

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Paszenda
Katedra Biomateriałów
i Inżynierii Wyrobów Medycznych
Wydział Inżynierii Biomedycznej
Politechnika Śląska
ul. Roosevelta 40
41-800 Zabrze

Zabrze, 30.01.2017 r.

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr. inż. Damiana Batorego w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”

Recenzja wykonana została na podstawie decyzji Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów Naukowych z dnia 9.12.2016 r. (pismo nr BCK-VI-L-7913/16) i zleconej przez Prodziekana ds. Nauki Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej prof. dr. hab. inż. Piotra Niedzielskiego pismem WID/77/2016/2 z dnia 19.12.2016 r.

Ocena całokształtu dorobku przeprowadzona została na podstawie dokumentacji dostarczonej w wersji papierowej i elektronicznej obejmującej:

- poświadczoną kopię dyplomu nadania stopnia naukowego doktora – zał. 1,
- autoreferat w języku polskim i angielskim – zał. 2 i 3,
- kopie publikacji stanowiących podstawę wniosku – zał. 4,
- oświadczenia współautorów opublikowanych prac – zał. 5
- wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych oraz informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy z instytucjami naukowymi i działalności popularyzującej naukę – zał. 6,
- wniosek Habilitanta o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”.

1. Ogólna charakterystyka Habilitanta

Dr inż. Damian Batory urodził się 27.04.1980 r. w Krakowie. W roku 2004 ukończył studia wyższe na Wydziale Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie uzyskując tytuł mgr. inż. o specjalności „Inżynieria powierzchni”. Pracę doktorską pt. „Gradientowe warstwy węglowe a-C:H/Ti wytwarzane za pomocą hybrydowej metody plazmowej RF PACVD/MS” wykonaną pod kierunkiem prof. Stanisława Mitury obronił w 2008 roku. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa” rozpoczął pracę na stanowisku adiunkta w Instytucie Inżynierii Materiałowej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej, gdzie pracuje do dnia dzisiejszego.

go. W okresie sierpień 2012 r. – wrzesień 2013 r. odbył staż w Uniwersytecie Technicznym w Libercu (Czechy), a w okresie maj 2013 r – wrzesień 2013 r. w Ecole Polytechnique de Montreal (Kanada).

2. Ocena dorobku naukowego

2.1. Ocena osiągnięcia naukowego

Najnowsze tendencje w obecnie prowadzonych badaniach nad poprawą własności użytkowych wielu postaci implantów skoncentrowane są na zagadnieniach z obszaru inżynierii powierzchni. Poszukiwane są metody obróbki powierzchniowej, które zapewnią kontrolowaną reaktywność, a w konsekwencji minimalizują powikłania pooperacyjne. Biologiczne reakcje na biomateriał są rozpatrywane w odniesieniu do procesów metabolicznych, bakteriologicznych, immunologicznych, a także onkogenicznych. Oceniana jest również reakcja mechaniczna (efekt drażnienia) na obce ciało. Użyteczność biomateriału wymaga weryfikacji eksperymentalnej, podczas której przez możliwe rodzaje symulacji oceniana jest jego przydatność kliniczna. Dodatkowo, z możliwie największą precyzją, oceniane są struktura i własności fizykochemiczne biomateriału. Daje to podstawę do zbudowania właściwego modelu tworzywa implantacyjnego, co przybliży reaktywność chemiczną biomateriału do reaktywności rekonstruowanych tkanek. Stanowi to konieczny warunek znalezienia złącza decydującego o więzi kontaktowej obydwu materii.

W ostatnim dwudziestoleciu obserwuje się duże zainteresowanie materiałami węglowymi w kontekście ich zastosowań w medycynie. Dotychczasowe osiągnięcia związane z ich zastosowaniem są pozytywne i zachęcające do dalszych badań oraz poszukiwań nowych rozwiązań aplikacyjnych. Duża liczba publikacji odzwierciedlających kierunki prowadzonych badań poznawczych oraz obserwacji klinicznych dla tej grupy materiałów determinuje ich przydatność w odniesieniu do implantacji zarówno krótkotrwalej, jak i długotrwalej. Należy mieć również na uwadze fakt, iż nowe koncepcje badawcze bardzo często rodzą się z dużymi, obiektywnymi i subiektywnymi trudnościami.

