

Warszawa, 20.02.2019

Dr hab. inż. Wojciech Świąszkowski, Prof. PW
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechnika Warszawska

Recenzja

dorobku naukowego **dr inż. Joanny Mystkowskiej**
ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia
pt. **„Procesy korozji i zużycia tribologicznego wybranych biomateriałów
metalowych w środowisku śliny i jej substytutów”**

i istotnej aktywności naukowej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia
doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria
materiałowa

*Podstawą opracowania niniejszej opinii jest pismo Pana Dziekana Wydziału Inżynierii
Materiałowej, Politechniki Warszawskiej, z dnia 20.11.2018 oraz dołączona do niego
dokumentacja przewodu.*

1. Charakterystyka ogólna

Pani dr inż. Joanna Mystkowska ukończyła studia magisterskie na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej w roku 2003, broniąc pracę magisterską pt.: *Badania nad ogniobezpiecznymi sztywnymi piankami poliuretanowymi*, którą zrealizowała pod kierunkiem prof. dr hab. Gabriela Rokickiego. W 2004 roku obroniła również drugą pracę magisterską na kierunku Zarządzanie i Marketing na Wydziale Inżynierii Produkcji PW.

1 października 2001 rozpoczęła pracę na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Pracując jako asystent prowadziła aktywną działalność naukowo-badawczą w obszarze biomateriałów stosowanych na wypełnienia stomatologiczne. Swoje badania koncentrowała na otrzymywaniu nowych materiałów kompozytowych o korzystnych właściwościach tribologicznych. Wytworzyła i zbadała materiały kompozytowe o osnowie ze zmodyfikowanej

żywicy Bis-GMA oraz napełniaczami proszkowymi, które stanowiły modyfikatory tarcia tj. PE, PTFE, BN, Si₃N₄, oraz nanokrzemionka i źródła fluoru. Właściwości tribologiczne oceniła na oryginalnym symulatorze tarcia. Dodatki organiczne obniżyły współczynnik tarcia, zaś nanokrzemionka zmniejszyła zużycie. Opracowane materiały uwalniały fluor. Pani dr Mystkowska wykazała istotny wpływ obciążeń dynamicznych na kinetykę uwalniania F z kompozytu. Wyniki badań stały się podstawą do powstania publikacji naukowych oraz rozprawy doktorskiej pt.: *Badania fizykochemiczne i tribologiczne materiałów kompozytowych na stałe wypełniania stomatologiczne*, którą Kandydatka obroniła na Wydziale Inżynierii Materiałowej, PW, 7 listopada 2008r.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Habilitantka została zatrudniona na stanowisku adiunkta, w Katedrze Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, na Wydziale Mechanicznym, PB, gdzie pracuje do chwili obecnej.

Pracując na Wydziale Mechanicznym swoją działalność naukowo-badawczą skoncentrowała głównie na badaniu procesów korozji i życia tribologicznego biomateriałów metalowych w środowisku śliny i jej substytutów. Na uwagę zasługuje fakt, że Habilitantka opracowała i opatentowała nowe substytuty śliny. Opracowała również preparaty sztucznej cieczy synowialnej. Badała również bioaktywność nowych stopów tytanu z dodatkiem niobu i żelaza. Kierowała także cyklem badań klejów do protez zębowych, zakończonych zgłoszeniem patentowym. Prowadziła również prace badawcze w celu oceny adhezji mucyny do wybranych biomateriałów. Zajmowała się także biomateriałami polimerowymi na bazie elastomerów poliestrowęgłanouretanowymi, między innymi do zastosowań w inżynierii tkankowej.

Brała udział w realizacji kilku projektów badawczych z zakresu biomateriałów dla zastosowań w stomatologii, współfinansowanych przez NCN, NCBR lub Polpharmę, zakończone licznymi publikacjami naukowymi oraz patentami. Prowadziła szeroką współpracę z różnymi jednostkami naukowymi w kraju i za granicą.

Na uwagę zasługują odbyte przez Habilitantkę staże naukowe w renomowanych uczelniach takich jak Stanford University (2013) czy Politechnika Warszawska (2013), oraz firmach Masterpress i ChM. Ich efektami były publikacje naukowe oraz zdobyta cenna wiedza i doświadczenie.

