

Prof. dr hab. Michał Żelechower,
emerytowany profesor Politechniki
Śląskiej, Wydział Inżynierii Materiałowej,
ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice

Katowice, 8.09.2023

Recenzja dorobku naukowego i aktywności naukowej
dr inż. Andrzeja Żaka w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa
Politechniki Wrocławskiej

Recenzję dorobku naukowego i aktywności naukowej Pana dr inż. Andrzeja Żaka przygotowałem na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Wrocławskiej z dnia 20.06.2023, które to pismo informowało o odpowiedniej decyzji Rady Doskonałości Naukowej. Podstawą formalną i merytoryczną recenzji była Ustawa z dnia 20 lipca 2018r Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce oraz dokumentacja dorobku naukowego Pana dr inż. Andrzeja Żaka.

Informacje ogólne

Pan Andrzej Żak ukończył studia I-ego i II-ego stopnia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej na kierunku Mechatronika/ Mechanika i Budowa Maszyn w 2014 roku i uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera. W tymże roku podjął studia doktoranckie na macierzystym wydziale i w roku 2019 uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie przedstawionej rozprawy pod tytułem:

“Nanoscale characterization and physicochemical properties of thermally modified Co-Ni-Ga magnetic shape memory alloy monocrystal”. Promotorem rozprawy był prof. Włodzimierz Dudziński (PWr), a recenzentami prof. Kinga Nalepka (AGH) oraz prof. Jerzy Okrajni (PŚl.).

Instytucje, w których zatrudniony był/jest (2015-2023) Habilitant tworzą bogate i zróżnicowane spektrum o bardzo odmiennych specjalizacjach (Instytut Materiałów

Zaawansowanych PWr, Pracownia Mikroskopii Elektronowej PWr, Katedra Inżynierii Pojazdów PWr, Katedra Materiałoznawstwa, Wytrzymałości i Spawalnictwa PWr, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN, Wydział Nauk Biologicznych UWr, Department of Materials Science and Engineering MIT). Ma to swoje konsekwencje w zróżnicowaniu materiałów omawianych w zbiorze publikacji będących przedmiotem osiągnięcia zaproponowanego przez Autora (stopy metali, komórkowy materiał biologiczny, ceramika impregnowana polimerem).

Główne osiągnięcie naukowe Habilitanta

Osiągnięciem, które Kandydat, wypełniając wymóg Ustawy z dnia 20 lipca 2018r Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy), przedstawił w autoreferacie, jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, jest cykl siedemnastu publikacji z lat 2018-2023, składający się z dwóch grup zatytułowanych:

- a/. „Wykorzystanie i rozwój technik transmisyjnej mikroskopii elektronowej in situ do obrazowania przemian i oddziaływań w ciele stałym i cieczach” (10 publikacji).
- b/. „Mikrostrukturalna charakteryzacja materiałów budowlanych z użyciem technik skaningowej mikroskopii elektronowej i analizy obrazu” (7 publikacji).

Dwie publikacje są samodzielne, a w dwunastu Habilitant jest autorem korespondującym, co jest satysfakcjonujące z punktu widzenia oceny samodzielności intelektualnej Habilitanta.

Jest oczywiste, że rozrzut rodzajów materiałów omawianych w publikacjach jest tak wielki (stopy metali, ceramika impregnowana polimerem oraz materiał biologiczny), że jedynym zwornikiem cyklu publikacji może być metodyka badawcza, a w szczególności transmisyjna (TEM) i skaningowa (SEM) mikroskopia elektronowa, co zresztą Autor deklaruje *explicite*.

Dla oceny dorobku Kandydata posłużyłem się Jego autoreferatem, treścią publikacji z listy Jego dorobku, a także dodatkowo kilkoma publikacjami przeglądowymi i badawczymi:

1. J. P. Tardivo, A. Del Giglio et al., *Methylene blue in photodynamic therapy: From basic mechanisms to clinical applications, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* (2005) 2, 175—191.