Ogólnie można stwierdzić, że biomateriały węglowe cechuje:

- dobra biotolerancja w środowisku tkanek ustrojowych,
- obojętność elektryczna warunkująca dobrą hemozgodność,
- korzystny zespół własności fizykochemicznych, co w konsekwencji warunkuje dobrą biotolerancję,
- odporność na działanie promieniowania jonizującego i niejonizującego.

Biomateriały węglowe jako materiały funkcjonalne można ogólnie podzielić na warstwy węglowe i materiały kompozytowe (włókna węglowe, kompozyty węgiel-węgiel). Warstwy węglowe wykazują zróżnicowaną strukturę i skład fazowy zarówno pod względem jakości-

wym i ilościowym. W tym kontekście kształtowanie określonych własności użytkowych tego rodzaju warstw jest ściśle uzależnione od doboru metody oraz właściwych parametrów ich wytwarzania. Na tym tle tematykę badawczą, którą zajmuje się dr inż. Damian Batory, uważam za aktualną. Budzi ona duże zainteresowanie zarówno w zakresie poznawczym, technologicznym, metodologii oceny własności użytkowych warstw, jak również społecznym.

Jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr inż. Damian Batory wskazał cykl 10 publikacji (6 publikacji w czasopismach z listy JCR, 4 publikacje z listy B MNiSW) oraz 2 zgłoszenia patentowe powiązanych tematycznie pod tytułem „*Technologie wytwarzania powłok węglowych domieszkowanych srebrem oraz krzemem dla potrzeb medycyny*”. Prace te zostały opublikowane w latach 2011 ÷ 2016, a więc po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Procentowy udział Habilitanta w 9 wymienionych publikacjach mieści się w zakresie 45÷65%, a w jednej wynosi 20%. Udziały procentowe pozostałych współautorów publikacji zostały przez nich potwierdzone.

Tematyka badań zaprezentowana w cyklu 10 publikacji stanowi kontynuację prac naukowo-badawczych zapoczątkowanych przez dr. inż. Damiana Batorego już przy realizacji rozprawy doktorskiej. Dotyczy ona technologii syntezy warstw węglowych z wykorzystaniem metody RF PACVD. W przedstawionym do oceny osiągnięciu naukowym Habilitant skoncentrował się na zagadnieniach wykorzystania technologii syntezy powłok DLC domieszkowanych w szczególności jonami Ag i Si oraz badań ich własności fizycznych, mechanicznych i tribologicznych w kontekście możliwości ich aplikacji medycznych.

Badania warstw DLC domieszkowanych Ag Habilitant realizował z wykorzystaniem hybrydowej technologii syntezy (impulsowe rozpylanie magnetrone i wspomagane plazmą chemiczne osadzanie z fazy gazowej – RF PACVD). Parametry procesu wytwarzania warstw węglowych na podłożu ze stali AISI 316LVM zostały dobrane w sposób zapewniający koncentrację Ag z zakresu 4÷15% at. Tak wytworzone warstwy poddane zostały badaniom składu chemicznego, morfologii powierzchni, własności mechanicznych oraz tribologicznych. Wyniki przeprowadzonych badań stanowiły podstawę do modyfikacji techniki domieszkowania warstw węglowych poprzez zastosowanie procesu implantacji jonów Ag. W tym przypadku parametry procesu zostały dobrane z uwagi na wyeliminowanie zmniejszenia własności mechanicznych amorficznej osnowy warstwy węglowej spowodowanego obecnością Ag oraz destrukcyjnym działaniem wysokoenergetycznej wiązki jonów. Tak wytworzone warstwy poddano badaniom z wykorzystaniem elektronowej mikroskopii skaningowej, spektroskopii Augera, AFM, spektroskopii Ramana oraz pomiarów twardości.

