Radom, 24 marca 2023

Prof. dr hab. inż. Jerzy Smolik
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
26-600 Radom, Pułaskiego 6/10

Ocena całokształtu dorobku naukowego w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Anity Kajzer w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie: inżynieria biomedyczna

Opinia obejmuje ocenę całokształtu dorobku naukowego w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Anity KAJZER, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie: inżynieria biomedyczna.

Podstawą formalną opracowania opinii było pismo Z-cy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna, prof. dra hab. inż. Krzysztofa Fujarewicza, wystosowane w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej, powołującą mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Anity Kajzer.

Podstawę merytoryczną umożliwiającą opracowanie opinii stanowił wniosek przewodni Habilitantki do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna wraz z następującymi załącznikami:

Załącznik 1: Dane Wnioskodawcy;

Załącznik 2: Autoreferat;

Załącznik 3: Wykaz osiągnięć naukowych Habilitantki, tj. opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki;

Załącznik 4: Poświadczona kopia dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych;

Załącznik 5: Egzemplarz monografii autorskiej pt: „*Kształtowanie właściwości użytkowych stabilizatorów ze stali 316LVM stosowanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej*”, wydanej nakładem Wydawnictwa Politechniki Śląskiej, stanowiącej wskazane przez Habilitantkę autorskie osiągnięcie naukowe;

1. Ogólna charakterystyka Habilitantki

Dr inż. Anita KAJZER jest absolwentką Wydziału Mechanicznego-Technologicznego Politechniki Śląskiej, którą ukończyła w roku 2000. Bezpośrednio po zakończeniu studiów magisterskich Habilitantka rozpoczęła studia doktoranckie, również na Wydziale Mechanicznym-Technologicznym Politechniki Śląskiej, zakończone obroną pracy doktorskiej pt. „*Kształtowanie jakości biomateriałów metalowych stosowanych do elastycznej osteoporozy śródszpikowej u dzieci*”, przygotowanej pod opieką naukową prof. dra hab. inż. Jana Marciniaka w dyscyplinie inżynieria materiałowa, w lipcu 2005 roku. Tematyka przewodu doktorskiego dr inż. Anity KAJZER była ściśle powiązana z tematyką projektów badawczych realizowanych w zespole naukowym prof. dra hab. inż. Jana Marciniaka, co spowodowało aktywny rozwój naukowy Habilitantki już w tym okresie.

W okresie studiów doktoranckich Habilitantka była współrealizatorką dwóch projektów badawczych, współautorką 7 publikacji naukowych, a także brała udział w 3 konferencjach naukowych o tematyce inżynierii materiałowej i bioinżynierii.

Po uzyskaniu stopnia doktora, tj. od dnia 01 sierpnia 2005 roku dr inż. Anita KAJZER rozpoczęła pracę zawodową na stanowisku adiunkta, w Zakładzie Biomateriałów i Inżynierii Biomedycznej na Wydziale Mechanicznym-Technologicznym Politechniki Śląskiej. Od 01 września 2011 roku została zatrudniona jako adiunkt – pracownik naukowo-dydaktyczny, na nowo powołanym Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej. Na podstawie analizy dorobku naukowego Habilitantki należy stwierdzić, że tematyka badawcza, w realizacji której dr inż. Anita KAJZER brała udział w okresie po uzyskaniu stopnia doktora, przez cały czas była ściśle skoncentrowana wokół zagadnień dotyczących projektowania i wytwarzania biomateriałów oraz praktycznego wykorzystania wytwarzanych z nich implantów. Badania z udziałem Habilitantki dotyczyły analizy wpływu właściwości biomateriałów na ich odporność korozyjną, jak również na ich właściwości biomechaniczne w środowisku fizjologicznym organizmu ludzkiego. W swoich pracach dr inż. Anita KAJZER wykazała istotność procesów tarcia pomiędzy ruchomymi elementami implantów oraz ich wpływ na proces niszczenia warstwy pasywnej i przenikanie jonów pierwiastków biomateriału do organizmu ludzkiego.

Przeprowadzona ogólna charakterystyka działalności naukowej i pracy zawodowej dr inż. Anity KAJZER wskazuje na ukierunkowany pod względem zainteresowań naukowo-badawczych rozwój naukowy.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, dr inż. Anita KAJZER wskazała monografię autorską pt. „*Kształtowanie właściwości użytkowych stabilizatorów ze stali 316LVM stosowanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej*”. Monografia została wydana w roku 2022, przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Monografia dotyczy oceny właściwości fizycznych, chemicznych oraz biomechanicznych stabilizatorów wieloelementowych wykonanych ze stali 316LVM, z wytworzoną na powierzchni węgloazotowaną warstwą dyfuzyjną, wykorzystywanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej.

