

Częstochowa, dnia 20 czerwca 2023 r.

Dr hab. inż. Arkadiusz Szarek, prof. PCz.

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Politechnika Częstochowska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Sambok-Kiełbowicz pt. „Kształtowanie właściwości użytkowych warstwy powierzchniowej protez szkieletowych wykonanych technologią przyrostową”, napisanej na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Witolda Walke, prof. PŚ oraz dr inż. Anny Ziębowicz (pełniącej funkcję Promotora pomocniczego).

Recenzja wykonana została na podstawie pisma RDIB.002.41.2023 z dnia 01.06.2023r., Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna prof. dr. hab. inż. Ewy Piętka. Praca doktorska reprezentuje dyscyplinę **inżynieria biomedyczna**.

Recenzja składa się z następujących części: pierwszej – zawierającej ocenę dysertacji pod względem obranej tematyki, charakterystyki rozprawy wraz z uwagami szczegółowymi do poszczególnych punktów dysertacji, kompozycji strukturalnej, źródeł literaturowych i strony technicznej; a także ocenę zastosowanego podejścia badawczego i realizacji przyjętych celów i tez badawczych; oraz części drugiej – stanowiącej konkluzję i rekomendację, co do

dalszego procedowania przez Radę Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej.

**Charakterystyka recenzowanej rozprawy, ocena zastosowanego podejścia
badawczego i realizacji przyjętych celów i tez badawczych – uwagi
szczegółowe**

Nowoczesna medycyna i stomatologia w ostatnich latach stanowią obszar szerokiej, interdyscyplinarnej współpracy pomiędzy środowiskiem medycyny i technik inżynierskich. Intensyfikacja działań w zakresie implementacji osiągnięć badań nad biomateriałami i technikami inżynierskimi (w tym inżynierią powierzchni) oraz ich wpływem na organizm człowieka pozwalają na powstanie i rozwój korzystnych jakościowo rozwiązań. Podjęta przez mgr inż. Agatę Sambok-Kiełbowicz tematyka z zakresu kształtowania właściwości użytkowych warstwy powierzchni protez szkieletowych wykonanych technologią przyrostową jest zatem celowa i bardzo aktualna, zarówno z punktu widzenia teoretycznych, jak i praktycznych wartości poznawczych.

Zasadnicza treść rozprawy, zawarta na 89 stronach, obejmuje w szczególności: wprowadzenie, przegląd piśmiennictwa (4 punkty), badania własne (4 punkty) oraz omówienie wyników badań i wnioski. We „Wprowadzeniu” mgr inż. Agata Sambok-Kiełbowicz nakreśliła motywy podjęcia tematu pracy, choć jest to stosunkowo krótkie wprowadzenie (str. 5), w którym zabrakło wskazania problemów i pytań badawczych, nakreślone treści są zbyt ogólnikowe. W dalszej kolejności Autorka podjęła rozważania natury teoretycznej, które następnie zweryfikowała pod względem empirycznym badaniami własnymi.

Cześć teoretyczna dysertacji opracowana w punktach 1.1-1.4 (str. 6-36) poświęcona została tematyce z zakresu problematyki środowiska układu stomatognatycznego; współczesnych biomateriałów konstrukcyjnych stosowanych

w protetyce stomatologicznej; roli powłok na protezach stawowych; oraz podsumowania przeglądu piśmiennictwa. Tą część pracy opracowano na podstawie 136 pozycji literatury, zarówno krajowej, jak i zagranicznej. Autorka swoje rozważania oparła na pozycjach literaturowych z badanej tematyki, należy także zaznaczyć, że odniosła się do publikacji współautorskich Promotorów (poz. 73, 87, 111) oraz własnych (poz. 73, 115). Należy wskazać, że część kluczowych cytowań wykonana została na niezbyt aktualnej literaturze np. tabela 1 strona 15 (Biomateriały 2003), podczas gdy rozwój w zakresie inżynierii materiałowej w ostatnich latach jest tak znaczący, że warto było wykazać najnowsze osiągnięcia i biomateriały stosowane obecnie w protetyce stomatologicznej.

W punkcie 2.1 określono cel i tezę pracy, natomiast punkty od 2.2-2.4 stanowią część empiryczną, zawierają badania własne przeprowadzone przez Doktorantkę, których omówienie przedstawiono na str. 68-75, a wnioski końcowe zaprezentowano na str. 76. Pewnym niedociągnięciem tak skonstruowanej struktury pracy jest brak punktu, w którym można byłoby wskazać kierunki dalszych prac badawczych.