Drugi obszar badań dotyczył opracowania i optymalizacji technologii syntezy powłok węglowych domieszkowanych Si. W tym przypadku Habilitant zaproponował technikę RF

PACVD oraz wykorzystanie jako źródła atomów domieszki zawierającego tlen prekursora krzemoorganicznego heksametylodisiloksanu (HMDSO). Jak podkreślił Habilitant, zaletą takiego rozwiązania jest możliwość dostarczania tlenu już na etapie procesu syntezy warstwy, który wbudowuje się wraz z Si w amorficzną jej osnowę. W tym przypadku dla warstw otrzymanych przy zróżnicowanym zakresie potencjału autopolaryzacji ($U_p = 200 \div 800 \text{ V}$) i składzie chemicznym atmosfery roboczej ($\text{CH}_4/\text{HMDSO} = 18/3 \div 14/21 \text{ sccm}$) przeprowadził szereg badań dotyczących oceny składu chemicznego, własności mechanicznych, naprężeń resztkowych na podłożach krzemowych. Wyniki tych badań umożliwiły Habilitantowi wykazanie zróżnicowanego wpływu potencjału autopolaryzacji U_p na zawartość atomów domieszki w warstwie oraz na analizowane spektrum własności użytkowych. Stanowiło to podstawę do dalszych badań (głównie korozyjnych i tribologicznych) warstw węglowych wytworzonych dla wytypowanych wariantów procesowych. Badania korozyjne Habilitant zrealizował na próbkach ze stali AISI 316LVM, a tribologiczne z wykorzystaniem próbek ze stopu Ti6Al7Nb. W tym kontekście uważam, że charakteryzowanie poszczególnych własności warstw wytworzonych na tak zróżnicowanych materiale podłoża jest problematyczne. Uzyskane przez Habilitanta wyniki badań stały się podstawą do podjęcia działań związanych z wdrożeniem technologii syntezy warstw węglowych domieszkowanych Si u czołowego producenta implantów w firmie „MEDGAL Implanty i Instrumentarium ortopedyczne” w Białymstoku.

Po analizie zaprezentowanego osiągnięcia naukowego i autoreferatu nasuwają się pewne uwagi krytyczne:

- Habilitant w autoreferacie w sposób jednoznaczny nie sprecyzował celu naukowego swojej pracy,
- w przygotowanej dokumentacji brak informacji na temat własności mechanicznych stosowanych materiałów podłoża – wykorzystywane implanty w chirurgii kostnej i szczękowo-twarzowej (takie aplikacje wskazuje Habilitant), a także techniki implantacji wymuszają często stosowanie biomateriałów metalowych o znacznym zróżnicowaniu stopnia umocnienia, co w konsekwencji wymusza konieczność dostosowania własności mechanicznych warstw powierzchniowych,
- brak informacji czy Habilitant rozważał wpływ sposobu przygotowania powierzchni materiału podłoża (głównie stali AISI 316LVM) na strukturę i własności wytwarzanych warstw. Ta kwestia jest również istotna z punktu widzenia aplikacji technologii obróbki powierzchniowej w odniesieniu do określonej postaci implantów.

Na podstawie analizy przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego stwierdzam, iż tematyka badawcza, jaką zaprezentował Habilitant, niewątpliwie mieści się w dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”, a w szczególności dotyczy zagadnień inżynierii powierzchni (inżynierii powierzchni biomateriałów). Ogólnie zaprezentowane osiągnięcie oceniam pozytywnie.

Habilitant w wyniku przeprowadzonych badań określił wpływ zastosowanych metod oraz parametrów procesu wytwarzania warstw węglowych domieszkowanych Ag i Si na ich skład chemiczny, strukturę fazową oraz zespół własności fizykochemicznych obejmujących m.in. ich twardość, adhezję, moduł Younga, odporność korozyjną (jedynie w przypadku warstw domieszkowanych Si) oraz własności tribologiczne. Takie podejście umożliwia w sposób kontrolowany i powtarzalny wytwarzanie warstw o pożądanych własnościach użytkowych.

