

Prof. Marta Błazewicz
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów
Akademia Górniczo- Hutnicza im. Stanisława Staszica

Kraków 12.11.2016

RECENZJA

dorobku naukowego i jedno-tematycznego cyklu publikacji wraz z włączoną do niego monografią pod wspólnym tytułem;

Plazmowa modyfikacja biomateriałów polimerowych z wykorzystaniem powłok węglowych

Recenzja została opracowana na podstawie dokumentacji, zawierającej następujące materiały służące do jej wykonania:

-autoreferat Habilitanta, zestaw publikacji z włączoną do niego monografią, stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień naukowy wraz z omówieniem osiągniętych wyników, zestaw kopii wybranych publikacji, oświadczenia współautorów oraz informacje o osiągnięciach organizacyjnych, dydaktycznych i współpracy naukowej.

1. Uwagi ogólne

Dr inż. Witold Kaczorowski ukończył studia inżynierskie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej w roku 1998, natomiast w roku 2000 ukończył z wyróżnieniem studia magisterskie na tymże wydziale.

W roku 2005 uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych z dziedziny inżynierii materiałowej, nadany uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej na podstawie przedstawionej pracy nt; Warstwy węglowe wytwarzane w plazmie dwuczęstotliwościowej, promotorem pracy doktorskiej Habilitanta był profesor dr hab. inż. Stanisław Mitura.

Od roku 2002 dr inż. Witold Kaczorowski zatrudniony jest w Instytucie Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej, od roku 2007 pracuje na stanowisku adiunkta.

2. Działalność naukowa

Dorobek naukowy Habilitanta to łącznie 51 publikacji w tym 14 publikacji w czasopiśmie z listy Filadelfijskiej oraz 73 publikacje w materiałach konferencyjnych.

Dorobek ten poszerzył się istotnie po uzyskaniu stopnia Doktora i składa się na niego 37 publikacji w tym 14 z listy JCR. Dorobek naukowy pana dr inż. Witolda Kaczorowskiego to nie tylko publikacje w periodykach naukowych ale również współautorstwo 6 patentów i 9 zgłoszeń patentowych oraz jednego wzoru użytkowego, przyznanego w Republice Czeskiej. Łączny IF publikacji Habilitanta to 24,245 a indeks Hirscha Habilitanta wg. Bazy Web o Science - 4. Liczba cytowań wynosi 68 (bez autocytowań 46).

Należy zaznaczyć, że Habilitant swoje doświadczenia naukowe zdobywał na stażach, które odbył na uczelniach w USA (University of Alabama) w Czechach (Technical University of Liberec) czy w Francji (Laboratoire Materiaux ECAM).

Pan dr inż. Witold Kaczorowski został pięciokrotnie wyróżniony nagrodami JM Rektora Politechniki Łódzkiej za osiągnięcia naukowe.

3. Analiza osiągnięć naukowych, stanowiących podstawę wniosku habilitacyjnego

Przedmiotem oceny jest jedno-tematyczny cykl publikacji wraz monografią zatytułowany; *Plazmowa modyfikacja biomateriałów polimerowych z wykorzystaniem powłok węglowych*

Jako podstawę wniosku habilitacyjnego Habilitant przedstawił zbiór 12- tu publikacji w tym 6-ciu w czasopismach z Listy Filadelfijskiej oraz wchodzącą w skład przedmiotu oceny, monografie pod tym samym tytułem.

Publikacje, wchodzące w skład osiągnięć pana dr inż. Witolda Kaczorowskiego, zawarte są w czasopismach nie znajdujących się na Liście Filadelfijskiej i takie które się na niej znajdują. Te ostatnie charakteryzują się zróżnicowanym wskaźnikiem cytowań, jest wśród nich publikacja w czasopiśmie o stosunkowo niskim IF, (*Brazilian Archives of Biology and Technology*, IF 2014 = 0,546) są publikacje w czasopismach o uznanej renomie w dziedzinie inżynierii materiałowej (*Surface and Coatings Technology, Plasma Processes and Polymers*). Udział Habilitanta w poszczególnych publikacjach jest wysoki i wynosi; od 30% do 100% (w większości powyżej 60%), w dwu publikacjach Habilitant jest jedynym autorem natomiast w większości publikacji jest pierwszym autorem, w związku z tym jego wiodący charakter w realizacji badań, przedstawionych w publikacjach nie budzi wątpliwości.

