

Prof.dr hab. inż. Lucyna Jaworska
Instytut Zaawansowanych
Technologii Wytwarzania
w Krakowie

Kraków, 18.11.2016

RECENZJA

Jednorodnego cyklu publikacji

dr inż. Katarzyny Anny Mitury

na temat

„Funkcjonalizacja powierzchni nanoproszków diamentowych”

oraz

ocena całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego
i organizacyjnego

Ocena dorobku naukowego

Doktor inż. Katarzyna Mitura ukończyła studia 3 lipca 1998 roku na Akademii Medycznej w Łodzi, a następnie w roku 1999 podjęła studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej, specjalność: Aparatura i Sprzęt medyczny, które ukończyła w roku 2003. Na tym etapie pracy naukowej uczestniczyła w badaniach dotyczących biogodności diamentu z materiałem biologicznym, w postaci surowicy krwi, w badaniach *in vitro*. W obszarze inżynierii materiałowej uczestniczyła w badaniach nad warstwami węglowymi i diamentowymi, w celu wykazania ich biogodności z organizmem żywym oraz wykazania możliwości występowania odczynów zapalnych, alergicznych, immunologicznych i nowotworowych spowodowanych obecnością implantu metalowego w organizmie żywym. Badania te miały charakter *in vivo* oraz prowadzone były badania kliniczne na ludziach. Wyniki tych badań prezentowała w czasopiśmie Inżynieria Materiałowa i na dwóch zagranicznych konferencjach, w Wielkiej Brytanii i Portugalii. W tym okresie rozpoczęła rozwijać naukowe zainteresowanie nanoproszkiem diamentowym będącym produktem ubocznym w procesie nanoszenia powłok na implanty metalowe metodą PAPVD. Wyniki badań zaprezentowała na konferencji w Granadzie, w Hiszpanii w 2002 roku. Z tej tematyki

zostały opublikowane dwa artykuły w języku angielskim, referat plenarny wygłoszony na konferencji w Granadzie, autorstwa **S. Mitura, K. Bąkowicz: „Bioactivity of diamond”, 13th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, and Nitrides, Granada 2002, Spain – był pierwszym doniesieniem na świecie o bioaktywności diamentu.**

Równolegle dr inż. Katarzyna Anna Mitura zajmowała się zagadnieniem warstw diamentowych jako powłok jubilerskich, zapobiegających alergicznemu objawowi wywołanemu metalozą. Tytuł doktora nauk technicznych obroniła na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej, w dniu 18 listopada 2003 roku, prezentując rozprawę doktorską pt.: „Bioaktywność diamentu”, wykonaną pod kierunkiem Profesora dr hab. inż. Stanisława Mitury. Od 1 grudnia 2003 roku została zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej, w Instytucie Inżynierii Materiałowej, w Zakładzie Inżynierii Biomedycznej. Na tym stanowisku pracowała do 30 września 2013 roku. Równolegle od 1 września 2009 roku pracuje na Politechnice Koszalińskiej, kolejno w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej, w Zakładzie Inżynierii Biomedycznej, od 9 lipca 2012 r. w Instytucie Technologii i Edukacji, od maja 2013r. w Zakładzie Podstaw Radiologii i Radioterapii, od 1 stycznia 2015r. na Wydziale Technologii i Edukacji, w Katedrze Inżynierii Biomedycznej. Pani dr inż. Katarzyna Anna Mitura rozwija uprawnienia medyczne w latach 2000-2011 była zatrudniona na stanowisku młodszego asystenta w Klinice Pneumonologii i Alergologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, PSK nr 1 im. N. Barlickiego. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych praca badawcza dr inż. Katarzyny Anny Mitury była skoncentrowana na charakterystyce warstw nanokrystalicznego diamentu jako bariery dyfuzyjnej, chroniącej przed negatywnym skutkiem obecności implantów metalowych w organizmie żywym. W latach 2006-2007 we współpracy z Ośrodkiem Alergii Zawodowej i Zdrowia Środowiskowego Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi. Kolejno w latach 2006-2009 brała udział w badaniach oddziaływania warstw diamentowych ze środowiskiem organizmu żywego i oceny właściwości antybakteryjnych warstw diamentowych. Wyniki badań wykazały antybakteryjny charakter warstwy diamentowej NCD, w porównaniu z tytanem i stalą medyczną AISI 316L, na której wzrost patogennych szczepów E.coli był największy. Kolejne badania dotyczyły „bariery dyfuzyjnej” dla jonów metali na śrubach Schantza i drutach, z powłokami nanokrystalicznego diamentu. Badania nad warstwami nanokrystalicznego diamentu (NCD) o właściwościach antyadhezyjnych i antybakteryjnymi zaowocowały współpracą z prof. P.A. Revellem z Dental Eastment Hospital w Londynie, w zakresie badania nanocząstek diamentowych oraz