Część uzupełniającą pracy powinien stanowić oprócz bibliografii, także spis form graficznych: rysunków, wykresów i tabel, których w przedłożonej dysertacji zabrakło. Tekst pracy doktorskiej wzbogacają 44 rysunki, 1 wykres oraz 21 tabel. Autorka rozprawy doktorskiej umiejętnie wykorzystwała różnorodne formy graficzne, aby zobrazować przeprowadzane wyniki badań, co znacznie wzbogaca walory poznawcze przygotowanej dysertacji, jednak bardzo często wskazane formy graficzne są analizowane bardzo ogólnie i pobieżnie, lub w ogóle nie posiadają komentarza.

Poniżej przedstawiono charakterystykę poszczególnych składowych części teoretycznej i empirycznej dysertacji wraz z uwagami Recenzenta. Część teoretyczną dysertacji jak już wskazano powyżej stanowią cztery punkty (1.1-1.4), które wprowadzają Czytelnika w badaną problematykę odnoszącą się do aktualnych problemów środowiska układu stomatognatycznego oraz biomateriałów i technik inżynierskich stosowanych w protetyce stomatologicznej. Doktorantka dokonuje

opisu interakcji biomateriałów metalowych z tkankami, stopu kobaltu w technikach addytywnych, a także roli powłok na protezach szkieletowych. Przegląd dorobku piśmiennictwa nakreśla w sposób syntetyczny badaną problematykę. Autorka trafnie dobiera źródła literaturowe, dzięki czemu prezentowany tekst stanowi spójną i przejrzystą całość, jednak w podsumowaniu przeglądu piśmiennictwa zabrakło nakreślenia luki badawczej wskazanej w oparciu o krytyczną analizę literatury przedmiotu. Choć podjętą tematykę w części teoretycznej rozprawy doktorskiej można uznać za celową, to słabszą stroną tej części dysertacji są wskazane poniżej uwagi:

1) Brak szczegółowego opisu biomechaniki układu stomatognatycznego oraz rozważań z zakresu sił i obciążeń działających na zęby (a w konsekwencji na protezy) podczas ich obciążenia,

2) Jedną z przyczyn destrukcji protez oraz konieczności stosowania warstw ochronnych są procesy tribologiczne, które nie zostały zaprezentowane w rozważaniach literaturowych.

3) Brak choćby skrótowej informacji na temat wpływu obciążeń zmęczeniowych na żywotność analizowanych warstw oraz zjawisk kontaktowych. Zaproponowana sugestia może stanowić wskazówkę do realizacji dalszych badań empirycznych i numerycznych.

4) Dokonując analizy literatury Autorka opisuje wkład wielu wybitnych naukowców, brakuje jednak gruntownego opisu dorobku naukowego polskich naukowców zajmujących się wskazaną, lub pokrewną tematyką badawczą.

W opinii Recenzenta, mimo wskazanych mankamentów konstrukcja i zawartość treściowa części teoretycznej są na tyle poprawne, że wyczerpują oczekiwania stawiane pracom doktorskim.

W punkcie 2.1 prawidłowo nakreślono cel i tezę pracy, choć Autorka prezentuje tylko jeden cel główny, bez wskazania celów szczegółowych oraz jedną, bardzo

obszerną tezę: „Warstwa powierzchniowa z udziałem powłoki cynkowo-cyrkonowej na podłożu stopu CoCr kształtowana określonymi warunkami technologicznymi procesu o morfologii i właściwościach fizykochemicznych, dostosowanych do fizycznych i chemicznych uwarunkowań układu stomatologicznego poprawia antybakteryjność szkieletu protezy częściowej w środowisku jamy ustnej oraz stanowi skuteczną barierę dla przenikania jonów metalicznych głównych pierwiastków stopowych co pomoże w utrzymaniu higieny uzębienia resztkowego.” Zdaniem Recenzenta tak sformułowana teza jest zbyt obszerna i zawiła, właściwe byłoby jej podzielenie na kilka tez szczegółowych.

