



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

KATEDRA BIOMATERIAŁÓW I KOMPOZYTÓW

Prof. dr hab. inż. Kinga Pielichowska



Kraków, 10.05.2024

Recenzja

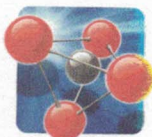
**osiągnięć naukowych dr inż. Tomasza Buchwalda
w związku z postępowaniem o nadanie
stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

1. Przedstawienie sylwetki Kandydata

Dr inż. Tomasz Buchwald ukończył w 2008 roku studia magisterskie na kierunku Fizyka techniczna, specjalność: Materiały funkcjonalne i technologie dla optoelektroniki na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, a w 2009 roku Studium Pedagogiczno-Dydaktyczne na tym samym Wydziale. W roku 2008 Habilitant rozpoczął na macierzystym Wydziale studia doktoranckie. Na podstawie zrealizowanej pod opieką prof. dr hab. Marka Kozielskiego pracy doktorskiej pt. „Metoda spektroskopii Ramana w badaniach materiałów biologicznych na przykładzie ludzkiej tkanki kostnej” uzyskał w 2014 roku stopień naukowy doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki. Habilitant prowadził wówczas badania, które wykazały przydatność spektroskopii Ramana w ocenie struktury tkanki kostnej.

W 2013 roku, jeszcze przed obroną pracy doktorskiej, Habilitant rozpoczął pracę na stanowisku asystenta na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, którą kontynuował do 2019 roku, przy czym od 2018 roku pracował na stanowisku adiunkta. W roku 2020 rozpoczął pracę na stanowisku adiunkta na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, gdzie pracuje do chwili obecnej.

W 2015 roku dr Buchwald odbył niespełna miesięczny staż naukowy w grupie prof. Eduardo Mendesa w Department of Chemical Engineering, Delft University of Technology. Odbył również wizyty naukowe: w 2014 na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego, w Instytucie Fizyki Wydziału Matematyki, Fizyki i Techniki w Bydgoszczy pod opieką prof. dr



wimic

**Akademia Górniczo-Hutnicza | Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów i Kompozytów**

al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków,
tel. +48 12 617 44 47, fax +48 12 12 617 33 71
e-mail: biomat@agh.edu.pl

hab. Kazimierza Fabisiaka oraz okresie 1.10.2019–31.01.2020 kilkanaście wizyt na Uniwersytecie Medycznym im. K. Marcinkowskiego w Klinice Wad Rozwojowych Twarzy w Poznaniu w zespole dr hab. n. med. Barbary Biedziak. Ponadto w latach 2013-2020 odbył liczne szkolenia, m.in. Czynniki ludzkie, Komunikacja naukowa - jak mówić o nauce, żeby nas słuchali, szkolenie dla wnioskodawców konkursów organizowanych przez Narodowe Centrum Nauki, Statystyka w medycynie - metody analizy wariancji i analizy regresji, Program Statistica™ kurs podstawowy, Przedsiębiorstwa typu spin-off i spin-out oraz Zastosowania statystyki i data mining w badaniach naukowych.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, podanym przez Pana dr inż. Tomasza Buchwalda we wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego jako podstawa do nadania stopnia doktora habilitowanego, jest cykl 16 publikacji powiązanych tematycznie i powstałych w latach 2014-2021, zatytułowany „Spektroskopia Ramana w ocenie właściwości, możliwości modyfikacji i potencjału aplikacyjnego materiałów biomedycznych”. Zagadnienia badawcze poruszane w przedstawionym cyklu prac dotyczą badania nowych lub modyfikowanych biomateriałów do potencjalnych zastosowań w ortopedii i stomatologii oraz materiałów pochodzenia naturalnego, w tym zębów ludzkich i bydlęcych, z wykorzystaniem w szczególności spektroskopii Ramana. Prace te w autoreferacie stanowiącym załącznik nr 2 do przedłożonej dokumentacji zostały oznaczone symbolami H1-H16. Wszystkie artykuły naukowe ujęte w ocenianym cyklu zostały opublikowane w czasopiśmie z listy JCR, takich jak *Materials Chemistry and Physics* (IF 2.503), *Journal of Applied Polymer Science* (IF 1.647), *Materials Science & Engineering C* (3 prace, IF 3.861-5.260), *European Journal of Pharmaceutical Sciences* (IF 3.866), *Journal of Raman Spectroscopy* (2 prace, IF 2.272-2.353), *Spectrochimica Acta Part A* (2 prace, IF 2.665 oraz 2.848), *Vibrational Spectroscopy* (2 prace, IF 1.844 oraz 2.522), *Analyst* (IF 3.929), *Surface & Coatings Technology* (IF 3.958), *Scientific Reports* (IF 5.134) oraz *Journal of Pharmaceutical Analysis* (IF 10.493). Sumaryczny współczynnik wpływu dla publikacji opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR wyniósł 59,642. W czterech pracach dr Buchwald jest pierwszym i głównym autorem, spośród pozostałych tylko w jednym jest autorem korespondencyjnym. W pracach, w których Habilitant był pierwszym autorem oszacował swój udział procentowy od 70 do 90%, a w pozostałych pracach udział został oszacowany na poziomie 10-40%. Jak wynika z analizy załączonych oświadczeń Habilitanta i współautorów, Habilitant w publikacjach, w których nie był głównym autorem, pełnił rolę osoby odpowiedzialnej za wykonanie, analizę i interpretację wyników badań z wykorzystaniem spektroskopii Ramana oraz przygotowanie części manuskryptów zawierających te wyniki. Przedstawione dane pokazują, że dr Buchwald był głównym