Publikacje Habilitanta, jak i monografia dotyczą jednej z dziedzin inżynierii biomateriałów, jaką jest funkcjonalizacja powierzchni tworzyw implantacyjnych. Prace p. dr inż. Witolda Kaczorowskiego dotyczą warstw węglowych, nanoszonych na powierzchnie materiałów polimerowych. Cel badań, jakie prowadził Habilitant, został przez niego określony; jako opracowanie metod obróbki plazmowej polimerów, prowadzących do

pokrycia polimeru warstwą węgla. Autor określa warstwy węglowe, jako najczęściej stosowane w medycynie z czym trudno się zgodzić, zważywszy specyfikę tych warstw oraz ich zakres zastosowań ograniczony głównie do implantów kardiochirurgicznych i w niewielkim stopniu do modyfikacji endoprotez. Niemniej jednak ich przydatność zwłaszcza w dobie nanotechnologii dla zastosowań w terapii medycznej jest niepodważalna.

Prace Autora, to zatem metody wytwarzania warstw z wykorzystaniem plazmy, które obejmują z jednej strony; dobór parametrów metody z drugiej badania, które prowadzą do charakterystyki topografii (nano- mikro) warstw, ich składu fazowego, identyfikacji ugrupowań chemicznych na powierzchni, wreszcie właściwości trybologicznych i mechanicznych. Autor prowadzi również badania w zakresie swobodnej energii powierzchniowej i jej składowych niestety w niewielkim zakresie charakteryzuje właściwości biologiczne, wytwarzanych przez siebie materiałów.

Cykl publikacji, to spójne opracowanie naukowe, dotyczące modyfikacji plazmowej całej grupy polimerów, powszechnie stosowanych w medycynie, które w końcowym efekcie, dostarcza danych i o wpływie parametrów metody plazmowej na właściwości warstw z drugiej charakteryzuje specyfikę poszczególnych polimerów, poddawanych takiej obróbce. W publikacji pt; Tribological Properties and Characterization of Diamond Like Carbon Coatings Deposited by MW/RF and RF Plasma-Enhanced CVD Method on Poly(ether-ether-ketone), opublikowanej w czasopiśmie *Plasma Processes and Polymers* w 2014 roku, omawiane są warstwy DLC, nanoszone na PEEK. Wytwarzanie warstw, opisanych w tym artykule przebiegało różnymi drogami, w których proces chemicznego osadzania prowadzony był w obecności różnych gazów, jak i wspomagany był plazmą wzbudzaną częstotliwością mikrofalową lub radiową ewentualnie przebiegał w tzw. plazmie dwu-częstotliwościowej. W publikacji tej badane są właściwości trybologiczne warstw, które następnie są tłumaczone w oparciu o topografie powierzchni, analizę ugrupowań chemicznych na powierzchni materiału oraz badania nanoidentacyjne. Podobny artykuł, dotyczący tego samego materiału w zakresie badań trybologicznych ukazał w *Inżynierii Materiałowej* w roku 2014 jest on publikacją autorską Habilitanta pt; Właściwości przeciw-zużyciowe powłok węglowych wytwarzanych na podłożu PEEK. Druga z publikacji, w której Habilitant jest jedynym autorem pt; Ocena właściwości trybologicznych podłoży poliuretanowych z warstwami węglowymi wytworzonymi technikami plazmowymi CVD ukazała się również w *Inżynierii Materiałowej* w 2010 roku. Obie te publikacje wskazują na znajomość metod i na dużą biegłość Autora w badaniach trybologicznych.

Natomiast wspomniane wcześniej prace nad polietereterketonem i jego modyfikacją, zaprezentowane zostały w jeszcze jednej publikacji pt: *Etching and deposition of DLC coatings*, która ukazała się w czasopiśmie *Surface and Coatings Technology* w roku 2015. W artykule tym udowodniono, że najniższe wskaźniki zużycia warstw, nanoszonych na PEEK obserwowane są gdy materiał, poddawany jest wstępnej obróbce plazmowej w atmosferze azotu. Oprócz badań nad polietereterketonem (PEEK) prace Habilitanta zawierają badania nad innymi polimerami takim jak poliuretan, polisiloksan czy polietylen. W artykule pt: *Effect of plasma treatment on the surface properties of polydimethylsiloxane*, która została opublikowana w czasopiśmie *Journal of Applied Polymer Science*, w roku 2015 przedstawiono interesujące wyniki, niezwykle istotne z medycznego punktu widzenia a mianowicie dane, związane, nie tylko z topografią warstw oraz ich chemiczną budową ale również, dotyczące swobodnej energii powierzchniowej warstw, w pracy tej wykazano wpływ parametrów obróbki plazmowej na wielkość składowych swobodnej energii powierzchni.

