Prof. Andrzej Zieliński
Politechnika Gdańska
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa
Instytut Technologii Maszyn i Materiałów

19 kwietnia 2021 r.

RECENZJA W POSTĘPOWANIU HABILITACYJNYM DR INŻ. MARKA POLAŃSKIEGO

Wstęp

Niniejsza recenzja wykonana została w związku z powierzeniem mi tego zadania w procesie habilitacyjnym dr. inż. Marka Polańskiego, prowadzonym w Wojskowej Akademii Technicznej, Wydział Nowych Technologii i Chemii, przez Radę Doskonałości Naukowej oraz Radę Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Materiałowa" (pismo Dziekana Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT, prof. dr hab. inż. Krzysztofa Czupryńskiego, z dnia 16 marca 2021 r.).

Recenzja została sporządzona zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej.

Podstawowe dane o kandydacie

Kandydat uzyskał w lipcu 2012 r. stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT za rozprawę pt. „Modyfikacja struktury i właściwości użytkowych wodorków magnezu". Promotorem był dr hab. inż. Jerzy Bystrzycki.

Nie jest mi wiadomo, aby kandydat ubiegał się kiedykolwiek wcześniej o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Kandydat od 2006 r. zatrudniony jest w Wojskowej Akademii Technicznej, obecnie na Wydziale Nowych Technologii i Chemii, kolejno jako młodszy inżynier, inżynier, asystent i adiunkt naukowo-dydaktyczny, a od 2019 r. jako adiunkt naukowo-badawczy.

Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujących kryteriach oceny

W dniu wszczęcia postępowania habilitacyjnego obowiązywały przepisy Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym" opublikowane w Dz. U. 2018 poz. 1668. Zgodnie z nimi, stopień doktora habilitowanego można nadać osobie, która posiada stopień doktora; posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej, między innymi, jeden cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie

były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B, przy czym może to być część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego. Kandydat musi ponadto wykazać się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego to „Technologiczne uwarunkowania wytwarzania i właściwości materiałów wodorochłonnych".

Wyodrębnia kandydat przy tym cztery komplementarne podobszary badawcze:

1. Kombinatoryczne wytwarzanie materiałów do magazynowania wodoru w fazie stałej.
2. Wpływ warunków rozdrabniania wysokoenergetycznego i mechanicznej syntezy na właściwości materiałów do magazynowania wodoru w fazie stałej.
3. Wpływ mikrostruktury, struktury i właściwości materiałów wsadowych na rezultat mechanicznie aktywowanej syntezy materiałów wodorochłonnych.
4. Laserowe stopowanie wieloskładnikowych materiałów do magazynowania wodoru.

Takie zdefiniowanie istotnego osiągnięcia naukowego i jego podział na podobszary (nurty) badawcze mogę uznać za trafne i aktualne. Rozwój materiałów wodorochłonnych i technologii energetycznych opartych na wodorze magazynowanym w formie zaabsorbowanej wydaje się niezwykle celowy, choćby ze względu na wciąż niezadowalający postęp w tej dziedzinie w skali światowej, spowodowany w dużej mierze ogromnymi problemami z zaproponowaniem odpowiednich materiałów i ich formy.

Celem naukowym badań przedstawionych w omawianych dalej publikacjach było, zgodnie z oświadczeniem habilitanta, pozyskanie wiedzy dotyczącej możliwości zastosowania nowatorskich technologii do syntezy materiałów wodorochłonnych oraz wpływu tych technologii (szczególnie zastosowanych parametrów wytwarzania) na mikrostrukturę, strukturę i właściwości uzyskanych materiałów. Nie wydaje mi się, aby pozyskanie wiedzy mogło być celem naukowym, a jedynie jest metodą do tego wiodącą, natomiast ocena istotności wpływu determinant procesowych na zmienne zależne tu wymienione – już tak. Ujęcie celu zawarte w drugiej części jego sformułowania uznaję więc za prawidłowe i dobrze oddające cel badań.

Habilitant w swoim autoreferacie szeroko omawia wyniki badań własnych lub z jego znaczącym współudziałem w każdym z wymienionych podobszarów podając publikacje, na których bazują jego istotne osiągnięcia. W swojej recenzji omawiam więc wagę tych osiągnięć także przy takim podziale i w podanej kolejności.