mikrocząstek metalicznych i hydroksyapatytu na komórki uczestniczące w procesie zapalnym i immunologicznym w tkankach i narządach, oddziaływaniu na makrofagi na poziomie *in vitro* i *in vivo*. Badania warstw diamentowych dały podstawy do prac eksperymentalnych dotyczących powierzchni reaktywnej diamentu. Były także początkiem badań w dziedzinie kosmetyki polegających na badaniach kremów z dodatkami proszków diamentowych. Kolejne prace obejmują zagadnienia dotyczące biomateriału jakim jest bionanoceluloza (BNC) wytwarzana przez bakterie *Gluconacetobacter xylinus* oraz modyfikacja tego biomateriału w procesie elektroprzędzenia, celem uzyskania nanowłókniny z bionanocelulozy (BNC), głównie do zastosowań medycznych (opatrunki, filtry biologiczne). Pani Katarzyna Anna Mitura pełniła funkcję kierownika projektu ERA-NET MATERA (European Research Area Materials): New safe multifunctional nanopowders on the basis of carbon powder particles NanoDiaPar 357/ERA-NET/2008, a w pięciu projektach była wykonawcą, w tym w dwóch programach badawczych i wdrożeniowych (np. Opracowanie technologii inżynierii materiałowej, inżynierii powierzchniowej i bioinżynierii dla potrzeb protez serca Strategiczny projekt badawczy w ramach programu wieloletniego Polskie Sztuczne Serce, 2008-2010).

Kontynuując ocenę dorobku naukowego doktor inż. Katarzyny Anny Mitury na podstawie wskazanych publikacji jako osiągnięcia stanowiącego podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego, w postaci cyklu 10 artykułów, o spójnej tematyce można stwierdzić, że aktywność swoją skupiła na badaniach reaktywnej powierzchni nanodiamentu. Początkiem tych badań były rezultaty przedstawione w publikacji K. Bakowicz-Mitura, P. Louda, G. Bartosz, S. Mitura: Bioactivity of Diamond, chapter 11, 99-116; W: S. Mitura, P. Niedzielski, B. Walkowiak, (Eds.): NANODIAM, New technologies for medical applications: studying and production of carbon surfaces allowing for controllable bioactivity PWN, Warszawa 2006. Wnioskiem tej pracy było stwierdzenie, że bioaktywność diamentu wynika z budowy krystalograficznej, hybrydyzacji atomów węgla sp^3 oraz możliwości tworzenia połączeń chemicznych. Osiem przedstawionych jako „osiągnięcie” publikacji stanowiących podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego ma „impact factor”, jedna dodatkowa jest rozdziałem w monografii. Pani Katarzyna Anna Mitura pełniła rolę pierwszego autora dwukrotnie, jest samodzielnym autorem jednej publikacji, w kolejnych publikacjach oszacowała swój udział na 85% i 70%, w dwóch następnych Jej udział stanowi 65%, w kolejnych dwóch udział określiła na poziomie 55%, i w dwóch następnych na 40%, w jednej publikacji udział w pracy wynosił 10%. Niezależnie od wskazanego zaangażowania procentowego we wszystkich publikacjach dr inż. Katarzyna Anna Mitura brała udział w tworzeniu koncepcji całej publikacji, współrealizowała badania, analizowała wyniki badań

oraz formułowała wnioski. W większości prac dodatkowo uczestniczyła w redagowaniu artykułów. Wyniki prac Pani dr inż. Katarzyna Anna Mitura prezentowano na 25 konferencjach, w tym na 20 o zasięgu międzynarodowym, na dwóch została nagrodzona za swoje prezentacje. Pani dr inż. Katarzyna Anna Mitura otrzymała wyróżnienie za pracę doktorską pt. „Bioaktywność Diamentu” z Politechniki Łódzkiej. Dwunastokrotnie Pani Katarzyna Anna Mitura była zapraszana do wygłoszenia referatów naukowych.