pomysłodawcą i wykonawcą czterech spośród wymienionych prac, a do pozostałych prac wniósł istotny wkład w ich powstanie. Prace przedstawione jako osiągnięcie habilitacyjne powstały jako efekt współpracy z Instytutem Technologii i Inżynierii Chemicznej Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej oraz Uniwersytetem Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

Przedmiotem badań i zasadniczym celem wskazanym w osiągnięciu naukowym Pana dr inż. Tomasza Buchwalda było określenie możliwości zastosowania mikrospektroskopii Ramana do badania nowych lub modyfikowanych biomateriałów o potencjalnych zastosowaniach biomedycznych w obszarze ortopedii i stomatologii oraz biomateriałów pochodzenia naturalnego, w szczególności zębów ludzkich i bydłych. Prowadzone badania wpisują się ciągle potrzebę poszukiwania nowych i bardziej skutecznych metod diagnostycznych mających służyć poprawie jakości życia człowieka.

Habilitant podzielił prace stanowiące osiągnięcie naukowe na cztery główne tematy dotyczące: (i) charakterystyki spektroskopowej biomateriałów do zastosowań stomatologicznych oraz tkanek twardych zębów (H1-H4, H7, H12), (ii) charakterystyki spektroskopowej modyfikowanych powierzchni stopów tytanu Ti_6Al_4V do stosowania w endoprotezach kości i stawów (H9, H13, H14), (iii) charakterystyki spektroskopowej materiałów do zastosowań ortopedycznych oraz związków antyresorpcyjnych kości (H5, H11, H15), oraz (iv) zbadania skuteczności spektroskopii Ramana w diagnostyce próchnicy zębów (H6, H8, H10, H16). W pracy H1 wykorzystano mapowanie ramanowskie w celu analizy zmian stopnia konwersji utwardzalnych w procesie fotopolimeryzacji kompozytów stomatologicznych na bazie żywic dimetakrylowych. Zastosowana metodologia pozwoliła na określenie potencjalnej przydatności nowego eksperymentalnego kompozytu stomatologicznego oraz opracowanie procedury oznaczenia stopnia konwersji światłoutwardzalnych kompozytów metodami spektroskopowymi. W pracy H2 przeprowadzono badania, pozwalające na określenie przydatności nowych eksperymentalnych kompozytów stomatologicznych, jak również oznaczenie głębokości utwardzania i stopnia konwersji oznaczonego w głąb materiału metodą spektroskopii Ramana. W pracy H3 zastosowano spektroskopię Ramana do potwierdzenia rodzaju badanej tkanki zęba oraz określenia wpływu sposobu kondycjonowania na strukturę tkanek. W pracy H4 badano procesy uwalniania wapnia z 14 materiałów dentystycznych. Badania z wykorzystaniem spektroskopii Ramana dowiodły, że wszystkie badane materiały w większości charakteryzowały się stopniem konwersji powyżej 55% oraz, że stopień konwersji nie wpływa na podatność badanych kompozytów do uwalniania jonów wapnia.

Właściwości sorpcyjne wybranych związków fosforoorganicznych zbadano w pracy H5, jako potencjalne substancje aktywne leków antyresorpcyjnych kości. Spektroskopia Ramana posłużyła w tych badaniach do potwierdzenia obecności kwasu etano-1,2-