Treść monografii obejmującą 130 stron, podzielono na 6 głównych rozdziałów poprzedzonych podziękowaniami, spisem treści oraz wykazem ważniejszych skrótów i oznaczeń, a także uzupełnionych bibliografią oraz streszczeniami w języku polskim i języku angielskim. Monografia oparta jest na 163 pozycjach literaturowych, w tym na 11 pozycjach literaturowych z udziałem Habilitantki (141, 152 ÷ 155, 157 ÷ 161, 163).

W rozdziale *1. Wprowadzenie* Autorka przedstawiła problematykę związaną z wymaganiami stawianymi implantom wieloelementowym, ze szczególnym uwzględnieniem stabilizatorów klatki piersiowej. Wskazuje przy tym na bardzo istotne znaczenie wybranych właściwości, w tym m.in.: odporności na ścieranie elementów ruchomych, stanu naprężeń w układzie wieloelementowym koniecznego do prawidłowego modelowania układu kostnego, jak również odporności korozyjnej, a także stabilności wymienionych właściwości w całym procesie przygotowania implantów.

W rozdziale *2. Przegląd literatury* Habilitantka opisałą proces leczenia deformacji przedniej ściany klatki piersiowej z wykorzystaniem implantów metalowych. Przedstawiła

także różne metody kształtowania właściwości warstwy wierzchniej implantów metalowych, w tym takich jak: polerowanie elektrochemiczne oraz wytwarzanie warstw i powłok różnymi metodami inżynierii powierzchni. Autorka monografii zwraca uwagę na potencjał, jaki w tym zakresie niosą ze sobą warstwy dyfuzyjne, w tym m.in.: warstwy węglowe i węgloazotowe. Habilitantka wskazuje przy tej okazji na brak informacji dotyczących właściwości tych warstw, istotnych dla procesu implantacji medycznej, w odniesieniu do gotowych wyrobów, tj. systemów wieloelementowych poddanych określonym oddziaływaniom mechanicznym, tarciowym i biologicznym.

W rozdziale *3. Badania własne*, Autorka przedstawiła cel i tezę podjętych przez siebie prac badawczych. Na podstawie dokonanej w rozdziale 2 analizy wiedzy, Habilitantka postawiła tezę, że „*istnieje możliwość wytworzenia dyfuzyjnej warstwy austenitu azotowęglowego na podłożu ze stali 316LVM stosowanej na stabilizatory wieloelementowe zapewniającej wzrost właściwości biotribologicznych oraz biozgodności*". Następnie opisała materiał wybrany do badań (stal 316LVM) oraz przedstawiła szczegółowy schemat wybranej metody obróbki powierzchniowej, a także dokonała wyboru metodyki badawczej w celu scharakteryzowania wybranych właściwości fizycznych, chemicznych, tribologicznych oraz biomechnicznych wytworzonych elementów implantów.

Rozdział 4 monografii *Wyniki badań* stanowi przedstawienie uzyskanych wyników badań wraz z prezentacją graficzną w postaci wykresów i fotografii.

Rozdział 5: *Omówienie wyników badań* jest przedstawieniem uzyskanych wyników badań wraz z ich pogłębioną analizą.

W rozdziale 6: *Wnioski* Habilitantka przeprowadziła porównanie właściwości stali 316LVM z wytworzoną na powierzchni warstwą dyfuzyjną w procesie węgloazotowania z właściwościami stali 316LVM polerowanej elektrochemicznie i pasywowanej chemicznie. Autorka sformułowała w tym zakresie 7 punktów, które określiła jako „*uogólnienia o charakterze poznawczym i aplikacyjnym*".

Nie ulega wątpliwości, że badania podjęte przez Habilitantkę w zakresie oceny właściwości biotribologicznych i odporności korozyjnej stali 316LVM z wytworzoną na powierzchni warstwą węgloazotowaną, należy zaliczyć do bardzo ciekawych i nowatorskich zagadnień badawczych, w takich dyscyplinach naukowych jak inżynieria biomedyczna oraz inżynieria materiałowa. We wniosku do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, Habilitantka wskazała dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinę naukową inżynieria biomedyczna. Zgodnie z ustawą w takiej właśnie dyscyplinie naukowej wniosek powinien być oceniany.