Doświadczenia z pracy naukowo-badawczej Habilitantka wykorzystywała w działalności dydaktycznej opracowując nowe programy przedmiotów i prowadząc zajęcia ze studentami w języku polskim i angielskim, m.in. z przedmiotów tj.: „Polimery i kompozyty w medycynie”, „Chemia”, „Inżynieria chemiczna”, „Biochemistry and fundamentals of biosensors”, etc.

Podsumowując powyższe rozważania, Pani Dr Joanna Mystkowska zarówno przed jak i po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych prowadziła aktywną działalność naukowo-badawczą. Swoje zainteresowania naukowe koncentrowała na badaniach materiałów dla stomatologii oraz ich interakcji z naturalnymi płynami fizjologicznymi zarówno jak i ich substytutami. Wyniki badań z ostatnich 10 lat stały się podstawą do ubiegania się Pani Dr Joanny Mystkowskiej o stopień doktora habilitowanego.

2. Ocena osiągnięcia naukowego - jednotematycznego cyklu publikacji

Jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Inżynieria materiałowa, Pani dr inż. Joanna Mystkowska przedstawiła, zgodnie z art.16 ust.2 pkt 1 obowiązującej Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki, osiągnięcie naukowe w postaci monografii zatytułowanej: *Procesy korozji i zużycia tribologicznego wybranych biomateriałów metalowych w środowisku śliny i jej substytutów*.

Pani Habilitantka podjęła się istotnego z punktu widzenia inżynierii biomateriałów wyjaśnienia wpływu wybranych czynników środowiska jamy ustnej na korozję oraz zużycie tribologiczne wybranych materiałów stosowanych w stomatologii, ze szczególnym uwzględnieniem śliny naturalnej, jej substytutów, oraz bakterii.

Przedmiotem badań recenzowanej pracy są biomateriały na konstrukcje protetyczne niezbędne do przywrócenia funkcji układu stomatologicznego po utracie zębów. Brak uzębienia skutkuje utrudnieniami żucia oraz zakłóceniem mowy. Powoduje również inne choroby tkanek w jamie ustnej, m.in. schorzenia dziąseł czy zanik tkanki kostnej szczęki i żuchwy.

Inżynierskie konstrukcje protetyczne intensywnie eksploatowane przez pacjentów podczas codziennych czynności życiowych poddawane są działaniu dużych obciążeń mechanicznych oraz wpływowi agresywnego środowiska jamy ustnej. Działanie tych czynników powoduje liczne zniszczenia materiałów stosowanych na implanty. Główne mechanizmy uszkodzeń to korozja, zużycie oraz pękanie. Jednym z czynników, które mogą mieć istotny wpływ na trwałość materiałów implantacyjnych jest ich odporność na zużycie oraz korozję w środowisku jamy ustnej, w obecności śliny i flory bakteryjnej. Ślina naturalna jest płynem, w którego skład oprócz wody (do 99%), wchodzi białka, mocznik i lipidy oraz składniki nieorganiczne w postaci jonów tj. Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, F⁻ etc. Niestety w literaturze przedmiotu jest niewiele prac opisujących wpływ śliny na właściwości tribologiczne oraz korozję materiałów stosowanych na konstrukcje protetyczne. Przeszukując znaną bazę danych artykułów *PubMed*, zawierającą między innymi czasopisma z dyscypliny Inżynieria Materiałów ze specjalności Biomateriały, w latach 1982-2018, znaleziono jedynie 69 prac zawierających hasła: "biomaterials" i "saliva" i "corrosion", oraz zaledwie 13 artykułów, których wystąpiły słowa kluczowe: "biomaterials" i "saliva" i "wear". Podobnie, są tylko nieliczne prace oceniające wpływ biofilmu i bakterii na korozję mikrobiologiczną biomateriałów metalowych.

Aktualność i skala problemu naukowego dowodzą zasadności podjętych przez Habilitantkę i zaprezentowanych w rozprawie habilitacyjnej badań zużycia i korozji biomateriałów w środowisku śliny oraz oceny wpływu bakterii na proces ich korozji.