difosfonowego (PCCP), fosforanu 2-[dimetylo-(heksylo)amonio]etyloheksadecylu (C₆PC₂NC₁₆), fosforanu 2-[dimetylo-(oktylo)amonio]etylotetradecylu (C₁₄PC₂NC₈) na powierzchni hydroksyapatytu. Z kolei wyniki badań przedstawione w pracy H7 udowodniły, że spektroskopia Ramana jest przydatnym narzędziem diagnostycznym do oceny zmian na powierzchni tkanek zęba oraz określenia wpływu aplikowanych związków na strukturę tkanek. Praca H9 dotyczyła modyfikacji stopów tytanu warstwą organiczną, do której w kolejnym etapie przyłączany ma być polimer. W ramach przeprowadzonych badań do oceny względnej ilości warstwy organicznej wykorzystano widma Ramana. Uzyskane informacje przyczyniły się do zdefiniowania korzystnych warunków modyfikacji stopu. Prace H13 i H14 dotyczyły modyfikacji stopu Ti₆Al₄V solą diazoniową, do której następnie przyłączano poliuretan. Zastosowanie mapowania ramanowskiego potwierdziło uzyskanie równomiernie rozłożonej warstwy modyfikującej na całej badanej powierzchni stopu.

Prace H6 i H10 poświęcone zostały badaniom nad skutecznością spektroskopii Ramana w określaniu charakterystycznych zmian w składzie i strukturze szkliwa dotkniętych próchnicą zębów ludzkich. Z kolei w pracy H16 skoncentrowano się na określeniu znaczenia tła w widmie Ramana szkliwa w kontekście diagnostyki próchnicy.

Prace H5, H11 i H15 dotyczyły otrzymywania materiałów biomimetycznych, m.in. na bazie krzemionki i hydroksyapatytu, które mogłyby symulować strukturę tkanki kostnej (H11). Z kolei opisane w pracy H12 badania z wykorzystaniem spektroskopii Ramana potwierdziły obecność hydroksyapatytu na powierzchni zeolitów, dowodząc skuteczności przeprowadzonych syntez.

Podsumowując wyniki badań uzyskane przez Habilitanta w przedstawionym osiągnięciu naukowym, można stwierdzić, że wnoszą one istotny wkład do inżynierii materiałowej, w szczególności z zakresu wykorzystania metod spektroskopowych do otrzymywania i badania materiałów pochodzenia syntetycznego i naturalnego w ortopedii i stomatologii. Do szczególnych osiągnięć Habilitanta można zaliczyć:

- analizę zmian stopnia konwersji na powierzchni oraz w głąb kompozytowych materiałów do potencjalnych zastosowań stomatologicznych,
- uzyskanie istotnych informacji dotyczących syntezy i modyfikacji nowych napełniaczy kompozytów stomatologicznych,
- potwierdzenie skuteczności procesu modyfikacji stopu tytanu Ti₆Al₄V związkami soli diazoniowych i polimerami,
- potwierdzenie właściwości sorpcyjnych wybranych związków o potencjalnym zastosowaniu w lekach antyresorpcyjnych kości, oraz
- wskazanie parametrów spektroskopowych, które mogą posłużyć do oceny zmian próchnicznych w szkliwie zębów.

Rezultaty badań dr Buchwalda znacznie poszerzają wiedzę o możliwości zastosowania spektroskopii Ramana dla potrzeb otrzymywania nowych biomateriałów ortopedycznych i kompozytów stomatologicznych.

W mojej opinii osiągnięcie naukowe Pana dr inż. Buchwalda stanowi wymagany kryteriami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2020 poz. 85, wraz z późniejszymi zmianami), istotny wkład w rozwój dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta

Na dorobek publikacyjny dr inż. Tomasza Buchwalda składa się 55 prac opublikowanych w czasopismach z listy JCR, z czego pięć opublikowano przed uzyskaniem stopnia doktora. Ponadto jest współautorem sześciu publikacji w recenzowanych materiałach konferencyjnych, w tym trzech przed uzyskaniem stopnia doktora. Jest ponadto współautorem jednego patentu i 27 rozdziałów w monografiach, opublikowanych głównie w monografiach „Nauka i przemysł – metody spektroskopowe w praktyce, nowe wyzwania i możliwości” (Wydawnictwo UMCS, Lublin). W dorobku naukowym Habilitanta jest również 80 prezentacji na konferencjach, głównie krajowych, przy czym uwagę zwraca brak wystąpień ustnych na konferencjach międzynarodowych. Recenzował 11 publikacji w czasopismach z listy JCR. Według bazy *Web of Science* prace Habilitanta były cytowane dotychczas 586 razy, z czego 508 stanowiły cytowania niezależne. Współczynnik Hirscha dr Buchwalda wynosi obecnie 14, co w odniesieniu do nauk inżynieryjno-technicznych jest wynikiem bardzo dobrym. Dr Buchwald był kierownikiem jednego projektów badawczego (Preludium, NCN). Była również wykonawcą w pięciu innych projektach badawczych finansowanych przez NCN. Ponadto był kierownikiem/wykonawcą w m.in. interdyscyplinarnych grantach rektorskich i zadań w ramach subwencji Ministra Edukacji i Nauki. Za swoją pracę naukową otrzymał nagrody, m.in. kilka nagród Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe, stypendium w ramach projektu pt.: „Inżynier przyszłości. Wzmocnienie potencjału dydaktycznego Politechniki Poznańskiej” oraz stypendium w ramach projektu pt.: „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, 2013 r.