Kombinatoryczne wytwarzanie materiałów do magazynowania wodoru w fazie stałej obejmuje kilka kierunków badawczych i bazuje na dwóch publikacjach.

Pierwsze osiągnięcie tu omawiane to wykorzystanie technologii LENS, opisane w jednym artykule (**H1**: *Polanski, M.; Kwiatkowska, M.; Kunce, I.; Bystrzycki, J. Combinatorial synthesis of alloy libraries with a progressive composition gradient using laser engineered net shaping (LENS): Hydrogen storage alloys. International Journal of Hydrogen Energy 2013, 38, 12159-12171*). W ramach eksperymentu wytworzono chemicznie za pomocą laserowych

technik przyrostowych dwu i trójskładnikowe grupy („biblioteki") stopów o różnym składzie. Zdecydowano o wytworzeniu czterech rodzajów bibliotek stopów: a) miniaturowej z quasi-ciągłym gradientem składu chemicznego (w osi Z); b) miniaturowej zawierającej 25 stopów; c) miniaturowej zawierającej 188 stopów; d) „pełnowymiarowej" pozwalającej na wykonanie wyczerpującej charakteryzacji każdego ze stopów. Pozytywnie zweryfikowano możliwość zastosowania technologii LENS® do wytwarzania bibliotek stopów, w tym z układów zawierających fazy międzymetaliczne. Sukcesem zakończyły się też próby wodorowania wybranych stopów. Szczególnie cenne jest, iż wysoką absorpcję wodoru wykazała nie tylko faza FeTi, ale także stopy trójskładnikowe, w których część żelaza podstawiona została niklem.

Drugie osiągnięcie w tym podobszarze badawczym to wykorzystanie technologii SDA (Suspended Droplet Alloying) (**H2**: *Kuziora, P.; Kunce, I.; McCain, S.; Adkins, N.J.E.;* ***Polański, M.*** *The influence of refractory metals on the hydrogen storage characteristics of FeTi-based alloys prepared by suspended droplet alloying. International Journal of Hydrogen Energy 2020, 45, 21635-21645*) do pokazania przydatności techniki do syntezy materiałów do magazynowania wodoru, bazując na fazie FeTi w tej postaci, jak też po częściowym podstawieniu żelaza przez wolfram, molibden i tantal. Stwierdzono, że metoda SDA jest bardzo wydajna, ale towarzyszy jej powstawanie mikrosegregacji składu chemicznego istotnie wpływającego na ciśnienia równowagowe absorpcji wodoru. Choć uznano, iż metoda ta posiadać może jedynie ograniczone zastosowanie, to jednak odnotować warto, że było to pierwsze w skali świata wykorzystanie omawianej techniki do wytwarzania materiałów wodorochłonnych.

Ostatnie w tym nurcie badawczym osiągnięcie to kombinatoryczne mielenie mechaniczne i mechaniczna synteza. Ponieważ nie zostało ono udokumentowane w formie artykułów zaliczonych do istotnego osiągnięcia naukowego, a figuruje jedynie jako wynalazek (P221948) oraz wzór użytkowy (nr 71525), nie uważam za celowe jego omawianie.

Wpływ warunków rozdrabniania wysokoenergetycznego i mechanicznej syntezy na właściwości materiałów do magazynowania wodoru w fazie stałej, następny podobszar badawczy, dzieli habilitant na trzy kierunki.

Pierwsze osiągnięcie to praca nad znaczeniem współczynnika BPR (*ball-to-powder ratio*) jako parametru mielenia kulowego (**H3**: *Kuziora, P.; Wyszyńska, M.;* ***Polanski, M.;*** *Bystrzycki, J. Why the ball to powder ratio (BPR) is insufficient for describing the mechanical ball milling process. International Journal of Hydrogen Energy 2014, 39, 9883-9887*). Istotne jest wykazanie, że nawet przy tej samej wartości parametru BPR, tak temperatura początku rozkładu, jak i temperatura szczytowej szybkości rozkładu wodorku magnezu są istotnie zależne od stopnia wypełnienia cylindra, w którym prowadzone jest mielenie wysokoenergetyczne.