Recenzowana monografia: *Procesy korozji i zużycia tribologicznego wybranych biomateriałów metalowych w środowisku śliny i jej substytutów*, została wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Białostockiej w 2018 r. Napisana jest w języku polskim i liczy 189 stron. Podzielona jest na: Wstęp, 9 rozdziałów głównych, Podsumowanie, Bibliografię, Streszczenia w j. polskim i angielskim.

Jedną trzecią treści rozprawy stawowi część teoretyczna. Habilitantka opisuje w niej środowisko jamy ustnej, biomateriały metalowe stosowane w stomatologii oraz procesy niszczenia biomateriałów metalowych.

Opis środowiska w jamie ustnej przybliży czytelnikowi skład oraz funkcję śliny i mikroflory (bakterii i grzybów). Autorka wspomina o dostępnych komercyjnie preparatach sztucznej śliny, stosowanych u pacjentów z problemami wydzielania tego płynu fizjologicznego. Prezentuje podstawowe dane na temat wybranych biomateriałów metalowych stosowanych w stomatologii, tj. stale austenityczne, tytan i jego stopy, stopy kobaltu, niklu, złoto, pallad i ich stopy. Oceniając tą część rozprawy można stwierdzić, że jest to skrócone kompendium wiedzy na temat środowiska jamy ustnej, w szczególności występującej w niej ślinie, oraz biomateriałów na konstrukcje protetyczne. Dodatkowa dyskusja najnowszej literatury w obszarze tribologii i korozji materiałów implantacyjnych, które są przedmiotem dalszych badań (316LV, Ti6Al4V, CoCrMo), ze szczególnym uwzględnieniem wpływu mikrostruktury i właściwości materiałów bazowych oraz różnych warstw wierzchnich, na właściwości tribologiczne i odporność korozyjną podniosłaby znacznie wartość naukową opracowania. Brakuje także posumowania całej części teoretycznej, w którym Autorka mogłaby podkreślić istotność badań przeprowadzonych w części badawczej rozprawy.

Głównym celem badań, nakreślonym w oddzielnym rozdziale, była ocena wpływu środowiska jamy ustnej na procesy tarcia, zużycia i korozji wybranych materiałów metalowych stosowanych w protetyce stomatologicznej, ze szczególnym uwzględnieniem roli śliny.

Rola śliny jest na tyle istotna w proponowanych badaniach, że Habilitantka podjęła się wytworzenia nowej substancji płynnej stanowiącej substytut naturalnej śliny, o korzystnych właściwościach smarnych oraz antybakteryjnych.

Autorka zakłada, że wyniki badań mogą wpłynąć docelowo na poprawę żywotności konstrukcji protetycznych.

Główną część rozprawy stanowi opis wyników badań eksperymentalnych zawarty w 5 rozdziałach, na 107 stronach. Większość wyników prezentowanych w tej części zostało już wcześniej opublikowane w 13 artykułach, współautorstwa Habilitantki, w takich czasopismach jak: *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, *Journal of Friction and Wear*, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, czy *Solid State Phenomena*. Czasopisma te zaliczane są do dyscypliny Inżynieria materiałowa.

W Rozdziale 5, *Opracowane preparaty sztucznej śliny*, Autorka opisuje badania własne nad różnymi substytutami śliny naturalnej, które wytwarza, charakteryzuje i porównuje do śliny naturalnej. Preparaty powstały na bazie buforowanego roztworu soli fizjologicznej (PBS) z dodatkiem mucyny lub gumy ksantanowej. Opracowane preparaty zbadano pod kątem ich właściwości fizycznych i chemicznych tj. pH, przewodność elektrolityczna, napięcie powierzchniowe, potencjał zeta, lepkość czy właściwości lepkosprężyste. Wyniki badań wskazują, że kompozycja PBS z dodatkiem mucyny posiada lepkość zbliżoną do naturalnej śliny, zaś PBS z dodatkiem gumy ksantanowej cechuje się właściwościami lepkosprężystymi zbliżonymi do śliny, co może to mieć istotne znaczenie w badaniach tribologicznych. Na

przyszłość, interesujące i użyteczne mogłyby być wyniki badań właściwości reologicznych opracowanych płynów w temp. 37°C.

