Politechnika Wrocławska

Prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii
Materiałów Polimerowych i Węglowych
Wydział Chemiczny

Wrocław 28.01.2022

OCENA

osiągnięcia naukowego dr inż. Katarzyny Arkusz oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

w dziedzinie Nauki inżynieryjno-techniczne, w dyscyplinie: Inżynieria biomedyczna

Recenzja została opracowana na wniosek Rady Doskonałości Naukowej z dnia 25.10.2021 r. (Z2.4000.113.2021.4.IB) oraz pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej, prof. dr hab. inż. Marka Gzika z dnia 29.11.2021 r. (RDIB-39/2021/2022).

Informacje ogólne

Dr inż. Katarzyna Arkusz ukończyła w 2012 roku Wydział Mechaniczny na Uniwersytecie Zielonogórskim na kierunku Inżynieria Biomedyczna uzyskując tytuł magistra inżyniera. Po dwóch latach w 2014 r. obroniła pracę doktorską pt. „Opracowanie elektrochemicznego biosensora do wykrywania wybranych cytokin na podłożu Ti/TiO_2" uzyskując stopień doktora w dziedzinie nauk-technicznych w dyscyplinie Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Medycznej na Akademii Górniczo-Hutniczej. Pracę doktorską wykonała pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Elżbiety Krasickiej-Cydzik na Uniwersytecie Zielonogórskim. Praca została wyróżniona uchwałą Rady Naukowej Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Medycznej AGH. Habilitantka na Uniwersytecie Zielonogórskim pracuje od 2011 roku, początkowo przez rok jako referent techniczny, a następnie przez trzy lata jako asystent w Zakładzie Inżynierii Biomedycznej, będąc jednocześnie zatrudnioną w latach 2010-2014 na stanowisku inżyniera dializacyjnego w Oddziale Nefrologii ze Stacją Dializ w Szpitalu Wojewódzkim SPZOZ w Zielonej Górze. W 2015 roku awansowała na stanowisko adiunkta w macierzystej uczelni i została kierownikiem Zakładu Inżynierii Biomedycznej, a od 2019 roku kieruje Katedrą Inżynierii Biomedycznej. Nie ma w swojej karierze naukowej stażu w zagranicznych jednostkach naukowych bądź w innych krajowych poza Uniwersytetem Zielonogórskim. Jedynie przebywała na 3-miesięcznym stażu w 2009 roku na Uniwersytecie w Cambridge na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii jako studentka studiów inżynierskich biorąc tam udział w realizacji projektu.

Działalność naukowa Habilitantki, którą rozpoczęła podczas studiów inżynierskich pod opieką prof. dr hab. inż. Elżbiety Krasickiej-Cydzik, koncentruje się wokół tematyki dotyczącej wytwarzania nanorurek TiO_2 metodą anodowania tytanu i wykorzystania kompozytów Ti/TiO_2 jako platformę materiałową do zastosowań medycznych, istotnych dla współczesnych wyzwań bioinżynierii medycznej w zakresie biosensoryki i implantologii.

