

dr hab. inż. Tomasz Klekiel, prof. UZ
Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej
Uniwersytet Zielonogórski
ul. Licealna 9
65-417 Zielona Góra

Zielona Góra, 20.12.2021

**Ocena osiągnięć Pana dr inż. Marcina Łukasza Basiagi ubiegającego się o nadanie
stopnia doktora habilitowanego**

Podstawą opracowania recenzji jest decyzja Rady Doskonałości Naukowej z dnia 27.09.2021 roku oraz uchwała nr 26/2021 Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki śląskiej z dnia 21.10.2021 w sprawie powołania komisji habilitacyjnej.

Przy opracowaniu recenzji wzięto także pod uwagę zapisy Regulaminu w zakresie nadawania stopnia doktora habilitowanego stanowiącego załącznik do uchwały nr 125/2019 Senatu Politechniki Śląskiej

Przedstawienie podstawowych danych o kandydacie

Pan Dr inż. Marcin Łukasz Basiaga jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Technologicznego, gdzie w 2006 roku uzyskał stopień magistra inżyniera na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. Od 2011 roku jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym zatrudnionym w Katedrze Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej. W 2011 roku Pan Marcin Łukasz Basiaga uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa za pracę na temat: *„Kształtowanie i ocena własności użytkowych narzędzi tnących stosowanych w chirurgii kostnej”*, której promotorem był Pan Prof. dr hab. inż. Zbigniew Paszcza. Uzyskanie stopnia Doktora zostało potwierdzone dyplomem, którego kopię załączono w dokumentach. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że praca została wyróżniona uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej.

Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych

Habilitant przedstawił autoreferat oraz wykaz dorobku habilitacyjnego, w którym opisał dorobek publikacyjny stanowiący podstawę ubiegania się o wnioskowany tytuł oraz pozostałe osiągnięcia uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora.

Przed doktoratem Habilitant opublikował 3 współautorskie rozdziały monograficzne, 2 prace w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR), 18 prac w czasopismach z listy B, w tym jedna samodzielna oraz 4 prace niższej rangi.

Po doktoracie, Habilitant opublikował 55 prac w czasopismach z Journal Citation Reports (JCR) (Lista A), 28 prac niższej rangi (Lista B), 16 rozdziałów w monografii oraz 36 prac innych, w tym materiałów konferencyjnych czy artykułów w czasopismach nie występujących na żadnej z list. Łącznie dorobek Habilitanta uzyskany po doktoracie jest imponujący, gdyż stanowi w sumie 135 prac, w których występuje jako autor lub współautor.

Prace Habilitanta były prezentowane 24 razy na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Habilitant był członkiem 9 komitetów organizacyjnych konferencji. Uczestniczył w 7 zespołach projektowych finansowanych w ramach konkursów krajowych. Obecnie jest kierownikiem projektu OPUS 15. Odbył 5 staży w instytucjach naukowych. Był recenzentem 36 prac naukowych. Realizował 4 projekty badawcze, w tym 1 RPO i 3 BON NA INNOWACJE. W jednym z nich był kierownikiem.

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy, Habilitant przedstawił autorską monografię habilitacyjną pt. „*Antybakteryjne powłoki na powierzchni biomateriałów metalowych*”, wydaną przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Recenzentami byli Pan prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierzchoń oraz Pan dr hab. n. med. Piotr Wilczek, prof. IPS.

Podsumowując spełnienie kryteriów w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych należy podkreślić istotną aktywność naukową Habilitanta o czym świadczy zarówno wysoki indeks Hirscha na poziomie 16 (wg Web of Science), jak i imponująca liczba cytowań na poziomie 518, która wzrosła od chwili złożenia dokumentów o prawie 80 cytowań. Sumaryczny impact factor na poziomie 104,93 oraz pozostały dorobek wyszczególniony w wykazie osiągnięć w pełni oddaje istotność badań, jakie Habilitant prowadzi w ramach swojej naukowej działalności. Również w zakresie osiągnięć organizacyjnych należy podkreślić fakt, że Habilitant kilkakrotnie wykazał się umiejętnościami organizacyjnymi uczestnicząc w wielu projektach

i przedsięwzięciach naukowo-badawczych, gdzie w kilku przypadkach kierował nimi z sukcesem. Również dorobek dydaktyczny przedstawia się imponująco. Habilitant jest promotorem pomocniczym trzech toczących się przewodów doktorskich oraz laureatem nagrody Rektora za osiągnięcia dydaktyczne. Jedynie za mankament można by uznać fakt, że w dorobku Habilitanta praktycznie nie ma samodzielnych publikacji w liczących się czasopismach naukowych.

