

Kraków, 2021-11-22

*Prof.dr hab.inż.Bogusław Major, czł.rzeczywisty PAN
Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
im.Aleksandra Krupkowskiego
Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
Ul.Reymonta 25*

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym

Dr inż.Marcina Basiagi

Recenzja opracowana w oparciu o decyzję Rady Doskonałości Naukowej pismem nr Z2.4000.77.2021.4IB; z dnia 27 września 2021 roku oraz uchwałą nr 36/2021 Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna z dnia 21 października 2021 roku

Osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Biomedyczna określonym w art. 219. ust.1 pkt 2. Ustawy, będącym dziełem opublikowanym w całości, jest autorska monografia habilitacyjna:

Tytuł osiągnięcia naukowego:

Antybakteryjne powłoki na powierzchni biomateriałów metalowych
Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2021, ISBN 978-83-7880-771-1

Wkład osiągnięć Habilitanta w rozwój dyscypliny ***Inżynieria Biomedyczna*** polegał na opracowaniu i wykorzystaniu metody wytwarzania powłoki ZnO na stali medycznej 316LVM do zastosowań na implanty stosowane w chirurgii kostnej zwiększającej antybakteryjność oraz zrealizowaniu kompleksowego spektrum diagnostyki materiałowej i biomedycznej.

Ocena dorobku naukowego ***Dr inż. Marcina Basiagi***

Ocena dorobku naukowego przeprowadzona została w oparciu o następujące materiały dostarczone recenzentowi:

1. Dane Wnioskodawcy (Załącznik 1.)
2. Poświadczona za zgodność z oryginałem kopia dyplomu nadania stopnia doktora nauk technicznych (Załącznik 2.).
3. Autoreferat (Załącznik 3.)
4. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (Załącznik 4.)
5. Monografia habilitacyjna:
Antybakteryjne powłoki na powierzchni biomateriałów metalowych
Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2021, ISBN 978-83-7880-771-1

Wszystkie powyżej podane materiały w pełni pozwalają na kompleksowe przedstawienie, tak sylwetki Habilitanta, jak i Jego dorobku naukowego.

Podsumowanie działalności naukowo-badawczej

Opublikowany dorobek obejmuje łącznie 217 prace z czego:

- 3 rozdziały w monografiach naukowych opublikowane **przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych**
 - 16 rozdziały w monografiach naukowych opublikowane **po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**
 - 2 artykuły opublikowane i znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR) **przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych**
 - 55 artykułów w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) opublikowanych **po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**
- Publikacje w czasopismach z listy B
- 18 artykuły **przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych**
 - 28 artykułów **po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**
- Inne publikacje
- 4 publikacje **przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych**
 - 36 publikacji **po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**

Sumaryczny *impact factor* publikacji według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **104,93**.

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): 518

Liczba cytowań publikacji bez autocytowań 371 Web of Science (WoS)

Liczba cytowań publikacji według bazy Scopus: 628

Liczba cytowań publikacji bez autocytowań według bazy Scopus 390

Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): 16

Indeks Hirscha według bazy Scopus: 17

Sumaryczna liczba punktów MEiN – 3072

Osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne

Udział w projektach finansowanych przez Politechnikę Śląską; 100% (2 projekty), 80% (2 projekty), 60% (1 projekt), 20% (1 projekt); **po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych 6 projektów**

Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane na drodze konkursów krajowych i zagranicznych

Projekty zrealizowane:

- 4 projekty przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych

- 7 projektów po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych

Projekty w trakcie realizacji

- 1 projekt (Kierownik)

Wystąpienia na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych

Wygłosił 38 referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych:

14 wystąpień przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych

24 wystąpienia po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych

Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych

9 konferencji krajowych (członek komitetu)

Zrecenzował 23 publikacje do czasopism: Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering (5), Archives of Materials Science and Engineering, (3), Acta of Biomechanics and Bioengineering (4), Journal of Medical and Biological Engineering (1), Materials Science and Engineering (5), Surface Coating Technology (2), Applied Surface Science (1), Aktualne Problemy Biomechaniki (8), Advance of Applied Biomechanics (4), Journal of Biomechanics (1), International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering (1), Monografia: Wybrane rozwiązania technologiczne w medycynie, Wydawnictwo naukowe TYGIEL (1).