Osiągnięcie habilitacyjne

Dr inż. Katarzyna Arkusz jako osiągnięcie habilitacyjne wskazała monografię naukową i cykl powiązanych tematycznie 6 artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „Wpływ modyfikacji wielofunkcyjnych warstw nanorurek ditlenku tytanu na biozgodność". Monografia naukowa pt. „Wpływ modyfikacji wielofunkcyjnych macierzy nanorurek ditlenku tytanu na właściwości adsorpcyjne" [**HM1**] została wydana w 2021 roku przez Oficynę Wydawniczą Uniwersytetu Zielonogórskiego. Publikacje [**HA1-HA6**] składające się na osiągnięcie habilitacyjne ukazały się w latach 2018-2021 w czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR) o współczynniku oddziaływania IF w zakresie 0,697-5,076. Są to Archives of Metallurgy and Materials (krajowe czasopismo o zasięgu międzynarodowym IF=0,697), Nanomaterials i Materials (czasopisma naukowe wydawnictwa MDPI, IF odpowiednio 5,076 i 3,057), Journal of Nanoscience and Nanotechnology (IF=1,093, JACS Directory), Journal of Biomedical Nanotechnology (IF=4,483, American Scientific Publishers) i Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management (IF=4,276, Elsevier). Sumaryczny IF z roku opublikowania tych prac wynosi 18,682, a liczba punktów wg Ministerstwa Edukacji i Nauki (wg Komunikatu z dnia 31.07.2019) wynosi 610. Tutaj należy podkreślić, że w tych sześciu publikacjach Habilitantka jest na pierwszym miejscu wśród wymienionych współautorów w liczbie od 2 do 4, a także była autorem do korespondencji, co wskazuje na wiodącą Jej rolę w powstanie tych publikacji. Wkład Habilitantki wg Jej oceny w powstanie tych publikacji mieści się w przedziale 50-80 %. Mam jednak pewne zastrzeżenia jeśli chodzi o treść oświadczeń Habilitantki i współautorów. Opis wkładu Habilitantki ma formę bardzo ogólnikową i jest tej samej treści we wszystkich oświadczeniach, a mianowicie „Propozycja koncepcji badań, ustalenie metodyki badan, udział w planowaniu eksperymentu, prowadzenie eksperymentu, analiza eksperymentalnych wyników źródłowych, udział w analizie wyników, przygotowanie pierwszej wersji manuskryptu". Podobne sformułowania, ale w mniejszym zakresie, opisują wkład pozostałych współautorów. Taka forma załączonych oświadczeń nie dostarcza pełnej informacji o wkładzie współautorów w powstanie tych publikacji. W dwóch pracach jeden ze współautorów partycypował w badaniach eksperymentalnych, ale nie ma informacji czego one dotyczyły. W pozostałych czterech pracach wg załączonych oświadczeń cała praca eksperymentalna została wykonana przez Habilitantkę. Ponadto w większości oświadczeń współautorzy deklarują udział w analizie wyników bez podania informacji jakich badań to dotyczyło. Zastanawiający jest również niewielki udział dwóch doktorantek szacowany na 10 lub 15 % w powstanie 5 spośród 6 publikacji. Habilitantka pełni rolę promotora pomocniczego w ich przewodach doktorskich, a tematy prac doktorskich mogą sugerować znacznie większy udział doktorantek w powstanie tych prac (Marta Nycz „Technologia wytwarzania kompozytowych czujników elektrochemicznych z nanocząstek srebra i nanorurek ditlenku tytanu", Ewa Paradowska „Technologia wytwarzania nanorurek ditlenku tytanu modyfikowanego nanocząsteczkami złota jako podłoża czujników elektrochemicznych"). Niewątpliwie, oświadczenia współautorów o własnym udziale sformułowane bardzo ogólnikowo utrudniają ocenę wkładu Habilitantki w powstanie tych prac.

W autoreferacie (Załącznik nr 3), Habilitantka podaje, że publikacje uwzględnione w osiągnięciu habilitacyjnym były cytowane wg Web of Science (z dnia 6.08.2021) 35 razy. Autorka nie podaje czy w tej liczbie są uwzględnione autocytowania, ale nawet jeśli to liczba bez autocytowań, to i tak jest niewielka. W szczególności, że tematyka prowadzonych badań z zakresu bioinżynierii medycznej jest bardzo atrakcyjna i nośna, stąd należałoby oczekiwać większego zainteresowania środowiska naukowego.

Monografia stanowiąca jedną z części osiągnięcia habilitacyjnego dotyczy syntezy nanorurek TiO_2 (TNT) metodą anodowania tytanu i ich modyfikacji w celu poprawy właściwości adsorpcyjnych, w szczególności względem białek. Poruszana tematyka badań ma bardzo istotne znaczenie dla implantologii stomatologicznej i ortopedycznej, w której stosuje się implanty tytanowe wykonane z czystego tytanu lub jego stopów. Monografia składa się z 4 rozdziałów. Pierwszy z nich omawia wpływ metody formowania nanowarstw TiO_2 na właściwości adsorpcyjne. Autorka opracowała parametry formowania TNT w dwóch elektrolitach, w roztworze H_3PO_4 i glikolu etylenowym, tak aby otrzymać nanorurki o takiej samej średnicy i grubości warstwy. To pozwoliło Jej podjąć badania nad wpływem elektrolitu i morfologii TNT (średnica i wysokość) na ich właściwości elektrochemiczne w aspekcie oddziaływań TNT z rozpuszczalnikiem. Tego typu oddziaływania są istotne w procesach adsorpcji białek i innych substancji biologicznych bądź leków. W badaniach stosowała skaningową mikroskopię elektronową (SEM) sprzężoną z mikroanalizą rentgenowską (EDS), pomiary kąta zwilżania, cykliczną woltamperometrię (CV) i elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną (EIS). Charakterystyka elektrochemiczna TNT obejmowała określenie odporności na korozję, przewodnictwa elektrycznego i jonowego. TNT niezależnie od warunków anodowania nie wykazywały właściwości adsorpcyjnych względem substancji biologicznych (peroksydazy chrzanowej). W następnej kolejności określiła wpływ zwartej warstwy TiO_2 i wymiarów nanorurek TiO_2 otrzymanych w glikolu etylenowym (TNT/GLY) na ich właściwości adsorpcyjne poprzez wyznaczenie charakterystyki elektrochemicznej (potencjał stacjonarny, analiza CV i impedancyjna).