W cyklu publikacji, przedstawionych przez habilitanta jest 5 publikacji, związanych z badaniami nad poliuretanem. Artykuły te mają podobny układ w nich również Autor poszukuje korelacji, pomiędzy rodzajem zastosowanej obróbki plazmowej a budową i morfologią warstw analizuje również i tu ich parametry trybologiczne, podobnie, jak w pozostałych publikacjach, stosuje w badaniach spektroskopię Ramana, spektroskopię elektronową, mikroskopie AFM testy trybologiczne. Natomiast w jednej z tych publikacji; *Physicochemical and biological investigation of different structures of carbon coatings deposited onto polyurethane*, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, przedstawiono są wyniki badań biologicznych. Badania te dotyczyły wielu czynników; wykonano testy, związane z badaniami właściwości atombogennych warstw, charakteryzowano ich właściwości bakteriobójcze, wreszcie prowadzono badania w zakresie żywotności komórek nabłonka. Niestety wyniki tych badań, przedstawione również w monografii, pozbawione są szerszej dokumentacji np. fotograficznej i opisane dość ogólnikowo, niemniej jednoznacznie wskazują na przewagę w zastosowaniach medycznych, polimerów modyfikowanych powierzchniowo na drodze obróbki plazmowej, opracowanej przez Habilitanta.

W cyklu publikacji wyróżnia się z uwagi na formę materiału artykuł; *Potential applications of nanofiber textile covered by carbon coatings*, opublikowany w 2008 *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, artykuł ten jest krótkim komunikatem, zawierającym wstępne wyniki badań nad pokrywaniem nanowłókien polimerowych warstwą węgla, przy zastosowaniu metody MW/RF/PACVD, niemniej jednak

wskazuje na duży potencjał metody, stosowanej przez Habilitanta, do pokrywania materiałów o złożonym kształcie w tym nanometrycznych włókien.

Lektura artykułów, przedstawionych jako jedno-tematyczny (powiązany tematycznie) zbiór publikacji, wskazuje na duże możliwości funkcjonalizacji powierzchni polimerów przy zastosowaniu metody CVD wspomaganą plazmą o częstotliwości mikrofalowej i radiowej. Metoda, stosowana przez Habilitanta, pozwala na modyfikację i sterowanie parametrami powierzchni, istotnymi dla wielu zastosowań medycznych.

Oprócz publikacji, stanowiących osiągnięcie naukowe, będące przedmiotem oceny przedstawiono również monografię. Monografia powstała w oparciu o wyniki badań przedstawione w wyżej wymienionych publikacjach (niektóre z nich rozszerzone o dodatkowe wyniki eksperymentów). Oprócz wyników badań znalazły się w niej rozdziały o charakterze ogólnym, związane z charakterystyką metod, opisem urządzeń, charakterystyką polimerów, wykorzystywanych w badaniach. Ponadto, wyniki badań zostały usystematyzowane, podzielone na kolejne rozdziały, dotyczące wpływu parametrów metody na poszczególne właściwości warstw w zakresie; topografii, składu chemicznego, kąta zwilżania. Niektóre z wyników badań, przedstawiane wcześniej w publikacjach, zostały rozbudowane, dodano nowe wyniki, niemniej jednak nie zwarto w monografii szerszej analizy właściwości biologicznych, która stanowi podstawowe kryterium w ocenie materiałów, przeznaczonych dla zastosowań medycznych.

Najwyżej oceniam rozdziały, związane z badaniami trybologicznymi i badaniami odporności na zużycie, które to badania należą niewątpliwie do najmocniejszych stron dorobku Habilitanta. Natomiast, znacznie niżej oceniam rozdziały, związane z badaniami spektroskopowymi czy badaniami w zakresie topografii powierzchni, niestety wśród opisu tego rodzaju wyników znalazło się wiele nieścisłości, w tym również brak powiązań pomiędzy wynikami, otrzymywanymi z poszczególnych metod badawczych. Habilitant, analizując kąty zwilżania, nie dostrzega szeregu danych, związanych np. z wpływem nano-topografii na właściwości kąta zwilżania i nie odnosi się do teorii, opisujących te zjawiska nota bene bardzo istotne dla oddziaływań materiałów tkanką ciekłą. Metoda spektroskopii Ramanowskiej to bardzo złożone narzędzie, dostarczające niejednokrotnie niejednoznacznych wyników i być może dlatego nie końca można się zgodzić z założeniami przyjętymi przez Autora, dotyczącymi określania stosunku ilości węgla w hybrydyzacji sp^2 i węgla w hybrydyzacji sp^3 .

