

Prof. dr hab. inż. Lucjan Swadźba
Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii
w Katowicach
ul. Krasińskiego 8
lucjan.swadzba@polsl.pl

Katowice 9.04.2019

Recenzja

Osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej dr. inż. Sławomira Kowalskiego ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn

Podstawą do opracowania oceny jest pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej Pana Prof. dr. hab. inż. Jerzego Śładka z prośbą o dokonanie recenzji osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej Pana dr. inż. Sławomira Kowalskiego.

Dokumentację będącą podstawową oceny merytorycznej stanowią:

1. Wniosek, 2. Poświadczona kopia dyplomu doktorskiego, 3. Autoreferat w języku polskim i angielskim, 4. Wykaz dorobku habilitacyjnego, 5. Monografia pt. „Wpływ powłok PVD na rozwój zużycia frettingowego w połączeniach włączanych” Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji PIB, 2018, stanowiąca osiągnięcie naukowe oraz kopie wybranych publikacji wchodzących w skład cyklu publikacji powiązanych tematycznie.

Recenzję opracowałem z uwzględnieniem kryteriów określonych w następujących aktach prawnych i przepisach wykonawczych: Ustawie z dn. 14.03.2003 o stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595, z późn. zm.) art. 16 ust. 2, Rozporządzeniu MNiSW z 01-09-2011 w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. Nr 196, poz. 1165) oraz komunikatach Centralnej Komisji do spraw stopni i tytułu naukowego.

Informacje ogólne

Dr inż. Sławomir Kowalski ukończył studia I stopnia w Politechnice Krakowskiej w roku 2003 roku uzyskując dyplom inżyniera. Dyplom mgr inż. otrzymał po ukończeniu Wydziału Mechanicznego na kierunku Transport, specjalność: Eksploatacja i Zarządzanie w Transporcie po obronie z wyróżnieniem pracy magisterskiej pt: Analiza eksploatacja trwałości zestawów kołowych. Promotorem pracy był dr hab. inż. Paweł Piec, prof. PK. W roku 2006 ukończył podyplomowe studia w Akademii Pedagogicznej w Krakowie. W roku 2010 uzyskał stopień mgr. inż. w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja maszyn na Wydziale Mechanicznym w Politechnice Krakowskiej. Temat pracy doktorskiej: „Wpływ wybranych procesów technologicznych na zużycie frettingowe modelu połączenia zestawu kołowego”. Promotorem pracy był dr hab. inż. Stanisław Guzowski a recenzentami prof. dr hab. inż. Marian Szczerek oraz dr hab. inż. Paweł Piec, prof. Politechniki Krakowskiej. Obecnie habilitant jest wykładowcą w Instytucie Technicznym w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Nowym Sączu. Ponadto jest zatrudniony w firmie NEWAG IP Management sp. z o.o jako Specjalista technolog.

Ocena osiągnięcia naukowego

Jako istotne osiągnięcie naukowe habilitant przedstawił obszerne 192 stronicowe opracowanie w postaci książki wydanej przez Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji w roku 2018. Spis treści podzielony został na 8 logicznie ułożonych pod względem treści rozdziałów, zawierających: wprowadzenie, stan wiedzy na temat zużycia frettingowego, założenia i teza pracy metodykę, charakterystykę powłok przeznaczonych do badań, analizę wyników badań zużycia, analizę wytrzymałości zmęczeniowej, podsumowanie i wnioski. Monografia zakończona została danymi literatury źródłowej oraz streszczeniami.

We wprowadzeniu habilitant scharakteryzował problem zużycia frettingowego w aspekcie poznawczym oraz praktycznym wskazując na jego szczególne znaczenie w połączeniach wciskowych pracujących w warunkach obrotowego zginania. Powołał się przy tym na przykłady praktycznego znaczenia zjawiska w zestawach kołowych trakcyjnych pojazdów szynowych. Wskazał, że stosowane zabiegi obróbki powierzchniowej takie jak hartowanie powierzchniowe, azotowanie, molibdenowanie nie przyniosły oczekiwanych rezultatów. Jako perspektywiczne wskazał powłoki wytwarzane metoda PVD. Należy jednak ostrożnie traktować opinię wyrażoną przez habilitanta, że powłoki te stanowią zabezpieczenie antykorozyjne zwłaszcza w skojarzeniach ciernych oraz, że dla zastosowań zestawów kołowych pojazdów szynowych będą one konkurencyjne pod względem kosztów.

Z nieznanymi powodów habilitant nie zachował chronologii w powoływaniu się na dane literaturowe rozpoczynając od poz. 79 a następnie poz. 62-64 oraz 90.

W rozdziale dotyczącym stanu wiedzy na temat zużycia frettingowego habilitant przytoczył różne definicje tego rodzaju zużycia w oparciu o dane literaturowe wskazując, że przyczyną tych różnic jest nie do końca poznany mechanizm frettingu i można za danymi literatury źródłowej wyróżnić trzy jego rodzaje.

W dalszej części rozdziału habilitant, w sposób zwarty w treści i zrozumiały dla czytającego analizuje - na podstawie zebranej obszernej literatury źródłowej - warunki rozwoju zużycia frettingowego, czynniki wpływające na rozwój zużycia mechanizm życia, analizuje zużycie w połączeniach wciskowych oraz podaje przykłady występowania zużycia frettingowego. Analizę warunków zużycia poparł równaniami na wyliczenie amplitudy poślizgu dla konkretnego przypadku. Szkoda, że habilitant nie podał jednostek w równaniu 2.2 str. 16. W konkluzji habilitant przytacza za poz. lit. [143] trzy przykładowe przyczyny przemieszczeń stycznych. W analizie zależności grup czynników wpływających na rozwój zużycia frettingowego wymienił czynniki materiałowe, warunki otoczenia oraz warunki przemieszczeń. Omówił wpływ m.in. takich czynników jak: temperatura, zanieczyszczenia, wilgotność, warunki smarowania, w grupie warunków materiałowych twardość, współczynnik tarcia, chropowatość, wytrzymałość zmęczeniowa. Habilitant słusznie wskazuje, że w warunkach eksploatacji czynników zużycia jest więcej niż te wymienione i opisane a dane literaturowe wskazują, że może ich być 50. Stąd nasuwa się pytanie jakie znaczenie ma czynienie uogólnień co do mechanizmu zużycia frettingowego. Można jedynie mówić o dominujących czynnikach zużycia i na tej podstawie analizować mechanizmy.

Habilitant dużo uwagi poświęcił zużyciu frettingowemu w połączeniach wciskowych. Wskazał, że istnieje mało opracowań na ten temat a te wskazują, że w połączeniach tych dominującym zjawiskiem inicjującym jest tworzenie a następnie rozrywanie szczytów adhezyjnych. Inne czynniki m. in. deformacja plastyczna, utlenianie i mikroskrawanie spełniają rolę podrzędną.