W drugim rozdziale monografii Habilitantka przedstawiła w oparciu o własne badania jak można poprawić właściwości adsorpcyjne TNT, na przykładzie procesów adsorpcji paracetamolu i H_2O_2, poprzez obróbkę termiczną TNT w atmosferze argonu, azotu i powietrza. Na podstawie optymalizacji procesu (rodzaj gazu, temperatura, szybkość ogrzewania, szybkość chłodzenia, średnica nanorurek) wykazała, że wygrzewanie w argonie w temperaturze 550°C nanorurek TiO_2 o średnicy 50 i 75 nm prowadzi do największej poprawy właściwości adsorpcyjnych z powodu znacznego zwiększenia przewodnictwa jonowego i elektrycznego oraz aktywności elektrochemicznej. Ma to związek z przemianą TiO_2 w procesie termicznym z formy amorficznej do struktury krystalicznej w postaci anatazu o lepszych własnościach adsorpcyjnych. Istotną zaletą modyfikacji termicznej w argonie jest całkowita jest eliminacja jonów fluorkowych ze struktury TNT.

Wyniki części opisywanych badań w Rozdziale 2.1, to jest składu pierwiastkowego oznaczonego metodą EDS modyfikowanych termicznie i niemodyfikowanych TNT (Tabela 5, str. 36) oraz wartości kąta zwilżania i potencjału stacjonarnego (Tabela 6, str. 37) są zamieszczone również w części eksperymentalnej w publikacji **[H2]** (Table III i IV). Habilitantka w monografii nie cytowała tej publikacji. Podobnie w monografii w Rozdziale 2.3 zamieszczona jest Tabela 10 (str. 51) z wynikami mikroanalizy i ta sama tabela pojawiła się w publikacji **[H1]** (Table 2). W dalszej części Rozdziału 2 Habilitanka określiła możliwość zastosowania TNT w roli platformy biosensora H_2O_2 po immobilizacji peroksydazy chrzanowej i tioniny wykazując wzrost przewodności elektrycznej, adsorpcji enzymu i aktywności

katalitycznej TNT po ich modyfikacji termicznej w argonie. Zamieściła krzywą kalibracyjną względem piku anodowego i katodowego w zależności od stężenia H_2O_2, którą odnajdujemy również w publikacjach [H1] i [H2]. Wyznaczony na tej podstawie limit detekcji bioczujnika na bazie TNT/GLY/Ar wynosił 3 μM H_2O_2. Habilitantka w monografii przedstawiła ponadto wyniki badań nad zastosowaniem tych samych TNT jako nośnika paracetamolu.

Rozdział trzeci monografii dotyczy modyfikacji chemicznej nanorurek TiO_2, która polegała na osadzaniu nanocząstek Ag i Au z wykorzystaniem cyklicznej woltamperometrii, chronoamperometrii i napylania próżniowego. Obecność nanocząstek tych metali poprawia przewodnictwo elektryczne i ułatwia tworzenie wiązań z białkami w reakcji z grupą tiolową. Każda z tych metod została wnikliwie przeanalizowana pod kątem wpływu takich parametrów jak liczba cykli i stężenie soli metalu (CV) i czas (chronoamperometria, napylanie). Habilitantka określiła średnicę i dystrybucję nanocząstek, zawartość metalu i właściwości elektrochemiczne kompozytów (parametry impedancyjne). Kompozyty Ag/TNT i Au/TNT o najlepszej charakterystyce pod względem właściwości fizycznych i elektrochemicznych były badane w procesie adsorpcji surowiczej albuminy wołowej i porównane z wyjściowymi TNT. Habilitanka potwierdziła korzystny wpływ nanocząstek Ag i Au na powierzchni nanorurek TiO_2 na ich właściwości adsorpcyjne na podstawie wyznaczonych parametrów impedancyjnych. Wykazała, że kompozyty syntezowane metodą CV charakteryzowały się największą zdolnością do adsorpcji.