Monografia jest w zasadzie rozbudowanym komentarzem do cyklu publikacji, posiada pewne słabe strony, co nie oznacza jednak, że nie można jej uznać za pozycję wartościową w

zakresie literatury, związanej z inżynierią biomateriałów. Autor, opisując wyniki zawarte w monografii, odnosi je do bardzo licznych doniesień literaturowych, wśród których zawarł również odniesienia do własnych pozycji literaturowych.

Analiza dorobku naukowego pana dr inż. Witolda Kaczorowskiego wskazuje, że jest on specjalistą w opracowanej przez siebie metodzie, którą stosuje posiadając pełną wiedzę w zakresie wpływu jej parametrów na właściwości, uzyskiwanych w oparciu o nią, materiałów węglowych.

4. Charakterystyka dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Pan dr inż. Witold Kaczorowski jest osobą bardzo zaangażowaną w działalność dydaktyczną, jak i organizacyjną na swojej Uczelni. Prowadzi zajęcia na Wydziale Mechanicznym i Elektrycznym oraz działa w Organizacji i Zarządzania Centrum Kształcenia Międzynarodowego IFE swojej Uczelni.

Aktualnie jest kierownikiem 5 przedmiotów. Prowadzi, zarówno wykłady, zajęcia seminaryjne, jak również opiekuje się pracami magisterskimi i inżynierskimi. Prowadził prace inżynierskie we współpracy z Instytutem Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu Technicznego w Libercu oraz prace studenckie na Studium Podyplomowym „Podwyższanie kompetencji kadry akademickiej i umiejętności absolwentów w aspekcie nowoczesnych metod analizy, symulacji i optymalizacji w procesie projektowania i eksploatacji”.

Habilitant sprawował także opiekę naukową nad studentami z University of Alabama podczas ich stażu na Politechnice Łódzkiej. Ukończył szereg kursów, związanych z programami inżynierskimi, niezwykle istotnych w zakresie nowoczesnych metod i narzędzi inżynierii materiałowej.

Jest promotorem pomocniczym jednego przewodu doktorskiego mgr inż. Tomasza Kaźmierczaka zatytułowanego: Mechaniczna modyfikacja proszków węglowych wytwarzanych metodami CVD wspomaganymi plazmą częstotliwości radiowej i mikrofalowej.

Habilitant włącza się w prace organizacyjne na swojej Uczelni jak również prace, związane z organizacją konferencji krajowych i zagranicznych. Należy podkreślić wyjątkową aktywność Habilitanta w działaniach, związanych z pozyskiwaniem grantów oraz pracą w projektach krajowych i zagranicznych. W wielu z nich był głównym wykonawcą, wiele razy pełnił funkcje kierownika zadania.

Pan dr inż. Witold Kaczorowski jest członkiem Polskiego Stowarzyszenia Biomateriałów oraz członkiem Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego jest również członkiem Sekcji Nanomateriałów Komitetu Nauki o Materiałach Polskiej Akademii Nauk.

Analiza dokumentacji, przedstawionej przez Habilitanta wskazuje, że jest on osobą niezwykle aktywną w dziedzinie współpracy z jednostkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi, również jego aktywność w zakresie udziału w konferencjach oraz aktywność związaną z popularyzacją wiedzy należy uznać za wyróżniającą.

Wniosek końcowy

Na podstawie oceny jedno-tematycznego cyklu publikacji z włączoną do niego monografią oraz dorobku naukowego pana dr inż. Witold Kaczorowskiego uważam, że jest on w pełni samodzielnym badaczem. Jego dotychczasowe osiągnięcia naukowe uzasadniają ubieganie się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Należy dodać, że charakter dorobku Habilitanta wskazuje na jego zaangażowanie przede wszystkim w prace o charakterze badawczo-rozwojowym co w dobie bardzo niewielkiego transferu wyników badań do zastosowań w klinice, należy uznać za wyjątkowo cenne.

Dorobek naukowy Habilitanta spełnia wymogi **Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003.**

Dorobek ten wyraźnie powiększony został po obronie pracy doktorskiej oraz został on potwierdzony oświadczeniami współautorów, wskazując jednoznacznie na znaczący udział Habilitanta w jego tworzenie.

Z tego też względu, przedstawiam wniosek do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej o kontynuowanie procedury w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Witoldowi Kaczorowskiemu.