2. Tao Gu, Youcheng Zheng, Hong Yue, and Youzhi Zheng, *Characterization of the Pore Structure of Well Cement under Carbon Capture and Storage Conditions by an Image-Based Method with a Combination of Metal Intrusion*, <https://dx.doi.org/10.1021/acsomega.0c05193>, *ACS Omega* 2021, 6, 2110–2120
3. Jim Buckman, Shereef A. Bankole, Stephanie Zihms, Helen Lewis, Gary Couples and Patrick W. M. Corbett, *Quantifying Porosity through Automated Image Collection and Batch Image Processing: Case Study of Three Carbonates and an Aragonite Cemented Sandstone*, *Geosciences* 2017, 7, 70; doi:10.3390/geosciences7030070
4. S. Gautham, Saptarshi Sasmal, *Recent Advances in Evaluation of intrinsic mechanical properties of cementitious composites using nanoindentation technique*, *Construction and Building Materials* 223 (2019) 883–897
5. Chuanlin Hu, Zongjin Li, *A review on the mechanical properties of cement-based materials measured by nanoindentation*, *Construction and Building Materials* 90 (2015) 80–90

Szczegółową ocenę technik *in situ* TEM dla stopów metali z pamięcią kształtu pozostawiam niekwestionowanym autorytetom w tym zakresie z grona recenzentów; natomiast istotnej wartości w części TEM dopatruję się przede wszystkim w pracach dotyczących badań fotodynamicznych, a właściwie terapii fotodynamicznej (PDT), przy czym modyfikacje wiekowej już komercyjnej aparatury są co prawda interesujące, ale powinny się odbywać w ścisłej współpracy z wyspecjalizowanymi producentami, gdyż inaczej mają cechy rzemiosła uprawianego sposobami domowymi. Niemniej wyniki uzyskane w pracach [A7-A9] zasługują na uwagę. Szczególną wartość przypisuję rys. 1 z pracy [A7], na którym uchwycono fazy dekompozycji komórek bakterii. Jednak mechanizm niszczenia komórek bakterii metodą fotochemiczną wymaga szerszego i bardziej precyzyjnego opisu (ogólny diagram Jabłońskiego, to za mało). Należało wyjaśnić, co to aktywna forma tlenu oraz, jaka jest chemia (fotochemia) niszczenia komórek przez aktywowany optycznie methylene blue (MB). W tym zakresie publikacja [45], na którą powołuje się Autor jest mało wiarygodna. Bibliografia MB jest bardzo bogata i poleciłbym bardzo obszerny, szczegółowy opis PDT oraz wyjaśnienie roli MB zamieszczony w pracy przeglądowej [1] J. P. Tardivo, A. Del Giglio et al., *Methylene blue in photodynamic therapy: From basic mechanisms to clinical applications*.

Równie wartościowa jest mikrofotografia na rys. 12 Autoreferatu, gdzie zaprezentowano odwzorowania otoczenia komórki z wykorzystaniem tzw. płytek fazowych polepszających kontrast i widoczność detali obrazu. Jednak uzyskano takie obrazy poprzez tzw. enkapsulację preparatów w stanie ciekłym drogą nakładania warstwy węgla w tradycyjnej napyłarce próżniowej oraz kontrolę grubości warstwy przy

pomocy wagi kwarcowej własnego pomysłu. W dobie licznych komercyjnych, sprawdzonych w wieloletniej praktyce rozwiązań komercyjnych (wystarczy w wyszukiwarce wpisać hasło „quartz oscillator microbalance”) oraz współczesnych technik nakładania warstw monoatomowych/monomolekularnych (np. MBE, technologie grafenu) zaproponowane rozwiązanie wydaje się być anachroniczne, chociaż sam wynik jest spektakularny.

W drugim cyklu publikacji (B1-B7) oraz w Autoreferacie Habilitant prezentuje wykorzystanie analizy obrazu (BSE/X-ray mapping) w mikroskopie skaningowym (SEM/EDS) do ilościowego opisu mikrostruktury betonów (także impregnowanych polimerem), przy czym koncentruje się na modyfikowanych materiałami odpadowymi (mączka wapienna -WMD, mączka szklana) zaprawach cementowych. Autor konstruuje pewien ciąg myślowy, wiążący użytkowe własności modyfikowanych betonów (głównie wytrzymałość na ściskanie) z porowatością materiału. Pomimo tego, że Habilitant podaje dane globalne dotyczące produkcji cementu, to brakuje mi oszacowania dostępnych zasobów proponowanych materiałów odpadowych (które też są ograniczone).