Interesującą próbą modyfikacji TNT było osadzanie węgla na powierzchni TNT, co mogło wpłynąć pozytywnie m.in. na mikrostrukturę TNT, chropowatość, przewodność elektryczną i jonową oraz adsorpcję biomolekuł. Habilitantka realizowała ten proces na dwa sposoby: przez naniesienie monowarstwowego grafenu na powierzchnię TNT i napylanie próżniowe węglem. Grafen/TNT był badany pod kątem zastosowania jako podłoża czujnika elektrochemicznego do detekcji paracetamolu.

Ostatni rozdział jest poświęcony stabilności mechanicznej i chemicznej oraz aktywności biologicznej TiO_2. Jednym z zagadnień poruszanych w tym miejscu było określenie stabilności TNT w procesie implantacji. W tym celu Habilitantka wytworzyła na powierzchni śruby transpedikularnej Ti6AA14VELI wykonanej ze stopu tytanu, zwartą i nanorurkową warstwę TiO_2. Po implantacji w świński kręg oceniła stopień rozwarstwienia i stabilność mechaniczną warstw nanorurek, odporność na korozję i zmiany w charakterystyce impedancyjnej. Wyniki tych badań są zamieszczone również w publikacji **[H5].** Stabilność elektrochemiczna nanorurek TiO_2 była badana w roztworach symulujących ludzkie płyny fizjologiczne. W badaniach stabilności chemicznej stosowała kwasy (HCl, kwas szczawiowy), H_2O_2 oraz etanol i aceton. Celem tego rodzaju działania było oczyszczenie folii tytanowej z nanorurek TiO_2 i ponowne jej użycie w procesie anodowania. Określiła również stabilność kompozytów Ag/TNT i Au/TNT w PBS i wodzie Milli-Q. Wyniki z tych badań niemal w całości zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym **[H6]**. Przedstawiła również w tym rozdziale monografii wyniki badań właściwości antybakteryjnych tych kompozytów, co zostało w dużej części opisane w publikacji [**H4**].

Lektura monografii Habilitantki wskazuje, że znacząca część wyników badań w niej opisanych została przedstawiona również w publikacjach, które są wraz z monografią podstawą Jej osiągnięcia habilitacyjnego. Ich bardzo zwięzłe omówienie jest poniżej.

Dwie pierwsze publikacje **[H1]** i **[H2]** dotyczą wykorzystania nanorurek TiO_2 w biosensorach do detekcji nadtlenku wodoru. Przedmiotem badań były dwa rodzaje TNT o średnicy 50 nm i grubości warstwy 1 μm wytwarzanych z tytanu w procesie anodowania w glikolu etylenowym i kwasie fosforowym jako

elektrolicie, które w następnym etapie były wygrzewane w argonie w temperaturze 550°C (TNT/GLY/Ar, TNT/H_3PO_4/Ar) **[H1]**. Habilitantka wykazała bardzo korzystny wpływ obróbki termicznej w argonie na charakterystykę TNT. Na podstawie analizy składu chemicznego i charakterystyki elektrochemicznej otrzymanych Ti/TNT (OCP, spektroskopia impedancyjna, cykliczna woltamperometria) i badań efektywności immobilizacji HRP i tioniny, do budowy biosensora H_2O_2 wytypowano TNT/GLY/Ar, które nie zawierały fluoru w przeciwieństwie do TNT/H_3PO_4/Ar i wyjściowych TNT. Uzyskany limit detekcji H_2O_2 wynosił 3 μM. I to jest jedyny parametr wyznaczony dla tego biosensora. Nie przedstawiono w publikacji krzywych CV wykorzystanych do wyznaczenia krzywej kalibracji. W mojej opinii zabrakło też optymalizacji pH oraz badań wpływu szybkości skanowania, określenia czułości i stabilności biosensora, a także wpływu obecności potencjalnych interferentów do pełnej charakterystyki biosensora, aby ocenić jego potencjał aplikacyjny do detekcji H_2O_2.