W zakończeniu analizy skupił się na przykładach występowania zniszczenia korozyjnego wskazując biotechnikę (zużycie protez stawu biodrowego, implantach kręgosłupa, aparatach ortodontycznych), lotnictwo (w silnikach lotniczych, połączeniach nitowanych elementów skrzydeł), kolejnictwo (w pojazdach szynowych w węzle koło oś zestawu kołowego), silnikach spalinowych, wymiennikach ciepła, turbinach wiatrowych.

Oceniając rozdział „Stan wiedzy na temat zużycia frettingowego” należy stwierdzić, że pod względem treści merytorycznej wyczerpuje on w pełni wymagania stawiane rozeznaniu literaturowemu. Rozdział napisany jest poprawnym i zrozumiałym językiem. Zawiera, co należy podkreślić, elementy krytycznej oceny danych literaturowych. Dane literaturowe pochodzą z ostatnich lat a niektóre z nich np. poz. 54 dotycząca oddziaływania mikrostruktury i właściwości na inicjację i propagację pęknięć pochodzi z roku 2018. Kolejność danych literaturowych w tym rozdziale budzi jednak poważne zastrzeżenia. Bowiernie w powoływaniu się na dane literaturowe w całej monografii powinna być zachowana kolejność. Niezrozumiałe jest więc odwoływanie się na przykład na str.13, w kolejności do poz. 186, 116, 162, 86 lub poz. 51, 2010, 13, 105 (str. 21).

Po rozdziale „2. Stan wiedzy na temat zużycia frettingowego” należało oczekiwać rozdziału, w którym habilitant przeprowadzi krytyczną analizę stanu wiedzy na temat powłok zabezpieczających przed zużyciem frettingowym. Przeprowadzona przez habilitanta analiza w rozdziale „5” dotyczy, wytwarzanych metodą PVD, powłok przeznaczonych do badań własnych habilitanta i nie ujmuje między innymi szeroko stosowanych i oferowanych przez firmy Oerlicon Metco, Praxair i H.C. Starck (Hogenas) proszków do wytwarzania powłok antyfrettingowych. Można tu wymienić : CuAl, CuNi, CuNiIn (Metco 58NS), AlCu lub nowsze opracowane w firmie Oerlicon proszki do wytwarzania powłok typu: CoCrAlYSi – hBN pod nazwą firmową Amdry 958 zawierające 25Cr;5Al;0.27Y;1.75Si oraz 15%hBN (azotek boru o strukturze heksagonalnej). Powłoki te mogą być stosowane w wyższej temperaturze (450°C) niż powłoki CuNiIn, których maksymalna temperatura zastosowania wynosi 340°C. Powłoki wytwarzane są metodą natryskiwania cieplnego naddźwiękowego lub plazmowego. Grubość wytwarzanych powłok wynosi do 150 µm. Powłoki te są z powodzeniem stosowane w przemyśle lotniczym jako ochrona przeciwko zużyciu frettingowemu. Odczuwa się brak w monografii szerszej, krytycznej analizy znanych i stosowanych typów powłok antyfrettingowych.

Rozdział 3, monografii dotyczy założeń naukowych i tezy. Jako główne cele pracy habilitant wskazał:

- ocenę wpływu, powłok PVD na inicjację procesu zużycia,
- rozwój oraz intensywność zużycia frettingowego w połączeniu włączanym,
- wskazanie miejsca występowania zużycia oraz ocena stanu warstwy wierzchniej,
- ocena wpływu powłok na wytrzymałość zmęczeniową, połączenia wałek tuleja,
- sformułowanie wytycznych doboru powłok, które ograniczają w sposób zadowalający lub eliminują zużycie frettingowe w połączeniu wałek – tulejka.

O ile można by się zgodzić z tym, że habilitant założył sobie takie cele i jak wynika treści monografii, dobrze je zrealizował, to trudno je nazwać celami naukowymi (str.34). Za cel naukowy można uznać wyjaśnienie zjawisk fizykochemicznych, mechanizmów, kinetyki procesu lub jak habilitant napisał z złożeń na str. 36 „... opis procesów towarzyszących zjawisku frettingowemu...” - ale nie „... oceną wpływu..”, „...wskazanie miejsca...” „...sformułowanie wytycznych...”.

Teza pracy została poprawnie sformułowana i dobrze uzasadniona.

Kolejny obszerny rozdział dotyczący metodyki badań podzielony został na części zawierające przygotowanie modelu badawczego i przeprowadzenie eksperymentów zużycia oraz część badań, polegających na analizie procesów zużycia. Rozdział zawiera precyzyjną charakterystykę postępowania w eksperymentach, m.in. opis układu badawczego, charakterystykę stanowiska badawczego, sposób połączenia i demontażu układu próbkawałek. Na podkreślenie i pozytywną ocenę zasługuje szczegółowy a zarazem jasny i zrozumiały opis każdego z elementów metodyki. Widać tu doświadczenie i umiejętności habilitanta w planowaniu badań. Testy poprzedzone zostały analizą naprężeń panujących na powierzchni wałka i tulei dla przyjętego obciążenia. W analizie habilitant wykorzystał

symulację komputerową z zastosowaniem programu ANSYS. Wyniki tej analizy przedstawił w postaci przekonujących map intensywności naprężeń dla stali 45 oraz P23 stosowanych w badaniach własnych. Niestety habilitant nie uzasadnił wyboru gatunków stali 45 i P23 oraz nie wyjaśnił dlaczego stale były w stanie normalizowanym. Końcowa faza metodyki to przygotowanie materiału do badań. Habilitant opracował metodykę zapobiegającą ewentualnemu zniekształceniu wyników w momencie rozdzielania wałka i tulei. Precyzyjnie opisał metody badawcze stosowane po wykonaniu badań i eksperymentach zużycia frettingowego. Wykorzystał metody pomiaru chropowatości powierzchni przy pomocy profilometru stykowego TOPO 01P oraz metody skaningowej mikroskopii elektronowej wykorzystując mikroskop JEOL JSM 6460LV ze spektrometrem EDS INCA.

Podsumowując rozdział „4. Metodyka badań”, należy stwierdzić, że habilitant wykazał się umiejętnością planowania badań, doboru aparatury badawczej, przygotowania materiału oraz preparatyki do badań. Uzupełnieniem dodatkowo podnoszącym poziom tego rozdziału byłyby charakterystyka aparatury PVD na której wykonano powłoki, o których mowa na str. 39 oraz uzasadnienie wyboru stali 45 i P28 do budowy modelu badawczego.