W swoich badaniach dr inż. Anita KAJZER wykazała, że zaproponowane, zmodyfikowane rozwiązanie wieloelementowego stabilizatora klatki piersiowej, może być w pełni skuteczne w leczeniu klinicznym (wymaga to jeszcze potwierdzenia w dalszych badaniach klinicznych). Habilitantka wykazała również poprawność przeprowadzonych symulacji numerycznych dotyczących zaproponowanego rozwiązania konstrukcyjnego stabilizatora, a także stabilności układu mechanicznego stabilizatora w testach z wykorzystaniem świńskiej klatki piersiowej. Uzyskane w tym zakresie wyniki należy uznać za duże i znaczące rozszerzenie wiedzy w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Tym nie mniej zakres badań naukowych składających się na wskazane osiągnięcie naukowe, w znacznej części dotyczy dyscypliny inżynieria materiałowa. Wynika to z celu pracy, w którym Habilitantka pisze, że: „*Zasadniczym celem zrealizowanych badań była ocena wpływu wytworzonej w procesie niskotemperaturowego azotonawęglania jarzeniowego*

warstwy na właściwości biotribologiczne, fizyczne oraz chemiczne powierzchni implantów ze stali 316LVM poddanej procesowi sterylizacji i ekspozycji w symulowanym środowisku tkankowym". Tak sformułowany zakres i cel prac badawczych składających się na główne osiągnięcie naukowe Habilitantki wymaga realizacji badań mieszczących się bezpośrednio w dyscyplinie inżynieria materiałowa, takich jak: realizacja procesów obróbki powierzchniowej, badania mikrostruktury, badania odporności korozyjnej, czy też badania odporności na zużycie ścierne. Uzyskane w tym zakresie wyniki bezpośrednio decydują o efektywności projektowanego rozwiązania. Dlatego też chcę zwrócić uwagę na kilka zagadnień dotyczących przygotowanej monografii, w tym metodyki badawczej oraz analizy uzyskanych wyników badań.

Wysoko należy ocenić wiedzę i działania Habilitantki w zakresie problematyki dotyczącej deformacji przedniej ściany klatki piersiowej, w tym: wymagań dotyczących procesu leczenia oraz związanych z tym problemów. To umożliwiło Habilitantce prawidłowe sformułowanie tematyki i zakresu działań naukowych składających się na zgłoszone osiągnięcie naukowe. Trzeba również podkreślić, że interdyscyplinarny charakter podjętych badań naukowych, łączący uwarunkowania z obszarów medycyny i nauk technicznych, zaliczyć należy do jednego z trudniejszych wyzwań badawczych.

W rozdziale 2.4, podsumowując przegląd literatury nt. metod obróbki powierzchniowej biomateriałów, Habilitantka definiuje nowatorski charakter swoich badań. Wskazuje, że **elementy konstrukcyjne ze stali 316LVM z wytworzoną na powierzchni warstwą węgloazotowaną nie były badane pod kątem wpływu procesu sterylizacji, oddziaływania płynów ustrojowych człowieka, jak również wpływu odkształceń mechanicznych i procesów tarcia na ich odporność korozyjną oraz intensywność uwalniania jonów metali ze stali do organizmu człowieka. W opinii Recenzenta tak określony sposób działań badawczych należy uznać za największe osiągnięcie poznawcze Habilitantki, wypełniające lukę w istniejącej wiedzy**.

Jednocześnie jednak, tak określony sposób działań badawczych, zdefiniowany cel tych działań oraz postawiona teza badawcza jednoznacznie wskazują, że **dla określenia efektywności projektowanego rozwiązania, decydujące znaczenie ma porównanie wyników badań korozyjnych i towarzyszącej im analizy intensywności uwalniania jonów metali do roztworu oraz odporności na zużycie ścierne, uzyskanych dla elementów ze stali 316LVM przed i po procesie węgloazotowania**. Ważne przy tym jest aby w obu przypadkach porównanie było realizowane dla próbek po procesie sterylizacji i po działaniu płynu Ringera, imitującego środowisko tkankowe. Takim działaniom podlegały będą bowiem elementy przyszłych wszczepów. Porównywanie wyników powinno więc dotyczyć próbek oznaczonych przez Habilitantkę jako PESR – próbki ze stali 316LVM po procesie polerowania elektrochemicznego, pasywacji i działaniu płynu Ringera oraz ANCSR – próbki ze stali 316LVM z wytworzoną warstwą węgloazotowaną po procesie pasywacji i działaniu płynu Ringera.