W następnej pracy **[H2]** w procesie anodowania tytanu w glikolu etylenowym Habilitantka otrzymała TNT o różnych średnicach 25, 50, 75 i 100 nm i tej samej grubości warstwy 1 μm. W pierwszej części pracy określiła wpływ średnicy TNT na kąt zwilżania wodą, OCP, parametry impedancyjne oraz utlenianie-redukcję żelazocyjanku potasu. Na tej podstawie wykazała, że TNT o średnicy 50 nm charakteryzują się najlepszymi właściwościami dla ich zastosowania w biosensorach. W następnym etapie wygrzewała wytypowane TNT w temperaturze 550°C w różnej atmosferze (N_2, Ar, powietrze) i porównała ich morfologię, skład pierwiastkowy, kąt zwilżania i właściwości elektrochemiczne. Wykazała, że wygrzewanie w argonie jest najkorzystniejsze dla immobilizacji materiałów biologicznych (enzymów). W krótkim paragrafie tej publikacji przedstawiła wyniki badań biosensora na bazie TNT do detekcji H_2O_2. Niestety, ale z przykrością muszę nadmienić, że treść rozdziału 3.3. H_2O_2 detection w publikacji **[H2]** jest identyczna w treści co rozdziału 3.6. Electrochemical response to hydrogen peroxide w publikacji **[H1]**, wraz z wykresem przedstawiającym krzywą kalibracji. Co więcej ten sam rysunek jest zamieszczony w monografii w Rozdziale 2 (str. 55).

Kolejne dwie prace **[H4]** i **[H6]** dotyczą modyfikacji TNT nanocząstkami Ag i Au osadzonymi metodą elektrochemiczną. W pierwszej z nich **[H4]** celem było nadanie właściwości antybakteryjnych nanorurkom TiO_2 i określenie ich podatności na immobilizację białek i osteointegrację. Habilitanka wykazała, że syntezowane nanokompozyty wykazywały zróżnicowane właściwości bakteriobójcze względem bakterii Gram-dodatnich i G-ujemnych, efektywniejsze i stabilniejsze, mniej podatne na wymywanie, były TNT z nanocząstkami Ag. Zagadnieniu stabilności kompozytów Ag/TNT i Au/TNT jest poświęcona praca **[H6]**. Zmiany właściwości elektrochemicznych kompozytów pod wpływem przemywania ich wodą były szczegółowo badane z zastosowaniem spektroskopii impedancyjnej. Badano też ich stabilność w roztworze PBS.

W publikacji **[H3]** Habilitantka przedstawiła wyniki badań pracy biosensora do detekcji cytokin (IL-6, IL-8 i TNF α) zbudowanego na bazie TNT wygrzewanych w argonie TNT/GLY/Ar, na powierzchni których immobilizowała ich przeciwciała. Do detekcji cytokin stosowała technikę EIS. Opracowany biosensor wykazywał bardzo dobre parametry pracy takie jak limit detekcji na poziomie 5 pg/ml, wysoką czułość, w szerokim zakresie liniowości stężeń odpowiadających stężeniom w ludzkiej krwi. Ta praca została pominięta w Autoreferacie Habilitantki.

Ostatnia publikacja **[H5]** wskazana przez Habilitantkę dotyczy modyfikacji powierzchni śruby transpedikularnej Ti6AA14VELI wykonanej ze stopu tytanu, która polegała na pokryciu zwartą warstwą i nanorurkową TiO_2 w procesie anodowania i określenia ich trwałości po implantacji w świński kręg. Ta

praca została również przedstawiona w monografii w Rozdziale 4.1. Śruba po anodowaniu nie była wygrzewana w argonie, a więc należy oczekiwać obecności fluoru w TNT, co może utrudnić potencjalne zastosowanie takiej strategii w implantologii.

W mojej opinii sprawą dyskusyjną jest wskazanie przez Habilitantkę jako podstawę osiągnięcia habilitacyjnego monografii i sześciu publikacji, w których w części te same osiągnięcia są przedstawiane.

