 otrzymane w wyniku kalcynacji zarówno w temperaturze 500°C jak i 600°C charakteryzują się dużą powierzchnią właściwą - przekraczającą 40 m^2/g, która osiągnęła najwyższą wartość dla nanodrutów wytworzonych z roztworu o najwyższym stężeniu prekursora. Dla jednowymiarowych nanostruktur In_2O_3 wyznaczone parametry były niższe, bowiem charakteryzowały się powierzchnią właściwą, przekraczającą 8 m^2/g, osiągając nawet 13 m^2/g. Ostatnim etapem eksperymentów była analiza własności optycznych nanostruktur SnO_2 oraz In_2O_3, która wykazała, że charakteryzują się one absorpcją promieniowania z zakresu UV, przy czym wraz ze wzrostem stężenia prekursora w roztworze przędzalniczym, a więc i średnicy nanostruktur obserwowano przesuwanie się krawędzi absorpcji w kierunku światła widzialnego. W ramach tychże badań wyznaczono szerokość optycznej przerwy energetycznej nanodrutów SnO_2 i In_2O_3, która mieściła się odpowiednio w zakresie 3,24-3,73 eV i 2,80-3,43 eV. W oparciu o te badania, Autorka stwierdziła, że własności fizykochemiczne otrzymanych nanostruktur jednowymiarowych pozwalają sadzić, że mogą one być z powodzeniem zastosowane

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

w budowie nowoczesnych urządzeń optoelektronicznych, innowacyjnych ogniw fotowoltaicznych oraz w procesach fotokatalizy. Całość pracy zamykają: podsumowanie, poprawnie sformułowane wnioski, streszczenie w języku polskim oraz angielskim oraz spis literatury.

Uwagi szczegółowe

Lektura rozprawy doktorskiej przynosi następujące uwagi, komentarze oraz pytania:

1. W pracy doktorskiej widoczny jest brak wskazanego wyraźnego celu pracy jak również przyporządkowanych do jego realizacji zadań badawczych. Ponadto, dyskusja wyników mogłaby by mieć szerszy zakres, aczkolwiek jest wystarczająca.
2. Miejscami, Autorka jedynie wskazuje obecność rysunków (np. Rys 6. oraz Rys. 7) natomiast niestety pozostawiła je bez głębszej analizy, względnie omówienia. Wprowadza to pewien niedosyt, bowiem w znaczącej części praca w zakresie literaturowym jest bardzo dobrze opracowana, ale niektóre fragmenty są traktowane nieco marginalnie.
3. Na str. 69 Autorka pisze, *„W celu lepszej obserwacji preparatów, na każdą z analizowanych próbek napylono cienką, przewodzącą powłokę Au lub Pt.”*. Stąd rodzi się pytane, czy na pewno taki jest cel napylania pierwiastkami przewodzącymi materiałów, które są poddane obserwacji na mikroskopie skaningowym (SEM)?.
4. Na str. 71 Autorka wspomina, *„... jakościową analizę składu fazowego na próbkach proszkowych ceramicznych nanostruktur z SnO_2 i In_2O_3 uzyskanych w procesie obróbki termicznej wykonano metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), wykorzystując metodę Rietvelda”*. Czy na pewno metoda Rietvelda służy do analizy jakościowej dyfraktogramów? Metoda Rietvelda może być co prawda narzędziem do weryfikacji analizy jakościowej, ale przede wszystkim metoda ta służy do wszechstronnej analizy strukturalnej, opartej na dyfraktogramach uzyskanych w wyniku rozpraszania neutronów i promieniowania rentgenowskiego na polikrystalicznych próbkach. Ponadto metoda Rietvelda może służyć do ilościowej analizy fazowej w oparciu o udokładniony metodą najmniejszych kwadratów profil

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

teoretyczny do zarejestrowanego dyfraktogramu.