Dowodem Jej dokonań naukowych są między innymi publikacje, których liczba opublikowana po uzyskaniu stopnia doktora wykazana w załączniku 3a, oprócz 10 wskazanych jako osiągnięcie do oceny obejmuje 5 dodatkowych znajdujących się w Journal of Citation Reports, 21 pozycji znajdujących się w innych recenzowanych czasopismach. Jest autorem bądź współautorem 18 publikacji opublikowanych w recenzowanych czasopismach zagranicznych indeksowanych przez bazę Web of Science, liczba cytowań w Web of Science wynosi 209, indeks Hirscha Pani dr inż. Katarzyny Anny Mitury według Web of Science wynosi 8. Działalność naukowo-badawcza i publikacyjna Pani Katarzyny Anny Mitury charakteryzuje się ciągłością i spójnością tematyki.

Przed uzyskaniem tytułu doktora Pani Katarzyna Anna Mitura odbyła dwa staże zagraniczne, a po uzyskaniu trzy w: Dental Eastment Hospital, Londyn, (grudzień 2004), Technická Universita v Liberci, Liberec (2008), Alabama University at Birmingham, Birmingham USA (maj 2010).

Pani dr inż. Katarzyna Anna Mitura jest współautorką dwóch polskich patentów.

Reasumując dorobek publikacyjny doktor inżynier Katarzyny Anny Mitury ubiegającej się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie inżynieria materiałowa można uznać za wystarczający.

Działalność organizacyjna i dydaktyczna

Pani dr inż. Katarzyna Anna Mitura na Uniwersytecie Łódzkim prowadziła wykłady, ćwiczenia i seminaria w zakresie Anatomii (II stopień), Biomateriałów – technologii wytwarzania (studia III stopnia), Anatomii i fizjologii (III stopnia), na Politechnice Łódzkiej w zakresie Biotechnologii, Biopomiarów (II stopień), Elementów Kardiologii z chirurgią (II stopień), Bezpieczeństwa procedur medycznych (II stopień), Biokompatybilności materiałów dla medycyny (II stopień) Diagnostyki poimplantacyjnej i materiałów dla medycyny (II stopień) i na Politechnice Koszalińskiej – Inżynierii genetycznej (II stopień), Wprowadzenia do nauk medycznych (II stopień), Biomateriałów (I stopień) i wielu innych kursów.

Sumarycznie na przestrzeni wszystkich lat pracy było to 18 różnych przedmiotów. Pani Dr inż. Katarzyna Anna Mitura prowadziła autorskie wykłady na Technical University of Liberec z zakresie Biomateriałów (studia doktoranckie), Modyfikacja powierzchni biomateriałów (II stopień), Zastosowanie nanomateriałów w medycynie (II stopień), natomiast w Ecole Catholique d'Arts et Metiers –ECAM Lyon prowadziła kurs dla studentów II stopnia studiów Materiały o osnowie węgla w medycynie: wytwarzanie i właściwości. W ramach działalności dydaktycznej była opiekunem 9 prac inżynierskich oraz promotorem 21 prac magisterskich. Funkcję promotora pomocniczego lub opiekuna naukowego pełniła w czterech przewodach doktorskich.

Pełni funkcję kierownika praktyk zawodowych na kierunku Inżynieria Biomedyczna od 2010r i w ramach tej działalności sprawuje opiekę nad studentami odbywającymi praktyki zawodowe z Inżynierii Biomedycznej (PK). W latach 2015/2016 pełni także funkcję opiekuna I roku studentów kierunku Inżynieria Biomedyczna – studia inżynierskie stacjonarne w roku akademickim 2015/2016 PK. W roku 2013 brała udział w budowie Zakładu Podstaw Radiologii i Radioterapii, PK oraz w roku 2015 w budowie Katedry Inżynierii Biomedycznej, PK.

