



**Politechnika Łódzka**  
Instytut Inżynierii Materiałowej



Łódź, 21.10.2020 r.

dr hab. inż. Emilia Wołowiec-Korecka  
profesor uczelni  
Instytut Inżynierii Materiałowej  
Politechnika Łódzka

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mag. Ewy Pruszczyńskiej, pt. „Wpływ parametrów obróbki strumieniowo-ścierniej na połączenie metal-ceramika tłoczona”

Recenzja wykonana na zlecenie Prodziekana Wydziału Lekarskiego  
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi z dn. 24.06.2020 r.

Recenzję rozprawy doktorskiej lek. Ewy Pruszczyńskiej opracowałam zgodnie z uchwałą Rady Nauk Medycznych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, na zlecenie Prodziekana ds. Nauki Wydziału Lekarskiego UM w Łodzi, Pani prof. dr hab. n. med. Agnieszki Wierzbowskiej, na podstawie pisma z dnia 24.06.2020 r.

### 1. Wstęp

Przedmiotem rozprawy jest wpływ powierzchniowej obróbki strumieniowo-ścierniej powierzchni stopu Co-Cr na jego połączenie z ceramiką tłoczoną.

Postęp w stomatologicznym leczeniu zachowawczym sprawił, że obserwuje się zwiększenie ilości i jakości stanu zachowanych zębów pacjentów. Pozwala na coraz częstsze stosowanie uzupełnień stałych, tj. protez zębowych umocowanych na stałe w jamie ustnej, bez możliwości usunięcia ich poza gabinetem lekarskim. Najczęściej stosowanym rodzajem tego typu protez są korony i mosty a zdecydowaną przewagą w ilości wykonywanych uzupełnień stałych stanowią konstrukcje metalowo-ceramiczne: złożone z metalowego rusztowania i zespolonej z nim masy ceramicznej. O sile i jakości zespolenia w znacznej mierze decyduje sposób przygotowania powierzchni elementów metalowych do połączenia. W przypadku niniejszej pracy uwagę skupiono na łączeniu stopu metalu Co-Cr z ceramiką tłoczoną.

Tak postawione zadanie rozprawy jest ważne ze względów poznawczych, jak również z aplikacyjnego punktu widzenia, gdyż zagadnienie



uzupełniania i przywracania pełnej prawności układu stomatologicznego dotyczy szerokiej rzeszy pacjentów a w dobie rosnącej średniej długości życia można przewidywać, że zakres ten będzie się zwiększał. Aby zapewnić wysoką jakość użytkowania takich uzupełnień, należy dołożyć wszelkich starań aby poznać i rozumieć wszystkie aspekty z tym związane.

Wybór tematyki pracy jest zatem uzasadniony. Praca ma charakter interdyscyplinarny, gdyż łączy w swej treści metody badawcze stosowane w inżynierii materiałowej i mechanice oraz zastosowania specyficzne dla praktyki stomatologicznej. Sposób realizacji pracy i przeznaczenie jej wyników pozwalają stwierdzić, że oceniana praca może być pracą doktorską nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

## 2. Ocena pracy doktorskiej

### 2.1. Charakterystyka ogólna pracy

Przedstawiona mi do oceny rozprawa liczy 143 strony, ilustrowana jest 20 tabelami i 44 rycinami. Podzielona jest w klasyczny sposób na część literaturową (str. 7–39), poprzedzoną spisem skrótów i oznaczeń oraz obszerną część doświadczalną (str. 40–116). Spis literatury obejmuje 134 pozycje, w znacznej części w języku angielskim. Ponad 45% z cytowanych prac pochodzi z ostatnich dziesięciu lat, a ponad 80% z nich powstała po 2000 r., co pozwala dobrze wnosić o merytorycznym przygotowaniu Kandydatki do podjęcia problematyki badawczej.