Rozdział 5 monografii zawiera charakterystykę następujących typów powłok, które habilitant wykorzystał w badaniach: wielowarstwowych CrN+OX, dwuskładnikowych TiN, ZrN, TiB₂, wielowarstwowych TiSiN oraz powłok z udziałem fazy diamentopodobnej – DLC, CrN+a-C:H:W. Habilitant w sposób przekonujący uzasadnił wybór określonego typu powłoki uzupełniając go, krótkim przeglądem literatury w tym zakresie. Charakterystyka mikrostruktury (fotografie oraz mapy powierzchniowego rozmieszczenia pierwiastków) wykonane zostały na wysokim poziomie, oprócz innych uwzględniają rozmieszczenie pierwiastków lekkich. Niestety nie można tego odnieść do wyników ilościowej analizy pierwiastków zamieszczonej w tabl. 5.1 do 5.7. Wiadomo bowiem, że zastosowaną metodą nie wyznacza się ilościowej zawartości pierwiastków lekkich. Zachodzi ponadto pytanie w jakich procentach wyrażono stężenie pierwiastków. Wyniki badań mikrostruktury oraz rozmieszczenia pierwiastków pokazane na rys. 5.1 pojawiły się również w publikacji habilitanta w czasopiśmie Wear, 398-399 (2018), 13-21). Habilitant powinien się powołać na tę poz. literatury w podpisie Rys. 5.1.

Dodatkowymi cechami, powłoki, które w sposób precyzyjny określił był profil chropowatości, którego przebieg był bardzo ważny dla właściwej analizy zniszczenia frettingowego.

Rozdział ten (5.) nie jest pozbawiony błędów. Zauważyć można drobne błędy w sformułowaniach, m.in. na str. 59 powłoki TiN „charakteryzują się małym powinowactwem do podłoża...”, „ na rynku można spotkać powłoki TiN z dodatkiem glinu...”. Co oznacza pojęcie „wysoka krystaliczność”? - Str. 68 (8 wiersz od góry) „Ze względu na wysoką wydajność mechaniczną powłoki”.

W podrozdziałach 5.5 – 5.5.7 habilitant analizował dane literaturowe oraz charakteryzował powłoki: TiB₂, CrN+a-C:W, DLC wykorzystane w badaniach.

Z przedstawionej analizy danych wyłania się obraz powłoki, która najlepiej powinna spełniać założenia pracy. Powinna być to powłoka DLC bowiem wykazuje ona wyjątkową odporność na zużycie frettingowe w układzie kula-powierzchnia płaska jednak jak słusznie zauważył habilitant nie można przewidzieć jak zachowa się ta powłoka w warunkach zużycia frettingowego w połączeniach właczanych.

Podczas analizy danych literaturowych dotyczących powłok w rozdz. 5, odczuwa się niewystarczającą ilość odwołań do publikacji polskich autorów oraz ośrodków naukowych i firm zajmujących się wytwarzaniem powłok metodami PVD oraz PECVD m.in.: ITE PIB w Radomiu (np. J. Smolik „Rola warstw hybrydowych typu warstwa azotowana/powłoka PVD w procesie zwiększenia trwałości matryc kuźniczych”, 2007, J. Smolik, „Hybrydowe

technologii inżynierii, ITE PIB Radom, 2016, Politechniki Koszalińskiej, Politechniki Warszawskiej, Instytutu Mechaniki Precyzyjnej i in.). Brakuje również odwołania do wyników i technologii funkcjonującej na polskim rynku firmy Oerlikon Balzers Coating Poland dysponującym największym potencjałem technologicznym w Polsce w zakresie wytwarzania powłok PVD. Habilitant nie wskazał kto i na jakim typie aparatury wytworzył powłoki dla potrzeb pracy habilitacyjnej. Taka informacja powinna być podana w rozdziale poświęconym metodyce badań.

W podsumowaniu rozdziału str. 85 habilitant wskazuje, że obok twardości ważnym czynnikiem wpływającym na rozwój zużycia frettingowego jest chropowatość. Najniższą chropowatość wykazywały powłoki ZrN a najwyższą wałki z powłoką CrN+a-C:H:W. Powłoki o mniejszej chropowatości charakteryzują się większą podatnością na rozwój zużycia frettingowego. Powierzchnie takie będą bardziej podatne na szepienia adhezyjne, które przyczyniają się tworzenia produktów zużycia podczas włączania.

Moim zdaniem jest to niezwykle ważna konkluzja, która zostanie zweryfikowana z układzie połączeń włączanych.

W rozdziale 5. habilitant dokonał syntetycznej analizy charakterystyki podstawowych właściwości powłok. Nie wskazał jednak ani źródła pochodzenia powłok ani aparatury, w której przeprowadzono eksperymenty pokrywania.

Kolejny bardzo ważny rozdział monografii dotyczy analizy wyników badań zużycia. W podrozdziałach 6.1 do 6.8 na 70 stronach habilitant analizuje wyniki badań zużycia elementów pary trącej (wałka i piasty).

Odnosząc się do podrozdziału dotyczącego elementów bez powłoki wykazał, że charakterystyczną cechą zużycia jest tworzenie się na powierzchni wałka narostów materiału, które ulegały deformacji plastycznej oraz miały tendencję do pęknięcia. Obrazowo przedstawił miejsca zużycia w skali makro oraz mikrostrukturę powierzchni elementów oraz przekroju poprzecznego. W charakterystycznych obszarach wykonał analizę zmian składu chemicznego oraz pomiar chropowatości.

W podsumowaniu tego fragmentu monografii habilitant wykazał, że źródłem uszkodzeń jest zjawisko adhezji przyczyniające się do powstawania szepień i miejscowego wrywania materiału z powierzchni elementów. Ocena podrozdziału 6.1, zawartych w nim wyników, podsumowania oraz wnioskowanie należy ocenić pozytywnie. Habilitant wykazał się umiejętnością analizowania przyczyn degradacji powierzchni elementów poddanych zużyciu w warunkach frettingu. Pewne wątpliwości można mieć do wyводу, że tulejka zużywa się szybciej niż wałek ze względu na niższą twardość podczas gdy twardość tych elementów była porównywalna (str.54 twardość wałka wynosi 170HB a tulei 163HB).

W podrozdziałach 6.2-6.8 Habilitant przedstawił wyniki badań oraz dokonał analizy układu wałek-tulejka, w którym wałek był pokryty powłokami: CrN+OX, TiN, TiSiN, ZrN, TiB₂, (CrN+a-C:H i CrN+a-C:H;W) oraz DLC.

Wykazał, że powłoka CrN+OX korzystnie wpływa na odporność na zużycie frettingowe jak pokazał na rys. 6.15 powłoka po testach jest w stanie nienaruszonym. Rekomenduje więc tą powłokę do zastosowania w połączeniach włączanych. Jednakże, jak można zauważyć na rys. 6.11 na powierzchni pojawiły się obszary o zwiększonej zawartości żelaza co sugeruje, że mogły powstać podczas włączania tulei ale mogą też być wynikiem szepiania. Mam zastrzeżenia co do poprawności analizy ilościowej pierwiastków. Analiza jakościowa wskazuje na obecność Si oraz C w obszarach 1 i 2, tabela 6.3. Należy powtórzyć pytanie w jakich procentach wyrażone jest stężenie oraz jak wytłumaczyć obecność tych pierwiastków w zaznaczonych mikroobszarach.