Pani dr inż. Katarzyna Mitura konsultowała oraz brała udział w 2 filmach popularyzatorskich, dotyczących proszków diamentowych: Laboratorium (reż. Wiktor Niedzicki, TVP 1), Diament w Nauce i w Technice (reż. Leszek Orlewicz, TAURUS).

Pani dr inż. K.A. Mitura obecnie jest członkiem i była przewodniczącą Komisji Rewizyjnej w Polskim Stowarzyszeniu Biomateriałów od 2003r do roku 2009.

W latach 2002 do 2010 była członkiem Tissue Engineering Society w Londynie oraz od roku 2016 członkiem Polskiego Towarzystwa Meteorytowego – PTMe.

Z przedstawionych dokumentów wynika, że doktor inż. Katarzyna Anna Mitura jest aktywnym dydaktykiem, opiekunem studentów i stara się kształtować nowe kierunki na Politechnice Koszalińskie. Aktywnie promuje swoją uczelnię i badania na niej realizowane. Dokonania doktor inżynier Katarzyny Anny Mitury również w zakresie organizacyjnym należy ocenić pozytywnie, szczególnie w zakresie rozszerzenia działalności i nowych jednostek znajdujących się na Politechnice Koszalińskiej. Osiągnięcia Habilitantki na polu działalności dydaktycznej i organizacyjnej oceniam wysoko.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Opiniowany jednotematyczny jest cykl publikacji, którego przedmiotem jest „Funkcjonalizacja powierzchni nanoproszków diamentowych”. Na „Cykl” składa się 10 głównie współautorskich artykułów. Są to następujące prace:

1. K. Solarska-Ściuk, A. Gajewska, J. Skolimowski, **K. Mitura**, G. Bartosz: „Stimulation of production of reactive oxygen and nitrogen species in endothelial cells by unmodified and Fenton modified ultradisperse detonation diamond”. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, (2013), 60, 259-265.

(udział 10%).

2. K. Solarska, A. Gajewska, G. Bartosz, **K. Mitura**: „Induction of apoptosis in human endothelial cells by nanodiamond particles”. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, (2012), 12, 5117-5121.

(udział 40%).

3. A. Chwalibog, E. Sawosz, A. Hotowy, J. Szeliga, S. Mitura, **K. Mitura**, M. Grodzik, P. Orłowski, A. Sokołowska: „Visualization of interaction between inorganic nanoparticles and bacteria or fungi”.

International Journal of Nanomedicine, (2010), 5, 1085-1094.

(udział 55%)

4. T. Niemiec, M. Szmidt, E. Sawosz, M. Grodzik, **K. Mitura**: „The effect of diamond nanoparticles on redox and immune parameters in rats”. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, (2011), 11, 9072-9077. (udział 70%).

5. E. Sawosz, A. Chwalibog, **K. Mitura**, S. Mitura, J. Szeliga, T. Niemiec, M. Rupiewicz, M. Grodzik, A. Sokołowska: „Visualisation of morphological interaction of diamond and silver nanoparticles with *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*”. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, (2011), 11, 1-7. (udział 55%)

6. K. Solarska, A. Gajewska, W. Kaczorowski, G. Bartosz, **K. Mitura**: “Effect of nanodiamond powders on the viability and production of reactive oxygen”. *Diamond & Related Materials*, vol. 21, (2012), 9037-9046. (udział 40%)

7. M. Czerniak –Reczulski, P. Niedzielski, A. Balcerczyk, G. Bartosz, A. Karowicz-Bilińska, **K. Mitura**: „Biological properties of different type carbon particles in vitro study on primary culture of endothelial cells”. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, (2010), 10, 1065-1071. (udział 65%)

8. **K. Mitura**: “HR TEM examinations of nanodiamond particles for biomedical application”. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 37/2, (2009), pp. 317-322. (9p). (udział 100%)

9. **K. Mitura**, M. Jędrzejewska-Szczerska, P. Ceynowa, M. Dudek, M. Cicha, I. Kotela, S. Mitura: „Haemocompatibility of non-functionalized and plasma-chemical functionalized detonation nanodiamond particles”. Archives of Metallurgy and Materials, 60, (2015), 73-79. (udział 65%)