Współpraca z sektorem gospodarczym (uczestnictwo w 10-ciu współpracach z firmami w zakresie wykonywania kompleksowych badań, opracowywania projektów, oceny jakości itp.)

Wykonał lub był współwykonawcą 21 zleconych ekspertyz lub innych opracowań wykonywanych na zlecenie na zamówienia instytucji publicznych lub przedsiębiorstw.

Udział w 2 zespołach eksperckich lub konkursowych (Członek Zespołu Ekspertów Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego , Zespołu Ekspertów NCN).

Staż w instytucjach naukowych (5 staży w instytucjach takich jak: NZOZ Da Vinci w Zabrze, Inst. Techniki i Aparatury Medycznej w Zabrze, Fundacji Rozwoju Kardiochirurgii w Zabrze, Przeds. SOLVMED w Gliwicach, Szpitalu chirurgii urazowej w Piekarch Śląskich).

Udział w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż konkursowe podane wcześniej (4 w tym jeden jako kierownik).

Uczestnictwo w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, przyznanie nagród i innych konkursach:

- finansowanie w ramach RPO- Nowoczesna Gospodarka (4 wnioski)
- SONATA NCN (5 wniosków)
- PRELUDIUM NCN (8 wniosków)
- MINIATURA NCN (32 wnioski)

Międzynarodowe i krajowe nagrody:

przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych (5)

po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych (9)

Ocena dorobku dydaktycznego i działalności organizacyjnej **Dr inż. Marcina Basiagi**

Działalność dydaktyczna

Opracował treści programowe, sylabusy i instrukcje oraz materiały dydaktyczne dla 12 przedmiotów prowadzonych w różnych formach obejmujących:

- wykład – 5 przedmiotów,
- laboratorium – 3 przedmioty,
- projekty – 10 przedmiot.
- treści programowe – 5 przedmiotów

Sprawował opiekę naukową dla studentów jako:
promotor prac dyplomowych magisterskich 28 osób,
promotor dyplomów lub prac inżynierskich, 20 osób,
promotor pomocniczy 3 doktorantów (aktualnie)

Był członkiem komitetów organizacyjnych 9 konferencji

Działalność organizacyjna

W ramach działalności organizacyjnej sprawował bądź nadal sprawuje funkcje:

- promocja wydziału 2011-2015
- opiekun Studenckiego Koła Naukowego Inżynieria Biomedyczna (2017-2019)
- pełnomocnik Dziekana Wydziału Inżynierii Biomedycznej d.s. koordynowania projektem Śląskie Centrum Inżynieryjnego Wspomagania Medycyny i Sportu (od 2018-)
- udział w organizacji laboratorium Badań Mechanicznych Własności Materiałów Inżynierskich w ramach Centrum Biotechnologii, Bioinżynierii i Bioinformatyki – Śląska BIO-FARMA (2011)
- członek Komisji d.s. Kształcenia na Wydziale Inżynierii Biomedycznej (2011-2018)
- Członek Senatu Politechniki Śląskiej w kadencji 2020-2024

Za działalność organizacyjną otrzymał liczne nagrody: m.in. JM Rektora Politechniki Śląskiej.

Recenzja

monografii habilitacyjnej *Dr inż. Marcina Basiagi*

p.t. Antybakteryjne powłoki na powierzchni biomateriałów metalowych

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2021, ISBN 978-83-7880-771-1

Kształtowanie warstwy wierzchniej materiałów metodami inżynierii powierzchni to aktualnie rozwijany kierunek na świecie. Stwarzane są nowe możliwości projektowania materiałów konstrukcyjnych o właściwościach gradientowych. Morfologia warstwy wierzchniej jest najczęściej wynikiem dyfuzyjnego oddziaływania atmosfery reakcyjnej lub natrysku bądź przetopienia i szybkiej krystalizacji z wykorzystaniem wysokoenergetycznych źródeł ciepła, takich jak wiązka elektronowa, laserowa lub struga plazmy. Efektem takiej obróbki jest drobnokrystaliczna mikrostruktura materiału w warstwie wierzchniej bądź struktura wzbogacona w dodatkowe fazy zawierające wprowadzone dodatki. Szczególnie interesującym jest wykorzystanie technik hybrydowych, czasem określanych jako multipleksowe, a polegających na łączeniu różnych obróbek powierzchniowych w następujących po sobie kolejnych etapach procesu przebiegającego na różnych stanowiskach lub realizowanych w zamkniętych komorach reakcyjnych o zadanej atmosferze gazowej i dobranych warunkach temperaturowych. Celem jest zawsze modelowanie struktury i właściwości materiału konstrukcyjnego.