Wyjaśnienia wymaga analiza pomiarów chropowatości powierzchni bowiem dla czytającego niejasne jest zdanie: „Wyniki pomiarów wykonane po badaniach zużyciowych wykazują

wzrost wysokościowych parametrów chropowatości oraz parametrów objętościowych związanych z krzywą udziału materiałowego z wyjątkiem objętości pustek dolin".

W kolejnym podrozdziale (6.3) habilitant analizował oddziaływanie powłoki TiN na zużycie frettingowe konkludując, że powłoka tego typu nie może być rekomendowana jako zwiększająca odporność na zużycie frettingowe w połączeniach włączanych. Stwierdził bowiem znaczne zniszczenia powierzchni i uszkodzenia powłoki. Przeprowadził staranne badania mikrostruktury wskazując obszary zużycia oraz rozmieszczenia pierwiastków na powierzchni, jednak podobnie jak w poprzednich rozdziałach wyniki analizy ilościowej pierwiastków zamieszczone w tabeli 6.5 należy traktować ostrożnie. Trudno się zgodzić, ze stwierdzeniem, że „... ważną cechą powłoki TiN jest jej elastyczność” podczas gdy wiadomo, że powłoki te charakteryzują się wysoką mikrotwardością i są kruche. Ryzykowne jest ich stosowanie jako odpornych na korozję bowiem ich odporność na stali determinowana jest szczelnością. W momencie uszkodzenia dochodzi silnej korozji podpowłokowej lub wżerowej w zależności od gatunku pokrytej stali a korozja frettingowa jest odmianą zużycia frettingowego (str.14).

W rozdz. 6.4 habilitant analizował właściwości powłoki TiSiN. Wykazał jedynie niewielkie uszkodzenia, które wg habilitanta powstały podczas montażu połączenia.

Zwiększając ilości cykli powyżej stosowanej dla innych powłok habilitant stwierdził ślady zużycia i wykruszenia. Wyniki przestawił na rys. 6.24 do 6.31 oraz w tabelach 6.7 i 6.8. Zastanawiająca jest rola krzemu w tych powłokach bowiem powłoka bez tego pierwiastka zgodnie z przyjętym kryterium nie spełnia wg opinii habilitanta wymagań natomiast z dodatkiem Si zachowuje się doskonale. Należałoby wyjaśnić tę różnicę i zastanowić się nad tym czy nie ma tu pewnej przypadkowości w testach, bowiem jak wyjaśnić wyniki zamieszczone w tabelach 6.3 oraz 6.7. Tabela 6.3 zawiera wyniki analizy stężenia pierwiastków w powłokach CrN+OX w mikroobszarach (1, 2, 4) której zawartość Si wynosi odpowiednio 20,9%; 12,8%; 35,8% natomiast w powłoce TiSiN najwyższe stężenie Si w mikroobszarach 5 i 7 wynosi odpowiednio 6,7% i 4,8%.

Powłoka ZrN wykazuje ograniczenie rozwoju zużycia w porównaniu z układem bez powłoki. Jednak jak wynika z obrazów makro (rys. 6.33) oraz obrazów skaningowych pokazanych na rys. 6.40 stopień degradacji powierzchni jest znaczny, największy z poddanych analizie. Widać to na np. na rys. 6.40. Zarówno tuleja jak i wałek wykazują ślady znacznego zużycia. Opinia habilitanta, że nie należy rekomendować tego typu pokrycia jest uzasadniona. Zachodzi jednak pytanie co sprawia, że powłoka TiN nie ulegają uszkodzeniu podczas włączania a powłoka ZrN ulega takiemu uszkodzeniu.

W podrozdziale 6.6 habilitant prezentuje wyniki badań układu, w którym wałek został pokryty powłoką TiB₂. W opinii habilitanta efektów zużycia nie obserwuje się nawet przy zwiększonej ilości cykli niż założono w kryteriach oceny. Uwidocznione zostały jednak efekty uszkodzenia powstałe podczas włączania tulejki na wałek, co jak słusznie wyjaśnił habilitant, związane jest z kruchością powłoki. Habilitant zwrócił uwagę na ważną cechę powłok TiB₂ jaką jest tzw. „samosmarowność”. W powłoce tej pod wpływem reakcji tribochemicznych z borem powstaje cienka warstwa samosmarowna. Należy zgodzić się z opinią habilitanta, że powłoka TiB₂ charakteryzuje się właściwościami, które spełniają wymagania odporności na zużycie frettingowe, jakkolwiek należy sprecyzować o jaki typ zużycia frettingowego chodzi zgodnie z tym co habilitant napisał na str. 14. Podobnie jak przy omawianiu poprzednich typów powłok w rozdziale dotyczącym powłok TiB₂ zastrzeżenia będą wyniki analizy ilościowej pierwiastków zwłaszcza boru, w tabeli 6.11.

Analiza zużycia układu tuleja – wałek z powłoką CrN+a-C:H oraz powłoką CrN+a-C:H:W, której efekt zużycia przedstawiony jest na rys. 6.51 i scharakteryzowany na str. 141 nie pozwala moim zdaniem na wyciągnięcie jednoznacznego wniosku co do oddziaływania powłoki, bowiem habilitant wskazuje na wyniki zużycia wałka (rys.6.51) aby zakończyć

fragment analizy tej stwierdzeniem, że dominującymi produktami zużycia są ścięte nierówności piasty tulejki.

Przedstawione na rys. 6.52 mapy rozmieszczenia pierwiastków uznać należy za bardzo pomocne w analizie procesu zużycia powierzchni. Wyniki zaczerpnięto z publikacji w Science and Technology 2018, 20, s. 1-8. Habilitant powinien się powołać w monografii na tę publikację w podpisach pod rysunkami. Przedstawione na rys. 6.57 obrazy zużycia wskazują wyraźnie, że znacznemu zużyciu ulega wałek z powłoką a głębokość tego zużycia przekracza grubość naniesionej powłoki. Z rys. 6.57 wynika, że zniszczeniu ulega tulejka. W ocenie odporności na zniszczenie frettingowe powłok CrN+a-C:H brak jest jednoznacznych dowodów na ich przewagę na innymi analizowanymi typami powłok. Z przeprowadzonej przez habilitanta analizy nie wynika jednoznacznie czy zniszczeniu ulega powierzchnia wałka czy piasty tulejki czy też obydwa te elementy ulegają zużyciu. Trudno więc zgodzić się z opinią (str. 139), że „obydwie powłoki ograniczyły rozwój zużycia frettingowego oraz nie uległy dodatkowym uszkodzeniom.” i dlatego można je zarekomendować „w celu nakładania na wałki przeznaczone do pracy w warunkach obrotowego zginania”.

