Politechnika Łódzka
Instytut Inżynierii Materiałowej

Prof. dr hab. inż. Leszek Klimek

Łódź 12. 03. 2024r

OCENA

całokształtu dorobku naukowego dr inż. Anny Ziębowicz w związku z ubieganiem się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na podstawie osiągnięcia naukowego pt.: *Powłoka ZrO_2 na podłożu stopów kobaltowych jako czynnik minimalizujący stomatopatie protetyczne*.

Podstawą opracowania opinii jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej z dnia 04. stycznia 2024 r. w związku z Uchwałą nr 123/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna z dnia 14. 12. 2023 r oraz pismem nr DRKN.Z2.400.193.2023 Rady Doskonałości Naukowej z dnia 14 listopada 2023 r w sprawie powołania mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Anny Ziębowicz.

Zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (Dz. U. 2018 poz. 1668) stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

1) posiada stopień doktora;
2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Niniejsza recenzja została opracowana pod kątem spełnienia wyżej wymienionych wymagań.

I. Sylwetka Kandydata

Dr inż. Anna Ziębowicz stopień magistra uzyskała w roku 1997 Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej za pracę zatytułowaną *Stabilność cieplna szkieł metalicznych na osnowie kobaltu typu AEM w zależności od temperatury i czasu wygrzewania.*

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa uzyskała w roku 2002 na Wydziale Mechaniczno-Technologicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, za pracę zatytułowaną *Zastosowanie implantów ze stali Cr-Ni-Mo z warstwami pasywno-węglowymi do osteosyntezy płytkowej kości żuchwy.*

Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny
Siedziba: 90-537 Łódź, ul. Stefanowskiego 1/15,

Adres korespondencyjny:
90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116
NIP: 727-002-18-95, REGON 000001583

Instytut inżynierii Materiałowej
Bud A18 Sekretariat IV piętro pok. 444

e-mail: w1l11@adm.p.lodz.pl
tel. 42 631 30 30
www.im.p.lodz.pl

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Kandydatka swoją pracę zawodową rozpoczęła w roku 1997 w Zakładzie Inżynierii Wyrobów Medycznych Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej, początkowo na stanowisku asystenta, a później na stanowisku adiunkta. Od 2011 roku pracuje w Katedrze Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej. Dodatkowo w latach 1997 – 1998 była zatrudniona w Biurze Karier Studenckich Politechniki Śląskiej.

W latach 2006 – 2022 dr inż. Anna Ziębowicz odbyła szereg różnorodnych staży zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Były to zarówno staże naukowe (Instytut Technologii Ceramicznych i Kompozytowych Uniwersytetu w Stuttgarcie, Heraeus Kulzer Mitsui Chemical Group, Instytut Techniki i Aparatury Medycznej w Zabrzu), jaki i naukowo-przemysłowe (Instytut badawczy Fraunhofer Niemcy, przedsiębiorstwo o profilu Hi-tech – IBM Researcch USA, PHU Technomex Sp. Z o.o. w Gliwicach). Połączenie przez Kandydatkę staży naukowych z przemysłowymi pozwoliło nie tylko na wykonywanie badań naukowych i zgłębianie zagadnień teoretycznych dotyczących biomateriałów, terminologii i klasyfikacji wyrobów medycznych, ale również projektowania i wytwarzania wyrobów medycznych. Na uwagę zasługują również staże dotyczące wsparcia zarządzania infrastrukturą badawczą, które pozwoliły Jej skutecznie i optymalnie prowadzić prace badawcze. Osoba o takich kwalifikacjach jest, moim zdaniem, bardzo pożądana we wszelkiego rodzaju zespołach badawczych. Oprócz wymienionych staży naukowych Habilitantka aktywnie uczestniczyła w wielu kursach i szkoleniach, które, jak wynika z ich tematyki, przybliżają możliwości klinicznego zastosowania prowadzonych przez Nią badań. Dr inż. Anna Ziębowicz brała udział w kilku programach międzynarodowych, w ramach których również realizowane były wyjazdy do zagranicznych jednostek naukowo-badawczych. Pewien niedosyt budzi brak publikacji wspólnych wyników badań prowadzonych w ramach odbytych staży, byłyby one cennym ich zwieńczeniem.