Podsumowując, Habilitantka opracowała nowy preparat śliny o właściwościach zbliżonych do śliny naturalnej. Obiecujące wyniki badań skłoniły Autorkę wynalazku do jego opatentowania (PL 220402). Użycie w dalszych badaniach tribologicznych nowatorskiego substytutu podnosi wartość naukową recenzowanej rozprawy.

Kolejny rozdział monografii dotyczy oceny odporności na zużycie wybranych materiałów metalowych w obecności śliny naturalnej i opracowanych jej substytutów. Autorka wybrała najczęściej stosowane w stomatologii materiały tj. stal 316LV, stop tytanu Ti6Al4V oraz stop kobaltu Co-Cr-Mo. Badania tribologiczne przeprowadziła na urządzeniu typu sworzeń-tarcza (ang. pin-on-disc) w obecności śliny lub opracowanych preparatów (na mokro) lub w obecności warstewek granicznych pozostałych na powierzchni materiałów trących po ich zanurzeniu w ślinie lub preparatach. Rejestrowała siłę tarcia, co pozwoliło jej wyznaczyć współczynnik tarcia. Ważyła próbki przed testami i po testach tribologicznych w celu wyznaczenia wartości zużycia masowego. Przed i po testach prowadziła także obserwacje mikroskopowe powierzchni trących. Uzyskane wyniki liczbowe opracowano statystycznie.

W przypadku badań tribologicznych „na mokro”, w obecności śliny i jej substytutów, zarówno próbka jak i przeciwpróbka wykonane były ze stopu tytanu Ti6Al4V. Współczynnik tarcia wyznaczony w próbach w środowisku śliny lub opracowanych jej substytutów był znacząco niższy od współczynnika uzyskanego w próbie na sucho. Najniższe współczynniki tarcia otrzymano w przypadku zastosowaniu śliny naturalnej i jej substytutu PBS z dodatkiem mucyny. Jest to zbieżne z wynikami opublikowanymi przez innych badaczy. Dodatek do PBS i mucyny gumy ksantanowej skutkował najniższym zużyciem próbek. Autorka tłumaczy to specyficzną budową i właściwościami gumy ksantanowej.

W przeciwieństwie do testów „na mokro”, w badaniach roli granicznych warstewek smarnych użyto 3 rodzajów materiałów (316LV, Ti6Al4V, Co-Cr-Mo). Próbki jak i przeciwpróbki wykonane były z tego samego materiału. Warstewki graniczne - adsorpcyjne na powierzchniach próbek powstały po ich zanurzeniu na chwilę w ślinie naturalnej lub jej preparatach. Podobnie jak w badaniach „na mokro”, najwyższy współczynnik tarcia oraz najwyższe zużycie uzyskano dla przypadku bez warstewki granicznej. Najniższy współczynnik tarcia niezależnie od badanej pary trącej otrzymano, gdy warstewką smarną był PBS z dodatkiem mucyny. Zaś zużycie było najniższe w przypadku warstewki adsorpcyjnej z PBS wzbogaconego w mucynę i gumę ksantanową. Różnice pomiędzy wynikami dla poszczególnych warstewek nie były jednak statystycznie znaczące. Znaczące różnice były za to widoczne w wielkości zużycia pomiędzy badanymi materiałami. Co było do przewidzenia, najniższym zużyciem charakteryzowały się próbki wykonane ze stopu Co-Cr-Mo. Badania mikroskopowe powierzchni trących wskazały wyraźne ślady zużycia ściernego.

W kolejnych badaniach Autorka podjęła się oceny właściwości tribologicznych i korozyjnych stali 316LV w warunkach frettingu (przy niewielkich przemieszczeniach), w środowisku śliny i opracowanych substytutów. Wyznaczyła współczynnik tarcia potwierdzając pozytywny wpływ śliny i jej substytutów na warunki tarcia i obniżenie siły tarcia. Jakościowe i ilościowe badania