Unikatowe właściwości towarzyszące strukturom drobno- lub nanokrystalicznym promują takie technologie, których wynikiem jest jednorodna, drobnokrystaliczna mikrostruktura o zadanim gradientu składu chemicznego.

Modyfikacji może podlegać, tak sama mikrostruktura, jak i skład chemiczny i uzyskuje się często mikrostruktury trudne do wytworzenia wykorzystując metody konwencjonalne, bądź osiągać stężenia pierwiastków lub faz na wysokim poziomie. Problematyka ta stanowi aktualnie przedmiot licznych opracowań naukowych i wdrożeń przemysłowych.

Bardzo istotnym czynnikiem jest wytworzenie w obrabianym materiale gradientowej warstwy o charakterze dyfuzyjnego przejścia od powierzchni w głąb materiału, co determinuje zarazem dobrą adhezję. Często zadaniem parametrem jest grubość warstwy wierzchniej, topografia powierzchni lub korzystny stan i wartość naprężeń własnych. Wszystkie te parametry składają się na wysokie właściwości eksploatacyjne.

Pomimo dynamicznego rozwoju różnych grup biomateriałów, w traumatologii i ortopedii - biomateriały metalowe są najczęściej wykorzystywanym materiałem na systemy stabilizujące odłamy kostne.

Prawidłowy dobór metody leczenia złamania, ma nie tylko zapewnić stabilizację odłamów kostnych lecz również odpowiedni rozkład naprężeń i odkształceń w obszarze złamania. Kontrolowana w zakresie sprężystym podatność na odkształcenia stabilizatorów kostnych umożliwia podczas rehabilitacji wykorzystanie efektów elektromechanicznych do aktywizacji zrostu kostnego.

Problematykę recenzowanej pracy uznać należy jako bardzo trafną, tak z punktu widzenia poznawczego, a szczególnie praktycznego, ze względu na możliwość wykorzystania wyników badań do konstytuowania na powierzchni biomateriałów metalicznych (stali 316LVM) powłok antybakteryjnych na bazie ZnO do zastosowań w układzie kostnym.

Zakres badań podjęty w recenzowanej pracy jest szeroki i bardzo logicznie zaplanowany. Obejmuje procesy technologiczne oraz kompleksową diagnostykę struktury i właściwości wytypowanych do badań materiałów oraz wybrane badania biozgodności. Wykorzystano szerokie spektrum nowoczesnych metod badawczych dostępnych głównie w ośrodku, w którym Habilitant realizował pracę. Wszystkie przeprowadzone badania zostały przeprowadzone bardzo starannie. Efektem finalnym jest studium doświadczalne tworzenia się struktury powłoki na stali 316LVM o właściwościach antybakteryjnych adekwatnych do specyfiki układu kostnego. Dokonano ocenę antybakteryjności i biozgodności wytworzonych powłok oraz weryfikację doświadczalną przydatności wytworzonych materiałów do zastosowań klinicznych.

Habilitant wykorzystał w pracy szeroki i trafnie dobrany zakres metod badawczych do analizy rozpatrywanego zagadnienia, a obejmujący technologię ALD (Atomic Layer Deposition) modyfikacji warstwy wierzchniej oraz kompleksową diagnostykę struktury i właściwości. Przedmiotem analizy były zagadnienia kształtowania struktury, właściwości mechanicznych materiału podłoża oraz morfologii, właściwości fizykochemicznych oraz antybakteryjnych powłok adekwatnych do specyfiki układu kostnego.