Biorąc pod uwagę przedstawiony przez dr inż. Annę Ziębowicz wykaz i zakres współpracy **należy uznać, że spełniony został warunek aktywności naukowej w więcej niż w jednej uczelni, instytucji naukowej**

II. Ocena Osiągnięcia Naukowego

Jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Inżynieria Biomedyczna, dr inż. Anna Ziębowicz przedstawiła, zgodnie z art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668), osiągnięcie naukowe w postaci monografii pt. „Powłoka ZrO_2 na podłożu stopów kobaltowych jako czynnik minimalizujący stomatopatie protetyczne". Monografia ta została opublikowana w Wydawnictwach Politechniki Śląskiej w 2023 roku (ISBN 978-83-7880-889-3), liczy 148 stron (rysunków – 64, tabel – 13) łącznie z wykazem literatury obejmującym 327 pozycji. Napisana jest poprawnie językowo i wydana została na dobrym poziomie edycyjnym. Bibliografia jest bogata i aktualna.

Przedstawiona do oceny monografia jest rezultatem wieloletniej pracy i doświadczeń Autorki związanych z uszlachetnianiem powierzchni biomateriałów, w tym w dużej mierze materiałów stosowanych w protetyce stomatologicznej. Porównując tytuł monografii z jej

treścią nasuwa się wniosek, że zakres pracy jest szerszy niż to wynika z tytułu. Oczywiście, nie należy tego traktować jako zarzut, jest to dodatkowy pozytywny aspekt prowadzonych badań. Oceniana monografia ma typowy układ stosowany w pracach naukowych. Rozpoczyna się wprowadzeniem, a następnie składa się z części dotyczącej przeglądu piśmiennictwa, opisu metod badawczych, przedstawienia otrzymanych wyników badań i kończy się ich omówieniem. We wprowadzeniu oraz przeglądzie literatury Autorka przedstawiła uzasadnienie podjęcia tematyki badań. Zwróciła uwagę na znaczenia zdrowia jamy ustnej na zdrowie całego organizmu, a także na bardzo istotne we współczesnym społeczeństwie kwestie estetyczne. Przedstawiła postęp, jaki odbył się w ostatnim czasie w materiałach i technologiach stosowanych w technikach dentystycznych, a także wynikające z tego konsekwencje. Biorąc pod uwagę, że zdrowie w obrębie jamy ustnej i układu stomatognatycznego ma w wielu wypadkach istotny wpływ nie tylko na dolegliwości w obrębie głowy ale także rzutuje na cały organizm uważam, podjęcie tematyki pracy za jak najbardziej uzasadnione. W części literaturowej, oprócz dysfunkcji układu stomatognatycznego, metod terapeutycznych stosowanych w protetyce stomatologicznej przedstawiono przegląd materiałów i technologii stosowanych w wykonawstwie uzupełnień protetycznych, ze szczególnym uwzględnieniem protez szkieletowych. Biorąc pod uwagę tematykę pracy, jaką jest powłoka ZrO_2 na stopie Co-Cr, przedstawienie w tej części materiałów metalicznych można uznać za uzasadnione, to, moim zdaniem, skupianie się również na materiałach polimerowych jest zbędne. Nie podlegają one pokrywaniu powłokami, ani nie uwalniają jonów metali, a więc nie do końca związane są z tematyką pracy, poza tym, że występują w protezach szkieletowych. Bardzo istotną częścią tego rozdziału jest dogłębna analiza warunków i mechanizmów powstawania biofilmu bakteryjnego. Biorąc pod uwagę, że jednym z celów nanoszonych powłok było ograniczenie jego powstawania, taka analiza, a tym samym wiedza Habilitantki z pewnością pomoże w prawidłowym rozwiązaniu tego problemu. Kolejnym, bardzo istotnym celem, jaki postawiła sobie Kandydatka było opracowanie powłok, które ograniczają przenikanie jonów metali z elementów protetycznych do środowiska jamy ustnej, a w konsekwencji do innych części organizmu. O ile zagadnienia, dotyczące konsekwencji szkodliwego oddziaływania tych jonów, zostały przedstawione, o tyle brakuje mi przeglądu dotychczas stosowanych metod. Uważam, że te zagadnienia z powodzeniem mogłyby zastąpić wspomnianą wcześniej część dotyczącą materiałów polimerowych. Brak tych zagadnień może, u osoby niezorientowanej w tematyce, sprawiać wrażenie, że nikt się nimi nie zajmował, a prace dr inż. Anny Ziębowicz są pionierskie. Problematyka ta jest znana i jest cały szereg publikacji o niej traktujących. Ponadto, taka analiza pozwoliłaby Autorce na porównanie skuteczności opracowanych powłok z innymi, stosowanymi jako bariery przenikania jonów metali.