W pierwszej kolejności chcę się odnieść do wyboru metody obróbki powierzchniowej. Ze względu na możliwość wytwarzania warstw dyfuzyjnych o równomiernej grubości, zwiększających twardość warstwy wierzchniej, wybór metody węgloazotowania jarzeniowego elementów spolaryzowanych potencjałem środowiska plazmy, należy uznać za bardzo trafny. Rzeczywiście jest to jedna z niewielu metod wykorzystujących wyładowanie jarzeniowe, zapewniająca równomierność grubości i właściwości wytworzonej warstwy, niezależnie od geometrii elementów poddanych obróbce. Tym nie mniej wprowadzanie węgla do stali 316LVM o specjalnie obniżonej zawartości węgla może skutkować pogorszeniem jej odporności korozyjnej. Trudno także zgodzić się ze stwierdzeniem Habilitantki, że: cytat, str.51, w.6-7: „*osiągnięciem poznawczym jest opracowanie oryginalnej metodyki modyfikacji*

powierzchni". Wybrana przez Habilitantkę metoda obróbki powierzchniowej została opracowana przez zespół prof. Tadeusza Wierzchonia na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej na początku lat dwutysięcznych i jest od wielu lat z powodzeniem stosowana do obróbki stopów tytanu. Była wielokrotnie publikowana pod nazwą „metoda węgloazotowania jarzeniowego". Stąd termin podany w monografii „azotonawęglanie" uznać należy za niefortunny, przy czym w jednym przypadku na str.46, w.25, Habilitantka przytacza termin prawidłowy – „węgloazotowanie"

Analizując wyniki badań odporności na korozję wżerową pokazane w tabeli 8 należy stwierdzić, że zarówno potencjał korozji (E_{kor}), potencjał przebicia (E_b), jak i opór polaryzacyjny (R_p), zmierzone dla próbek ANCSR, mają wartości mniejsze niż w przypadku próbek PESR. Wskazuje to, że po procesie pasywacji i działaniu płynu Ringera, stal 316LVM z wytworzoną warstwą węgloazotowaną (ANCSR) ma mniejszą odporność na korozję wżerową niż stal 316LVM bez warstwy węgloazotowanej (PESR). Wprawdzie wartość prądu korozji i_{kor}(ANCSR) < i_{kor}(PESR), ale świadczy to jedynie o mniejszej intensywności zachodzącego już procesu korozyjnego.

W ramach badań odporności na korozję szczelinową, na rysunku 60b pokazano zmiany gęstości prądu (j) w czasie, dla próbki PESR. Po czasie t ≈300s wartość gęstości prądu stabilizuje się na poziomie 5mA/cm^2. Na rysunku 63 pokazano natomiast zmiany gęstości prądu (j) w czasie, dla próbki ANCSR. W tym przypadku wartość gęstości prądu wykazuje ciągłą tendencję wzrostową osiągając po czasie t ≈900s wartość 3mA/cm^2. Trudno jest jednoznacznie stwierdzić jaki będzie dalszy przebieg tych zmian oraz czy wartość gęstości prądu przekroczy w tym przypadku wartość 5mA/cm^2.

Jedynie porównanie wartości ładunku elektrycznego przechodzącego do roztworu (Q) dla próbek PESR (rysunek 61) i ANCSR (rysunek 64) wykazało znacznie lepszą odporność korozyjną próbek ze stali 316LVM z wytworzoną warstwą węgloazotowaną po procesie pasywacji i działaniu płynu Ringera – ANCSR.

Wyniki badań odporności korozyjnej z wykorzystaniem elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej, pokazane na rysunkach 66 ÷ 72 oraz w tabeli 9, Habilitantka uzupełniła opisem wyników symulacji zastępczych układów elektrycznych dla poszczególnych materiałów badanych. W opisie tym brak jest jednak jednoznacznego wskazania, które rozwiązanie (PESR) czy (ANCSR) jest bardziej odporne korozyjnie. Wprawdzie w rozdziale 5. *Omówienie wyników badań*, str.109, w.11-13, Habilitantka stwierdza, że proces sterylizacji spowodował zwiększenie rezystancji przeniesienia ładunku elektrycznego na granicy powierzchnia próbki – roztwór (R_{ct}), a także zwiększenie potencjału otwarcia (E_{OCP}), jednak wartości tych parametrów są znacząco większe dla stali 316LVM bez warstwy węgloazotowanej.

