



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
WYDZIAŁ ODLEWNICTWA

Prof. dr hab. Halina Krawiec

Kraków 08.02.2022

Recenzja całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Alicji Kazek - Kęsik. Rozprawę habilitacyjną Pani dr inż. Alicji Kazek - Kęsik stanowi cykl dziewięciu monotematycznych publikacji zatytułowany „*Funkcjonalne powłoki wielowarstwowe na powierzchni długoterminowych implantów tytanowych*”.

Poniższa ocena dorobku naukowego dr inż. Alicji Kazek - Kęsik została przeprowadzona w celu wydania opinii dotyczącej nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej.

Sylwetka kandydatki

Pani dr inż. Alicja Kazek - Kęsik studiowała na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej. W 2006 roku uzyskała tytuł zawodowy inżyniera, natomiast w 2010 roku obroniła pracę magisterską i uzyskała tytuł magistra inżyniera. W roku 2011 Habilitantka podjęła studia doktoranckie na Politechnice Śląskiej na Wydziale Chemicznym. Podczas studiów doktoranckich zajmowała się modyfikacją stopów tytanu z wykorzystaniem techniki elektrochemicznego plazmowego utleniania (PEO). W 2015 roku Pani Alicja Kazek – Kęsik obroniła pracę doktorską pt. „*Badania procesu elektrochemicznej modyfikacji powierzchni stopów tytanu stosowanych w medycynie*”. Rozprawa ta została wyróżniona przez Radę Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej. Pani dr inż. Alicja Kazek - Kęsik uzyskała również nagrodę im. Tadeusza Żaka za najlepszą pracę doktorską z zakresu galwanotechniki. Nagroda ta została przyznana przez Polskie Towarzystwo Galwanotechniczne i Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie.

W 2015 roku, Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik została zatrudniona na stanowisku asystenta w Politechnice Śląskiej na Wydział Chemicznym, w Katedrze Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii w Gliwicach. Następnie w roku 2017 awansowała na stanowisko adiunkta w tej samej Katedrze i pracuje na tym stanowisku do chwili obecnej.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Pani dr inż. Alicja Kazek - Kęsik zajmuje się wytwarzaniem hybrydowych ceramicznych oraz ceramiczno-polimerowych powłok posiadających właściwości bioaktywne i bakteriostatyczne.

Ocena dorobku naukowego Habilitantki

Dorobek naukowy Pani dr inż. Alicji Kazek – Kęsik obejmuje 42 publikacje z listy JCR, w tym 30 z nich zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Tematyka tych prac jest związana z modyfikacją powierzchni głównie stopów tytanu za pomocą różnych metod np. plazmowego elektrochemicznego utleniania (PEO), odsadzania powłok metodą zol-żel lub za pomocą elektroforezy. Prace te były 387 razy cytowane (z pominięciem autocytowań), a indeks Hirscha wynosi 15 według danych z bazy Web of Science. Publikacje będące podstawą osiągnięcia naukowego Habilitantki były 95 razy cytowane. Sumaryczny impact factor wszystkich publikacji Pani dr inż. Alicji Kazek – Kęsik wynosi 151,08. Impact factor 12 publikacji opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora wynosi 32,78, natomiast sumaryczny impact factor prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 118,30. Wyniki te jednoznacznie wskazują, że dorobek publikacyjnych Habilitantki został istotnie powiększony po uzyskaniu stopnia doktora.

Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik wykazała się dużą aktywnością w pozyskiwaniu środków na finansowanie swoich badań naukowych po uzyskaniu stopnia doktora. W latach 2017-2020 była kierownikiem projektu badawczego pt. *„Szybko degradujące warstwy polimerowe na modyfikowanej elektrochemicznie powierzchni implantów długoterminowych”*, realizowanego w ramach konkursu Sonata XI i finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Następnie w latach 2019-2021 kierowała projektem "Tango 3" pt. *„Długoterminowe implanty tytanowe z bioaktywną powłoką ceramiczną”*, który był współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Narodowe Centrum Nauki. Obecnie, Habilitantka jest kierownikiem projektu aplikacyjno - wdrożeniowego finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu Lider XI (czas realizacji 2021 – 2024). W ramach tego projektu Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik wraz z zespołem ma zamiar opracować warunki otrzymywania bakteriostatycznych warstw hybrydowych na implantach tytanowych.

Tego typu implanty są przewidziane do zastosowania dla zwierząt. Brała również udział w dwóch programach międzynarodowych (Europejski Projekt ORZEL i Program Operacyjny Kapitał Ludzki). W roku 2018 została sprzedana licencja patentu PL 225227 „*Sposób modyfikacji warstwy wierzchniej tytanu i jego stopów metodą plazmowego utleniania elektrochemicznego*”, którego Habilitantka jest współautorem. Licencjobiorcą tego patentu jest firma IWET, która specjalizuje się w produkcji implantów tytanowych dla zwierząt. Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik jest współautorką 10 patentów, 7 zgłoszeń patentowych w tym 6 zgłoszeń europejskich.