10. **K. Mitura**, K. Wyreński, P. Zarzycki: “Bioactive food packaging with nanodiamond particles manufactured by detonation and plasma-chemical methods”. Nanotechnology in Food Industry (Volume 7), rozdział 9, 295-328. ed. A.M. Grumezescu, ELSEVIER 2017. (udział 85%)

Osiem publikacji stanowiących jednotematyczny cykl było recenzowanych i wyróżnionych w bazie Journal Citation Report, jedna publikacja jest rozdziałem w monografii. Dziewięć publikacji jest współautorskich, jedna autorska. Publikacje od 1 do 8 powstały w ramach projektu 357-ERA-NET/2008: “Nowe multifunkcjonalne nanoproszki węglowe”, którego habilitantka była koordynatorem, z ramienia Politechniki Łódzkiej.

Cykl publikacji charakteryzuje się spójnością i ciągłością, jest podsumowaniem dorobku naukowego dr inż. Katarzyny Anny Mitury. ***Celem naukowym tematycznego cyklu dziesięciu wybranych publikacji była charakterystyka powierzchni nanoproszku diamentowego jako biomateriału oraz funkcjonalizacja jego powierzchni.*** Badania habilitantka rozpoczęła od analizy proszków diamentowych, wytwarzanych między innymi metodą RF PACVD oraz MW/RF PACVD i porównania ich właściwości z proszkami nanodiamantowymi wytwarzanych metodą detonacyjną, opisywanych w literaturze jako węgiel cebulowy OLC (ang. *Onion-Like-Carbon*). Cykl badań rozpoczęła od sprawdzenia właściwości biologicznych proszków nanodiamantowych, które różnią się zawartością fazy diamentowej oraz rozmiarem ziarna. Habilitantka wskazała i udowodniła, że aktywność biologiczna fazy diamentowej jest uwarunkowana obecnością wolnych, wiszących wiązań na powierzchni diamentu, co wynika z jego struktury krystalograficznej i przestrzennej hybrydyzacji atomów węgla sp^3 . Wykazała, że proszki diamentowe wraz ze wzrostem zawartości fazy diamentowej i ze zmniejszaniem się wielkości ziarna są bardziej aktywne biologicznie i nie powodują mechanicznego uszkodzenia komórek i drobnoustrojów. W pracy badawczej habilitantka wykorzystwała zaawansowane techniki badawcze z zakresu inżynierii materiałowej wykorzystując skaningowy mikroskop elektronowy SEM, spektroskopię rentgenowską XPS (ang. X-Ray Photoelectron Spectroscopy), paramagnetyczny rezonans