Ostatnią z analizowanych powłok rekomendowanych jako zwiększającą odporność na fretting jest powłoka DLC. Habilitant wykazał bardzo dobre właściwości tej powłoki wykonanej na wałku ze stali 45. Na powierzchni tulei obserwował wyraźne ślady zużycia frettingowego. Do pełnej analizy mechanizmu zużycia brakuje mapy rozmieszczenia pierwiastków w obszarach pokazanych na zdjęciu pierwszym i drugim od góry, rys. 6.59 str. 149. Zdjęcia mikrostruktur pokazane na rys. 6.59 oraz 6.60 znacznie się różnią. Zachodzi pytanie, które z nich jest charakterystyczne dla zużycia powierzchni wałka. Uwaga ta dotyczy również fotografii na rys. 6.61 (str. 151). Nieuprawnione jest stwierdzenie habilitanta, że „...analiza jakościowa składu chemicznego powierzchni wałka powłoki potwierdziła przewagę „mikrokropel” składających się z węgla wolframu, w których zawartość wolframu waha się w granicach 5-17%, pozostałe składniki to węgiel i tytan lub chrom”. To stwierdzenie nie ma to żadnego odzwierciedlenia w wynikach badań habilitanta. Skład fazowy ocenia się metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), a takiej habilitant nie przeprowadził. Wyciąganie zaś wniosków co do składu fazowego na podstawie analizy składu chemicznego jest błędem - jest niemożliwe. Podobnie nie do zaakceptowania jest sformułowanie „...produkty pochodzące z piasty tulejki składają się z żelaza o średnim stężeniu 60%, tlenu oraz domieszki pierwiastków wchodzących w skład powłoki”. Nawet jeśli przyjąć jako poprawne wyniki mikroanalizy rentgenowskiej, to czy stężenia węgla w ilości 12,7%, 17,2% wolframu, 12,1% chromu (tabela.16) można uznać jako domieszki?? Rozdział 6.9 zawiera podsumowanie wyników badań. Ten rozdział w mojej opinii napisany został dobrze. Zawiera on analizę zachowania poszczególnych typów powłok poddanych badaniom oraz ich selekcję pod względem odporności na zużycie frettingowe. Habilitant podzielił zachowanie się powłok na trzy grupy. Do pierwszej z nich zaliczył powłoki CrN+OX, TiN oraz CrN+a-C:H, które co prawda ograniczyły zużycie w odniesieniu do układu bez powłoki jednak odbiegały stopniem zużycia od innych. Do drugiej grupy można zaliczyć powłoki, które nawet przy zwiększonej ilości cykli wykazywały minimalne zużycie. Do nich habilitant zaliczył powłoki TiSiN wykazujące minimalne zużycie. Trzecia grupa to powłoki TiB₂ i DLC, na których nie stwierdzono śladów zużycia.

Powłoki DLC habilitant rekomenduje do przeprowadzenia testów eksploatacyjnych w warunkach pracy zestawów kołowych ponieważ charakteryzują się one wysoką twardością, wysoką wartością modułu sprężystości, odpornością na kruche pękanie, niskim współczynnikiem tarcia (str.156). Należy jednak dokonać analizy konstrukcji aparatury i urządzeń stosowanych do wytwarzania tych powłok oraz aspektu ekonomicznego procesu w odniesieniu do zestawów kołowych. Należy także odpowiedzieć na pytanie, jaki jest punkt

odniesienia materiałów stosowanych w zestawach kołowych do materiałów podłoża, które habilitant wykorzystał w badaniach własnych.

Rozdział 7 dotyczy analizy wytrzymałości zmęczeniowej próbek. Ten rozdział moim zdaniem nie powinien się znaleźć w tej pracy bez szkody dla jej wartości merytorycznej.

Habilitant wykazał 218 pozycji literatury związanej z tematyką pracy. Jednak nie udało mi się odnaleźć przywołania wszystkich z wymienionych. Być może jest to moje przeoczenie ale nie doszukałem się powołania na pozycje: **4, 10, 17,19, 72, 80, 94, 113, 136, 137, 145, 146, 152, 165, 181, 189, 190, 194, 216, 217, 218** pomimo, że zostały wymienione w spisie literatury. Pozycje literatury, na które powołuje się habilitant są zupełnie rozproszone. Treść monografii rozpoczyna się od poz.79 po czym następują poz. 62, 63, 64 i 90, następne w kolejności to pozycje 186,116, 162 oraz 157, 86, 143 następne po tych są pozycje 203, 202, 201. Ten brak uporządkowania dotyczy treści całej monografii. Odniesienie do pozycji [1] znajduje się dopiero na 22 stronie monografii po 51 innych pozycjach o wyższych numerach.

Reasumując monografia zawiera ciekawą koncepcję, wymagającą od habilitanta niezwyklej pracowitości i zaangażowania, której teza sformułowana została poprawnie i udowodniona. Typy powłok zostały dobrane dobrze a ich mikrostruktury są modelowe. Uzyskane wyniki stanowią z pewnością wkład w poznanie przyczyn zużycia frettingowego nowoczesnych typów powłok wytwarzanych metodą PVD. Praca stanowi wkład w rozwój dyscypliny Budowa i Eksploatacja Maszyn. Jednak błędy merytoryczne oraz redakcyjne nie pozwalają na w pełni pozytywną jej ocenę a co najwyżej na ocenę dostateczną.

Ocena istotnej aktywności naukowej

§3 Kryteria oceny w Rozp. MNiSzW z dn. 1 września 2011

a. Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie (JCR).

Habilitant jako najważniejsze przedstawił 5 publikacji znajdujących się na liście WoS, posiadających impact factor oraz znajdujących się na liście A MNiSzW a ponadto dwie publikacje będące w recenzji:

1. *Sławomir Kowalski: Influence of molybdenum coating on fretting wear development In clamped joint, Journal of the Balkan Tribological Association, vol. 22, No 2A-I (2016, pp.1741-1752 (IF=0,737; 15 pkt.MNiSzW)*
2. *Sławomir Kowalski: „Application of dimensional analysis in the fretting wear studies”, Journal of the Balcan Tribological Association, vol. 22, No 4 (2016, pp.3076-3088 (IF=0737;15 pkt. MNiSzW),*

W Publikacji „2” ze względu na trudności w badaniu zużycia frettingowego zestawów kołowych habilitant zaproponował model złącza wciskanego i jego obciążenie oraz symulował warunki pracy zestawu kołowego. Analiza wymiarowa, za pomocą, której zdefiniowano kryteria podobieństwa mechanicznego, była podstawą do przyjęcia modelu. Celem było zaproponowanie procesów technologicznych modyfikacji warstwy wierzchniej, które miałyby ograniczyć rozwój zużycia frettingowego wału. Modyfikacja polegała na azotowaniu, utwardzaniu przez powierzchniowe hartowanie oraz umacniania powierzchni przez rolowanie. Habilitant wykazał, że wybrane metody modyfikacji ograniczały rozwój zużycia frettingowego. Testy technologiczne habilitant połączył z możliwością ich zastosowania w rzeczywistym obiekcie. Wyniki badań poparte zostały fotografiami makro w obszarze zużycia oraz analizą powierzchni z wykorzystaniem mikroskopii skaningowej. Publikacja wnosi cenny wkład w badania zużycia frettingowego i ciekawe wyniki wpływu obróbki cieplnej na to zużycie.