Ocena wskazanego osiągnięcia naukowego

Na osiągnięcie naukowe składa się autorska monografia pt. „*Antybakteryjne powłoki na powierzchni biomateriałów metalowych*”, wydana przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Recenzentami byli Pan Prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierzchoń oraz Pan dr hab. n. med. Piotr Wilczek, prof. IPS.

Monografia zawiera 6 rozdziałów oraz bibliografię o łącznej liczbie 260 pozycji i składa się ze 136 stron. Monografia stanowi syntetyczne podsumowanie dorobku Habilitanta w zakresie problemu związanego z powstawaniem biofilmu na powierzchni implantów chirurgicznych pokrytych związkami tlenku cynku, a w szczególności badaniom nad możliwościami modyfikowania warstwy powierzchniowej celem zapewnienia korzystnych własności fizykochemicznych i biologicznych powłok ZnO. Na szczególne uznanie zasługuje fakt, że przedstawione w monografii wyniki prac stanowią istotny wkład w wiedzę na temat wpływu mikrostruktury, topografii powierzchni, czy własności fizyko-chemicznych na kolonizację mikrobiologiczną powłok wykonanych z ZnO.

Punktem wyjścia dla przedstawionych w analizowanym osiągnięciu naukowym badań była problematyka powikłań pooperacyjnych u pacjentów po chirurgicznych zabiegach wszczepienia implantu. Wskazano na dość powszechne niebezpieczeństwo zakażeń, w tym jako przyczynę wyszczególniono transmisję bakterii do organizmu ze środowiska szpitalnego, których nośnikiem jest powierzchnia implantów. Opracowanie struktury na powierzchni, która w istocie byłaby powierzchnią antybakteryjną pozwoliłoby istotnie zmniejszyć ryzyko powstawania infekcji, a tym samym zmniejszyć częstość występowania zjawiska biofilmu bakteryjnego na powierzchni implantu w kontakcie z tkanką kostną. Jak wykazała analiza aktualnego stanu wiedzy przeprowadzona przez Habilitanta, jednym z rozwiązań

antybakteryjnej powierzchni jest naniesienie warstwy ZnO. Ostatecznie celem badań było opracowanie warunków wytwarzania warstwy powierzchniowej na stali 316 LVM o właściwościach antybakteryjnych adekwatnych do specyfiki układu kostnego oraz ustalenie zależności pomiędzy strukturą, właściwościami fizyko-chemicznymi warstwy a ich antybakteryjnością i biogodnością. Przyjęty przez Habilitanta program badań obejmował badania składu chemicznego struktur, badań mikrostruktury, badań własności elektrochemicznych, badań własności fizycznych i mikrobiologicznych. Wyniki tych prac zostały szczegółowo opisane w monografii wraz z odpowiednim komentarzem odnoszącym się do głównego celu sformułowanego na wstępie.

Przyjęta metodologia badań zasługuje na uznanie z uwagi zarówno na obszerny zakres jak i podjęcie próby odpowiedzi na typowe pytania stawiane przy okazji niepowodzeń zabiegów implantacji. I tak, badania składu chemicznego struktur przeprowadzono w celu wyeliminowania możliwości wystąpienia odczynów alergicznych. Wykazano, że zaproponowanymi metodami obróbki powierzchni można istotnie zmniejszyć ilość niebezpiecznych metali tj. nikiel czy chrom. Drugim istotnym kryterium potwierdzającym przydatność zaproponowanej modyfikacji są niewątpliwie opisane badania korozyjne. Wykazano w istocie, że powłoka wykonana z tlenku cynku powoduje znaczne polepszenie odporności na korozję, a tym samym sprawia, iż zastosowanie stali 316LVM na implanty przynajmniej te o krótkim czasie ekspozycji w organizmie, a więc np. do zespalania kości, jest jak najbardziej uzasadnione.

Na szczególną uwagę zasługują badania dotyczące interakcji z materiałem biologicznym. Wykorzystanie badań mikrobiologicznych do badania antybakteryjności oraz badań związanych z namnażaniem się komórek MG-63 zbliżonych budową do osteoblastów na badanych powierzchniach, wykazało zmniejszenie tempa wzrostu komórek na badanych powierzchniach w stosunku do powierzchni implantu bez powłoki co prawda nie wyklucza jej ale w istotny sposób ogranicza zastosowanie opracowanej powłoki w praktyce.