Na podstawie analizy piśmiennictwa Kandydatka postawiła sobie jako główny cel pracy: **„zbadanie jakości połączenia metal ceramika tłoczona”**. Składając powyższe sformułowanie na karb prawdopodobnie pośpiechu Kandydatki konkluduję, że miała ona na myśli **ocenę wpływu parametrów obróbki strumieniowo-ścierniej powierzchni stopu Co-Cr na jakość jego połączenia z ceramiką tłoczoną**, to bowiem sugeruje tytuł pracy. Cel ten, niezależnie od sposobu sformułowania, determinuje treść całej rozprawy. Na jego podstawie Kandydatka określa cztery cele pomocnicze:

1. zbadanie, czy przeniesienie parametrów obróbki strumieniowo-ścierniej (zastosowane ścierniwo oraz ciśnienie obróbki) pod ceramikę napalaną da takie same efekty w przypadku ceramiki dotłaczanej,
2. zbadanie wytrzymałości połączenia pomiędzy układem metal – ceramika dotłaczana a metal – ceramika napalana (prawdopodobnie chodzi o porównanie wytrzymałości pomiędzy tymi połączeniami),
3. ocena wpływu obciążeń termicznych na jakość połączenia metal – ceramika dotłaczana,
4. zbadanie wytrzymałości połączenia metal – ceramika dotłaczana po przygotowaniu powierzchni metalu SiC.

Jak zaznaczyłam wcześniej, **problematykę recenzowanej pracy uważam za trafną zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i ze względu na możliwości praktycznego zastosowania wyników badań.**

Niestety, praca posiada wszelkie cechy pracy pisanej w pośpiechu lub bez dokładnego przemyślenia. Napisana jest poprawną polszczyzną (miejscami potoczną), jednakże w licznych miejscach pracy logika

wywodów jest niejasna lub po prostu chaotyczna. Licznie stosowane równoważniki zdań zakłócają płynność czytania i mnożą pytania, czy czytelnik właściwie odgaduje myśl przewodnią Kandydatki. W części literaturowej brakuje spójnej myśli przewodniej, którą realizowałyby następujące po sobie akapity tekstu. W części merytorycznej występują liczne niedociągnięcia i przeoczenia w sposobie prezentowania wyników badań.

## 2.2. Ocena części literaturowej

Część literaturowa podzielona jest na pięć rozdziałów.

W rozdziale pierwszym omówiono istotność siły połączenia metal – ceramika na trwałość i odporność na uszkodzenia mechaniczne koron i mostów.

W rozdziale drugim dokonano przeglądu zarówno metali i stopów metali jak i materiałów ceramicznych mających zastosowanie w protetyce stomatologicznej. Następnie omówiono techniki obróbki i formowania materiałów ceramicznych, takich jak tłoczenie czy wycinanie w technologii CAD/CAM.

Rozdział trzeci koncentruje się na istocie połączenia metal - ceramika, które to połączenie jest rezultatem wspólnego oddziaływania kilku mechanizmów:

- połączenia mechanicznego przez mikroszczepienia,
- naprężeń ściskających związanych z różną kurczliwością obu typów materiałów,
- wiązania siłami międzycząsteczkowymi (van der Waalsa),
- wiązania chemicznego powstającego w czasie wypalania ceramiki,
- połączenia dyfuzyjnego.

W rozdziale tym Kandydatka stawia tezę, że połączenie ceramiki z metalowym podłożem jest w rzeczywistości połączeniem ceramika – warstwa tlenkowa wytwarzająca się na (powierzchni) metalu podczas procesu wypalania. Zdanie to wprowadza w pewną konfuzję czytającego, gdyż sugeruje, że opisywane wcześniej mechanizmy dotyczą połączenia metal – ceramika napalana zamiast metal – ceramika dotłaczana, co jest tematem pracy. Niestety w tym miejscu rozprawy nie ma żadnego wyjaśnienia, którego rodzaju połączenia dotyczy tekst, co pozostawia dowolność interpretacji czytającemu. Rozdział 3 zawiera tylko jeden podrozdział, o nazwie „Rodzaje połączeń” i trudno wyjaśnić, jaki był sens jego wyodrębnienia.

W rozdziale czwartym przedstawiono proces obróbki strumieniowo-ściernej jako podstawowego narzędzia stosowanego w procesie oczyszczania i przygotowania powierzchni metalowej podbudowy. Omówiono procesy obróbki strumieniowo-ściernej jako integralnego elementu (etapu?) przygotowania konstrukcji protetycznych a następnie jego składowe, parametry oraz samą definicję obróbki strumieniowo-ściernej. Następnie nakreślono jej zastosowania w technikach dentystycznych.