3. Sławomir Kowalski: „Assessment of the possibility of the application of a CrN+OX Multi layer coating to mitigate the development of the fretting wear In a Press-fit joint”. *Wear* 398-399 (2018, pp. 13-21 (IF=2,96; 35 pkt.MNiSzW)

W publikacji habilitant przedstawił próbę wyeliminowania bądź ograniczenia zjawiska zużycia frettingowego poprzez zastosowanie powłoki CrN+OX wytworzonej metodą PVD, charakteryzującej się wysoką twardością oraz niskim współczynnikiem tarcia. Wybór technologii oraz typu powłoki należy uznać za słuszny a zaproponowana metodyka badań frettingowych dobrze opanowana przez habilitanta. Wykazał, że inicjacja zużycia i jego przyczyną jest adhezja oraz gromadzenie się materiału z górnej części tulei oraz mikropełnięcia. Na próbkach stwierdzono utlenienie, którego produkty mogą być przyczyną frettingu.

Artykuł prezentuje wysoki poziom merytoryczny a mikrostruktura jest wzorcowa dla tego typu powłok, chociaż habilitant nie podaje kto ją wytworzył, oraz z użyciem jakiej aparatury została wykonana. Zdjęcie mikrostruktury w publikacji (Rys.2) jest powtórzone w monografii (Rys. 5.1). Brak odwołania jest błędem.

4. Sławomir Kowalski: „The influence of selected PVD coatings on fretting wear in a clamped joint based on the ex ample of a rail vehicle wheel set”, *Eksploatacja i Niezawodność-Maintenance and Reliability*, vol.20, No 1 (2018), pp. 1-8 (IF=1,383; 25 pkt MNiSzW)

W artykule zaprezentowano wyniki badań laboratoryjnych dotyczące wpływu wybranych powłok TiN oraz CrN+a-C:H:W, na inicjację i rozwój zużycia frettingowego w połączeniach właczanych.

Próbki przeznaczone do badań wykonano przez wtlócenie tulei na wał. Zaprezentowane wyniki badań dotyczyły warstwy wierzchniej wałów, ponieważ to ona w głównej mierze determinują trwałość połączenia właczanego. Habilitant przedstawił w tej publikacji wyniki obserwacji makroskopowych warstwy wierzchniej piasty tulei. Obserwacje warstwy wierzchniej wałów wskazują na ograniczenie rozwoju zużycia frettingowego w przypadku wałów z powłokami. Powłoki CrN+a-C:H: wykazują wysoką odporność na zużycie frettingowe. Habilitant wykazał, że przyczyną frettingu są nalepienia materiału, powstałe w wyniku zjawiska adhezji i ich utlenianie, mikro-wżery i wytarcia.

Publikacja prezentuje wysoki poziom metodyczny jednak błędem jest zamieszczanie tych samych fotografii w publikacji i monografii bez powoływania się na pierwsze źródło, np.: Rys. 6.52 w monografii to Fig.15 w publikacji; Rys. 6.53 w monografii to Fig.14w publikacji.

5. Sławomir Kowalski: „Fretting wear in selected elements of rail vehicles” *Technicki Vjesnik-Technical Gazette*, vol. 25/Suppl 2 (2018, pp 481-486 (IF=0,686; 15 pkt. MNiSzW)

W publikacji w oparciu o analizę eksploatacji zestawu kołowego, habilitant dokonał analizy obciążeń wywieranych na koło habilitant, opracował model układu, na którym przeprowadził eksperymenty zużycia. Na podstawie badań metalograficznych w obszarach zużycia wskazał miejsca największego zużycia spowodowanego frettingiem. Sformułował poprawne wnioski co do przyczyn i mechanizmu zużycia. Wyznaczona metodą EDS ilościowa analiza zawartości pierwiastków w mikroobszarach budzi zastrzeżenia bowiem wyznaczanie tą metodą zawartości węgla i tlenu jest błędem. Słusznie wskazał, że przyczyną zużycia jest

gromadzący się materiał, który uległ wytarciu, procesy szepiania oraz procesy utleniania mikropęknięcia oraz odkształcenie plastyczne.

6. Sławomir Kowalski, Mariusz Cygnar: „*The TiSiN coatings In the mitigation of the fretting wear In push fit joint*”, *Wear, 22nd International Conference on Wear and Materials, 2019, 14-18 April 2019 Miami USA (udział 80%)*
7. Sławomir Kowalski, Mariusz Cygnar, Grzegorz Budzik, *The influence of ZrN coating on fretting wear In a model of a Wheel/axle joint on a wheel set*”, *22nd International Conference on Wear and Materials, 2019, 14-18 April 2019 Miami USA (udział 80%)*

Analiza dorobku na podstawie przedstawionej monografii, najważniejszych 5 publikacji habilitanta posiadających IF oraz znajdujących się na liście MNiSzW, wykazała, że Habilitant ma jasno określone zainteresowania badawcze i naukowe oraz swobodnie porusza się w obszarze badawczym dotyczącym degradacji warstwy wierzchniej z ukierunkowaniem na zestawy kołowe. Przedstawione publikacje stanowią cykl powiązanych ze sobą tematycznie materiałów, z których każdy wnosi nową wiedzę w poznawanie mechanizmów zużycia. Niemniej ważne są zainteresowania habilitanta w zapobieganiu zjawisku zużycia frettingowego. Tej tematyce habilitant poświęcił niemal cały okres pracy po uzyskaniu stopnia doktora. Rozpoczęte w początkowym okresie badania nad możliwością wykorzystania klasycznych technologii takich jak azotowanie, hartowanie powierzchniowe i in. ukierunkował zostały na najnowocześniejsze technologie PVD. Jakkolwiek ich zastosowanie dla zestawów kołowych może być utrudnione, to badania modelowe nad zachowaniem powłok w warunkach zużycia frettingowego należy uznać za w pełni uzasadnione. Jednak ilość publikacji na WoS jest zbyt mała żeby ocena była w pełni pozytywna.

b. Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

Habilitant wykonał 11 projektów, rozwiązań konstrukcyjnych oraz dokumentacji głównie dla warsztatów samochodowych,

c. Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

Habilitant nie ma swoim dorobku udzielonych patentów ani zgłoszeń patentowych.

d. Wynalazki, wzory użytkowe, i przemysłowe

Habilitant nie posiada w swoim dorobku wzorów użytkowych i przemysłowych które uzyskałyby ochronę i zostałyby wystawione na Międzynarodowych wystawach lub targach

§4. Ocena w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych we wszystkich obszarach wiedzy

Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych inne niż znajdujące się w bazie JCR dla danego obszaru wiedzy

Habilitant wykazał 35 publikacji, w których 22 razy był głównym autorem a 12 razy był na drugim miejscu.