Wyniki swoich badań Habilitantka wielokrotnie prezentowała na konferencjach krajowych i zagranicznych. Wygłosiła trzy referaty na zaproszenie, w tym dwa na konferencjach międzynarodowych w Kanadzie. Za dotychczasowe wybitne osiągnięcia naukowe Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik otrzymała od Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego 3-letnie stypendium dla „*Wybitnych Młodych Naukowców*”. Habilitantka otrzymała również 3 Rektorskie Granty Projakościowe I-ego stopnia za wysoko punktowane publikacje i udzielone patenty. Wykonała 11 ekspertyz na zamówienie instytucji publicznych i przedsiębiorców, a w dwóch ekspertyzach była kierownikiem umowy.

Po uzyskaniu stopnia doktora, Pani Alicja Kazek – Kęsik uczestniczyła w Środkowoeuropejskim Programie Wymiany Uniwersyteckiej (CEPUS), w ramach którego wyjechała kilkakrotnie na kilkudniowe pobyty na Uniwersytety w Czechach, Rumuni i Słowacji. Wjeżdżała 4-rotnie do Institute for Nanoscience and Cryogenics, Greneoble, Francja w celu wykonania analizy składu fazowego powłok ceramicznych i materiałów proszkowych techniką XRD. Pobytu, te były krótkoterminowe od kilku dni do 4 tygodni. Badani cytozgodności materiałów oraz obrazowanie komórek kościotwórczych, Habilitantka wykonała podczas 3 miesięcznego stażu w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów. Po doktoracie Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik nie odbyła żadnego długoterminowego stażu naukowego typu Postdoc. Mimo to, podczas krótkich pobytów naukowych lub naukowo-dydaktycznych nawiązała współpracę z partnerami z zagranicy, co zaowocowało wspólnymi publikacjami.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik jest bardzo dobry. Habilitantka publikuje swoje prace w renomowanych czasopismach naukowych, a prace te były wielokrotnie nagradzane, jest również współautorką wielu patentów, zgłoszeń patentowych i jednej sprzedanej licencji patentowej. Była

kierownikiem trzech grantów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Osiągnięcie habilitacyjne Pani dr inż. Alicji Kazeł - Kęsik stanowi cykl dziewięciu monotematycznych publikacji zatytułowany „*Funkcjonalne powłoki wielowarstwowe na powierzchni długoterminowych implantów tytanowych*”. Obecnie jako implanty długoterminowe stosuje się tytan i jego stopy. Tego typu materiały są obecne w organizmie człowieka co najmniej kilkanaście lat. W związku z tym muszą one spełniać pewne wymagania takie jak biokompatybilność, nietoksyczność, nie mogą wywoływać reakcji alergicznych, powinny wykazywać wysoką odporność na korozję. W zależności od zastosowania implantu powinien on posiadać odpowiednie właściwości mechaniczne: np. moduł Younga zbliżony do modułu Younga kości, odpowiednią twardość, odporność na zużycie cieńre itp. Płynny ustrojowy człowieka są środowiskiem bardzo agresywnym, zawierają one bardzo duże stężenie jonów chlorkowych, które są przyczyną korozji zwłaszcza korozji wżerowej. Korozja stopów powoduje uwalnianie się jonów pierwiastków stopowych do tkanek otaczających implant, co prowadzi do schorzenia zwanego metalozą. W ostatnich latach wiele badań jest ukierunkowanych na wytwarzanie stopów nie zawierających toksycznych pierwiastków i posiadających odpowiednie właściwości mechaniczne. Bardzo ważne są również badania nad funkcjonalnością powierzchni długoterminowych implantów. Powierzchnia implantów jest modyfikowana w taki sposób, aby zapewnić dobrą integrację implantu z tkanką kostną.

Badania prowadzone przez Habilitantkę bardzo dobrze wpisują się w światowy nurt badań naukowych poświęcony modyfikacji powierzchni tytanowych implantów długoterminowych. Pani dr inż. Alicja Kazeł - Kęsik opracowała i wytworzyła dwa typy powłok: hybrydowe powłoki ceramiczne i hybrydowe powłoki ceramiczno-polimerowe, które zostały osadzone na bez wanadowych stopach tytanu: Ti-15Mo, Ti-13-13Nb-13Zr, Ti-6Al-7Nb oraz Ti-2Ta-3Zr-36Nb. Wielowarstwowe powłoki ceramiczne były wytwarzane stosując plazmowe utlenianie elektrochemiczne, a następnie elektroforezę lub technikę zol-żel. Habilitanka za cel postawiła sobie wytworzenie powłok, które będą bioaktywne i antybakteryjne. Obecność antybakteryjnej powłoki pokrywającej implant zapobiega zakażeniu bakteryjnemu i zmniejsza ryzyko odrzucenia implantu.