zużycia z wykorzystaniem mikroskopu konfokalnego (CLSM) uwidoczniły najniższy ubytek materiału w strefie tarcia w obecności śliny naturalnej. Natomiast użycie opracowanych przez Habilitantkę preparatów smarnych skutkowało korzystnie niższym zużyciem w porównaniu do preparatu handlowego. Wykonano także zdjęcia mikroskopowe (SEM) i badania składu chemicznego z zastosowaniem mikroanalizy rentgenowskiej (EDS) warstwy wierzchniej w obszarze tarcia i poza nim. Obserwacje mikroskopowe ujawniły typowe dla frettingu mechanizmy zniszczenia materiału, tj. ślady zużycia ściernego, mikropęknięcia, wżery korozyjne, czy delaminację warstwy wierzchniej. Analiza EDS potwierdziła obecność tlenu (jakościowo) i pierwiastków obecnych w obszarze tarcia oraz poza nim. Badania korozyjne na opracowanym do tego celu stanowisku wykazały obniżenie potencjału korozyjnego w warunkach frettingu, w porównaniu do potencjału do stanu przed rozpoczęciem testu i po jego zakończeniu. Może to świadczyć, co Autorka słusznie podkreśla, o niszczeniu warstwy pasywnej w trakcie badań tribologicznych i jej szybkiej odbudowie po zakończeniu badań.

Jako podsumowanie tej części prac Habilitantka proponuje poprawny model fenomenologiczny zjawisk zachodzących w materiałach w warunkach fretting oraz potencjalny wpływ skutków tych zjawisk na organizm człowieka i konstrukcje protez.

Oceniając tą część pracy nasuwają się pewne uwagi dyskusyjne. Planując badania tribologiczne niekorzystnie zostały dobrane wartości chropowatości powierzchni trących wynoszące ok. $R_a=0,2 \mu\text{m}$ lub $R_a=0,4 \mu\text{m}$. Zwykle chropowatość powierzchni trących implantów jest dużo niższa ($R_a=0,01\mu\text{m}$). Wyjaśnienie doboru tak dużych chropowatości i ich ewentualnego wpływu na uzyskane wyniki parametrów tribologicznych byłoby wartościowe dla recenzowanej pracy. Brakuje także dyskusji ewentualnego wpływu czasu próby i wzrostu temperatury obszaru tarcia na właściwości smarne śliny oraz jej substytutów i tym samym na warunki smarne. Nie znany jest także powód przeprowadzenia badań tribologicznych w środowisku śliny i jej substytutów tylko dla jednego materiału – Ti6Al4V. Wyniki dla różnych materiałów podniosłyby wartość pracy. Mimo, że obecność tlenu i tlenków w warstwie wierzchniej próbek po badaniach tribologicznych jest niepodważalna, to podawanie ilościowego udziału tlenu wyznaczonego w badaniach składu chemicznego z wykorzystaniem mikroanalizy rentgenowskiej (EDS) (Tabela 6.7) jest dyskusyjne. Trudno jest w analizie EDS wiarygodnie wyznaczyć udział procentowy tlenu (bez jakichkolwiek wzorców) w obecności pierwiastków ciężkich.

Rozdział 7 recenzowanej monografii, który mógłby być z powodzeniem scalony z Rozdziałem 6, jest skrótowym opisem oceny korozji elektrochemicznej stopu tytanu Ti6Al4V w środowisku śliny naturalnej, opracowanych jej substytutów oraz 3 preparatów handlowych. Typowe, przeprowadzone zgodnie z normą badania zmierzające do oceny wpływu środowiska śliny i jej substytutów na odporności korozyjną stopu tytanu wykazały najwyższe (najkorzystniejsze) wartości potencjału korozyjnego oraz oporu polaryzacji dla śliny naturalnej.

Jednym z najbardziej interesujących i oryginalnych badań opisanych w monografii są badania korozji mikrobiologicznej wybranych biomateriałów metalowych w obecności bakterii redukujących siarczany - *Desulfotomaculum nigrificans*. Obecność na powierzchni biomateriałów biofilmu z tych beztlenowców skutkowało ich silną korozją mikrobiologiczną.