Ocena istotnej aktywności naukowej

Całkowity dorobek publikacyjny Habilitantki obejmuje 18 publikacji w czasopismach z listy JCR o współczynniku oddziaływania IF w przedziale 0,40-6,215. Wszystkie indeksowane publikacje ukazały się po uzyskaniu stopnia doktora. W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora opublikowała 5 prac w czasopismach krajowych spoza listy JCR, znajdujących się jedynie na liście ministerialnej (3 publikacje w j. polskim i 2 w j. angielskim). Pomijając dorobek publikacyjny włączony do osiągnięcia habilitacyjnego, po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka jest współautorem 12 publikacji w czasopismach z bazy JCR (IF=0,400-4,152). Spośród tych prac w 6 publikacjach Habilitantka jest pierwszym autorem. Jest też współautorką jednego patentu (2019) dotyczącego sposobu oznaczania cytokin w płynie fizjologicznym, który został zgłoszony w 2015 r. w oparciu o wyniki uzyskane w pracy doktorskiej. Na dorobek Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora składają się ponadto 2 publikacje w krajowych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym z listy MEiN i 5 rozdziałów w monografiach naukowych, w tym dwóch w materiałach konferencyjnych. Najobszerniejszy rozdział pt. „Dysfunkcje układu narządu ruchu człowieka spowodowane obciążeniami impulsowymi" liczący 31 stron, ukazał się w monografii zatytułowanej „Bezpieczeństwo wojsk w aspekcie zagrożeń technicznych i medycznych wynikających z użycia improwizowanych urządzeń wybuchowych (IED)" wydanej przez Wojskowy Instytut Medyczny. Pozostałe rozdziały w monografiach liczą od 9 do 12 stron. Sumaryczny IF zgodnie z rokiem opublikowania dla całego dorobku Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 47,382, a liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science wynosi 92 (bez autocytowań 40). Są to dane z dnia 21.08.2021 podane we wniosku. Liczba punktów MEiN dla całego dorobku wynosi 1700.

Habilitantka w okresie po uzyskaniu stopnia doktora była współautorką 11 prac prezentowanych na konferencjach krajowych, 8 prac na konferencjach krajowych o zasięgu międzynarodowym i 2 międzynarodowych. W większości były to prezentacje ustne. Wygłosiła również dwa wykłady na zaproszenie organizatorów krajowych konferencji naukowych o zasięgu międzynarodowym i jeden wykład na zjeździe naukowym Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej. Wymienione konferencje były organizowane w Zielonej Górze.

Dr inż. Katarzyna Arkusz ma doświadczenie w kierowaniu projektami badawczymi i duże w realizacji projektów jako główny wykonawca bądź wykonawca. W latach 2019-2020 była kierownikiem projektu MINIATURA (NCN), który dotyczył charakterystyki elektrochemicznej nanorurek TiO_2 w aspekcie ich zastosowania w implantologii. Wcześniej w latach 2012-2015 realizowała projekt dotyczący elektrochemicznego biosensora do wykrywania cytokin na podłożu Ti/TiO_2, przyznany w ramach konkursu Diamentowy Grant (MNiSW). Brała też udział w latach 2015-2019 w realizacji projektu badawczego NCBiR „Poprawa bezpieczeństwa i ochrona żołnierzy na misjach poprzez działanie w obszarach wojskowo-medycznym i technicznym". Aktualnie uczestniczy w dwóch projektach jako główny wykonawca (OPUS 17: „Modelowanie zagadnień hydrodynamiki tworzenia medium czynnego