2.2. Ocena istotnej aktywności naukowej

Dorobek publikacyjny dr. inż. Damiana Batorego (poza zaprezentowanym jako osiągnięcie naukowe) obejmuje 25 pozycji, w tym 23 prace opublikowane zostały po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. W szczególności obejmuje on:

- 15 publikacji w czasopismach z listy JCR (opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora),
- 10 publikacji w czasopismach z listy B MNiSW (w tym 8 opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora).

Sumaryczny impact factor publikacji naukowych wg listy JCR wynosi $IF = 42,25$. Ogólna liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science wynosi 70 w tym 36 bez autocytowań. Indeks Hirscha opublikowanych prac wg bazy Web of Science wynosi $h = 5$. Habilitant upowszechnił wyniki swoich badań wygłaszając również 9 referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych. W tym zakresie dorobek naukowy dr. inż. Damiana Batorego oceniam pozytywnie.

W zakresie oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych Habilitant, jako wykonawca, uczestniczył w realizacji dwóch projektów. Ich efektem było uruchomienie i wdrożenie w siedzibie firmy MEDGAL w Białymstoku (producent implantów) aparatury do modyfikacji warstwy powierzchniowej wyrobów medycznych. Uczestniczył również w realizacji dwóch prac zleconych przez firmę MEDGAL, których zakres obejmowała realizację badań struktury, składu chemicznego oraz odporności korozyjnej implantów. Efektem realizacji jego prac naukowo-badawczych jest współautorstwo 1 patentu oraz 1 wzoru użytkowego.

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż Habilitant uczestniczył w realizacji 12 projektów badawczych w tym 4 międzynarodowych (głównie w charakterze wykonawcy). W przypadku 3 projektów pełnił on rolę kierownika zadań badawczych lub kierownika wdrożenia. Za swoją działalność naukową otrzymał 3 nagrody JM Rektora Politechniki Łódzkiej.

3. Ocena dorobku-dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

- **Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych**

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitant uczestniczył w realizacji 1 projektu międzynarodowego i dwóch projektów krajowych. W szczególności w latach 2008 ÷ 2011 r. w ramach projektu „Nanostrukturalne materiały węglowe wytwarzane z wykorzystaniem metod CVD – światowa sieć w dziedzinie nauki o materiałach” organizował wyjazdy studentów i doktorantów na staże naukowe do University of Alabama (USA) oraz warsztaty pt. „The International Workshop on Science and Applications of Nanoscale Diamond Materials”.

W okresie 2010 ÷ 2012 dr inż. Damian Batory, jako członek grupy sterującej, uczestniczył w projekcie pt. „Wsparcie przedsiębiorczości akademickiej dla rozwoju firm spin-off lub spin-out z wykorzystaniem dobrych praktyk krajów UE”, który był realizowany w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. W tym samym okresie, w charakterze członka pierwszej grupy docelowej oraz wykonawcy projektu, habilitant uczestniczył w projekcie „*Podwyższenie kompetencji kadry akademickiej i umiejętności absolwentów w aspekcie nowoczesnych metod analizy, symulacji i optymalizacji w procesie projektowania i eksploatacji*” (Program Program Operacyjny Kapitał Ludzki).

- **Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji**

Dr inż. Damian Batory uczestniczył w 22 międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych po uzyskaniu stopnia doktora. Ponadto brał udział w pracach komitetów organizacyjnych 4 konferencji naukowych. W szczególności pełnił/pełni funkcję Przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego:

- ✓ konferencji „Vacuum and plasma surface engineering – VaPSE 2009 (Czechy),
- ✓ konferencji „Smart Engineering of New Materials SENM 2017”, która odbędzie się w 2017 r. w Łodzi.

- **Otrzymane nagrody i wyróżnienia**

Oprócz wymienionych już w p. 2.2 nagród Habilitant otrzymał wyróżnienie za poster zaprezentowany na konferencji międzynarodowej 5th Wide Bandgap Materials – progres in synthesis and applications.