Autorka potwierdziła to szeroko zakrojonymi badaniami mikroskopowymi (CLSM), połączonymi z analizą ilościową uzyskanych obrazów. Wykazała, że najwyższą odpornością korozyjną cechował się Ti6Al4V. Zaś stop Co-Cr-Mo posiadał wyższą odporność niż stal 316LV. Wyniki te są w zgodzie z danymi literaturowymi. Przeprowadziła także badania mikroskopowe warstwy wierzchniej 316LV po badaniach korozji mikrobiologicznej, stosując do tego celu mikroskopię transmisyjną (STEM). Próbki do badań przygotowano z użyciem mikroskopu jonowego (FIB). Otrzymane wysokorozdzielcze obrazy mikrostruktury i substruktury warstwy wierzchniej uwidocznily obecność warstewki tlenkowej, o grubości ok. 20nm. Na uwagę zasługuje mikroanaliza składu chemicznego w cienkiej warstewce wierzchniej próbek z 316L i Co-Cr-Mo po badaniach mikrobiologicznych, przeprowadzona z zastosowaniem optycznej spektrometrii emisyjnej z wyładowaniem jarzeniowym, która uwidocznily obecność znikomych ilości siarki (Rys. 8.17). Obecność siarki może być efektem redukcji przez badane bakterie siarczanów obecnych w podłożu agarowym TSI.

Dyskusyjne jest formułowanie na podstawie badań STEM wniosków o skutkach korozji mikrobiologicznej bez porównania struktury i substruktury warstwy wierzchniej próbki będącej w kontakcie z bakteriami do warstwy próbki kontrolnej (bez kontaktu z bakteriami). Brakuje też dla porównania, wyników badań składu chemicznego (GDOES) warstewek wierzchnich próbek kontrolnych. Podobnie jak już wyżej nadmieniono podawanie ilościowego udziału tlenu wyznaczonego w badaniach składu chemicznego z wykorzystaniem mikroanalizy rentgenowskiej (EDS) (Rys.8.16) jest mało wiarygodne.

Rozdział 9 dotyczy badań modyfikacji wcześniej opracowanych preparatów w celu nadania im właściwości przeciwdrobnoustrojowych. Habilitantka dodała do preparatów znane substancje o działaniu grzybo- i bakterioobójczym, tj. ceragenina CSA-13, i nanocząstki magnetyczne pokryte złotem (MNP@Au). Badania wykazały, że zmodyfikowane preparaty hamowały wzrost grzybów (w obecności CSA-13) i bakterii (w obecności MNP@Au).

Z punktu widzenia inżynierii materiałowej interesujące byłoby wzbogacenie rozdziału w bardziej szczegółowy opis otrzymanych nanocząstek.

Rozdział *Bibliografia* zawiera wykaz cytowanych w pracy publikacji naukowych. Jest ona obszerna i liczy 328 pozycji. Są to głównie artykuły naukowe z czasopism z listy JCR.

Pisząc monografię Autorka nie ustrzegła się drobnych błędów edytorskich. Główną uwagą krytyczną do strony edytorskiej recenzowanej monografii są pewnie nieścisłości pomiędzy niektórymi cytowanymi wynikami badań umieszczonymi w artykułach Habilitantki, a ich odpowiednikami w monografii, np. jest niezgodność pomiędzy Rys. 8.17, a Rys. 5 w publikacji [202].

Podsumowując stwierdzam, że uzyskane osiągnięcia dr inż. Joanny Mystkowskiej, przedstawione w recenzowanej monografii, wnoszą wkład w rozwój dyscypliny naukowej – Inżynieria materiałowa, w szczególności w obszarach: 1) badań właściwości tribologicznych i korozyjnych wybranych biomateriałów metalowych w środowisku śliny naturalnej i jej

substytutów; 2) badań właściwości korozyjnych wybranych biomateriałów metalowych w obecności biofilmu bakteryjnego.

Substytuty śliny użyte w badań materiałowych zostały opracowane, przebadane i opatentowane przez Panią Habilitantkę. Dodatkowo zastosowała w nich oryginalne składniki przeciwdrobnoustrojowe, które hamowały wzrost biofilmu z grzybów i bakterii.

Spełniony został zatem wymóg ustalony kryteriami Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym określonych w art. 16 pkt.1.

3. Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Habilitantki

Pani dr inż. Joanna Mystkowska przedstawiła dorobek naukowy wystarczający dla dokonania pozytywnej oceny. Dorobek publikacyjny Habilitantki składa się 19 artykułów z bazy JCR, w tym 17 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Większość czasopism, w których publikuje Kandydatka jest zaliczana do dyscypliny Inżynieria materiałowa. Są wśród nich takie tytuły jak: *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, *Journal of Friction and Wear*, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, *Journal of Polymer Research*, czy *Journal of Biomedical Nanotechnology*. Średni IF czasopism, w których publikuje Pani Doktor wynosi 1,86. Zaś sumaryczny IF tych czasopism wynosi 31,719. Opublikowane prace są rozpoznawalne w środowisku naukowym. Liczba cytowań (bez autocytowań) wg. bazy WoS wynosi 59, zaś wg. bazy Scopus 96. Wskaźnik h wynosi 4 wg. WoS i 5. Dane bibliometryczne na dzień sporządzenia recenzji wzrosły. W bazie Scopus jest 33 prac współautorstwa Pani Doktor Mystkowskiej (24 z nich Scopus zalicza do dyscypliny Inżynieria materiałowa). Indeks H wynosi 6 zaś liczba cytowani 113. Pozostałe prace Habilitantki opublikowane są w czasopismach spoza bazy JCR (30, w tym 19 po doktoracie) oraz jako rozdziały w monografiach (3, w tym 2 po doktoracie). Są wśród nich takie pozycje jak: *Solid State Phenomena*, *Inżynieria biomateriałów*, *Acta Mechanica et Automatica*. Udział Kandydatki w publikacjach jest szacowany od 30 do 100%. Często jest pierwszym Autorem.

Pani Doktor jest współautorem 4 patentów, w tym 3 po doktoracie. Jeden z jej wynalazków, środek klejący na bazie tertrahydrofuranu, został wdrożony do procesu produkcyjnego w jednej z polskich firm.

Habilitantka prezentowała wyniki badań na licznych konferencjach międzynarodowych i krajowych, w liczbie 20. Habilitantka brała także udział w realizacji 2 projektów naukowo-badawczych krajowych, finansowanych przez NCBR i NCN. Realizowała również mniejsze projekty w ramach prac statutowych na Politechnice Białostockiej. Kierował 3 projektami realizowanymi na rzecz firm.

Za swoją działalność naukową Pani dr inż. Joanna Mystkowska była wielokrotnie wyróżniana nagrodami i stypendiami (10). Między innymi uzyskała z MNiSW stypendium naukowe dla wybitnych młodych naukowców (2014-2017), czy też nagrody zespołowe i indywidualne Rektora PB (2009, 2010, 2012-2015).

Odbyła także staże zagraniczne i wizyty studyjne w renomowanych jednostkach naukowych tj. Stanford University, University of California, NASA, Lawrence Berkeley National Laboratory.

Podsumowując, pozytywnie oceniam dorobek naukowy i publikacyjny Pani dr Joanny Mystkowskiej, który został znacząco powiększony po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych. Liczba cytowań i indeks H wzrósł po doktoracie. W celu wzmocnienia rozpoznawalności w środowisku naukowym, zaleca się, aby Habilitantka podjęła próbę publikacji wyników w czasopismach o wyższym IF, co przełoży się w przyszłości na wyższą liczbę cytowań.

Pani dr inż. Joanna Mystkowska prowadzi aktywną działalność dydaktyczną na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Opracowała autorskie programy nauczania oraz prowadzi zajęcia wykładowe, projektowe i laboratoryjne z przedmiotów tj. *Chemia, Biochemia i podstawy biosensorów, Polimery i kompozyty w medycynie, Inżynieria chemiczna, Przetwórstwo tworzyw sztucznych*. Jest kierownikiem laboratoriów dydaktycznych tj. *Laboratorium Chemii, Laboratorium Badań Fizykochemicznych, czy Laboratorium Tworzyw Sztucznych i Kompozytów*.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitantka była promotorem 43 prac inżynierskich i 8 magisterskich. Pełni również rolę promotora pomocniczego i opiekuna naukowego w dwóch pracach doktorskich.

Reasumując, wysoko oceniam działalność dydaktyczną Pani dr inż. Joanny Mystkowskiej.