Osiągnięcie drugie to określenie wpływu czasu mechanicznej aktywacji na wydajność procesu syntezy Mg2FeH6 (**H4:** *Polanski, M.; Witek, K.; Nielsen, T.K.; Jaroszewicz, L.; Bystrzycki, J. The influence of the milling time on the yield of Mg2FeH6 from a two-step synthesis conducted in a custom-made reactor. International Journal of Hydrogen Energy 2013, 38, 2785-2789*). Przeprowadzony w opisywanej pracy eksperyment polegał na mieleniu wodorku magnezu i żelaza w różnym czasie w celu aktywacji mieszaniny, a następnie spiekaniu proszku. Wykazano, że istnieje optymalny czas procesu mechanicznej aktywacji substratów

reakcji, o którym to procesie decyduje wiele parametrów takich, jak skład chemiczny, ale i stan początkowy substratów (wartość naprężeń, wielkość cząstek).

Ostatnie wreszcie osiągnięcie w tym podobszarze badawczym to określenie wpływu czasu mechanicznej aktywacji i temperatury procesu na wydajność syntezy Mg2FeH6 (**H5**: *Witek, K.; Karczewski, K.; Karpowicz, M.; Polanski, M. Mg2FeH6 Synthesis Efficiency Map. Crystals 2018, 8, 94*). W podanym artykule omówione zostały wyniki szeroko zakrojonych badań wykonanych w temperaturach 300-500 °C oraz w czasie 30-180 min w celu określenia wpływu obu parametrów procesowych na wydajność reakcji syntezy wodorku żelazowo-magnezowego. Oceniono, że kinetyka reakcji znacząco wpływa na wydajność procesu, zaś sama reakcja odznacza się wysoką energią aktywacji.

Trzeci z kolei podobszar badawczy to ***Wpływ mikrostruktury, struktury i właściwości materiałów wsadowych na rezultat mechanicznie aktywowanej syntezy materiałów wodorochłonnych***, oparty także o dwie publikacje.

Pierwsza z nich (**H6**: *Polanski, M.; Nawra, D.; Zasada, D. Mg2FeH6 synthesized from plain steel and magnesium hydride. Journal of Alloys and Compounds 2019, 776, 1029-1040*) opisuje eksperyment polegający na syntezie wodorku Mg2FeH6 z wykorzystaniem jako substratów stali o różnej zawartości węgla. Eksperyment nie przyniósł zadowalających rezultatów, ale wiele ciekawych wartości poznawczych. Stwierdzono brak całkowitego przereagowania substratów wskutek wysokich właściwości mechanicznych stali i zatem utrudnionego mielenia. Wykazano istnienie zależności między zawartością węgla w stali i temperaturą rozkładu wodorku. Obecne w stali pierwiastki domieszkowe nie wbudowywały się w sieć wodorku i nie wpływały na jego właściwości.

W następnej publikacji (**H7**: *Rzeszotarska, M.; Czujko, T.; Polański, M. Mg2(Fe, Cr, Ni)HX complex hydride synthesis from austenitic stainless steel and magnesium hydride. International Journal of Hydrogen Energy 2020, 45, 19440-19454*) jako obiekt badań wybrano stal austenityczną. Wykazano, że w warunkach nierównowagowych, w procesie mielenia wysokoenergetycznego, reaguje ona z wodorkiem magnezu z wytworzeniem wodorku potrójnego Mg2FeH6. Obserwowano tworzenie się wodorku Mg2FeH6 w stali austenitycznej znacznie szybciej w czystym żelazie, przypuszczalnie wskutek katalitycznego działania niklu. Parametr sieciowy fazy wodorkowej wskazuje, że faza ta nie jest czystym wodorkiem, a zawiera substytucyjne atomy pierwiastków stopowych stali, czyli chrom i nikiel. Warto podkreślić, że to jedna z pierwszych publikacji w skali światowej, w której pokazano i opisano w sposób bardzo szczegółowy możliwość reakcji wodorku magnezu ze składnikami stopowymi stali austenitycznych.

Ostatni wreszcie podobszar badawczy to ***Laserowe stopowanie wieloskładnikowych materiałów do magazynowania wodoru,*** dla którego autor wyróżnił trzy kierunki badań, każdy oparty na jednej publikacji wchodzącej w skład podstawy istotnego osiągnięcia badawczego. Wszystkie one dotyczą względnie nowej grupy stopów wieloskładnikowych, nazwanych stopach o wysokiej entropii.