W rozdziale piątym i ostatnim przeglądu piśmiennictwa, omówiono parametry powierzchni. Zdefiniowano strukturę geometryczną powierzchni (SGP), omówiono parametry chropowatości powierzchni oraz energię powierzchniową i kąt zwilżalności powierzchni. Jedynie z kontekstu można wywnioskować, że chodzi o parametry powierzchni stopu metali, tworzącego bazę pod ceramikę. Niemniej jest to bezpośrednio wprowadzenie w tematykę badań wykonanych przez Kandydatkę i opisanych w części merytorycznej rozprawy.

Szkoda, że w części literaturowej, poświęconej analizie stanu zagadnienia, zabrakło rozdziału podsumowującego ten fragment pracy, przedstawiającego wnioski z analizy przedstawionych danych literaturowych i uzasadniającego podjęcie tematu. Takie podsumowanie zawsze jest dobrą praktyką, nawet jeśli całość części literaturowej napisana jest jasno i przejrzysto. Na szczęście kolejny rozdział pracy „4. Cel pracy” rozpoczyna się swojego rodzaju wstępem, który można uznać za swoiste podsumowanie poprzednich 40 stron.

Oceniając tę część pracy stwierdzam, że tak przedstawiona część literaturowa może stanowić podstawę teoretyczną do realizacji podjętego tematu.

### 2.3. Ocena części merytorycznej rozprawy

Kandydatka, pragnąc wypełnić lukę poznawczą istniejącą w piśmiennictwie stawia sobie za cel pracy **ocenę wpływu parametrów obróbki strumieniowo-ścierniej na stopu Co-Cr na jakość jego połączenia z ceramiką tłoczoną**. Część badawcza pracy została zrealizowana w dwóch etapach:

1. Określenie jakości połączenia metal – ceramika dotłaczana dla najlepszych parametrów stosowanych dla ceramiki napalanej z wykorzystaniem  $Al_2O_3$  jako ścierniwa (etap obejmował badania wytrzymałościowe i fraktograficzne).
2. Badanie wpływu rodzaju ziarna ściernego na stan powierzchni i jakość połączenia metal – ceramika dotłaczana (etap obejmował badania stanu powierzchni, badania wytrzymałościowe, badanie odporności na obciążenia termiczne oraz badania fraktograficzne).

Badania te przedstawiono w rozdziałach 7, 8, 9 a wyniki badań przedyskutowano w rozdziale 10.

Kandydatka prowadziła badania na stopie chromowo-kobaltowym, którego próbki poddano obróbce strumieniowo-ścierniej:

w etapie 1: ścierniwem korundowym ( $Al_2O_3$ ) o ziarnistości 110  $\mu m$  przy ciśnieniach 0,2 MPa, 0,4 MPa, 0,6 MPa,

w etapie 2: ścierniwem korundowym ( $Al_2O_3$ ) i węglikiem krzemu (SiC) o ziarnistości 250  $\mu m$  przy ciśnieniu 0,4 MPa.

Kandydatka uzasadniła wybór powyższych parametrów wynikami badań dr M. Gołębiowskiego oraz dra K. Pietnickiego, z którymi również się zapoznałam.

Próbki podzielono na grupy w zależności od zastosowanych parametrów obróbki strumieniowo-ścierniej a następnie na próbkach napalono dwie warstwy opakera oraz dotłaczano ceramikę w temp 950°C przez czas 45 min.

Przed tłoczeniem stan powierzchni stopu udokumentowano przez wykonanie zdjęć mikroskopowych, opisanie powierzchni parametrami chropowatości, wyznaczenie kątów zwilżania i swobodnej energii powierzchni. Następnie, po dotłoczeniu ceramiki przeprowadzono badania wytrzymałości połączenia Co-Cr z ceramiką tłoczoną, badania odporności na obciążenia termocykliczne i badania fraktograficzne.

Wyniki badań struktury geometrycznej w etapie 1 wskazują, że zwiększenie ciśnienia obróbki powoduje wzrost wartości parametrów chropowatości  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_t$ ,  $R_c$ ,  $R_{Vo}$ . W pracy nie zamieszczono jednak przeliczeń statystycznych pozwalających jednoznacznie ocenić, czy różnice średnich między grupami są statystycznie istotne. Wykazano natomiast, że nie wpływa

znacząco na wytrzymałość połączenia metal-ceramika. Badania fraktograficzne ujawniły, że zniszczenie konstrukcji metal-ceramika przebiega po granicy połączenia. Ryciny 16 – 26 sugerują, że rodzaj zastosowanego ścierniwa ( $Al_2O_3$  / SiC) statystycznie istotnie zwiększa średnie wartości parametrów chropowatości Ra, Rz, Rc, Rt, Ry(?), Rp, Rpm, Rq, Rv, Rsm, Rla, lecz w pracy nie zamieszczono wyników testów statystycznych (Kandydatka podaje tylko, że były to testy t oraz testy U Manna-Whitneya). Wykazano również, że obciążenia termiczne istotnie obniżają wytrzymałość połączenia metal – ceramika tłoczona zarówno przy zastosowaniu  $Al_2O_3$  jak i SiC.