5. Na str. 74 oraz na rys. 29 b, d, f oraz h, Autorka wskazuje wartości liczbowe *d* w postaci średnich średnic wyprzędzonych nanowłókien, natomiast zupełnie pomija wartości błędów, które powinny być podane z uwagi, że dokonano stukrotnych pomiarów, a wskazane także na histogramach wartości, to jednak ich rozkład z pewnym odchyleniem standardowym.
6. Podobny problem, jak wskazano w powyższym 4 punkcie dotyczy także wyników ze str. 77 oraz Rys. 30-37 w zakresie histogramów.
7. Na stronach 91-92, Autorka proponuje mechanizm tworzenia się nanodrutów SnO_2. O ile sam zamysł wskazania kolejnych etapów tworzenia się nanodrutów uważam za bardzo dobry, to niedosyt budzi zaprezentowana forma. Gdyby ten schemat przedstawiono w formie diagramu, byłby po prostu czytelniejszy i lepiej widoczny, bowiem jest to cenne osiągniecie pracy, a tak niestety ginie w czeluściach tekstu i rysunków.
8. Str. 96 oraz 123, oraz Tabele 8 oraz 13, brak jest podanych odchyleń dla oszacowanych wielkości krystalitów oraz zniekształceń sieciowych.
9. Pewne wątpliwości metodologiczne budzi kwestia zastosowanej metody zastosowanej do oszacowania wielkości krystalitów oraz zniekształceń sieciowych dla SnO_2 oraz In_2O_3. Otóż metoda Scherrera wykorzystuje zależność między wielkością krystalitów a poszerzeniem profilu linii dyfrakcyjnych, zatem nie daje informacji o odkształceniach sieciowych o których wspomina Autorka w tekście str. 123 oraz tabele 8 oraz 13. Stad się prośba o wyjaśnienie w kwestii zastosowanej metody do szacowania krystalitów względnie, w oparciu o jakie dane uzyskano prezentowane wartości odkształceń sieciowych.
10. Brak jest widocznych wartości niepewności do wyznaczonych wartości parametrów sieciowych, jak również nie wskazano jaką metodą wyznaczono wartości parametrów sieciowych. Proszę uzupełnić.
11. Brak jest odniesienia się do różnic w parametrach sieciowych zaprezentowanych

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

w tabeli 13, otrzymanych dla próbki 500F. Widoczna jest ekspansja sieci krystalicznej względem danych referencyjnych. Z czego to może wynikać? Kwestia do uzupełnienia i omówienia.

12. Na str. 108 Autorka wspomina, *„...otrzymano nanodruty In_2O_3 o chropowatej powierzchni, która wynika z charakteru procesu wytwarzania..."* Porównując zdjęcia SEM morfologii próbek SnO_2 oraz In_2O_3 widocznym jest, że dla pierwszego rodzaju nanomateriałów opartych o cynę, chropowatość jest wyższa a sama Autorka nic nie pisze w tym kontekście, ani nie porównuje tego parametru pomiędzy SnO_2 oraz In_2O_3. Rodzi się w tym miejscu pytanie, czy pracy dokonywano pomiarów chropowatości w tak małej skali? Kwestia do uzupełnienia i omówienia.

Podczas czytania pracy rozprawy odczuwalny jest pewien pośpiech w opracowywaniu jej treści. Miejscami pojawiają się usterki natury terminologicznej, jak i czysto edytorskiej, na przykład:

- Autorka w zróżnicowany sposób zapisuje typ zastosowanej kartoteki, a mianowicie w większości przypadków występuje obowiązujący skrót ICDD (*International Centre for Diffraction Data*), natomiast miejscami używana jest stara notacja JCPDS (str. 83; 113),
- Tabela 1, przygotowana w oparciu o poz. Lit. 213, do rozdzielenia wartości liczbowych zastosowano kropki zamiast przecinków,
- Str. 83, błędnie zapisano symbol grupy przestrzennej P42/mnm no. 136, powinno być $P4_2/mnm$,
- Tabele 8 oraz 13, parametry sieciowe zwyczajowo zapisuje się w następujący sposób: „a_0", „b_0" oraz „c_0", a nie jak w pracy „a" czy „c",
- Tabela 11, różna ilość cyfr znaczących w wartościach zamieszczonych w kolumnie dla E_g,
- Brak spójności w notacji wartościach °C, są miejsca gdzie Autorka stosuje spację po liczbie, a przed °C (np. str. 105).