Po obronie pracy doktorskiej ilość publikacji, w których habilitant był głównym autorem wynosi 10 a 7 razy był współautorem.

Analiza dorobku pod kątem publikacji dokumentujących dorobek w zakresie zużycia frettingowego jest następująca:

- przed uzyskaniem stopnia doktora na całkowitą ilość publikacji 18 – 7 z nich dotyczyło zużycia frettingowego

- po uzyskaniu stopnia doktora na całkowitą ilość publikacji 17 – 6 z nich związana jest z tematyką zużycia frettingowego. Wszystkie 6 publikacji są autorstwa habilitanta.

Analizując ilościowy dorobek habilitanta w tym punkcie należy zauważyć, że największa aktywność publikacyjna w zakresie zużycia frettingowego przypada na ostatnie 2 lata bowiem 6 autorskich publikacji habilitanta przypada na lata 2016-2018.

1) Autorstwo, współautorstwo opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów dokumentacji prac badawczych ekspertyz

W okresie po uzyskaniu stopnia doktora habilitant opracował 36 dokumentów zawierających m.in. 18 różnego rodzaju Instrukcji 9 dokumentacji z zakresu budowy i eksploatacji maszyn i urządzeń.

Wykonał 9 ekspertyz z zakresu niezawodności maszyn, oceny ich zużycia uszkodzeń oraz opłacalności stosowania.

2) Sumaryczny impact factor

Wartość sumaryczna Impact Factor wg mojego wyliczenia wynosi **6,81**.

Jest to wartość bardzo niska nawet biorąc pod uwagę fakt, że w naukach technicznych uzyskanie wysokiej wartości IF nie jest łatwe.

3) Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Na Liście WoS znajdują się 4 publikacje habilitanta a tylko jedna jest cytowana jeden raz. Tak więc ilość cytowań wynosi 1.

Jest to wartość nie akceptowana na żadnej ze znanych mi uczelni technicznych. Analizując te wskaźniki w bazie Scholar dane są następujące: liczba publikacji 32, z których jedynie 4 pochodzą z listy „A” MNiSzW, liczba cytowań wynosi 28 a indeks $h=3$ przy czym należy zauważyć, że na 28 cytowań duża ich liczba to cytowania własne. Liczba cytowań publikacji habilitanta znacząco wzrosła w roku 2018 bowiem jeszcze w roku 2016 wynosiła 2, w roku 2017 – 3 a w roku 2018 – 13. Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (WoS) **$h = 1$**

Wartość indeksu Hirscha habilitanta jest poniżej kryteriów przyjętych na uczelniach technicznych.

4) Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Habilitant przed doktoratem brał udział w dwóch projektach badawczych przy czym jeden z nich związany był ze zużyciem frettingowym (projekt finansowany przez MNiSzW) a w 2017 roku kierował dwoma projektami, również związanymi z problemami zużycia frettingowego finansowanymi przez PWSzZ w Nowym Sączu.

5) Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową

Habilitant otrzymał Małopolskie stypendium doktoranckie ze Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego 2004-2006. Jest to dorobek przed uzyskaniem stopnia doktora.

6) Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych

Wykazane przez habilitanta osiągnięcia w tym zakresie należy uznać za mierne bowiem wygłoszone dwa referaty nie były związane z procesami zużycia frettingowych a dwa następne (w USA) są dopiero planowane.

§5. Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta we wszystkich obszarach wiedzy:

1) Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Habilitant nie uczestniczył w programach europejskich ani innych programach międzynarodowych i krajowych

2) Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych

Habilitant wykazał udział w 12 krajowych konferencjach. W tych 12 konferencjach jedynie 2 związane były ze zniszczeniami frettingowymi. Tematyka pozostałych była jest rozproszona.

Brał udział w konferencjach dwukrotnie jako przewodniczący komitetu organizacyjnego, członek komitetu organizacyjnego oraz jeden raz był sekretarzem komitetu organizacyjnego. Działalność w tym zakresie należy ocenić pozytywnie.

3) Nagrody i wyróżnienia

Habilitant otrzymał 5 Nagród w tym jedną Nagrodę Rektora II-stopnia PWSzZ w roku 2016 za działalność dydaktyczną i organizacyjną, Nagrodę III stopnia Rektora PWSzZ za działalność dydaktyczną w roku 2017, Srebrny krzyż Ligi Ochrony Kraju w roku 2017.

4) Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Habilitant nie brał udziału w konsorcjach i sieciach badawczych

5) Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz współpracy z przedsiębiorcami

Habilitant kierował dwoma projektami. Jeden z nich pt. „Dokumentacja konstrukcyjno technologiczna” wdrożony został w firmie NEWAG S.A. w Nowym Sączu a drugi projekt realizowany był w firmie „Salamon Mechanika Samochodowa”

6) Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

W latach 2016 i 2018 aktywnie uczestniczył dwukrotnie jako redaktor zeszytów streszczeń w ramach konferencji międzynarodowej „Współczesne trendy w teorii maszyn i układów mechatronicznych” (2016) oraz konferencji Naukowej „Przemysł i systemy transportowe” (2018) . W roku 2017 był redaktorem zeszytu streszczeń Konferencji Koła Naukowego.

7) Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Habilitant jest członkiem Polskiego Towarzystwa Tribologicznego; Polskiego Naukowo Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego; Czeskiego Towarzystwa Eksploatacyjnego oraz Chorwackiego Towarzystwa Eksploatacyjnego.

8) Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki.

Działalność dydaktyczna i osiągnięcia dydaktyczne habilitanta zasługują na wyróżnienie. Opracował zbiór zadań zawierający przykłady obliczeń: „Belki, Siły wewnętrzne i linia ugięcia. Przykłady obliczeń” ISBN 978-83-7856-168. Prowadził wykłady, zajęcia laboratoryjne, seminaria oraz projekty na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na różnych kierunkach kształcenia. Między innymi w latach 2011/2012 ważne dla dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn: „Grafika inżynierska”, „Nowoczesne źródła napędu”, „Projektowanie inżynierskie”, „Podstawy konstrukcji maszyn”, „Eksploatacja maszyn i urządzeń”, Biomechanika, i in. Wg wykazu prowadzonych zajęć od roku akademickiego 2011/2012 do 2018/2019 różnorodność tematyczna prowadzonych wykładów, ćwiczeń laboratoryjnych i seminariów wymagała od habilitanta ciągłego samokształcenia i poszerzania wiedzy z różnych obszarów od „Teorii ruchu pojazdów” (poz. 25) do „Inżynierii Materiałowej” (poz.56). W okresie kiedy przygotowywał rozprawę jako wykładowca realizował 340 godzin zajęć dydaktycznych z 11 przedmiotów. Działalność dydaktyczna znajduje odbicie w wysokiej ocenie studentów co wynika z ankiet gdzie na ocenę w skali 0-3 uzyskał 2,67.