Doktorantka wskazuje także, że „...weryfikacja tak przyjętej tezy wymagać będzie zrealizowania odpowiedniego zakresu badań...”, ale go nie podaje. Zdaniem Recenzenta Autorka mogła w formie graficznej dokonać prezentacji zakresu badań, co w syntetyczny sposób uwypukliłoby ujęcie zastosowanych metod badawczych z podziałem na poszczególne etapy, a także pozwoliłoby w bardziej czytelny sposób uzasadnić ich dobór.

Prezentację wyników badań empirycznych zawarto w punktach 2.2-2.4. odnosząc się do charakterystyki materiałów do badań (pkt. 2.2.); metodyki obejmującej opis badań (2.3): mikrostrukturalnych i składu chemicznego podłoża i warstwy powierzchniowej (pkt. 2.3.1), własności elektrochemicznych (pkt.2.3.2), właściwości fizycznych (pkt.2.3.3) oraz właściwości biologicznych (pkt.2.3.4); a także wyników badań (pkt. 2.4) w adekwatnym układzie poszczególnych podpunktów, jak w pkt. 2.3. Część empiryczna pracy jest opracowana poprawnie. Percepcję zawartych w niej treści w dużym stopniu ułatwiają liczne rysunki oraz zestawienia tabelaryczne.

Mimo, że dociekania naukowo-badawcze mgr inż. Agaty Sambok-Kiełbowicz można ocenić pozytywnie, to rozprawa doktorska, jak każda praca naukowo-badawcza nie jest wolna od pewnych mankamentów i uwag dyskusyjnych. Recenzent zgłasza następujące uwagi merytoryczne do części empirycznej i wniosków z przeprowadzonych badań:

- 1) W prezentowanych badaniach wskazany jest różny udział procentowy pierwiastków warstwy wynikający z temperatury procesu. Proszę o wskazanie z czego wynika tak znacząca różnica w procentowym udziale Zn i Zr na poszczególnych próbkach i jaki to ma wpływ na odporność mechaniczną oraz mikrobiologiczną warstwy,
- 2) Tabele 8-13 prezentują szczegółowe wartości dla poszczególnych próbek, jednak w tabelach 15-21 prezentowane są wartości średnie. Proszę o doprecyzowanie powyższych informacji i wskazanie wartości szczegółowych podlegających badaniom statystycznym.
- 3) Tabela 21 prezentuje wybrane parametry chropowatości, podczas gdy poniższe rysunki 38-43 prezentują morfologię powierzchni. Z czego wynika tak przyjęta prezentacja oraz czy nie należałoby wskazać topografii powierzchni bazowej oraz odnieść ją do topografii powierzchni po nałożeniu warstwy.
- 4) Ocena zwilżalności opracowanych warstw jest jak najbardziej zasadna, jednak uwzględniając warunki pracy próbek, czy nie bardziej właściwa byłaby ocena histerezy dynamicznej kropli pomiarowej. Proszę o uzasadnienie przyjętej metodologii badawczej.
- 5) Brak wnikliwej analizy wyników zaprezentowanych w części empirycznej pracy, co mogłoby znacząco poprawić wartość merytoryczną pracy. Dodatkowo dwie pierwsze strony rozdziału „omówienie wyników badań” stanowi powtórzenie przeglądu literatury. Zdaniem Recenzenta szczegółowe omówienie wyników bezpośrednio pod rysunkami (tabelami, wykresami) jest bardziej właściwe.

Zakończenie pracy stanowi zbiór wyników i wniosków zarówno ze studiów i dociekań teoretyczno-metodologicznych, jak i z bezpośrednio prezentowanych badań własnych i analiz empirycznych, ale zdaniem Recenzenta opis jest bardzo ogólny i brak w nim odniesienia się do konkretnych wyników badań, ich analizy oraz kierunków dalszych prac badawczych. Analizując zakres oraz bardzo szerokie spektrum badań przeprowadzonych w przedłożonej pracy doktorskiej można jednoznacznie stwierdzić, że opracowane i wykonane warstwy oraz materiał

rodzimy zostały bardzo szeroko przebadane, jednak skromny opis uzyskanych wyników daje pewien niedosyt pod względem dociekań naukowych.