jądrowy EPR, transmisyjny mikroskop elektronowy wysokiej rozdzielczości HR TEM, dokonała pomiaru potencjału zeta. Częścią badań były zaawansowane badania biologiczne oddziaływania różnych rodzajów nanoproszku diamentu i dodatkowo grafitu, z różnymi odczynnikami biologicznymi oraz drobnoustrojami i grzybami. Badania doprowadziły do bardzo ciekawej hipotezy, że badane patogenne mikroorganizmy takie jak gronkowiec złocisty *S.aureus* i bielnik biały *C.albicans* mogą być potencjalnie użyte jako biologiczny nośnik dla nanodiamentu, który unieczynnia aktywność mikroorganizmów, nie powodując bezpośredniego uszkodzenia komórek bakteryjnych i grzybiczych. Bardzo ważnym wnioskiem z badań jest stwierdzenie, że obecność nanocząstek diamentu w organizmie żywym pacjenta nie stwarza zagrożenia (węgiel jest biozgodny z organizmem żywym), a jednocześnie nanocząstki diamentu wykazują bioaktywność w kontakcie z materiałem biologicznym. Wyniki badań pokazały, że proszki diamentowe wytwarzane metodami RF PACVD i MW PACVD wykazują mniejszą cytotoksyczność i mniejszą aktywność biologiczną w porównaniu z proszkiem nanodiamentowym wytwarzanym metodą detonacyjną, co wynika z ich struktury – przewaga wiązań σsp^2 (potwierdzone w badaniu spektroskopii Ramana) na powierzchni proszku oraz większej średniej wielkości ziarna (potwierdzone badaniem w transmisyjnym mikroskopie elektronowym wysokiej rozdzielczości HR TEM). Detonacyjny proszek nanodiamentowy wykazywał większą aktywność biologiczną, w szczególności większą cytotoksyczność w stosunku do komórek śródbłonka, co jest związane z większą ilością fazy diamentowej σsp^3 w proszku i wolnych, reaktywnych wiązań na jego powierzchni oraz mniejszego ziarna proszku. W badaniach habilitantka podjęła próbę chemicznej modyfikacji nanoproszku diamentowego wytwarzanego metodą detonacyjną. Wykonano modyfikację chemiczną nanoproszku diamentowego detonacyjnego za pomocą reakcji Fentona, polegającą na wprowadzeniu grup hydroksylowych ($-OH$) na powierzchnię nanoproszku diamentowego. Badania biologiczne wykazały, że proszek zmodyfikowany wykazuje intensywniejsze działanie antyoksydacyjne na komórkach śródbłonka naczyniowego. Inną metodą modyfikacji powierzchni detonacyjnego nanoproszku diamentowego było zastosowanie metody plazmo-chemicznej w komorze rotacyjnej MW/ PACVD (*ang. Microwave Plasma Activated Chemical Vapour Deposition in rotary chamber*). Wyniki badań materiałowych w spektroskopii w podczerwieni wskazały zwiększenie ilości wiązań karbonylowych ($C=O$) na powierzchni diamentu, co wpłynęło na zwiększenie polarności (hydrofilności) powierzchni diamentu i większą reaktywność biologiczną powierzchni diamentu. Kolejnym etapem badań było wprowadzenie nanoproszków diamentu do opakowań przeznaczonych do przechowywania żywności

z barierą antybakteryjną i kontrolowaną aktywnością antyoksydacyjną wpływającą na przedłużenie terminu przydatności do spożycia.

Wyniki badań wskazują na możliwość uzyskania bioaktywnych opakowań z nanoproszkiem diamentowym. Sukcesem prowadzonych badań jest określenie roli biologicznej różnych postaci diamentu przy użyciu metodyki stosowanej w inżynierii materiałowej, w celu usystematyzowania wyników badań biologicznych. Jednotematyczny cykl publikacji doktor inż. Katarzyny Anny Mitury jest cennym i aktualnym wkładem w rozwój inżynierii materiałowej. Praca ma charakter interdyscyplinarny łączy inżynierię materiałową z biologią i medycyną, usprawiedliwia to obecność współautorów w realizowanych badaniach i w prawie wszystkich (oprócz jednej) przedstawionych do oceny publikacjach. Biorąc pod uwagę czasochłonność i różnorodność badań biologicznych, konieczność pozyskiwania odpowiednich pozwoleń, należy docenić wartość przeprowadzonych badań. Nie zupełnie zgadzam się z tytułem cyklu publikacji, zwłaszcza z określeniem funkcjonalizacja powierzchni, pomimo powszechności tego słowa w inżynierii powierzchni, uważam, że większość przedstawionych badań dotyczyła mechanizmów zachodzących pomiędzy nanodiamentem, a różnymi odczynnikami biologicznymi, jedynie dwie prace dotyczyły modyfikacji powierzchni. Podobnie w autoreferacie parokrotnie pojawia się słowo konglomeracja w stosunku do skłonności nanoproszków diamentu do tworzenia aglomeratów. Wskazane „osiągnięcie” ma charakter interdyscyplinarny, co ma wpływ na zakres badań podlegających ocenie w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa. Recenzent nie jest w stanie ocenić poprawności metodyki badawczej tego „osiągnięcia” w zakresie biologii i medycyny. Generalnie w przedstawionych pracach powinno się znaleźć więcej prac, których pierwszym autorem lub autorem samodzielnym jest jest habilitantka.