Stwierdzam, że habilitant jest doświadczonym, zdecydowanie wyróżniającym się nauczycielem akademickim, posiadającym znaczący dorobek w kształceniu studentów oraz organizacji studiów. W mojej opinii dorobek popularyzatorski oraz współpraca

międzynarodowa we wszystkich obszarach wiedzy jest wystarczająca dla ubiegania się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych

9) Opieka naukowa nad studentami

Kilkakrotnie pełnił funkcję opiekuna I-go (2016/2017 oraz 2018/2019) i II-go (2017/2018) oraz IV (2015/2016) roku studiów. Był opiekunem Koła Naukowego. Habilitant był promotorem 45 prac inżynierskich, 19 prac magisterskich, 29 prac recenzował

10) Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego

Habilitant nie sprawował opieki nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego.

11) Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Habilitant odbył dwukrotnie staż zagraniczny w roku 2014 oraz 2015, w Rosji (Samara State Transport University). Tematyka zarówno pierwszego jak i drugiego stażu była bardzo interesująca i ściśle związana z tematyką pracy habilitacyjnej. Tematyka dotyczyła bowiem zużycia zestawów kołowych pojazdów szynowych eksploatowanych do 160 km/h w tym z dużą ilością łuków. Habilitant analizował uszkodzenia i zużycie zestawów kołowych w terytorialnego, warunkach zimowych oraz możliwości zapobiegania tym zużyciom.

12) Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu

Habilitant w latach 2014-2015 opracował materiały dydaktyczne „Grafika biznesowa” dla Fundacji ECCC. W ramach umowy opracował dwa podręczniki sylabus z charakterystyką kompetencji

13) Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

Habilitant był dwukrotnie przewodniczącym komisji: 1. Podczas I Konferencji Koła Naukowego Vehiculum „Przemysł i systemy transportowe”, 19-21.04.2017, 2. Przewodniczący komisji oceniającej wystąpienia na Konferencji Naukowej „przemysł i systemy transportowe” 19-21.04.2018, Nowy Sącz-Lwów.

14) Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych

Habilitant dwukrotnie recenzował publikacje. Jedna z nich dotyczyła publikacji zagranicznej w Journal of the Balkan Tribological Association z roku 2016 druga w Pracach Naukowych Politechniki Warszawskiej, seria „Transport”.

Niezależnie od oceny zgodnie z wyżej wymienionymi kryteriami habilitant spełnia pożądane wymagania współpracy z przemysłem. Jest zatrudniony od roku 2017 w firmie NEWAG na stanowisku Specjalisty technologa. Od roku akademickiego 2015/2016 jest koordynatorem współpracy Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu a firmą. Jest kierownikiem projektu „Zintegrowany Program Rozwoju Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu”, finansowanego przez NCBiR. Program obejmuje opracowanie i wdrożenie modułu programów kształcenia, moduł podnoszenia kompetencji oraz moduł zarządzania w instytucjach szkolnictwa wyższego. W ramach działalności organizacyjnej koordynuje prace związane z 74 kartami przedmiotów. Zakres działalności organizacyjnej oceniam wysoko.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Oceniając wartość merytoryczną osiągnięcia naukowego stanowiącą wkład w rozwój dyscypliny budowa maszyn wymienić można następujące jego cechy:

- 1- Zawiera ono syntetyczne, zwarte przedstawienie problemu zużycia frettingowego poparte rozeznaniem literatury źródłowej.

- 2- Wyraźne powiązanie zjawiska frettingu z eksploatacją maszyn a w konkretnym przypadku odniesienie do zestawów kołowych i ich eksploatacji,
- 3- Analiza czynników mających wpływ na mechanizm zużycia frettingowego,
- 4- Odniesienie mechanizmów zużycia frettingowego do mało poznanych zjawisk zachodzących w połączeniach wciskowych oraz podstaw teoretycznych sił działających na elementy zestawu kołowego,
- 5- Budowa modelu połączenia oraz wyznaczenie mapy naprężeń metodą symulacji komputerowej,
- 6- Opracowanie koncepcji zwiększenia odporności na zużycie frettingowe oraz dobór 7 typów powłok i technologii ich wytwarzania,
- 7- Przeprowadzenie badań odporności na zużycie,
- 8- Wytypowanie grupy powłok PVD o najlepszej odporności na użycie frettingowe.

Reasumując ocenę monografii wyrażam przekonanie, że stanowi ona opracowanie dokumentujące wkład habilitanta w rozwój dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn. Uważam, że habilitant zrealizował postawiony cel, oraz udowodnił postawioną tezę, jednak popełnione „po drodze” liczne błędy merytoryczne, metodyczne oraz redakcyjne wymienione w treści recenzji, nie mogą stanowić podstawy do wydania wysokiej oceny. Monografię oceniam na dostateczny.

Na podstawie oceny istotnej aktywności naukowej stwierdzam, że w minimalnym stopniu spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Uzasadnieniem takiej oceny jest:

1. Słaby dorobek publikacyjny znajdujący się w bazie WoS, który stanowią jedynie 4 publikacje, 2. ilość cytowań – 1, indeks h=1. Dane znajdujące się w bazie scholar: 38-publicacji, ilość cytowań –18, index h=3
2. Niska wartość sumarycznej liczby punktów IF wg JRC – 6,5
3. Sumaryczna liczba punktów wg MNiSzW - 267

Dr inż. Sławomir Kowalski jest niezwykle cenionym i doświadczonym dydaktykiem. Jego dorobek dydaktyczny należy ocenić jako bardzo dobry, biorąc pod uwagę strukturę oraz skalę trudności wykładów, zajęć laboratoryjnych oraz projektowych. Znajduje to odzwierciedlenie w wysokiej ocenie przez studentów w procesie tzw. ankietyzacji. Na wyróżnienie zasługuje działalność organizacyjna a przede wszystkim szeroka współpraca z przemysłem. Habilitant jest wykładowcą umiejętnie łączącym zajęcia akademickie z potrzebami firm. Jest bowiem zatrudniony w firmie NEWAG na stanowisku Specjalisty technologa a jednocześnie koordynatorem współpracy Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu a firmą i jest kierownikiem projektu „Zintegrowany Program Rozwoju Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu”, finansowanego przez NCBiR.

Dorobek dydaktyczny i organizacyjny nie może, w ocenie dorobku, kompensować braków w dorobku naukowym, jednak jeśli jest on ujęty w rozporządzeniu MNiSzW jako kryterium oceny, musi zostać wzięty pod uwagę w ocenie końcowej.

Reasumując stwierdzam, że Pan dr inż. Sławomir Kowalski w stopniu minimalnym spełnia wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003 r. nr 65 poz 595 z późniejszymi zmianami) wymienione w Art. 16 oraz kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego wymienione w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Dz.U. nr 196 poz. 1165). Wnioskuje do Komisji habilitacyjnej oraz do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej o dopuszczenie do dalszego postępowania.