Pierwszy nurt to wytwarzanie wieloskładnikowego stopu ZrTiVCrFeNi (**H8**: *Kunce, I.; **Polanski, M.**; Bystrzycki, J. Structure and hydrogen storage properties of a high entropy ZrTiVCrFeNi alloy synthesized using Laser Engineered Net Shaping (LENS). International Journal of Hydrogen Energy 2013, 38, 12180-12189).* Stwierdzono, że stop ten był zdolny do

do pochłaniania znacznych ilości wodoru, choć i w tym przypadku jego niezbędne ujednorodnienie i odprężenie prowadziły do spadku tej właściwości. Opublikowane wyniki były jednymi z pierwszych w zakresie badania HEA jako materiałów do magazynowania wodoru syntezowanych metodą LENS.

Drugi kierunek to wytwarzanie wieloskładnikowego stopu TiZrNbMoV (**H9**: *Kunce, I.; **Polanski, M.**; Bystrzycki, J. Microstructure and hydrogen storage properties of a TiZrNbMoV high entropy alloy synthesized using Laser Engineered Net Shaping (LENS). International Journal of Hydrogen Energy 2014, 39, 9904-9910*). Wykazano w eksperymentach prowadzonych przy różnej gęstości mocy lasera i liczby przetopień, że można osiągnąć relatywnie wysoką absorpcję wodoru w stopie. Najbardziej wodorochłonny okazał się stop nieprzetapiany, ale też ten wielofazowy materiał tracił swoją spójność już po jednorazowym nawodorowaniu wskutek reakcji każdej z faz z wodorem. Stop po trzykrotnym przetopieniu był znacznie bardziej stabilny strukturalnie i o wysokiej kinetyce pochłaniania wodoru, ale za to jego zdolność absorpcji była kilkukrotnie niższa.

Trzeci i ostatni nurt badawczy to wytwarzanie wieloskładnikowych stopów LaNiFeVMn (**H10**: *Kunce, I.; **Polański, M.**; Czujko, T. Microstructures and hydrogen storage properties of La-Ni -Fe-V-Mn alloys. International Journal of Hydrogen Energy 2017, 44, 27154-27164*). Zastosowano lantan i wanad w formie fazowej, co doprowadziło do materiałów stabilnych strukturalnie, ale też o niezbyt wysokiej wodorochłonności.

Podsumowując mogę stwierdzić, że przedstawione prace są innowacyjne, zaś ich wyniki i konkluzje składają się na istotne osiągnięcie w dyscyplinie naukowej Inżynieria Materiałowa zatytułowanego trafnie „Technologiczne uwarunkowania wytwarzania i właściwości materiałów wodorochłonnych". Za najważniejsze elementy tego osiągnięcia uznaję następujące stwierdzenia:

- Wykorzystanie zaawansowanych metod wytwarzania SDA i LENS pozwala uzyskać materiały pochłaniające wodór, niekiedy w znacznych ilościach, bez potrzeby czasochłonnej aktywacji.
- Obecność nierównowagowych faz i gradientów składu chemicznego, powstałych w trakcie procesu chłodzenia, jest czynnikiem z jednej strony często podwyższającym wodorochłonność, z drugiej zaś strony obniżającym stabilność strukturalną materiału, nie jest więc ona jednoznacznie korzystna.
- Kształt cząstek i sypkość proszku, jak też gęstość mocy lasera mogą w sposób istotny sprzyjać niepożądanej segregacji chemicznej stopów.
- Skład materiału i wielorakie parametry technologiczne (zwłaszcza czas i temperatura mielenia, czy gęstość mocy i krotność natapiania w technice laserowej) wpływają istotnie na wodorochłonność i stabilność strukturalną stopów w sposób często mało przewidywalny, i nawet przy niewielkiej zmianie wartości parametrów.

