

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 Fajarewicza, 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 węglazotowaną 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 opisała 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, tarciovym 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 biomechanicznych 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 ściernie. 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 ściernie, 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 Wierchonia 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  $t \approx 300s$  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  $t \approx 900s$  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 ściernie 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 ściernie. 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. Uehonorowaniem 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 węglowodorkową 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.**

Radom, 24 marca 2023

  
.....  
Prof. dr hab. inż. Jerzy Smolik