Konkludując należy stwierdzić, iż formalna strona pracy mimo wskazanych uwag, nie nasuwa poważniejszych zastrzeżeń. Przypisy określają prawidłowo wykorzystane źródła, a tabele, wykresy i rysunki w odpowiedni sposób ilustrują przeprowadzone badania. Część empiryczna pracy zawiera bardzo dużą ilość ciekawych i nowatorskich badań, jednak ich opis jest bardzo skromny – szersza i gruntowna analiza podniosłaby znacząco wartości merytoryczne ocenianej pracy. Kompozycja strukturalna pracy jest logiczna i przejrzysta. Układ poszczególnych punktów wyraźnie nawiązuje do podziału dysertacji na dwie części: część teoretyczną oraz część badawczą. Sposób prowadzenia wywodu myślowego, zarówno w części teoretycznej, jak i empirycznej jest logiczny i bardzo uporządkowany. Należy zaakcentować, że część teoretyczna i empiryczna pracy, mimo wskazanych uwag charakteryzują się komunikatywnym językiem (choć Doktorantka nie ustrzegła się od drobnych błędów interpunkcyjnych, stylistycznych i edytorskich), a omawiane w nich kwestie i pojęcia są poprawnie wyjaśnione. Zawartość merytoryczna poszczególnych podrozdziałów jest adekwatna do ich tytułów. Wewnętrzna spójność i logika wywodu powodują, iż praca doktorska autorstwa mgr inż. Agaty Sambok-Kiełbowicz stanowi uporządkowaną i klarowną całość, choć wymagałaby bardziej gruntownej analizy uzyskanych wyników badań. Główny cel naukowy rozprawy doktorskiej, jak i teza badawcza zostały zdaniem Recenzenta sformułowane poprawnie, jakkolwiek bardzo ogólnie, a w przypadku tezy zbyt obszernie.

Reasumując, ogólna ocena zastosowanego podejścia badawczego jest pozytywna, aczkolwiek z pewnymi zastrzeżeniami przedstawionymi powyżej. Zdecydowanie jako atut dysertacji należy odnotować fakt, iż przeprowadzone przez Doktorantkę badania pozwoliły zrealizować postawiony w pracy cel i zweryfikować tezę badawczą. Doktorantka wykazała się wystarczającą zdolnością samodzielnego

przygotowania i przeprowadzenia badań własnych oraz umiejętnością prawidłowego wnioskowania w oparciu o uzyskane wyniki.

Konkluzja i rekomendacja

Charakterystyka rozprawy i uwagi szczegółowe w zakresie oceny zastosowanego podejścia badawczego i realizacji przyjętych celów i tez badawczych, pozwalają stwierdzić, iż przedłożone do recenzji dzieło mgr inż. Agaty Sambok-Kiełbowicz: *„Kształtowanie właściwości użytkowych warstwy powierzchniowej protez szkieletowych wykonanych technologią przyrostową”*, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Kompozycja strukturalna i źródła literaturowe, a także przeprowadzone badania własne nie budzą poważniejszych zastrzeżeń. Zgłoszone przez Recenzenta uwagi nie wpływają w sposób istotny na odbiór merytoryczny dysertacji, który jest pozytywny. Pragnę podkreślić, że przedstawione w recenzji pewne uwagi merytoryczne i kwestie dyskusyjne nie obniżają w najmniejszym stopniu wartości naukowej całej rozprawy doktorskiej. Rozprawa doktorska stanowi samodzielne i dojrzałe opracowanie naukowe, choć niepozbawione pewnych uwag dyskusyjnych. Doktorantka uwzględniając wskazane kwestie dyskusyjne może znacząco poprawić odbiór prezentowanych treści w przypadku publikacji dysertacji w monografii naukowej.

Reasumując, w ocenie Recenzenta, mgr inż. Agata Sambok-Kiełbowicz opanowała ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie **inżynieria biomedyczna** oraz umiejętność prowadzenia samodzielnych badań naukowych, a recenzowana dysertacja spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w świetle zmian wprowadzonych do Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw.

Recenzent rekomenduje przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Sambok-Kiełbowicz: *„Kształtowanie właściwości użytkowych warstwy*

powierzchniowej protez szkieletowych wykonanych technologią przyrostową”, napisanej na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Witolda Walke, prof. PŚ oraz dr inż. Anny Ziębowicz (pełniącej funkcję Promotora pomocniczego) przez Radę Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej i dopuszczanie do publicznej obrony przedłożonej dysertacji.

Arkadiusz Szarek.

Dr hab. inż. Arkadiusz Szarek, Prof. PCz.