Do głównych naukowych i użytkowych osiągnięć Habilitantki należy zaliczyć:

- 1. Zastosowanie nowoczesnych technik inżynierii materiałowej do oceny składu fazowego, mikrostruktury i właściwości nanoproszków diamentowych oraz zastosowanie metod biologicznych (badania *in vitro* i *in vivo*) do oceny biomateriału węglowego.**
- 2. Określenie optymalnej wielkości ziarna nanoproszków diamentowych przeznaczonych do zastosowań biologicznych i w medycynie, od 5 do 60 nm.**
3. Udowodnienie, że faza diamentowa warunkuje aktywność biologiczną proszku ze względu na obecność wolnych wiązań na powierzchni diamentu, co wynika z jego struktury krystalograficznej i przestrzennej hybrydyzacji atomów węgla σp^3 .

4. **Odkrycie, że proszki o wzrastającej zawartości fazy diamentowej i malejącym rozmiarze ziarna są bardziej aktywne biologiczne i nie wywołują mechanicznego uszkodzenia komórek oraz drobnoustrojów.**

Inne osiągnięcia wskazane przez habilitantkę znajdują się w dyscyplinie nauk biologicznych lub mają charakter interdyscyplinarny, należą do nich:

5. Odkrycie większej cytotoksyczności dla komórek ludzkiego śródbłonka naczyniowego (HUVEC) detonacyjnych nanoproszków diamentowych w porównaniu z nanoproszkami diamentowymi i amorficznymi wytwarzanymi metodami plazmochemicznymi, uwarunkowane są mniejszą ich wielkością ziarna, większą powierzchnią właściwą nanoproszków i przewagą fazy diamentowej nad amorficzną.
6. Wykazanie, że chemiczne i plazmochemiczne modyfikacje powierzchni nanoproszków diamentowych wpływają na reaktywność powierzchni diamentu, zmieniają właściwości fizyczne i chemiczne tej powierzchni, zmniejszają wielkość ziarna, zwiększając zawartość fazy diamentowej, ale zmniejszając cytotoksyczność komórkową, spowodowaną wysyceniem wolnych wiązań na powierzchni diamentu.
7. Odkrycie, że nanoproszki diamentowe mogą indukować apoptozę, czyli zaprogramowaną śmierć komórki w badanych liniach komórkowych śródbłonka naczyniowego, ale efekt ten zależy od struktury i wielkości ziarna nanoproszku diamentowego, czyli od metody wytwarzania tego nanoproszku.
8. Uzyskanie hemokompatybilnych z ludzkimi erytrocytami zmodyfikowanych plazmochemicznie detonacyjnych nanocząstek diamentowych z obecnością na powierzchni diamentu grup karbonylowych (C=O).

Wniosek końcowy

Oceniając przedłożoną pracę habilitacyjną doktor inżynier Katarzyny Anny Mitury należy stwierdzić, że zrealizowała Ona szereg oryginalnych doświadczeń o charakterze interdyscyplinarnym. Oryginalność wyników została potwierdzona w załączonych dziesięciu publikacjach. Habilitantka przedstawiła ważne wnioski o charakterze poznawczym. Zrealizowała cel główny tzn. *przeprowadziła badania właściwości powierzchni nanoproszku diamentowego jako biomateriału, udowodniła aktywność biologiczną nanoproszków diamentu oraz dokonała poprawy właściwości powierzchni z uwagi na zjawiska biologiczne (funkcjonalizacji jego powierzchni)*. Wyniki tych badań mogą zaowocować w przyszłości

nowymi lekami, sposobami leczenia, kosmetykami lub opakowaniami dla produktów spożywczych.

Podsumowując, zarówno dorobek publikacyjny, organizacyjny i dydaktyczny doktor inżynier Katarzyny Anny Mitury jak i osiągnięcie naukowe w postaci jednotematycznego cyklu publikacji, w kontekście starań o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie inżynierii materiałowej oceniam pozytywnie.

Biorąc pod uwagę przedłożony cykl publikacji oraz opis dorobku naukowego, autoreferat oraz inne elementy dostarczonej dokumentacji stwierdzam, że spełniają one warunki określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 (Dz.U z 2014, poz.1852, ze zm. W Dz.U. z 2015 r. poz. 249) i wnoszę o dopuszczenie dr inż. Katarzyny Anny Mitury do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