Habilitant bez wątpienia osiągnął postawiony sobie cel naukowy, choć praktyczna użyteczność uzyskanych wyników nie jest jeszcze znacząca. Za szczególnie ważne wyróżnienia elementy tej ogromnej i odważnej pracy naukowej uznaję: zastosowanie nowych syntezowanych stopów, aplikację dwóch innowacyjnych metod syntezy, uzyskanie szerokiej wiedzy o wielu determinantach procesowych, ich powiązaniach oraz wpływie na wodorochłonność i inne właściwości materiałów. Wkład dr Polańskiego w te zespołowe osiągnięcia jest niepodważalny, jak wynika z jego opisu merytorycznych działań w badaniach

i powstawaniu publikacji; w trzech na dziesięć artykułów jest on pierwszym autorem, zaś w trzech dalszych - autorem drugim. Same publikacje bez wyjątku pojawiły się w renomowanych czasopismach: ośmiokrotnie w International Journal of Hydrogen Energy (IF 4,939 w 2019 r.), a także w Journal of Alloys and Compounds (4,650) oraz Crystals (2,404). Reasumując powtórzę, że w mojej ocenie habilitant uzyskał istotne osiągnięcie naukowe w dyscyplinie naukowej Inżynieria Materiałowa w obszarze materiałów dla technologii wodorowych.

Ocena aktywności naukowej

Aktywność naukowa habilitanta jest imponująca. W jego dorobku po uzyskaniu stopnia doktora znajdują się czterdzieści cztery publikacje (5,5 rocznie), w tym 34 artykuły nie ujęte w osiągnięciu naukowym będącym podstawą wniosku. Ukazały się one w czasopismach takich, jak trzy wspomniane wcześniej, a ponadto, między innymi, także czasopisma z IF > 3: Carbon (8,821), Journal of Energy Chemistry (7,216), Nanoscale (6,895), Journal of Molecular Liquids, (5,065), Materials Science and Engineering: A (4,652), Microporous and Mesoporous Materials (4,551), Dalton Transactions (4,052), Journal of Physical Chemistry C (4,189), Materials Research Bulletin (4,019), Materials Characterization (3,562), International Journal of Refractory Metals and Hard Materials (3,407), Energies (3,288), RSC Advances (3,07), Materials (3,057). Wśród autorów, habilitant trzykrotnie jest pierwszym z autorów, sześciokrotnie autorem drugim, zaś trzynastokrotnie - autorem trzecim. Wszystkie te artykuły zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR (może poza jednym, to sporna kwestia). Średnia liczna współautorów przypadająca na każdy artykuł z tej listy to 4,54, to wysoka wartość, choć typowa dla publikacji w znaczących czasopismach z obszaru nauk inżynieryjno – technicznych. Warto dodać, że już przed uzyskaniem stopnia doktora kandydat był współautorem aż szesnastu publikacji, co rzadkie. Nie posiada natomiast habilitant w swoim dorobku monografii naukowej, rozdziału w takiej monografii, czy jej redakcji.

Habilitant posiada znaczące osiągnięcia technologiczne i projektowe. Opracował on technologię mechanicznego mielenia w regulowanej temperaturze i przy podwyższonym ciśnieniu wodoru oraz technologię wytwarzania zbiorników do magazynowania wodoru w fazie stałej. Znalazły one swoje urzeczywistnienie w skonstruowaniu demonstratora technologii magazynowania wodoru w fazie stałej dla prototypu, projekcie układu magazynowania energii dla łodzi turystycznych oraz wytworzeniu urządzenia do kombinatorycznej syntezy i badań materiałów do magazynowania wodoru w fazie stałej. To ciekawe i znaczące osiągnięcia ściśle związane z jego zainteresowaniami badawczymi.

Habilitant dziewięciokrotnie występował po uzyskaniu stopnia doktora na konferencjach, w tym kilkukrotnie na konferencjach zagranicznych w Miami, Aarhus, Rio de Janeiro. Był członkiem komitetu naukowego konferencji CERC 2000 i organizacyjnego konferencji HYDEM, ponadto był chairmanem sesji oraz członkiem panelu dyskusyjnego. Dwukrotnie zaproszony jako Invited Plenary Speaker w konferencjach zagranicznych. To w pełni satysfakcjonująca aktywność.