Następnym krokiem jest ograniczenie obszaru pomiaru porowatości do warstw przejściowych na granicach zaprawa-kruszywo i zaprawa-impregnacja. W tym momencie Autor wraca na grunt metodyki badawczej SEM/EDS i stanowi ona najbardziej rozbudowaną i centralną część Jego dorobku.

Punktem wyjścia dla dalszych rozważań habilitanta jest praca H.S. Wong, M.K. Head, N.R. Buenfeld, *Pore segmentation of cement-based materials from backscattered electron images*, *Cement and Concrete Research* 36 (2006) 1083–1090.

Opiera się ona na cyfrowej dyskryminacji jasności obrazów BSE. Celem określenia udziału porów wylicza się poziom odcięcia na rozkładzie jasności z punktu przegięcia estymatora dystrybuanty rozkładu natężenia sygnału BSE (natężenie skumulowane). Umożliwia to detekcję udziału objętościowego/powierzchniowego (reguła Cavalieriego) porów o rozmiarach mikrometrycznych (przy założeniu, że wielkość piksela obrazu BSE jest porównywalna z rozmiarem obszaru generacji BSE). Autorzy publikacji (Imperial College, London) nazwali swoją metodę „Overflow”. Habilitant analizował wartości porowatości m.in. warstw przejściowych modyfikowana zaprawa-kruszywo (z wykorzystaniem programu ImageJ) metodą Overflow, tzw. metodą

trójkątów [82], metodą zachowania momentu [83] oraz dwiema autorskimi metodami, oznaczonymi, jako Regresja I, Regresja II (numery publikacji z Autoreferatu). Jak pisze Habilitant, metody Regresja I-II są rozwinięciem (modyfikacją) metody Overflow, pozwalającym na pełną automatyzację pomiarów oraz wyeliminowanie z pomiarów czynnika subiektywnego (operatora). Stosowne obliczenia (wykonane w języku Python) zaprezentowano w publikacji B7 na dwóch preparatach zaczynu cementowego i potwierdzają one zalety metod Regresja I-II. Jednak dwie próbki, to trochę za mało na werdykt ostateczny i zasugerowałbym próbę testu „round Robin”. Porównanie wyników porowatości opierało się o minimalizację wariancji i przypomina nieco znaną z arkuszy kalkulacyjnych (Excel, Origin) procedurę ANOVA (Two-Sample Test for Variances).

Dodatkowych wyjaśnień wymaga kilka zagadnień dotyczących części SEM/EDS:

- a. Regresja liniowa na czterech punktach jest ryzykowna (rys. 13 z Autoreferatu)
- b. Pomiar porowatości metodą analizy obrazu na przekroju poprzecznym obejmuje pory otwarte i zamknięte, natomiast metodą Archimedesesa tylko otwarte. Który pomiar powinien dać wyższe wartości porowatości?
- c. Dlaczego nie wykorzystano coraz powszechniejszej metody „nanoindentation”? (patrz publikacje [4-5]).

Ocena dorobku naukowego Habilitanta

Przywołując kryteria oceny dorobku Habilitanta sformułowane w zarządzeniu Ministra NiSW, to pierwsze z nich brzmi następująco: autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR).

W tym kryterium dane zaczerpnąłem z opracowania Kandydata i zweryfikowałem je na podstawie baz Web of Science oraz Scopus i muszę zaznaczyć, że dane oryginalne z baz są imponujące, jak na wiek Habilitanta. Sumaryczna liczba publikacji w czasopismach indeksowanych wynosi według bazy Web of Science 69, a według bazy Scopus 70 (w tym 44/45 po uzyskaniu stopnia doktora). Prace autorstwa lub współautorstwa Kandydata były cytowane 669 razy (WoS), w tym 621 bez samocytowań lub 756 razy (Scopus), w tym 701 bez samocytowań. Indeks Hirscha