W części początkowej pracy dokonano zwięzłego literaturowego wprowadzenia w zagadnie obejmujące problematykę zakażeń okołowszczepowych w chirurgii kostnej oraz tworzenie się biofilmu bakteryjnego. Obiecującą tendencją w ograniczeniu rozwoju biofilmu bakteryjnego występującego na powierzchni biomateriałów jest modyfikacja ich powierzchni powłokami bakteriobójczymi i bakteriostatycznymi.

W pracy sformułowano tezę:

„Możliwe jest wytworzenie powłok ZnO metodą osadzania warstw atomowych (ALD) na podłożu ze stali 315LVM o własnościach fizykochemicznych adekwantnych do specyfiki układu kostnego zapewniających podwyższoną oporność na kolonizację mikrobiologiczną”.

Szczególny nacisk położono na wpływ wstępnych, poprzedzających osadzanie i sterylizację parową, metod modyfikowania warstwy wierzchniej. W skład metod wchodziło: szlifowanie, obróbka wibracyjna, polerowanie mechaniczne, piaskowanie i polerowanie elektrolityczne. Wstępny wybór przydatności metod modyfikowania warstwy wierzchniej prowadzono na podstawie oceny odporności korozyjnej oraz ilości produktów korozji przenikających do roztworu fizjologicznego Ringera.

Określono wpływ metod modyfikowania warstwy wierzchniej na strukturę, topografię, właściwości mechaniczne i fizyczne, skład chemiczny i fazowy oraz grubość warstwy. Ponadto, przeprowadzono badania odporności korozyjnej warstw wierzchnich.

Realizacja opracowanego programu badań umożliwiła, w sposób kompleksowy, na analizę wpływu struktury i właściwości fizykochemicznych warstw wierzchnich na przebieg procesów zachodzących na powierzchni implantów po ich wprowadzeniu do układu kostnego. Zaplanowane i zrealizowane badania wnoszą istotny wkład w metodologię z uwzględnieniem zaleceń obowiązujących norm do oceny biologicznej wyrobów medycznych. Osiągnięciem aplikacyjnym jest kompleksowa ocena stosowania Zn i jego właściwości antybakteryjnych oraz możliwość stosowania powłok ZnO z wykorzystaniem metody ALD.

Zwięzła forma, a zarazem interesująco przedstawiona część literaturowa pracy daje zakres wystarczających informacji naukowych do zrozumienia koncepcji podjętych badań w części doświadczalnej. Recenzent nie stwierdza tutaj niedokładności.

Zrealizowany w pracy szeroki zakres badawczy został specjalnie podkreślony w recenzji, a celem jest pokazanie ilości wykonanej pracy i dojrzałości badawczej Habilitanta. Wszystkie eksperymenty zostały zaplanowane i przeprowadzone starannie, co szczególnie cechuje naukowców o zaangażowaniu zawodowym, a interpretacja jest właściwa i oparta została o wartościowe i znaczące pozycje literaturowe.

Język pracy jest poprawny i praktycznie nie stwierdzono potknięć redakcyjnych.

Przechodząc do podsumowania recenzji to należy stwierdzić, iż zrealizowany został bardzo ambitny program badawczy. Uzyskane wyniki są generalnie zbieżne z wynikami przedstawianymi w renomowanych publikacjach, charakteryzując się jednakże indywidualnym podejściem. Problem jest interesujący ze względu na sam charakter procesu i właściwości fizyko-chemiczne uzyskane w wytworzonej powłoce na materiale metalicznym o zastosowaniu praktycznym jako implanty kostne.

Zaproponowane rozwiązania dowodzą, iż strona eksperymentalna została przeprowadzona bardzo profesjonalnie, obejmując szerokie spektrum badań materiałowych; od mikrostruktury, poprzez skład fazowy do analizy właściwości strukturalnych i biomedycznych oraz badania degradacji. Wielowątkowe podejście do problematyki, opracowanie teoretyczne, a następnie konsekwentnie realizowane badania doświadczalne dowodzą dojrzałości naukowej Habilitanta.