Ostatecznie Kandydatka w oparciu o wyniki przeprowadzonych badań formułuje 4 wnioski:

1. Parametry obróbki strumieniowo-ścierniej stosowane pod napalanie ceramiki nie mogą być bezpośrednio przełożone na parametry pod ceramikę tłoczoną.
2. Wytrzymałość połączenia metal-ceramika dotłaczana jest mniejsza niż wytrzymałość połączenia metal-ceramika napalana.
3. Obciążenia termiczne, którym poddano przygotowane układy, zdecydowanie obniżają wytrzymałość połączenia metal-ceramika tłoczona.
4. Obróbka strumieniowo-ścierna węglikiem krzemu poprawia wytrzymałość połączenia po termocyklach.

Po wnioskach Kandydatka umieszcza piśmiennictwo, liczące 134 pozycje, w większości anglojęzyczne, dobrane właściwie i w sposób prawidłowy wykorzystane w pracy. Pracę zamyka streszczenie w języku polskim i angielskim, prezentujące zwięźle treść wszystkich rozdziałów rozprawy.

Opracowane wyniki badań i wnioski uważam za wartościowe i po uważnej korekcie edycyjnej warte opublikowania w międzynarodowej publikacji.

### 3. Zagadnienia polemiczne i uwagi

Oprócz niewątpliwych zalet rozprawa, jak każda tego typu praca, zawiera pewne nieścisłości, a także sformułowania i ujęcia, które mogą być przez recenzenta postrzegane w inny sposób lub w formie rozszerzonej. Wymieniam je z racji obowiązku ciążącego na recenzencie. I tak:

1. W części teoretycznej trudno odgadnąć sens akapitu na str. 33, który brzmi: „Na SGP ma zasadniczy wpływ na właściwości powierzchni pod względem użytkowym, czego przykłady są dostępne w wielu dziedzinach nauki”. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, czego ten akapit dotyczy? Jak jest on powiązany logicznie z akapitami powyżej lub poniżej? Dlaczego nie zamieszczono żadnych powołań literaturowych do wspomnianych licznych przykładów?
2. Podobnie niejasny jest akapit po nim występujący, o brzmieniu: „Obszerne zainteresowanie problemami związanymi z SGP nie pozostaje bez wpływu na kierunki poszukiwań rozwiązań dla zjawisk niekorzystnych przy połączeniach adhezyjnych materiałów. Parametry powierzchni są zależne od siebie tworząc zależności.” Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, jakie kierunki poszukiwań miała na myśli? O jakie zjawiska niekorzystne chodziło? Temat pracy sugeruje, że parametry powierzchni są zależne od parametrów obróbki strumieniowo-ścierniej. Dlaczego w tym miejscu Kandydatka zmienia tę tezę?

3. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, co miała na myśli pisząc na str. 37: „Dla potrzeb specjalistycznych badań można wyróżnić dyscyplinę naukową nazwaną inżynierią powierzchni zajmującą się poszukiwaniem rozwiązań użytkownych, eksperymentalnych czy teoretycznych w tej materii.” Pomijając przekonanie recenzenta, że wymieniona dyscyplina naukowa nie istnieje, o jakich konkretnie specjalistycznych badaniach jest mowa we wspomnianym akapicie?
4. Proszę również o wyjaśnienie akapitu na str. 38: „Omawiając połączenie materiału ceramicznego nakładanego na powierzchnię stopu dentystycznego, kąt zwilżalności wskazuje wynik ich równowagi lub nierównowagi energetycznej”.
5. W części praktycznej, w rozdziale „Materiały i metody” Kandydatka podaje, że „*Jako materiału ściernego użyto korundu ( $Al_2O_3$ ) o wielkości ziarna  $110 \mu m$  [107]*”. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, w jakim celu jako potwierdzenie tego faktu podała przypis bibliograficzny „Czakon K., Wita K. Sobel A., Hajduga M. *Defekty powstające w strukturze połączenia uzupełnień protetycznych spieków z porcelaną licową*. Aktualne Problemy Biomechaniki 11 (2016) 21-26”?
6. W sekcji „Materiały i metody” podano, że „*W związku z brakiem doniesień dotyczących optymalnych warunków obróbki strumieniowo-ścierniej dotyczącej ceramiki tłoczonej, do wstępnych badań zasugerowano się parametrami, które dawały najlepsze połączenie przy ceramice napalanej. W związku z tym oparto się na badaniach Gołębiowskiego i Pietnickiego [8, 69]*”. Praca Pietnickiego et al. dotyczy stopu kobaltowo-chromowego (Heraenium), w której autorzy rekomendują obróbkę ziarnem  $Al_2O_3$  110um przy ciśnieniu 0,4 MPa. Jednakże praca Gołębiowskiego et al. dotyczy tytanu, i zawiera konkluzję słabo skorelowaną z zagadnieniem rozpatrywanym w danej chwili przez Kandydatkę: „*Rozpatrując wartości składowych dyspersyjnych i polarnych energii powierzchniowej można zaobserwować, że powierzchnie obrabiane ziarnem o wielkości  $100 \mu m$  mają najwyższe wartości, co w połączeniu z wysoką wartością samej energii powierzchniowej napalane powłoki ceramiczne będą miały najwyższą adhezję do tych powierzchni*” (co w samej publikacji nie było badane, zatem nie był to wniosek udowodniony a jedynie postawiony w trybie przypuszczającym). Moje pytanie do tego fragmentu pracy jest następujące: na ile naprawdę sugerowano się powyższymi publikacjami?
  - a. Skoro K. Pietnicki et al. wykazali, że optymalne ciśnienie obróbki wynosi 0,4 MPa dlaczego w pracy badano ciśnienia 0,2 i 0,6 MPa?
  - b. Jeśli odległość robocza dyszy od powierzchni obrabianej w pracach Pietnickiego et al. oraz Gołębiowskiego et al. wynosiła 10 mm, dlaczego Kandydatka przyjęła wartość tego parametru jako 50 mm? Jak mogło to wpłynąć na wynik obróbki i powtarzalność wyników Kandydatki, w stosunku do prac Pietnickiego i Gołębiowskiego?
  - c. Czy wyniki badań uzyskane podczas badań tytanu można odnieść do stopu Cr-Co? A jeżeli można, to czy nie lepiej było wzorować się pracą Gołębiowski et al. „Airborne-particel abrasion parameters on the quality of titanium-ceramic bonds” którą Kandydatka przywołuje w innym rozdziale (poz. lit. 114) i gdzie autorzy jednoznacznie rekomendują parametry  $Al_2O_3$ , 110  $\mu m$ , 0,4 MPa oraz kąt obróbki 45%, jako parametry

zapewniające najlepszą wytrzymałość połączenia metal-ceramika przy stosowaniu obróbki strumieniowo-ścierniej ścierniwem  $Al_2O_3$  (dla ceramiki napalanej).