- **Udział w konsorcjach i sieciach badawczych**

Habilitant uczestniczył w konsorcjach badawczych realizujących m.in. 4 międzynarodowe projekty badawcze. Badania realizowane były we współpracy z jednostkami naukowymi z USA, Rumunii, Czech i Kanady. Ponadto Habilitant uwypuklił udział w dwóch projektach w ramach których odbył stypendium postdoc na Uniwersytecie Technicznym w Libercu.

- **Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych**

Dr inż. Damian Batory jest członkiem następujących towarzystw:

- ✓ Polskie Towarzystwo Biomateriałów,
- ✓ Polskie Towarzystwo Materiałoznawcze.

- **Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki**

Jako osiągnięcia w tym obszarze swojej działalności Habilitant uwypuklił dokonanie tłumaczenia na język polski dwóch rozdziałów podręcznika M. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon: „Materials Engineering, science, processing and design”. Ponadto uczestniczył w organizacji i realizacji akcji promocyjnej „Studia Inżynieria Materiałowa DEMO – nie wybieraj w ciemno” na swym macierzystym wydziale. Akcja promocyjna skierowana była dla przyszłych absolwentów szkół średnich. W przygotowanej dokumentacji Habilitant nie sprecyzował, jakie zajęcia dydaktyczne realizuje w ramach swoich obowiązków zawodowych. Jest to istotny element charakteryzujący kompetencje potencjalnego samodzielnego pracownika naukowo-dydaktycznego.

- **Opieka naukowa nad studentami i doktorantami**

Dr inż. Damian Batory jest opiekunem koła naukowego Inżynierii Materiałowej. Pełnił rolę promotora pomocniczego 2 prac inżynierskich zrealizowanych na Uniwersytecie Technicznym w Libercu. Dodatkowo pełnił również funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich.

- **Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich**

W tym zakresie swojej aktywności Habilitant:

- ✓ odbył staż naukowy na Uniwersytecie of Alabama (USA) – 3 miesiące, 2008 r.,
- ✓ przebywał na stypendium post-doc na Uniwersytecie Technicznym w Libercu (Czech) – 14 miesięcy, 2012 ÷ 2013,
- ✓ przebywał na stypendium post-doc w Ecole Polytechnique de Montreal (Kanada) – 5 miesięcy, 2013 r.

- **Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie**

Habilitant uczestniczył w realizacji 7 prac wykonanych na zamówienie firmy MEDGAL, których zakres obejmował realizację badań wyrobów medycznych produkowanych przez firmę. Ponadto uczestniczył w realizacji dwóch prac zleconych przez Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN oraz firmy Boshoku z Tomaszowa Mazowieckiego.

- **Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych**

Doświadczenia dr. inż. Damiana Batorego jako recenzenta obejmują wykonanie:

- ✓ recenzji projektów zgłoszonych do konkursów ogłoszonych przez narodowe Centrum nauki (program Preludium),
- ✓ 1 recenzji publikacji dla czasopisma naukowego Journal of Nanoscience and Nanotechnology,
- ✓ 1 recenzji publikacji dla czasopisma Industrial and Engineering Research,
- ✓ 4 recenzji publikacji dla czasopisma Materials & Design,
- ✓ 1 recenzji publikacji dla czasopisma Fullerenes, Nanotubes and Nanostructures,
- ✓ 1 recenzji publikacji dla czasopisma Diamond&Related Materials.

Na podstawie analizy danych zawartych w dostarczonej dokumentacji dorobek dydaktyczny i popularyzatorski Habilitanta oceniam pozytywnie.

4. Podsumowanie

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej stwierdzam, że dr inż. Damian Batory zaznaczył swój udział w środowisku naukowym w obszarze inżynierii materiałowej, a w szczególności inżynierii powierzchni. Posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia badań, stosowania nowoczesnych metod badawczych oraz nawiązywania współpracy z innymi ośrodkami badawczymi, a także przemysłowymi Jego dotychczasowe osiągnięcia wskazują na ukierunkowany rozwój naukowy.

Podsumowując stwierdzam, że dr inż. Damian Batory spełnia wymagania Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 11.09.2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. 2011 nr 196, poz. 1165). Na tej podstawie wnoszę o dopuszczenie dr. inż. Damiana Batorego do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