Oceniając dorobek organizacyjny dr inż. Joanny Mystkowskiej należy podkreślić jej aktywną współpracę naukową z wieloma ośrodkami naukowymi, krajowymi i zagranicznymi. Ponadto Pani Doktor brała udział w 2 projektach badawczych (NCN i NCBR). Jest też członkiem 1 stowarzyszenia: Stowarzyszenie TOP500 Innovators. W okresie 2013-2018 wykonała łącznie 29 recenzji artykułów dla takich czasopism jak: *International Journal of Nanomedicine, Polymers, International Journal of Molecular Science, Materials*, etc.

Habilitantka prowadzi aktywną działalność na rzecz Politechniki Białostockiej, będąc członkiem kilku komisji wydziałowych, m.in. Stałej Komisji ds. Studenckich i dydaktyki Wydziału Mechanicznego, PW, lub komisji do opracowania programu studiów w j. angielskim czy nowego kierunku studiów Inżynieria Materiałowa i Wytwarzania. Jest także koordynatorem wydziałowym ds. Programu Erasmus.

Biorąc pod uwagę powyższe fakty, dobrze oceniam działalność organizacyjną Pani dr inż. Joanny Mystkowskiej.

Podsumowując, dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny Kandydatki uwzględniający kryteria wymagań stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego, został zestawiony w Tabeli 1.

Tabela 1. Osiągnięcia Habilitantki dotyczące pozostałych wymagań stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego

Kryterium według § 3 p.4, §4 i §5 Rozporządzenia	Wypełnienie kryterium (tak/nie i liczba)
Dorobek naukowo-badawczy	
Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	Tak/17
Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego	Tak/1
Udzielone patenty, zgłoszenia patentowe, wzory użytkowe	Tak/4
Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	NIE
Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście JCR	Tak/21
Autorstwo lub współautorstwo opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz	Tak/ 7
Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR)	31,719
Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)	67 (59 bez autocytowań)
Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS)	4
Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach;	Tak/2
Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową	Tak/10
Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych	Tak/20
Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz współpraca międzynarodowej	
Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych	Tak/7
Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych	Tak/20
Udział w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	Tak/7

Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych lub krajowych konferencji	Tak/3
Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej	Tak/2
Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	Tak/1
Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami	Tak/1
Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	Nie
Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych	Tak/1
Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	Tak/39
Opieka naukowa nad studentami	Tak/51
Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich	Tak/2
Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	Tak/5
Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców	Tak/2
Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	Nie
Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych	Tak/1
Recenzowanie publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych	Tak/29

Przedstawiony powyżej dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny Pani dr inż. Joanny Mystkowskiej spełnia wymagania zawarte w odpowiednim rozporządzeniu MNiSzW z dnia 19 stycznia 2018 roku.

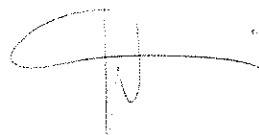
4. Wniosek końcowy

Dr inż. Joanna Mystkowska po uzyskaniu stopnia naukowego doktora kontynuowała działalność naukowo-badawczą prowadząc badania w obszarze inżynierii biomateriałów, oraz prezentując wyniki na konferencjach naukowych i czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Wniosła wkład do dyscypliny Inżynieria materiałowa, w szczególności w tematyce:

- badania właściwości tribologicznych i korozyjnych wybranych biomateriałów metalowych w środowisku śliny naturalnej i jej substytutów;
- badania właściwości korozyjnych wybranych biomateriałów metalowych w obecności biofilmu bakteryjnego;

Na podkreślenie zasługuje także fakt, że substytuty śliny użyte w badań materiałowych zostały opracowane, przebadane i opatentowane przez Panią Habilitantkę. Dodatkowo zastosowała w nich oryginalne składniki przeciwdrobnoustrojowe hamujące wzrost biofilmu.

Pani Doktor Joanna Mystkowska posiada znaczny dorobek naukowy, dydaktyczny oraz organizacyjny i spełnia wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (*Ustawa o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03. 2003 r.- Dz. U. RP z 16 04. 2003 roku*) dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria materiałowa, w związku z czym wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Politechniki Warszawskiej, **o nadanie Pani dr inż. Joanny Mystkowskiej stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria materiałowa.**



Wojciech Świążkowski