Najważniejsze osiągnięcia

Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta w obszarze dyscypliny naukowej „Inżynieria biomedyczna” można zaliczyć:

- kompleksowe opracowanie technologii wytwarzania metodą ALD (Atomic Layer Deposition) antybakteryjnych powłok ZnO na powierzchni stali 316LVM*
- opracowanie programu badań diagnostyki strukturalnej i biomedycznej*
- *ocenę biogodności wytworzonych powłok*
- *wieloskalową diagnostykę mikrostruktury i właściwości*
- *kompleksowe podejście do problematyki i wyciągnięcie istotnych wniosków z przeprowadzonych badań*

Praca habilitacyjna wnosi istotnym wkład do nauki w obszarze dyscypliny naukowej „Inżynieria biomedyczna”.

Podsumowanie recenzji monografii i oceny dorobku naukowego oraz organizacyjnego Habilitanta

Całość działalności po jej przestudiowaniu pozwala spojrzeć na sylwetkę Habilitanta jako na dojrzałego i doświadczonego specjalistę z zakresu inżynierii biomedycznej. Habilitant należy do typu pracowników naukowych o wysokiej kulturze, którzy potrafią w sposób rzeczowy, ze znajomością problematyki prezentować swoje osiągnięcia. Przebieg edukacji, a następnie pracy zawodowej i realizowane konsekwentnie kolejne etapy kariery naukowej dowodzą o ambitnym celu naukowym do jakiego dążył Habilitant.

Wkład Habilitanta w rozwój uprawianej przez Niego dyscypliny jest istotny, gdyż trafia on w stosunkowo mało zbadany i trudny obszar implantów kostnych i stymulowanej regeneracji wzrostu.

Dorobek naukowy Habilitanta na tle aktualnego stanu wiedzy jest znaczący, a dowodzą to liczne opublikowane prace doświadczalne w znaczących czasopismach zagranicznych. Oryginalność pracy habilitacyjnej wyraża się tym, że daje ona bazę do wykorzystania użytecznego. Problematyka pracy bardzo dobrze lokuje się w zakresie dyscypliny naukowej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej, gdyż dotyczy modyfikacji warstwy wierzchniej implantów kostnych. Przedstawiona praca habilitacyjna robi bardzo dobre wrażenie, gdyż obok wartości merytorycznych, zredagowana została dobrym polskim językiem, tak w zakresie stylu, jak i przejrzystości, jednoznaczności i terminologii fachowej. Istotnym jest dorobek Habilitanta w zakresie ilości publikacji w znaczących czasopismach zagranicznych, jak i Jego udział w projektach badawczych. Habilitant łączy efektywnie działalność badawczą z pracą organizacyjną

Recenzent stwierdza, że mamy do czynienia z osobą pracownika naukowego o oryginalnych osiągnięciach, który przedstawił pracę habilitacyjną oraz posiada dorobek naukowy i organizacyjny spełniające wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych przez Ustawę. Recenzent stwierdza, iż przedstawiona praca habilitacyjna odpowiada wymogom stawianym do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 (Dz.U. z 2020 r. poz.85 z późniejszymi zmianami).

Doktorant przedstawił oryginalne rozwiązania problemu naukowego i posiada znaczący dorobek naukowy oraz organizacyjny.

Recenzent wnosi o dopuszczenie dr inż. Marcina Basiagi do dalszych etapów procedury habilitacyjnej realizowanej przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej.



W przypadku pozytywnej oceny postępowania przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej Recenzent wnosi o wyróżnienie pracy.

Podstawę wniosku stanowi profesjonalne wielowątkowe podejście do bardzo trudnego zagadnienia Praca obok istotnych aspektów poznawczych opartych o szerokie spektrum badawcze, posiada bardzo mocne ułożenie w obszarze aplikacyjnym. Zrealizowany został bardzo szeroki i dobrze dobrany zakres badań, obejmujący stronę technologiczną uzyskiwania antybakteryjnych powłok ZnO na podłożu ze stali medycznej 316LVM

Habilitant wykazał, iż produkcja biomateriałów metalicznych z bakteriobójczą powłoką ZnO stanowi osiągnięcie odnośnie potencjalnej aplikacji po przeprowadzeniu dalszych badań nad parametrami produkcyjnymi oraz optymalizacją procedury nanoszenia.

Praca habilitacyjna napisana została bardzo poprawnym językiem, a dorobek naukowy Habilitanta jest imponujący. Edytorskie opracowanie jest wzorowe.