z nanocząsteczkami podczas obróbki ubytkowej w warunkach zminimalizowanego chłodzenia i smarowania"; NCBiR: „Wykorzystanie technologii UV-C w celu redukcji transmisji wirusa SARS-CiV-2 i ograniczenia przenoszenia zakażeń w szpitalach") i jednym jako wykonawca (Program Regionalna Inicjatywa Doskonałości: „Laboratorium Inżynierii Badań Materiałowych). Była wykonawcą w projekcie OPUS 11 (2021) „Interakcja bioresorbowalnego materiału z tkanką w warunkach zmiennych odkształceń na przykładzie cewki moczowej". Habilitantka miała też wsparcie finansowe ze strony macierzystej uczelni w ramach dotacji celowej na prowadzenie badań. W 2020 r. przez 3-miesiące pełniła rolę kierownika zadania „Przeprowadzenie identyfikacji pierwiastków chemicznych uzyskanego materiału po rafinacji metalu – mikroanaliza EDS (powierzchniowa i objętościowa)" na zlecenie Eko Harpoon-Recycling sp. z o.o. w ramach realizacji projektu z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego „Opracowanie innowacyjnej technologii recyklingu metali ze złomu zużytego sprzętu elektronicznego" finansowanego z Programu Operacyjny Inteligentny Rozwój. Ponadto w okresie 2019-2021 była kierownikiem pięciu prac zleconych przez jednostki przemysłowe, które dotyczyły określenia składu pierwiastkowego stopów i analiz mikroskopowych.

Habilitantka współpracuje z Instytutem Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Jest promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich (Marta Nycz, Ewa Paradowska), których promotorem jest prof. dr hab. inż. Dorota G. Pijanowska z tego Instytutu. Tematyka prac dotyczy wykorzystania TNT dekorowanych nanocząstkami Ag i Au do zastosowania w biosensorach. Współpracuje również z Uniwersytetem Medycznym w Poznaniu i międzynarodowym towarzystwem U-Merge Association w temacie poprawy efektywności pracy cewników urologicznych na drodze modyfikacji ich powierzchni.

Dr inż. Katarzyna Arkusz wykonała 22 recenzje dla czasopism naukowych, głównie czasopism wydawnictwa MDPI. Jest też od 2021 roku członkiem Rady Naukowej czasopisma Coatings (IF=2,436, MDPI). Jest też autorką jednej opinii o innowacyjności wniosku składanego w ramach Programu 1.5.1. Rozwój sektora MŚP, finansowanego przez Regionalny Program Operacyjny – Lubuskie 2016.

Habilitantka ma jasno sprecyzowane plany badawcze na przyszłość. Planuje kontynuować dotychczasowe badania dotyczące TNT, ze szczególnym naciskiem na określenie ich właściwości aplikacyjnych w implanotologii, m.in. w zakresie cytoksyczności w przypadku uwalnianych metali z nakompozytów. Warunki do prowadzenia takich badań zostały stworzone na macierzystej uczelni dzięki powstaniu nowego Laboratorium analiz mikrobiologicznych w ramach projektu kierowanego przez Habilitantkę. Nowym ambitnym zadaniem w przyszłych planach badawczych jest synteza dwuściennych nanorurek węglowych TiO_2 i ich zastosowanie w implantologii. Będzie również kontynuować dobrze zapowiadającą się współpracę z U-Merge Association w zakresie modyfikacji powierzchni cewników urologicznych korzystając z dotychczasowych doświadczeń nad modyfikacją TNT.

Ocena osiągnięć w działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Dr inż. Katarzyna Arkusz ma bardzo duże osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej. W dokumentacji wymienia przygotowanie pełnych cykli wykładów i laboratoriów z 16 przedmiotów prowadzonych na kierunku Inżynieria biomedyczna oraz Mechanika i budowa maszyn, a także z 2 przedmiotów na kierunku lekarskim i 4 przedmiotów realizowanych w ramach programu ERASMUS w j. angielskim. Jak pisze w Autoreferacie „jest odpowiedzialna i prowadzi kształcenie na wymienionych wyżej przedmiotach". Była promotorem 17 prac dyplomowych na dwóch kierunkach. Zachodzi pytanie

czy można pogodzić tak intensywną działalność dydaktyczną z działalnością naukową, aby żadna z nich nie ucierpiała na swojej jakości?

Habilitantka wyróżnia się również aktywnością w zakresie realizacji projektów dotyczących kształcenia. Są to dwa projekty. W latach 2014-2015 była koordynatorem projektu pt. „Przygotowanie infrastruktury Uniwersytetu Zielonogórskiego pod potrzeby nowych kierunków kształcenia" współfinansowanego przez UE ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju. W ramach tego projektu na Wydziale Mechanicznym powstało nowe laboratorium Laboratorium prototypowania wyrobów medycznych, a inne zostało mocno zasilone w aparaturę badawczą. Ponadto od roku 2019 bierze udział w szkoleniach realizowanych w ramach projektu NCBiR „Nowoczesne nauczanie oraz praktyczna współpraca z przedsiębiorcami – program rozwoju Uniwersytetu Zielonogórskiego".