Dr inż. Buchwald brał również udział w realizacji prac badawczych dotyczących m.in. materiałów jonowymiennych jako nośników leków i napełniaczy stomatologicznych, sorbentów do usuwania metali, procesów na granicy faz elektroda/elektrolit, materiałów spiekanych o osnowie metalicznej z udziałem wybranych fluorków, tlenków metali i nanorurek węglowych.

Przytoczone dane jednoznacznie wskazują na znaczną aktywność naukową Habilitanta. Wskazują również, że po uzyskaniu stopnia doktora nauk fizycznych dorobek naukowy dr Buchwalda znacząco się powiększył. Podsumowując, aktywność naukową i dorobek Habilitanta oceniam pozytywnie.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego Habilitanta

Dr inż. Tomasz Buchwald pracował na stanowisku związanym z obowiązkiem prowadzenia zajęć dydaktycznych od 2013 roku. Prowadził lub prowadzi zajęcia dydaktyczne dla studentów I i II stopnia studiów dziennych i zaocznych, na kilku kierunkach studiów, w szczególności Fizyka Techniczna i Edukacja Techniczno-Informatyczna., m.in. wykłady z przedmiotów Fizyka, Fizyka doświadczalna, Fizyka techniczna, Aspekty fizyki XXI wieku, ćwiczenia/seminaria z przedmiotów: Fizyka, Fizyka doświadczalna, Fizyka techniczna, Materiały funkcjonalne, Wstęp do nauki o materiałach, oraz zajęcia laboratoryjne w ramach pracowni fizycznej I i II, jak również pracownię specjalistyczną. Był promotorem ośmiu prac inżynierskich i sześciu prac magisterskich. Ponadto pełnił rolę promotora pomocniczego w jednym zakończonym przewodzie doktorskim, a obecnie jest opiekunem w jednej realizowanej pracy doktorskiej.

W ramach działalności organizacyjnej m.in. pełnił wielokrotnie rolę członka Komisji Odbioru tematów badawczych realizowanych na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej i Komisji Rekrutacyjnej na studia II stopnia na tym Wydziale. Był członkiem Wydziałowego Zespołu ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia na Wydziale Fizyki Technicznej na kadencję 2012–2016 oraz Wydziałowej Komisji Wyborczej na Wydziale Fizyki Technicznej na kadencję 2012–2016. Aktualnie jest członkiem Senatu Politechniki Poznańskiej na kadencję 2020–2024 i członkiem Kolegium Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej na kadencję 2020–2024.

W ramach działań popularyzujących naukę realizowanych przez Kandydata wymienić można prowadzenie zajęć dla uczniów szkół średnich w ramach akcji „Drzwi otwarte na Politechnice Poznańskiej” (2023), prowadzenie warsztatów naukowych pt. „Raman spectroscopy application in materials science” dla doktorantów z University of Technology Sydney (2022), wygłoszenie wykładu dla uczniów III L.O. w ramach akcji „Dzień Chemii” pt. Mikrospektroskopia Ramana jako skuteczne narzędzie pracy w biologii, chemii i medycynie (2016) oraz współorganizowanie w latach 2012 i 2013 szkoły międzynarodowej „Summer School on Microsystems Technology” na Wydziale Fizyki Technicznej. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny Kandydata oceniam pozytywnie.

Wnioski końcowe

Dr inż. Tomasz Buchwald prowadzi aktywną działalność naukowo-badawczą w zakresie badań z użyciem spektroskopii Ramana i jej wykorzystania do badania biomateriałów ortopedycznych i stomatologicznych. Na podstawie przedstawionej do oceny dokumentacji oraz opisu osiągnięcia naukowego pt. „Spektroskopia Ramana w ocenie właściwości, możliwości modyfikacji i potencjału aplikacyjnego materiałów biomedycznych” stwierdzam, że wniośł istotny i oryginalny wkład do nauki w dyscyplinie „Inżynieria materiałowa” w obszarze biomateriałów do zastosowań ortopedycznych i stomatologicznych, jak również diagnostyki. Habilitant posiada wystarczający dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny i tym samym spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2020 poz. 85, wraz z późniejszymi zmianami). W związku z tym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Poznańskiej o nadanie dr inż. Tomaszowi Buchwaldowi stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Inżynieria materiałowa”.

Wojciech Polakowski