Na drodze elektroforezy na bez wanadowe stopy tytanu Habilitanka naniosła bioaktywne cząstki hydroksyapatytu i ortofosforanu (V) wapnia. Na takich powłokach przeprowadzono badania bioaktywności w symulowanym roztworze fizjologicznym, badania

odporności korozyjnej wykonano w roztworze Ringera, a także wykonano badania cytozgodności z komórkami osteoblasto-podobnymi linii MG-63. Szczegółowe wyniki tych badań przedstawiono w publikacjach [H1] i [H2]. Na stopy tytanu, których powierzchnię zmodyfikowano poprzez plazmowe utlenianie elektrochemiczne (PEO), naniesiono metodą zol-żel powłokę zawierającą krzemian wapnia. Związek ten zwiększa bioaktywność powierzchni stopu tytanu. Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik przeprowadziła badania szybkości adsorpcji białek takich jak: laktoferyna i kolagen typu I na powierzchni hybrydowych powłok ceramicznych. Wskazała, że laktoferyna adsorbuje się szybciej na powierzchni powłok ceramicznych niż kolagen typu I. Powierzchnie ceramiczne pokryte laktoferyną wykazały bardzo dobrą cytozgodność z komórkami osteoblasto-podobnymi linii MG-63 (prace [H3], [H4]).

W celu uzyskania powłok o właściwościach bakteriobójczych, Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik wytworzyła na powierzchni utlenionych metodą (PEO) stopów tytanu matryce polimerowe będące nośnikami antybiotyków. Jako matryce polimerowe zastosowała poli(laktydo-ko-glikolid), poli(bezwodnik sebacynowy), poli(bezwodnik adypinowy). Do matryc polimerowych wprowadzono następujące antybiotyki: gentamycynę, doksycyklinę, amoksycylinę, cefazolin oraz wankomycynę. Badania mikrobiologiczne z wykorzystaniem bakterii Gram-dodatnich *Staphylococcus aureus* oraz *Staphylococcus epidermidis* Habilitantka prowadziła przy współpracy z pracownikami naukowymi z Katedry Mikrobiologii Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum. Badania te obejmowały wyznaczenie minimalnego stężenia zahamowania wzrostu bakterii wzorcowych *Staphylococcus aureus* oraz *Staphylococcus epidermidis*, oraz wyznaczenia strefy zahamowania ich wzrostu. Do wyznaczenia strefy zahamowania wzrostu stosowano metodę krążkowo-dyfuzyjną. Największe strefy zahamowania wzrostu bakterii zostały wyznaczone dla roztworu z uwolnioną z powłok amoksycyliną oraz cefazolinem. Niezależnie od rodzaju bakterii, strefy te wynosiły od 27 do 32 mm. W celu charakterystyki powłok ceramiczno-polimerowych zawierających antybiotyki, Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik przeprowadziła badania ich cytozgodności, a także wyznaczała stężenie uwalnianego antybiotyku w roztworze podczas degradacji powłoki polimerowej. Aby uzyskać efekt bakteriobójczy wystarczyło znużyć stopy pokryte powłokami tlenkowo – polimerowymi zawierającymi takie antybiotyki jak amoksycylinę, cefazolin i wankomycynę przez 30 minut w roztworze sztucznej śliny. Ponadto wykonano również badania adhezji bakterii na powierzchni powłok tlenkowo-polimerowych. Wykazano, że obecność w powłoce polimerowej antybiotyków takich jak

amoksycylina, cefazolin oraz wankomycyna istotnie zmniejsza adhezję bakterii na ich powierzchni.

Podsumowując, stwierdzam, że osiągnięcie habilitacyjne Pani dr inż. Alicji Kazek-Kęsik jest na bardzo dobrym poziomie naukowym. Badania prowadzone przez Habilitantkę mają charakter interdyscyplinarny. Obejmują one badania elektrochemiczne, mikrobiologiczne, mikrostrukturalne, korozyjne, analityczne. Zastosowanie różnych technik badawczych pozwoliło Pani dr inż. Alicji Kazek-Kęsik opracować powłoki tlenkowo-polimerowe o właściwościach bakteriobójczych. Wyniki pracy Pani Alicji Kazek-Kęsik zaowocowały licznymi patentami artykułami opublikowanymi w renomowanych czasopismach naukowych. Prace będące podstawą osiągnięcia naukowego Habilitantki (cykl 9 publikacji) są wieloautorskie, ale analizując oświadczenia współautorów stwierdzam, że wkład pracy Pani dr inż. Alicji Kazek-Kęsik jest bardzo znaczący w każdej z nich. W publikacjach tych jest ona pierwszym autorem, a także autorem korespondencyjnym. Można stwierdzić, że Habilitantka odegrała wiodącą rolę w powstawaniu tych prac.

Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik prowadziła zajęcia dydaktyczne między innymi z zakresu materiałów budowlanych i ceramicznych, technologii nieorganicznej, elektrochemii przemysłowej, technologii nieorganicznej, metod elektrochemicznych stosowanych w inżynierii powierzchni, ochrony przed korozją, korozji materiałów budowlanych, korozji galwanicznej oraz zajęcia z badania struktur związków chemicznych. Obecnie Habilitantka prowadzi również zajęcia dydaktyczne w języku angielskim z przedmiotów takich jak Analytical Chemistry i Chemical Inorganic Technology. Od roku 2015 do roku 2021 była promotorem 14 prac magisterskich i 10 projektów inżynierskich. W tym jedna praca magisterska pt., *Otrzymywanie warstw organiczno - nieorganicznych na powierzchni wybranych stopów tytanu*”, którą kierowała Habilitantka (student Katarzyna Leśniak) otrzymała dwie nagrody:

- nagroda za pracę magisterską przyznana przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego (2018),
- nagroda za pracę magisterską przyznana przez Polskie Towarzystwo Galwanotechniczne (2018).

Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik jest również zaangażowana w realizację dwóch prac doktorskich, w których pełni funkcję promotora pomocniczego:

- 1) Praca doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Leśniak-Ziółkowskiej pt. *„Nowa generacja powierzchni bakteriostatycznych/antybakteryjnych otrzymywanych metodą PEO w zawieszinach związków srebra, miedzi i cynku na implantach dedykowanych tkance twardej”* realizowana w Politechnice Śląskiej.
- 2) Praca doktorska Pani mgr inż. Jagody Bańczyk pt.: *„Multi funkcjonalne powłoki ceramiczne wytworzone na β -stopie tytanu do zastosowań medycznych otrzymywane metodą PS-PVD”*.

Promotorem tych rozpraw doktorskich jest dr hab. inż. Grzegorzem Dercz, prof. Politechniki Śląskiej.

Habilitantka jest również bardzo zaangażowana w prace organizacyjne. Trzy razy pełniła funkcję Edytora (Guest Editor) w czasopismach takich jak: Materials, Applied Sciences. Recenzowała 63 razy publikacje w renomowanych czasopismach naukowych. Była również recenzentem grantów europejskich wykonanych dla Research Executive Agency w ramach Horizon 2020, Marie Curie Individual Fellowship, H2020-MSCA-IF-2019, 2020. Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik recenzowała abstrakty i oceniała postery na dwóch konferencjach: Canadian Biomaterials Society Annual Conference 21-24 V 2019 r., Quebec, Canada i 2 nd International Workshop on Functional Nanostructured Materials 2” (FuNaM-2) 11-12 X 2018 r., Kraków, Polska. Habilitantka jest członkiem Polskiego Stowarzyszenia Biomateriałów od 2019 roku. W celu podniesienia swojej wiedzy, umiejętności i kompetencji Pani dr inż. Alicja Kazek – Kęsik odbyła szkolenia umożliwiające jej poznanie technik instrumentalnych, które następnie wykorzystywała do charakterystyki otrzymywanych przez siebie materiałów. W roku 2020 ukończyła szkolenie pt.: *„Kierownik Jakości i Audytor Wewnętrzny Systemu Zarządzania w Laboratorium Badawczym i Wzorcuującym według normy ISO/EIC 17025:2018”*, a także uczestniczyła w szkoleniu dla kadry zarządzającej, które dotyczyło kompetencji miękkich.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek dydaktyczno - organizacyjny Pani dr inż. Alicji Kazek – Kęsik jest bardzo dobry. Habilitantka jest bardzo zaangażowana w pracę dydaktyczną, prowadzi zajęcia dydaktyczne w języku polskim i angielskim, była promotorem licznych prac magisterskich i inżynierskich. Stara się ciągle podnosić swoje kompetencje zawodowe poprzez udział w różnych szkoleniach i stażach. Recenzowanie grantów i manuskryptów w najlepszych czasopismach naukowych przez Habilitantkę, świadczy o tym, że jest ona naukowcem rozpoznawanym na arenie międzynarodowej.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiony cykl publikacji, stanowiący podstawę przewodu habilitacyjnego, a także cały dorobek naukowy Pani dr inż. Alicji Kazeł - Kęsik spełniają warunki ustawowe i zwyczajowe w zakresie wymaganego dorobku naukowego do nadania stopnia doktora habilitowanego.

Składam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej o nadanie Pani dr inż. Alicji Kazeł - Kęsik stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Prof. dr hab. Halina Krawiec
Podpisano odręcznie przez autora