Wyniki badań gęstości masy jonów metali uwolnionych do płynu Ringera dla próbek ze stali 316LVM bez oraz z warstwą węgloazotowaną, pokazane w tabeli 10, wykazały pozytywne działanie warstwy węgloazotowanej w procesie ograniczania przedostawania się jonów metali z elementów metalowych wszczepu do organizmu ludzkiego. Należy jednak zwrócić uwagę, że ocena tej efektywności powinna być przeprowadzona pomiędzy próbkami po procesie sterylizacji tj. PES oraz ANCS, a nie jak to przedstawiono w rozdziale 5. *Omówienie wyników badań*, str.109, w.18-21, pomiędzy PE i ANCS. Wpływ procesu sterylizacji oraz działania płynu Ringera na właściwości badanych rozwiązań materiałowych wynika z założeń poczynionych przez Habilitantkę w sformułowanym celu podjętych badań.

Na podstawie tej krótkiej analizy, odpowiedź na pytanie: Czy proces węgloazotowania zwiększa odporność korozyjną stali 316LVM?, w moim przekonaniu nie jest jednoznaczna. W monografii brak jest również pogłębionej analizy wyników przeprowadzonych badań

korozyjnych i wskazania tych wyników lub parametrów, które świadczą o tym, że stal 316LVM z wytworzoną warstwą węgloazotowaną po procesie pasywacji i po działaniu płynu Ringera charakteryzuje się większą odpornością korozyjną niż badana w tych samych warunkach stal 316LVM bez warstwy węgloazotowanej.

W swoich pracach dr inż. Anita KAJZER wykazała istotność procesów tarcia pomiędzy ruchomymi elementami implantów oraz wpływ tego procesu na niszczenie warstwy pasywnej i przenikanie jonów pierwiastków biomateriału do organizmu ludzkiego. Analizując jednak wyniki badań odporności na zużycie ścierne pokazane na rysunkach 76 i 77, a także metodykę tych badań, trudno oprzeć się wrażeniu, że są one bardzo pobieżne. Wykonano je dla próbek stali 316LVM, z których jedna była po procesie elektropolerowania (PE), natomiast druga z wytworzoną warstwą węgloazotowaną (ANC), które należy określić jako próbki materiałów wyjściowych. W tym przypadku, podobnie jak w przypadku badań gęstości masy jonów metali uwalnianych do roztworu, wpływ środowiska płynu Ringera intensywnie uaktywniający procesy korozyjne w badanych materiałach, został pominięty. Jest to o tyle ważne, że Habilitantka w założeniach do swoich badań sama stwierdza, że to właśnie uzupełnienie wiedzy o wyniki wpływu „*sterylizacji i ekspozycji na symulowane środowisko tkankowe*" jest celem zrealizowanych badań. Dodatkowo szerokość ścieżki wytarcia nie jest najbardziej wiarygodnym parametrem określania odporności na zużycie ścierne. Bardziej właściwym parametrem jest tzw. wskaźnik wytarcia [$Wz=Zv/(P\cdot S)$] uwzględniający zużycie objętościowe (Zv) oraz obciążenie węzła tarcia (P) i drogę tarcia (S).

Również wyniki badań zwilżalności, pokazane na rysunkach 83 i 84 oraz w tabeli 12, upoważniają do stwierdzenia, że w obu przypadkach, tj. dla stali 316LVM bez warstwy węgloazotowanej, jak i z warstwą, sterylizacja i ekspozycja zwiększają hydrofilowość powierzchni. Jednak hydrofilowość próbek ze stali 316LVM bez warstwy węgloazotowanej (PESR) była większa niż próbek z warstwą (ANCSR).

Po przeprowadzeniu oceny monografii habilitacyjnej dr inż. Anity KAJZER pt. „*Kształtowanie właściwości użytkowych stabilizatorów ze stali 316LVM stosowanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej*", jako ważne i nowatorskie osiągnięcie Habilitantki w obszarze inżynierii biomedycznej, wskazać należy bardzo dobrą, szeroką analizę problematyki związanej z leczeniem zniekształceń klatki piersiowej, dokonanie wyboru i sformułowanie oryginalnego problemu badawczego oraz opracowanie metodyki w celu jego rozwiązania. Podkreślić przy tym należy, że sformułowany problem badawczy ma charakter interdyscyplinarny w obszarach medycyny i inżynierii materiałowej, a zakres przeprowadzonych badań był szeroki i obejmował zaawansowane metody badawcze, w tym: elektronowa mikroskopia transmisyjna, analiza numeryczna konstrukcji mechanicznych, czy badania biologiczne.