W oparciu o swoje wcześniejsze doświadczenia (prowadzone wcześniej badania wstępne), analizę literatury zagadnienia Kandydata podjęła się realizacji wymienionego wcześniej tematu badawczego, którego cel sformułowała jako: „ocena wpływu warunków wytwarzania z wykorzystaniem procesu niskotemperaturowego atomowego osadzania powłoki ZrO_2 na powierzchniach stopów kobaltowo-chromowych na bezpieczeństwo użytkowania w środowisku jamy ustnej", jednocześnie postawiła tezę, że „istnieje możliwość wytworzenia powłok ZrO_2 metodą osadzania warstw atomowych ALD na powierzchni protez szkieletowych ze stopów kobaltowo-chromowych i uzyskania podwyższonej biozgodności". Aby zrealizować cel pracy i zweryfikować postawioną tezę opracowała program badawczy, który konsekwentnie

realizowała. Na podkreślenie zasługuje fakt, że opracowując program badawczy uwzględniła także ostatnie zmiany legislacyjne Unii Europejskiej. Przedstawiony w ramach osiągnięcia program obejmował wybór materiałów adekwatnych do stosowanych technologii kształtowania protez szkieletowych, wykonanie próbek, mechaniczne opracowanie ich powierzchni i naniesienie powłok. ZrO_2. W celu zapewnienia porównywalności powierzchni wszystkich próbek badawczych w stanie wyjściowym obrobiono je do chropowatości $Ra < 0{,}2$ µm. Takie podejście do zagadnienia uważam za bardzo słuszne. Szkoda, jednak, że analogicznego podejścia Habilitantka nie zastosowała przy doborze materiałów do badań. Wybrane stopy znacznie różniły się zawartościami Mo i W. Moim zdaniem, lepiej było zastosować proszki, czy dyski do frezowania o podobnym składzie (np. dostępne w handlu bez zawartości wolframu). W ramach realizowanego programu Kandydatka wykonała cały szereg badań. W pierwszej kolejności były to badania struktury, składu chemicznego i fazowego. Takie podejście uważam za jak najbardziej słuszne z uwagi na to, że struktura i skład chemiczny materiału jest czynnikiem, który w decydujący sposób wpływa na jego właściwości. Ponadto pozwala na bardziej kompleksową ocenę badanego materiału, a tym samym rozszerza możliwości wysuwania wniosków wskazuje kierunki dalszej modyfikacji. Nie mniej istotne było zbadanie właściwości fizycznych (grubość powłok, ich adhezja do podłoża, odporność na ścieranie, zwilżalność i swobodna energia powierzchni oraz topografia). Wszystkie te parametry odgrywają kluczową rolę podczas eksploatacji elementów z powłokami ochronnymi. Kolejnym badaniem była ocena tolerancji geometrii zadanej i rzeczywistej. Moim zdaniem nie do końca pasuje ono do ogólnej koncepcji pracy i realizacji jej celu. Uważam, że bez szkody można było ten rozdział pominąć. Bardzo istotnym zagadnieniem, które zostało rozwiązane w pracy jest zbadanie szeroko rozumianych właściwości elektrochemicznych, takich jak odporność korozyjna, potencjał zeta i uwalnianie jonów. Biorąc pod uwagę środowisko, w jakim eksploatowane będą materiały z naniesionymi powłokami (jama ustna), istotna jest ich odporność korozyjna, która została określona w badaniach z wykorzystaniem badań potencjodynamicznych i elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej. Jak zaznaczyła Autorka w części teoretycznej, istotną rolę we wszelkiego rodzaju procesach powierzchniowych (tworzeniu się biofilmu na powierzchniach elementów protetycznych, uwalnianie jonów, uczestniczące w korozji procesy elektrodowe) odgrywają właściwości elektryczne powierzchni. Konsekwencją tego było więc zbadanie potencjału zeta (ς) otrzymanych powłok. Pozwoliło to na powiązanie tego potencjału z pewnymi właściwościami powierzchni, np. z hydrofilowością, która ma duże znaczenie w tworzeniu biofilmu. Ostatnia częścią badań było określenie ilości jonów uwalnianych do środowiska sztucznej śliny, co jest bardzo ważne, biorąc pod uwagę możliwe konsekwencje tego procesu dla organizmu pacjenta.