Brał udział w aż 17 projektach badawczych i badawczo-rozwojowych, w tym jedenastu po uzyskaniu stopnia doktora. Kierował następującym projektami w ostatnim okresie: Badanie wpływu temperatury na efekt syntezy podwójnych i potrójnych wodorków metali wytwarzanych w procesie reaktywnego mielenia w planetarnym młynku kulowym (NCN); H2 Nautic - zbiornik do magazynowania energii w postaci wodoru na potrzeby łodzi turystycznych

(NCBR); System termowagowy do badania absorpcji gazów w materiałach w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury (NCBR); Opracowanie nowatorskich metod kombinatorycznej inżynierii materiałowej - na przykładzie poszukiwania nowych materiałów

Jest współautorem jednego wzoru użytkowego i trzech patentów na: wielokomorowy zestaw cylindrów do jednoczesnego i niezależnego mielenia w młynkach planetarnych; wielokomorowy cylinder do rozdrabniania i mechanicznej syntezy proszków stopowych w młynkach planetarnych; sposób intensyfikacji szybkości absorpcji i desorpcji wodoru.

Odbył po uzyskaniu stopnia doktora jeden długoterminowy staż naukowy w IBM/ Fraunhofer Institut w 2013 r., a we wcześniejszym okresie – staż w University Waterloo. Ponadto przebywał z kilkudniową wizytą w Brazylii, Instituto SENAI de Inovação em Sistemas de Manufatura e Processamento a Laser.

Był recenzentem aż 114 artykułów w czasopismach o randze międzynarodowej, a także wielu wniosków do NCBR i jednej aplikacji do czeskiego odpowiednika NCN. Jest ekspertem Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.

Nie jest członkiem żadnego towarzystwa naukowego.

Dr Polański aktywnie i szeroko współpracuje z otoczeniem gospodarczym. W zakresie rozwoju technologii wytwarzania przyrostowego jest to współpraca z firmami Infinitech 3D (dawniej RCIIT), Thortech Technologies, General Electric. Ponadto dokumentuje on współpracę z firmami AMMONO w zakresie analizy materiałów konstrukcyjnych, TECH-TRANSFER w zakresie recyclingu akumulatorków wodorkowych i O-Flexx Technologies GmbH w zakresie nanoszenia laserowego materiałów ceramicznych. Jest autorem ekspertyzy dla otoczenia zewnętrznego pt. „Badania struktury i właściwości materiałów i elementów wytworzonych przyrostowo, zakończone wydaniem opinii techniczno-naukowej o konstrukcji, działaniu i efektywności urządzeń EFESTO 557 (RPMI) oraz EBAM (Sciaky)" wykonanej na zlecenie Radomskiego Centrum Innowacji i Technologii (2015 r.).

Dane naukometryczne kandydata to: indeks Hirscha 21 i liczba cytowań bez autocytowań 1170 (Web of Science), a ponadto sumaryczny Impact Factor to 245, zaś liczba punktów MNiSW wynosi 6890. Biorąc pod uwagę jedynie okres po ostatnim awansie, indeks Hirscha wynosi 16, zaś liczba cytowań bez autocytowań to 769. To znaczące wartości.

Współpraca z innymi jednostkami naukowymi widoczna jest poprzez czternaście wspólnych publikacji po doktoracie z udziałem naukowców z licznych ośrodków zagranicznych: Aarhus University, Dania; University of Waterloo, Kanada; Universite Catholique de Louvain, Belgia; Laboratoire de Cristallographie, Geneva, Belgia; Technical University of Denmark, Lyngby, Dania; Riga Technical University, Łotwa; Diamond Light Source, Oxfordshire, Wlk. Brytania; University of Birmingham, Wlk. Brytania. Habilitant wielokrotnie wykazuje, iż jego osiągnięcia naukowe to w dużej mierze efekt współpracy z uniwersytetami w Danii i Kanadzie. Odnotować warto 2-miesięczny staż w University of Waterloo w Kanadzie oraz kilkudniowy wyjazd badawczy prowadzony na synchrotronie w Lund w Szwecji. Oprócz tego odbył on krótkoterminowe wizyty naukowe w Aarhus University (Dania) w zespole profesora Torbena Jensena oraz Université Catholique de Louvain (Belgia) w zespole profesora Yaroslava Filinchuka.