Jednocześnie po analizie ww. monografii pojawia się wiele pytań dotyczących interpretacji uzyskanych wyników, głównie w zakresie oceny właściwości funkcjonalnych elementów ze stali 316LVM z wytworzoną warstwą węgloazotowaną, przeznaczonych na elementy wszczepów medycznych.

Po dokonaniu oceny przedstawionej monografii pt. „*Kształtowanie właściwości użytkowych stabilizatorów ze stali 316LVM stosowanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej*", jako osiągnięcia naukowego w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Anity KAJZER stwierdzam, że przedstawiona do oceny monografia jest opracowaniem oryginalnym i zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce / Dz. U. z 2020 r. poz. 85, wnosi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna.

3. Ocena dorobku naukowego

Dr inż. Anita KAJZER jest absolwentką Wydziału Mechanicznego-Technologicznego Politechniki Śląskiej, na którym ukończyła studia magisterskie w roku 2000 oraz uzyskała stopień doktora w roku 2005. Tam też podjęła i kontynuuje pracę naukową na stanowisku adiunkta.

Od początku, w swojej pracy naukowej skoncentrowała się na zagadnieniach dotyczących projektowania i wytwarzania biomateriałów oraz praktycznego ich wykorzystania do wytwarzania implantów. Badania z udziałem Habilitantki dotyczyły analizy wpływu właściwości biomateriałów na ich odporność korozyjną, jak również na ich właściwości biomechaniczne w środowisku fizjologicznym organizmu ludzkiego. W swoich pracach dr inż. Anita KAJZER wskazuje na istotność procesów tarcia pomiędzy ruchomymi elementami implantów i wpływ tego procesu na niszczenie warstwy pasywnej i przenikanie jonów pierwiastków biomateriału do organizmu ludzkiego.

Habilitantka wniosła znaczący wkład w opracowanie następujących rozwiązań technologicznych i naukowych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna:

- opracowanie nowej generacji płyt do leczenia operacyjnego zniekształceń przedniej ściany klatki piersiowej;
- opracowanie technologii polerowania elektrochemicznego powierzchni implantów uwzględniającej konieczność ich sterylizacji;
- wykazanie istotności procesów tarcia pomiędzy ruchomymi elementami implantów i wpływu tego procesu na niszczenie warstwy pasywnej oraz przenikanie jonów pierwiastków biomateriału do organizmu ludzkiego;
- rozwój wiedzy w zakresie wykorzystania metod inżynierii powierzchni do kształtowania właściwości funkcjonalnych implantów, w tym: implantów Ni-Ti stosowanych w chirurgii tkanek miękkich, implantów stosowanych w układzie sercowo-naczyniowym, a także implantów wykorzystywanych w chirurgii kostnej.

Wymienione osiągnięcia naukowe, były możliwe dzięki dużej wiedzy Habilitantki o przebiegu procesów chirurgicznych realizowanych z wykorzystaniem różnych technik implantacyjnych, jak również dzięki umiejętności wykorzystania wiedzy o materiałach oraz metodach obróbki powierzchniowej.

Z przekazanej dokumentacji wynika, że Habilitantka jest autorką lub współautorką 137 publikacji naukowych, w tym: 4 monografii współautorskich, 1 monografii autorskiej oraz 15 współautorskich rozdziałów w monografiach. Wskaźniki bibliometryczne Habilitantki podawane przez bazy Web of Science i SCOPUS, tj.: artykuły/cytowania/H, na dzień 20.03.2023 wynoszą odpowiednio: WofS: 27/203/9, SCOPUS : 47/333/10. W dorobku Habilitantki brak jest publikacji autorskich, natomiast spośród 47 artykułów indeksowanych w bazie Scopus, w 15 publikacjach Habilitantka jest pierwszym, a w 7 publikacjach drugim współautorem. Z kolei spośród 27 artykułów naukowych z listy B opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, w 12 artykułach Habilitantka jest pierwszym, a w 8 drugim współautorem. **Na tej podstawie należy stwierdzić, że udział dr inż. Anity KAJZER w uzyskaniu przedstawionego dorobku publikacyjnego, był znaczący**.