Podsumowując, w ramach realizacji zadania badawczego Habilitant opracował technologię kształtowania powłok antybakteryjnych na bazie tlenku cynku do zastosowań w układzie kostnym oraz opracował autorski program badań weryfikacji przydatności powłok ZnO wytworzonych na implantach ze stali 316LVM. Ponadto wykazał zależności pomiędzy strukturą, właściwościami fizykochemicznymi powłoki a ich antybakteryjnością i biogodnością.

Przeprowadzono również badania mikrobiologiczne oceniając wpływ parametrów procesu nanoszenia warstwy ZnO metoda ALD na adhezję tworzących się kolonii mikroorganizmów.

Uwagi krytyczne

Przedstawiona metodyka badawcza ograniczyła się do badań in vitro powłoki ZnO wykonanej na stopie 316LVM. Proponowana metoda Atomic Layer Deposition jest metodą powszechnie znaną i trudno uznać zastosowanie jej do nanoszenia warstw ZnO na powierzchnię stali 316LVM za nowatorskie, zwłaszcza w kontekście wykorzystania jej na implanty medyczne. Coraz powszechniejsze są doniesienia o stosowaniu tej powłoki do pokrywania powszechniej stosowanych na implanty materiałów jakimi są stopy tytanu. Poza tym stosowanie stopów żelaza na implanty jest problematyczne ze względu na korozję oraz dość powszechną migrację cząstek zawierających żelazo oraz pozostałe składniki stopowe w organizmie. Nie wskazano w badaniach czy pokrycie wspomnianą warstwą implantów 316 LVM wpłynie na poziom uwalniania się cząstek w trakcie eksploatacji implantu. Cynk jako pierwiastek jest mikroelementem niezbędnym dla prawidłowego funkcjonowania enzymów i wielu narządów, jednak jego nadmiar jest niezwykle szkodliwy i może prowadzić do nieprawidłowego funkcjonowania wielu narządów i struktur w tym np. białek.

W opisie badań zabrakło również wyników i analiz dotyczących odporności warstw na uszkodzenia mechaniczne np. pęknięcie struktury powstające w fazie implantacji oraz użytkowania. Co prawda przeprowadzono badania odporności na ścieranie, jednak nie sformułowano czytelnego kryterium sugerującego, że wskutek implantacji powierzchnia nie ulegnie uszkodzeniu.

Jednocześnie świadomość antybakteryjności powierzchni implantu powinna wzbudzić wątpliwości związane z możliwością obłuzowywania się go w trakcie eksploatacji, z uwagi na to, że antyseptyczność powierzchni ZnO nie będzie sprzyjać osteointegracji z kością. Choć badania żywotności komórek MG-63 wykazały sprzyjające warunki do ich wzrostu, to mimo wszystko stwierdzono, że powierzchnia ZnO w mniejszym stopniu sprzyja temu rozwojowi w stosunku do stosowanego przez lata na implanty stopu 316 LVM. Szkoda zatem, że ten wątek badawczy nie został pociągnięty dalej. Być może wyjaśnieniem byłoby dłuższe badanie niż 72 godziny.

Brakuje również szczegółowej analizy obserwacji, jaką wskazał Habilitant w rozdziale *Omówienie wyników badań*, a dotyczącej możliwej częściowej degradacji struktury tworzonej powłoki. Wykazanie okoliczności takiej degradacji byłoby istotne z punktu widzenia dalszego rozwoju prac nad tym tematem i ewentualnego zastosowania praktycznego opracowanego rozwiązania.

Podsumowując osiągnięcie naukowe Habilitanta należy ocenić je jak najbardziej pozytywnie z uwagi na merytorycznie i edytorsko kunsztownie przygotowaną monografię, a także za jakość badań czego dowodem są liczne, wysoko punktowane artykuły, które stanowią kolejne etapy realizowanych i opisanych w ocenianej monografii prac, a których publikacja wymagała każdorazowej krytycznej oceny przez recenzentów czasopism. A zatem całość dokonań naukowych Habilitanta stanowi niewątpliwie istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Biomedyczna i stanowi niewątpliwie wsparcie w rozwoju technologii wytwarzania implantów.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego przedstawionego w monografii oraz pozostałego dorobku naukowego, a także szerokie doświadczenie dydaktyczne i badawcze kandydata stwierdzam, iż w mojej ocenie Pan dr inż. Marcin Łukasz Basiaga spełnia wszystkie ustawowe wymogi stawiane kandydatom do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego, a jego dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny wykazany w przedstawionych dokumentach oceniam **pozytywnie**. Tym samym wnioskuję o dopuszczenie Pana dr inż. Marcina Łukasza Basiagi do dalszych etapów działań zmierzających do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych.

Z poważaniem