Podsumowując tę część monografii, można stwierdzić, że Kandydatka wykazała w niej przydatność niskotemperaturowego atomowego osadzania powłoki ZrO_2 metodą ALD w zastosowaniach do protez szkieletowych. Myślę, że to zastosowanie można znacznie rozszerzyć także na inne uzupełnienia protetyczne. Osiągnięcia w przedstawionej do oceny pracy można definiować w obszarach:

- Poznawczym – ustalenie związku pomiędzy stanem powierzchni, uzyskanym różnymi procesami technologicznymi, a pewnymi aspektami biozgodności stopów kobaltowo-chromowych, wpływającymi na możliwość zmniejszenia stomatopati protetycznych.

- Aplikacyjnym – opracowanie parametrów niskotemperaturowego osadzania powłok ZrO_2 na powierzchnie stopów kobaltowo-chromowych, poprawiających ich biozgodność.

Wymagania formalne odnośnie nadawania stopnia doktora habilitowanego (Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce / Dz. U. z 2020 r poz. 85; Art. 219.pkt 2b) stanowią, że nadaje się go osobie, która ma w swoim dorobku oryginalne osiągnięcie naukowe w dyscyplinie, w której złożony został wniosek. Pomimo pewnych uwag, które mogą mieć charakter dyskusyjny **stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr inż. Anny Zięboicz przedstawione w monografii pt. „Powłoka ZrO_2 na podłożu stopów kobaltowych jako czynnik minimalizujący stomatopatie protetyczne" stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej – inżynieria biomedyczna i spełniony został w dostatecznym stopniu wymóg ustalony kryteriami ustawy z dnia 20 lipca „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" niezbędny do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.**

III. Pozostała działalność naukowa

Dorobek naukowy dr inż. Anny Zębowicz, na dzień złożenia wniosku habilitacyjnego obejmował 67 publikacji, z czego 19 przed uzyskaniem stopnia doktora. Z tego 18 zostało opublikowane w czasopismach z listy JCR (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora). Ponadto, była współautorem 32 rozdziałów w monografiach (były to najczęściej monografie pokonferencyjne), z czego 26 po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczny Impact Factor prac wynosi 15,48 (całość została osiągnięta po uzyskaniu stopnia doktora). Aktywność naukowa Habilitantki przejawiała się również w aktywnym uczestniczeniu w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. W sumie było to 51 konferencji, z tego 45 po uzyskaniu stopnia doktora. Jeśli chodzi o udział Habilitantki w powstawaniu tych prac, to w dużej mierze polegał on na opracowaniu koncepcji, w wielu przypadkach przygotowaniu próbek, wykonywaniu badań, analizie i opracowaniu wyników, a także redakcją. W znacznej ilości tych prac była autorem korespondencyjnym, a więc tym, na którym spoczywa największa część pracy i odpowiedzialności za ostateczną wersję artykułu. Dowodzi to dojrzałości naukowej Kandydatki i pokazuje jej zdolność do samodzielnego prowadzenia badań naukowych i liderowania zespołowi badawczemu. Podsumowując, dorobek publikacyjny dr. inż. Anny Zięboicz należy uznać, że po obronie doktoratu został istotnie powiększony, zarówno jeśli chodzi o aspekt ilościowy, jak i jakościowy.

Swoją naukową aktywność międzynarodową zaakcentowała również recenzując 32 artykuły naukowe dla 11 czasopism w tym 7 o zasięgu międzynarodowym. Biorąc pod uwagę rangę czasopism, w których publikowała rezultaty swoich badań oraz konferencje naukowe, w których brała aktywny udział, prezentując wyniki swoich badań, można stwierdzić, że w dziedzinie, w której je prowadzi jest rozpoznawalna w środowisku. O uznaniu jakim cieszy się w środowisku naukowym dr inż. Anna Zięboicz świadczy również zaproszenie Jej do uczestniczenia w komitetach organizacyjnych i naukowych jednej międzynarodowej i siedmiu krajowych konferencji naukowych, a także zaproszanie jej, jako wykładowcy prezentującego swoje osiągnięcia. .