Habilitantka brała udział w 27 wystąpieniach konferencyjnych (3 przed i 24 po doktoracie), wśród których była tylko jedna konferencja zagraniczna, tj.: 22 Symposium on Experimental Methods and Solid Mechanics, Parma, Italy 2005.

Dr inż. Anita KAJZER brała udział w realizacji 10 zewnętrznych projektów badawczych finansowanych przez KBN, MNiSW oraz NCN oraz 30 zleceń wewnętrznych Politechniki Śląskiej, we wszystkich w roli wykonawcy. Należy uznać, że w dorobku Habilitantki brak jest doświadczeń wynikających z kierowania realizacją projektów oraz kierowania pracą zespołów badawczych. Obecnie, tj. w latach 2022-2025 dr inż. Anita KAJZER bierze udział w realizacji projektu OPUS pt. „*Wpływ warunków procesu pirolizy i modyfikacji powierzchni wybranych prekursorów roślinnych na właściwości mechaniczne i biologiczne materiałów biomorficznych – badania doświadczalne i modelowe*", również w roli wykonawcy.

Rozwój naukowy dr inż. Anity KAJZER znalazł uznanie władz Politechniki Śląskiej, w wyniku którego w latach 2007 ÷ 2014, Habilitantka została 4 krotnie wyróżniona Nagrodą JM Rektora PŚl., za działalność naukową i dydaktyczną. Habilitantka była również laureatką w konkursie Innowator Śląska 2013, za opracowanie stabilizatora do leczenia zniekształceń przedniej ściany klatki piersiowej, a także uzyskała wyróżnienie Prezesa SIMP za najlepszą pracę dyplomową o profilu mechanicznym obronioną w krajowej wyższej szkole technicznej w roku akademickim 2014/2015. Uhonorowaniem pracy zawodowej dr inż. Anity KAJZER było otrzymanie w roku 2017 brązowego medalu za wzorowe, długoletnie, wyjątkowo sumienne wykonywanie obowiązków wynikających z pracy zawodowej w służbie państwa.

Z przedstawionej dokumentacji wynika, że Habilitantka nie uczestniczyła w stażach zagranicznych, brała natomiast udział w 3 krajowych stażach przemysłowych: BHH Mikromed (2006, 2015) oraz Gasket (2014)

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy, w tym również publikacyjny, dr inż. Anity KAJZER, jest wystarczający w ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

4. Ocena dorobku w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i wdrożeniowej

Spośród trzech omawianych w tym punkcie obszarów działalności kandydatki do stopnia doktora habilitowanego, tj. działalności dydaktycznej, organizacyjnej i wdrożeniowej, największą aktywność obserwujemy w zakresie działalności dydaktycznej.

Od roku 2010, dr inż. Anita KAJZER prowadziła wykłady, ćwiczenia, zajęcia seminaryjne i laboratoryjne dla studentów, najpierw na Wydziale Mechaniczno Technologicznym, a następnie na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej, w tym m.in.: *Podstawy nauki o materiałach, Nowe Materiały, Materiałoznawstwo, Biomateriały, Inżynieria materiałów metalowych, Materiały konstrukcyjne i specjalne, Metody badania biomateriałów i tkanek, Nowoczesne Technologie Wytwarzania, i inne*.

Habilitantka sprawowała również opiekę jako promotor nad 31 pracami magisterskimi i 49 pracami inżynierskimi oraz 1 pracą doktorską jako promotor pomocniczy.

Oceniając dorobek dydaktyczny należy podkreślić dużą aktywność dr inż. Anity KAJZER w recenzowaniu prac naukowych. Habilitantka wykonała 33 recenzje publikacji naukowych, w następujących publikatorach: *Advances in Materials Science (2), Acta of Bioengineering and Biomechanics (3), Achievements in Mechanical and Materials Engineering (2), Aktualne Problemy Biomechaniki (3), Archives of Materials Science and Engineering (10), Archives of Metalurgy and Materials (1), Innovations in Biomedical*

Engineering (1), Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering (9), Solid State Phenomena (1), Titanium and its Alloys (1).

Na tej podstawie działalność dydaktyczną dr inż. Anity KAJZER należy ocenić bardzo wysoko.