Habilitantka ma doświadczenie w pracach komitetów organizacyjnych i naukowych konferencji. W okresie po doktoracie były to trzy konferencje organizowane w Zielonej Górze, w których pełniła rolę członka (XXI Ogólnopolska Konferencja Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej) i przewodniczącej (Międzynarodowa Konferencja Polskiego Towarzystwa Biomechaniki) komitetu organizacyjnego, a w trzeciej była członkiem komitetu naukowego (I International Conference of Engineering Materials SAFETY-ENVIRONMENT-TECHNOLOGY). Jest członkiem kilku towarzystw naukowych, m. in. Polskiego Towarzystwa Biomechaniki (członek Zarządu), Polskiego Towarzystwa Inżynierii Biomedycznej, Bioelectrochemical Society, International Society of Bioelectrochemistry, a także członkiem stowarzyszonym Sekcji Biomechaniki Komitetu Mechaniki PAN.

Od 2014 roku jest opiekunem Koła Naukowego BiomedUZ. O sukcesach w działalności Koła świadczą publikacje, autorami których są członkowie Koła, wystąpienia na konferencjach i udziały w konkursach.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Monografia, „Wpływ modyfikacji wielofunkcyjnych macierzy nanorurek ditlenku tytanu na właściwości adsorpcyjne" i sześciu artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z listy JCR składają się na osiągnięcie habilitacyjne dr. inż. Katarzyny Arkusz, zatytułowane „Wpływ modyfikacji wielofunkcyjnych warstw nanorurek ditlenku tytanu na biozgodność". Prace zostały opublikowane w latach 2018-2021. Sumaryczny IF tych prac wynosi 18,682, liczba punktów MEiN 610, a liczba cytowań 35.

Na podstawie analizy przedstawionej do oceny dokumentacji stwierdzam, że dr inż. Katarzyna Arkusz nie spełnia w pełni wymagań zwyczajowych i ustawowych (art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. z 2021 r., poz. 478, z późniejszymi zmianami) stawianym kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria biomedyczna.

Swoją negatywną decyzje uzasadniam następująco:

- Osiągnięcie habilitacyjne dr inż. Katarzyna Arkusz przedstawione w przedłożonej do oceny dokumentacji stanową niewielki wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna, świadczy o tym mała liczba cytowań prac będących podstawą osiągnięcia habilitacyjnego.
- Niewystarczający dorobek naukowy w zakresie aktywności publikacyjnej poza osiągnięciem habilitacyjnym (12 publikacji IF=0,400-4,152).

- Niska cytowalność dorobku naukowego Habilitantki (92, a 40 bez autocytowań). Ponad 50% całkowitej liczby cytowań stanowią autocytowania (dane z bazy Web od Science wg przedłożonej dokumentacji).
- Niski Indeks Hirscha (HI=7), co świadczy o słabej rozpoznawalności dotychczasowego dorobku naukowego Habilitantki.
- Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitanka nie odbyła żadnego stażu naukowego, ani w Polsce ani za granicą.
- Wkład Habilitantki i współautorów w powstanie publikacji wskazanych jako osiągnięcie habilitacyjne nie został precyzyjnie merytorycznie opisany, a tym samym przekonywująco uzasadniony.

Nieodparcie nasuwa mi się myśl, że Habilitantka przedwcześnie złożyła wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego i forma przedstawionego osiągnięcia naukowego obejmującego monografię i sześć publikacji nie jest najlepsza. Biorąc pod uwagę bardzo interesującą, aktualną i nowoczesną tematykę badawczą, której dotyczy aktywność naukowa Habilitantki, monotematyczny cykl publikacji w dobrych czasopismach naukowych z większą liczbą cytowań wydaje się być dobrym rozwiązaniem i nietrudnym do osiągnięcia w niedalekiej przyszłości mając na uwadze bazę aparaturową jaką dysponuje na Uczelni. W mojej opinii Habilitantka prezentuje duży potencjał, aby uzyskać status samodzielnego pracownika naukowego, tym bardziej że dotychczasowa Jej działalność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna opisana w przekazanej dokumentacji to potwierdza.

Podpisała
G. Grygielewicz
(podpis odręczny)