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

6. Dowiedziono, że nanostruktury otrzymane z roztworów o najwyższym stężeniu prekursora w przeciwieństwie do pozostałych materiałów charakteryzują się przeważającym udziałem mezoporów przy niewielkim udziale mikro- i makroporów.
7. Potwierdzono, że zastosowanie stężeń molowych prekursora w roztworze przędzalniczym w zakresie od 0,15 do 1,00 mol/dm^3 oraz dwóch temperatur kalcynacji umożliwia wytworzenie nanomateriałów o zróżnicowanych własnościach optycznych.

Na podkreślenie zasługuje również osiągnięcie, którym jest autorstwo, względnie współautorstwo 8 publikacji naukowych zacytowanych w pracy doktorskiej, które są opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych (min. *Scientific Reports, Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences, Applied Surface Science, Materials, Applied Physics A*).

Ocena i wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że praca jako całość wnosi istotne elementy nowości w zakresie wytwarzania metodą elektroprzędzenia z roztworu z następną kalcynacją, powtarzalnych jednowymiarowych nanostruktur SnO_2 i In_2O_3 o oczekiwanej strukturze i pożądanych własnościach fizycznych, w tym w szczególności optycznych. Dysertacja zawiera obszerny materiał badawczy uzyskany przez Autorkę w wyniku przeprowadzonych kompleksowych i uzupełniających się badań strukturalnych opartych o dyfrakcje rentgenowską i transmisyjną mikroskopię elektronową, w połączeniu z badaniami właściwości optycznych oraz dyskusję mającą swoje umocowanie w cytowanej literaturze. Fakt ten świadczy o bardzo dobrej znajomości stanu wiedzy w zakresie badanych materiałów oraz problemów związanych z ich przeznaczeniem do aplikacji komercyjnych.

Przedstawione przez Recenzenta uwagi nie wpływają na wysoką jakość pracy, a odnoszą się jedynie do niektórych sformułowań Autorki, interpretacji wyników badawczych, warunków prowadzenia eksperymentów, czy też nieświadomych pominięć niektórych faktów dla Autorki oczywistych, a nie ujętych w pracy. Uwagi mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na moją bardzo pozytywną ocenę.

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Wysoko oceniam rozprawę doktorską Pani mgr inż. Weroniki Smok. Autorka pracy trafnie wybrała nie tylko tematykę badań, ale również umiejętnie sformułowała tezę pracy oraz wnikliwie przeprowadziła analizę otrzymanych wyników badań. Zarówno wykonane badania eksperymentalne, jak i przemyślenia przedstawione w pracy wskazują na dojrzałość naukową Doktorantki. Jednocześnie całkowity dorobek naukowy Pani mgr inż. Weroniki Smok jest bardzo dobrze ukierunkowany i wskazuje na wyraźnie ukształtowany obszar zainteresowań naukowych, a także szerokie holistyczne spojrzenie na problemy badawcze w celu ich rozwiązania oraz umiejętnością skonstruowania dobrze uargumentowanego wywodu naukowego w postaci recenzowanej dysertacji.

Można jednoznacznie stwierdzić, że Pani mgr inż. Weronika Smok jest bardzo wartościowym członkiem społeczności akademickiej Katedry Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej, o ukształtowanej i dojrzałej osobowości, aktywnej w płaszczyźnie naukowej

W mojej opinii przedstawiona do recenzji praca Pani mgr inż. Weroniki Smok pt.: *"Analiza struktury i własności optycznych jednowymiarowych nanomateriałów ceramicznych SnO_2 oraz In_2O_3 wytwarzanych hybrydową techniką zol-żel i elektroprzędzenia z roztworu"* spełnia wszystkie ustawowe wymogi ustawy *„o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki"* stawiane pracom doktorskim zgodnie z art.13 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. z późn. zm.

W związku z powyższym wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej *Inżynieria Materiałowa* Politechniki Śląskiej o dopuszczenie rozprawy do dalszego procedowania oraz o dopuszczenie Pani mgr inż. Weroniki Smok do publicznej obrony pracy doktorskiej.

Grzegorz Dercz

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów
tel. 32 349 75 15, e-mail: iim.wnst@us.edu.pl

www.us.edu.pl/instytut/iim

HR EXCELLENCE IN RESEARCH