Oceniając działalność organizacyjną stwierdzam, że najważniejszym punktem działalności organizacyjnej dr inż. Anity KAJZER, jest pełnienie funkcji kierownika laboratoriów badawczych, w tym: kierowanie Laboratorium Badań Struktury Materiałów Wydziału Inżynierii Biomedycznej PŚl. – od roku 2011 oraz kierowanie Laboratorium Badań Struktury Implantów w ramach Śląskiego Centrum Inżynierskiego Wspomagania Medycyny i Sportu – od roku 2020.

Wymienić należy także udział Habilitantki w pracach Komisji Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia oraz Komisji ds. Kształcenia na Wydziale Inżynierii Biomedycznej PŚl.

Dr inż. Anita KAJZER jest także członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Biomateriałów, Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich oraz polskiego Stowarzyszenia Biomechaniki.

Oceniając działalność wdrożeniową dr inż. Anity KAJZER, wskazać należy udział Habilitantki w zespołach eksperckich, współpracujących z placówkami medycznymi:

- Wojewódzki Szpital Chirurgii Urazowej w Piekarach Śląskich: ocena prawidłowości wykonania warstwy powierzchniowej endoprotez stawu biodrowego;
- Aesculap Chifa sp. z o.o.: badania jakości kardiologicznych cewników balonowych;

a także z gospodarką :

- Analiza uszkodzeń elementów wodomierza – Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Rybniku;

Podsumowując stwierdzam, że w ogólnej ocenie dorobek dydaktyczny, organizacyjny i wdrożeniowy dr inż. Anity KAJZER należy uznać za wystarczający.

5. Wnioski końcowe

Oceniając całokształt dorobku naukowego dr inż. Anity KAJZER, w tym także Jej osiągnięcie naukowe w postaci monografii pt. „*Kształtowanie właściwości użytkowych stabilizatorów ze stali 316LVM stosowanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej*" stwierdzam, że Habilitantka wniosła znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria biomedyczna. Poziom dorobku naukowego, którym legitymuje się dr inż. Anita KAJZER, należy uznać za wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. W ocenie Recenzenta Habilitantka jest pracownikiem przygotowanym do samodzielnego prowadzenia badań naukowych, mając tym samym szanse na powiększenie swojego dorobku w okresie najbliższych kilku lat.

Analizując wymagania stawiane osobie ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z kryteriami podanymi w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce / Dz. U. z 2020 r. poz. 85, w zakresie nadawania stopni naukowych, stwierdzam, że Habilitantka:

1. Jest współautorką 137 publikacji naukowych, w tym: 4 monografii współautorskich, 1 monografii autorskiej, 15 współautorskich rozdziałów w monografiach. Wskaźniki bibliometryczne Habilitantki podawane przez bazy Web of Science i SCOPUS, tj.: artykuły/cytowania/H, wynoszą odpowiednio: WofS: 27/203/9, SCOPUS : 47/333/10.

2. Jest autorką osiągnięcia naukowego w postaci monografii autorskiej pt. „*Kształtowanie właściwości użytkowych stabilizatorów ze stali 316LVM stosowanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej*”, które jest zbiorem oryginalnych wyników badań w zakresie właściwości fizycznych, chemicznych oraz biomechanicznych stabilizatorów wieloelementowych wykonanych ze stali 316LVM, z wytworzoną na powierzchni węgloazotowaną warstwą dyfuzyjną, wykorzystywanych do leczenia zniekształceń klatki piersiowej. **Przedstawione osiągnięcie naukowe stanowi cenny wkład w rozwój dyscypliny wiedzy inżynieria biomedyczna spełniając w tym zakresie wymagania ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce / Dz. U. z 2020 r. poz. 85**.
3. Brała udział w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Jest autorką lub współautorką 23 prezentacji konferencyjnych.
4. Jest członkiem Europejskiego i Polskiego Stowarzyszenia Biomateriałów.
5. Była wielokrotnie nagradzana przez władze Politechniki Śląskiej nagrodami za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne.

Po przeprowadzeniu oceny całokształtu osiągnięć naukowych dr inż. Anity KAJZER stwierdzam, że zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce / Dz. U. z 2020 r. poz. 85, Habilitantka spełnia wymagania stawiane w zakresie nadawania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Na tej podstawie wnioskuję o nadanie dr inż. Anicie KAJZER stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Podpisał
Jerzy Smolik
(podpis odręczny)

Radom, 24 marca 2023

Prof. dr hab. inż. Jerzy Smolik