Na uznanie zasługuje aktywność Kandydatki w pozyskiwaniu środków na prowadzenie badań naukowych. W czasie swojej kariery naukowej uczestniczyła w realizacji 27 projektów

naukowo-badawczych, w tym 17 po uzyskaniu stopnia doktora. W dwóch z nich była kierownikiem. Efekty pracy naukowo-badawczej dr inż. Anny Ziębowicz mają także charakter utylitarny, jest współtwórcą dwóch patentów związanych z leczeniem złamań zuchwy.

Współczynniki bibliometryczne Kandydatki, na moment złożenia dokumentów, wynoszą odpowiednio według bazy danych Web of Science:

Sumaryczny IF: 15,48

Całkowita liczba cytowań: 110

Liczba cytowań bez autocytowań 88

Indeks Hirscha: 7

Analiza przedstawionych współczynników bibliometrycznych pozwala stwierdzić, że dorobek naukowy, publikacje i recenzje dr inż. Anny Ziębowicz zostały istotnie powiększone po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych i zdaniem recenzenta, **spełnia wymagania ustawowe stawiane kandydatowi na stopień doktora habilitowanego.**

IV. Pozostała działalność, w tym dorobek organizacyjny, dydaktyczny i popularyzatorski

Aktywność zawodowa Kandydatki realizowana była do roku 2011 w Zakładzie Inżynierii Wyrobów Medycznych Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej, a później w Katedrze Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej. W początkowym okresie pracy prowadziła głównie zajęcia laboratoryjne z przedmiotów związanych z szeroko pojętym materiałoznawstwem. Po przejściu na Wydział Inżynierii Biomedycznej prowadziła zajęcia z wiązane z biomateriałami oraz technologiami stosowanymi w technikach dentystycznych. Warto podkreślić fakt prowadzenia zajęć na uczelniach zagranicznych podczas odbywanych staży. Działalność dydaktyczna Habilitantki nie ograniczała się tylko do prowadzenia zajęć. Brała aktywny udział w przygotowaniu programów i materiałów dydaktycznych tworzonego Wydziału Inżynierii Biomedycznej. Czynnie uczestniczy w promocji wydziału, a także w popularyzowaniu nauki w ramach różnego rodzaju imprez organizowanych rzez Politechnikę Śląską. Oceniając Kandydatkę, należy także uwzględnić jej współpracę z otoczeniem gospodarczym głownie z firmami z obszaru technik dentystycznych. Prowadziła szkolenia, opracowywała technologie i opinie, wykonywała ekspertyzy oraz była uczestnikiem wspólnych badań.

W mojej ocenie, aktywność dydaktyczna, organizacyjna, popularyzująca naukę oraz współpraca z otoczeniem gospodarczym jest wystarczająca, aby uznać dr inż. Annę Ziębowicz za dojrzałego i wartościowego naukowca również w realizacji wspomnianych form działalności.

V. Podsumowanie i wniosek końcowy

Habilitantka jest aktywnym naukowcem, działającym w warunkach międzynarodowych i osiągającym w pracy badawczej, znaczące rezultaty udokumentowane publikacjami oraz uczestnictwem w projektach, również naukowych.

Na podstawie przedłożonego do oceny osiągniecia naukowego pt. **„Powłoka ZrO_2 na podłożu stopów kobaltowych jako czynnik minimalizujący stomatopatie protetyczne"** stwierdzam, że:

a) osiągnięcie naukowe stanowi istotny i innowacyjny wkład w rozwój w dziedzinie: nauki inżynieryjno-techniczne w dyscyplinie inżynieria biomedyczna;
b) dorobek naukowy jest oryginalny i wartościowy oraz wskazuje na aktywność naukową, z ośrodkami naukowymi w Polsce i za granica;
c) Kandydatka w sposób wystarczający spełnia wymagania dotyczące zakresu prowadzonych zajęć dydaktycznych oraz działań popularyzatorskich, a także w zakresie współpracy międzynarodowej, co w przyszłości powinno stawiać ją w grupie naukowców zdolnych pracować samodzielnie, a także budować wokół siebie międzynarodowe zespoły badawcze z czołowymi naukowcami na świecie.

Na podstawie powyższego stwierdzam, że dr inż. Anna Ziębowicz spełnia warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.). Uwzględniając powyższe, wnioskuję o dopuszczenie dr inż. Anny Ziębowicz do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego, a w przypadku ich pozytywnego zakończenia o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynieryjno-techniczne w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Leszek Klimek