7. W badaniach chropowatości (etap 2) pomierzono wartości 15 parametrów chropowatości (Ra Rz Rt Rc RV0 Rq Ry Rp Rv Rsm Rla Rlo Rlr Rmr Rpm), lecz Kandydatka wyjaśniła powód pomiaru tylko 5-ciu z nich (Ra Rz Rt Rc RV0). Proszę o uzasadnienie pomiaru pozostałych 10-ciu parametrów.
8. W wynikach badań etapu 1 nie znalazłam wyników badań parametrów chropowatości Rq Ry Rp Rv Rsm Rla Rlo Rlr Rmr Rpm, które Kandydatka wymienia w rozdziale „Materiały i metody”.
9. Czy w ocenie Kandydatki jest zasadne podawanie odchylenia standardowego z więcej niż jedną cyfrą znaczącą?
10. Proszę o podanie dla których parametrów chropowatości w etapie 1 wykazano, że różnice średnich między grupami są statystycznie istotne (a zatem, że ciśnienie obróbki ma wpływ statystycznie istotny na średnie wartości tych parametrów). Z rycin 6-11 nie można tego wywnioskować. Co w ocenie Kandydatki spowodowało tak duże odchylenia standardowe podczas wyznaczania wartości parametrów chropowatości?
11. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, co dokładnie przedstawiono w Tab. 8? Jaki parametr badania przedstawiono w kolumnie pierwszej pod nazwą „Zmienna [MPa]” oraz w kolumnie drugiej pod nazwą „średnia [MPa]”? W jaki sposób i z jakich wartości wyznaczono wartości w kolumnie trzeciej opisanej jako „Odchylenie standardowe [ $\mu m$ ]”?
12. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, co zamieszczono w tabelach 9 i 10, jakich jednostek użyto oraz jak zawartość tych tabeli odnosi się do zdania zamieszczonego pod tabelami?
13. Na str. 64 Kandydatka wskazuje, że na mapach rozkładów pierwiastków zaobserwowano glin i konkluduje, że pochodzi on z ceramiki dotłaczanej. Czy nie jest możliwe, że pochodzi on ze ścierniwa  $Al_2O_3$ ?
14. Na str. 64 Kandydatka podsumowuje częściowe wyniki badań fraktograficznych, konkludując, że „(przebadane) parametry obróbek strumieniowo-ściernych nie zapewniły właściwych parametrów wytrzymałościowych połączenia metal-ceramika tłoczona”. Czy Kandydatka mogłaby podać jakich wartości wytrzymałości na ścinanie oczekiwała przystępując do eksperymentu?
15. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, dlaczego w badaniach przyjęła ciśnienie 0,4 MPa do badania wpływu rodzaju ścierniwa na wytrzymałość połączenia? Ryciny 6-11 wykazują, że wybór ciśnienia 0,6 MPa dawał największe wartości dla wszystkich zamieszczonych w pracy parametrów chropowatości (nawet jeśli rycina 12 wskazuje, że wartość ciśnienia nie miała istotnego wpływu na wytrzymałość połączenia).
16. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić, dlaczego podczas analizy statystycznej wyników badań parametrów chropowatości dla części parametrów stosowała średnią arytmetyczną a dla części medianę (str. 66)?
17. Proszę o wyjaśnienie zawartości tabeli 13. Kolumna 2 nie przedstawia wyniku testu Shapiro-Wilka, tak jak kolumna 3 nie przedstawia istotności statystycznej. Pytanie stosuje się również do tabeli 14.

18. Na stronach 84 i 85 wymieniono testy statystyczne zastosowane do analizy wyników badań, ale nie podano ich wyników. Wykresy, na które powołuje się Kandydatka, w żadnym wypadku nie mogą być podstawą do oceny istotności statystycznej. Może być nim jedynie wynik testu oraz obliczona z niego wartość prawdopodobieństwa zaistnienia prawdziwości hipotezy  $H_0$ .
19. Czym Kandydatka tłumaczy niskie otrzymane wartości wytrzymałości połączenia metal - ceramika tłoczona na ścinanie (ok 7 MPa) w odniesieniu do pracy Henriques et al. (poz. lit. 70), gdzie wytrzymałość połączenia ceramiki tłoczonej na gorąco oraz stopu Co-Cr każdorazowo wynosiła  $> 110$  MPa? (str. 108)
20. Kandydatka wykazała, że przy stosowaniu ziarna 250  $\mu\text{m}$  rodzaj ścierniwa ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  / SiC) nie wpływa na wytrzymałość połączenia metal – ceramika. Jakiego wyniku Kandydatka spodziewałaby się przy zastosowaniu wielkości ścierniwa 110  $\mu\text{m}$ , jak miało to miejsce w przypadku etapu 1?

Odnosząc się do części ilustracyjnej pracy, podpisy tabel oraz rycin w dużej liczbie przypadków są nieprecyzyjne i nie odzwierciedlają ich rzeczywistej zawartości. Opisy wykresów są niedbałe. W szczególności:

1. W Tab. 15 pomierzone wartości średnie podano bez jednostek. Ponieważ zawartość tabeli sugeruje, że jednostkami są  $^\circ$  oraz J (lub ich pochodne), dlaczego odchylenia standardowe dla wszystkich wyznaczonych wartości podawano w  $\mu\text{m}$ ?
2. Część rycin ponumerowano liczbami całkowitymi (1, 2, etc.) a część liczbami z literą (5a, 5b, 5c, etc.)? W przypadku ryciny „5”, w pracy umieszczono trzy osobne ilustracje, sądzę zatem że zasługiwały one na osobne ponumerowanie. Jakie różnice w przekazie merytorycznym niosą ryciny 5a i 5b, że w pracy zamieszczono obie?
3. Jednostki na rysunkach 32, 33 są błędne („*kąt wody [mJ/mm<sup>2</sup>]*”).
4. Część jednostek zamieszczonych w tab. 16, 17, 19 jest błędnych („*odchylenie standardowe SD [ $\mu\text{m}$ ]*”).
5. Ostatni akapit pracy na stronie 84 oraz pierwszy na stronie 85 są ze sobą niespójne i sprawiają wrażenie, że sobie przeczą.
6. Podrozdział „7.2.5 Badania mikroskopowe w SEM został” zredagowany wyjątkowo niedokładnie i chaotycznie. Wyjaśnienia „po co” wymieszano z wyjaśnieniem „jak”. Szczegóły techniczne badania zostały pominięte lub podane szczerkowo. Przyjęte jest, że sekcja „Materiały i metody” jest precyzyjnym opisem procedury badawczej zastosowanej w rozprawie, pozwalającym na dokładne powtórzenie warunków i sposobu przeprowadzenia eksperymentu.
7. W rozdziale „8. Analiza statystyczna” podano wzór testu Shapiro-Wilka, lecz pominięto wszystkie inne wymienione i zastosowane metody. Dodatkowo opis zastosowanych metod statystycznych umieszczono w osobnym rozdziale, choć nie umieszczono w niej wyników analizy a jedynie wymieniono zastosowane metody. W ocenie recenzenta jest to zatem wciąż część rozdziału „7. Materiały i metody”.
8. Główne dwa podrozdziały rozdziału „9. Wyniki badań własnych” zatytułowano „9.1. Wyniki badań wpływu różnych ciśnień obróbki strumieniowo-ścierniej” oraz „9.2. Wyniki badań wpływu rodzaju ścierniwa zastosowanego do obróbki strumieniowo-ścierniej”. Wśród wielu słów podtytułów zabrakło



informacji najważniejszej, czego wspomniany wpływ dotyczył. Wskazane byłoby aby Kandydatka ponownie przemyślała sposób sformowania spisu treści rozprawy tak, aby już podczas jego studiowania dla czytelnika było jasne i zrozumiałe, czego praca dotyczy oraz jak rozłożono materiał w poszczególnych rozdziałach.

Odnosząc się do rozdziału „Piśmiennictwo” Autorka dość swobodnie podchodzi do zasad formatowania pozycji literaturowych i zakresu podawanych danych bibliograficznych, przykładowo dla pozycji 52, 55, 108, 123 nie znalazłam roku publikacji.

#### 4. Ocena końcowa

Przytoczone uwagi krytyczne, z których część ma charakter polemiczny, zasadniczo nie umniejszają pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy. Kandydatka w sposób wystarczający zrealizowała postawione sobie cele, a tym samym w pełni zrealizowała zakres merytoryczny pracy. Stosowane przez nią metody i techniki badawcze świadczą pozytywnie o jej dojrzałości naukowej oraz **zdolności do samodzielnego zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentu**. Kandydatka podjęła problem, który ma istotne znaczenie z punktu widzenia poznawczego i aplikacyjnego. Trafnie określiła założenia dotyczące jego analizy i z sukcesem zrealizowała badania naukowe. Jednakże w mojej ocenie **nie jest to praca wyróżniająca się**.

Na podstawie powyższej opinii o rozprawie doktorskiej *mgr* Ewy Pruszczyńskiej stwierdzam, że wykazała się ona wiedzą umożliwiającą prowadzenie samodzielnych badań naukowych, natomiast jej rozprawa jest osiągnięciem oryginalnym i stanowi istotny wkład w stan wiedzy w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki medyczne.

#### 5. Wniosek końcowy

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa *mgr* Ewy Pruszczyńskiej pt. „Wpływ parametrów obróbki strumieniowo-ściernej na połączenie metal-ceramika tłoczona” **spełnia wymogi Ustawy** o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, z dnia 14 marca 2003 roku, z późniejszymi zmianami. **Stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy przez Wysoką Radę Nauk Medycznych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi i dopuszczenie Kandydatki do publicznej obrony.**

*E. Korcicka*

Emilia Wołowicz-Korecka