Oceniając całokształt aktywności naukowej habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że bez żadnych wątpliwości wnosi ona znaczny wkład w rozwój inżynierii materiałowej, w obszarze technologii wodorowych. W szczególności za uznaniem

aktywności naukowej za znaczącą przemawia jego udział w godnych uwagi i wysoko ocenianych badaniach naukowych i rozwojowych materiałów dla technologii wodorowych, o czym świadczą bardzo wysokie wskaźniki bibliometryczne: współczynnik Hirscha i liczba cytowani. Habilitant jest ceniony w skali światowej, co dziś przekłada się głównie na liczbę sporządzanych recenzji, czy jeden staż zagraniczny i jeden wykład zaproszony na konferencji międzynarodowej, a także projekt międzynarodowy COST. Kandydat był kierownikiem i wykonawcą w wielu projektach badawczych i badawczo – rozwojowych, choć jedynie krajowych. Współpraca z jednostkami naukowymi zagranicznymi istnieje i jest w pełni satysfakcjonująca.

Podsumowując uznaję wkład dr Polańskiego w rozwój inżynierii materiałowej za istotny, bez żadnych wątpliwości.

Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Habilitant jest doświadczonym dydaktykiem, o czym świadczy liczba ponad trzech tysięcy zrealizowanych godzin z ponad dwudziestu przedmiotów. Jest promotorem pomocniczym w pracy doktorskiej „Badania właściwości stopów tytanu wytwarzanych przyrostowo" i zgodnie z jego oświadczeniem - opiekunem czterech dalszych związanych ściśle z jego zainteresowaniami i kompetencjami, w obszarze badawczym materiały do magazynowania wodoru w fazie stałej. Był opiekunem siedemnastu obronionych prac dyplomowych różnego stopnia.

Kandydat jest opiekunem studenckiego, międzywydziałowego koła naukowego KNEW (Koło Naukowe Energetyki Wodorowej). Został zaproszony przez czasopismo Materials jako Guest Editor do przygotowania Special Issue zatytułowanego "Hydrides-based Hydrogen and Heat Storage Materials, Technologies and Applications". Jest ekspertem rządowym (tzw. CGE) w grupie roboczej „Captech Materials", nominowanym przez Ministerstwo Obrony Narodowej do reprezentacji w Europejskiej Agencji Obrony.

Habilitant nie podaje w swoim autoreferacie opisu swojej działalności popularyzatorskiej.

Oceniając te osiągnięcia habilitanta uznaję, że mimo niewykazania jego zasług w podnoszeniu jakości kształcenia poprzez nowe treści, wykłady i podręczniki, jego aktywność jest wystarczająca do pozytywnej oceny. Niewątpliwie najmocniejszym jej elementem jest rola promotora pomocniczego i opiekuna piątki doktorantów. Opiekun koła naukowego to także istotna funkcja.

Wniosek końcowy

Uważam, że przedstawiony cykl publikacji stanowi istotne osiągnięcie naukowe i nie mam krytycznych uwag co do poziomu naukowego publikacji, ich oryginalności, ważności, wreszcie wspólnego mianownika, jakim jest wytwarzanie materiałów do magazynowania wodoru w fazie stałej.

Wyrażam opinię, że dorobek naukowy po uzyskaniu przez kandydata stopnia naukowego doktora jest imponujący i znaczący dla inżynierii materiałowej, głównie w obszarze technologii wodorowych. Podkreślają to liczne publikacje w czasopismach o bardzo wysokiej

randze (Impact Factor), godny docenienia wysoki indeks Hirscha (21) i liczba cytowań (1170), także jednak patenty, wiele projektów z jego udziałem jako kierownika lub wykonawcy.

Na pozytywną ocenę zasługuje dorobek dydaktyczny habilitanta, wiele prowadzonych w różnych formach przedmiotów, pełnie roli opiekuna dyplomantów i doktorantów, w tym raz jako promotor pomocniczy.

Biorąc pod uwagę wszystkie te elementy wyrażam pozytywną opinię, że dr inż. Marek Polański całkowicie i bez zastrzeżeń spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa. W szczególności przedstawiony cykl publikacji stanowi istotne osiągnięcie naukowe; jego dorobek jest znaczący dla rozwoju inżynierii materiałowej; jego współpraca z otoczeniem obejmuje zagraniczne jednostki naukowe, w tym zwłaszcza powszechnie znane i cenione uniwersytety w Danii i Kanadzie. Popieram więc wniosek dr inż. Marka Polańskiego o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Inżynieria Materiałowa.