według bazy WoS wynosi 14, a według bazy Scopus 16 (bez samocytowań 15). Sumaryczny tzw. „impact factor” prac przedstawionych, jako osiągnięcie jest bardzo wysoki (81) i wynika zarówno z ilości publikacji indeksowanych, jak i z wysokich wartości IF dla czasopism, w których publikował Habilitant (np. Nano Letters – 12.26). Ponadto Kandydat był recenzentem 47 artykułów w uznanych czasopismach naukowych. Mogę z przekonaniem stwierdzić, że prace współautorstwa Kandydata weszły na stałe do światowego obiegu informacji naukowej, a Jego nazwisko jest rozpoznawalne w środowisku. Należy podkreślić, że Jego dorobek publikacyjny znacząco wzrósł od czasu uzyskania stopnia doktora.

Wygłosił pięć referatów na konferencjach międzynarodowych, w tym dwóch za granicą.

Jest autorem jednego patentu i współautorem jednego zgłoszenia patentowego.

W trakcie swojej kariery naukowej był zatrudniony w Instytucie Immunologii PAN, a także odbył 3-miesięczny staż w MIT, spełnia więc kryterium uzyskania dorobku w przynajmniej dwóch uczelniach/instytucjach naukowych. Ponadto pracował, jako wolontariusz w Uniwersytecie Wrocławskim. Szczególną rolę w rozwoju naukowym Kandydata odgrywa współpraca z grupą pani Frances Ross z MIT, gdzie jedną z wiodących tematyk jest Liquid Cell Transmission Electron Microscopy.

Był kierownikiem jednego projektu międzynarodowego (Fundacja Kościuszkowska), jednego projektu NCN (Miniatura) i jednego projektu lokalnego (WCA Mozart) oraz wykonawcą jednego międzynarodowego (DFG) i trzech projektów NCN.

W ramach obowiązków dydaktycznych w Politechnice Wrocławskiej organizował i prowadził kilka kursów dla studentów I, II i III stopnia studiów.

Był promotorem 15 prac magisterskich/inżynierskich oraz promotorem pomocniczym jednej obronionej i jednej trwającej rozprawy doktorskiej.

Podsumowanie

W jakiej dyscyplinie umieścić osiągnięcia Autora? Od strony formalnej okres funkcjonowania Habilitanta w inżynierii materiałowej wynosi według Jego informacji („współtworzyłem powstanie dyscypliny IM na PWr w 2021 roku”) tylko dwa lata. Z drugiej strony, tematykę szeregu prac opublikowanych w latach 2016-2019 (przed

doktoratem) można z czystym sumieniem zakwalifikować do dyscypliny IM. Kładąc na szalę te argumenty byłbym skłonny do zaakceptowania przyporządkowania dorobku Habilitanta do dyscypliny IM, chociaż spoglądając na rozrzut Jego zainteresowań można mieć pewne wątpliwości.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę głównego osiągnięcia badawczego dr inż. Andrzeja Żaka stanowiącego cykl 17 publikacji związanych z zaawansowaną metodyką transmisyjnej i skaningowej mikroskopii elektronowej, wartościowy pozostały dorobek publikacyjny i bardzo dobre wskaźniki bibliometryczne oraz dorobek projektowy, dydaktyczny i zauważalną współpracę międzynarodową stwierdzam, że Jego całościowy dorobek spełnia z pewnymi zastrzeżeniami warunki Ustawy z dnia 20 lipca 2018r Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy). Chociaż Jego działalność naukowa wykazuje spory rozrzut, jeśli chodzi o rodzaj materiałów (stopy metali/ceramika/ceramika impregnowana polimerem/materiał biologiczny), to charakter Jego dokonań mieści się w obszarze metodyki badawczej powszechnie używanej w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa i wprowadza do tej metodyki istotne modyfikacje. Dlatego stawiam wniosek do Komisji Przewodu Habilitacyjnego i Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie dr inż. Andrzeja Żaka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Równocześnie, celem wyjaśnienia pewnych wątpliwości i możliwych zastrzeżeń formalnych, wnioskuję o zaproszenie p. dr inż. Andrzeja Żaka na posiedzenie Komisji Habilitacyjnej.

Michał Żelechower
Politechnika Śląska