



PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA W NOWYM SĄCZU

dr inż. Sławomir Kowalski

Autoreferat

*Załącznik 2 do wniosku o przeprowadzenie postępowania
habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych
w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn*

Nowy Sącz, 2018

SPIS TREŚCI

1.	CHARAKTERYSTYKA HABILITANTA	3
1.1.	Uzyskane stopnie i tytuły zawodowe	3
1.2.	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu	3
1.2.1.	W jednostkach naukowych.....	3
1.2.2.	W jednostkach nienaukowych.....	3
2.	WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. 2016r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016r.poz. 1311).....	4
2.1.	Osiągnięcie naukowe	4
2.2.	Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	4
3.	OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO - BADAWCZYCH	10
3.1.	Okres przed doktoratem.....	10
3.2.	Okres po doktoracie.....	12
4.	PODSUMOWANIE INFORMACJI O DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO - BADAWCZEJ, DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ	13
4.1.	Podsumowanie informacji o działalności naukowo-badawczej	13
4.2.	Podsumowanie informacji o działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej.....	14
4.3.	Podsumowanie informacji o działalności organizacyjnej.....	15
5.	SUMARYCZNE ZESTAWIENIE KRYTERIÓW OSIĄGNIĘĆ HABILITANTA	16

1. CHARAKTERYSTYKA HABILITANTA

1.1. Uzyskane stopnie i tytuły zawodowe

- 2010 doktor inżynier nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn; dyplom uzyskany 23.06.2010, Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny. Rozprawa doktorska pt. Wpływ wybranych procesów technologicznych na zużycie frettingowe w modelu połączenia zestawu kołowego, promotor: dr hab. inż. Stanisław Guzowski, prof. PK, recenzenci: prof. dr hab. inż. Marian Szczerek; dr hab. inż. Paweł Piec, prof. PK
- 2006 Studia podyplomowe, dyplom uzyskany 10.02.2006, Akademia Pedagogiczna w Krakowie, Wydział Pedagogiczny, kierunek: Pedagogika
- 2005 magister inżynier; dyplom uzyskany 23.06.2005, Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, kierunek: Transport, specjalność: Eksploatacja i Zarządzanie w Transporcie. Praca magisterska pt. Analiza eksploatacyjna trwałości zestawów kołowych – Promotor: dr hab. inż. Paweł Piec, prof. PK, **Studia ukończone z wyróżnieniem**
- 2003 inżynier; dyplom uzyskany 30.05.2003, Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, kierunek: Transport, specjalność: Eksploatacja środków transportu szynowego. Praca inżynierska pt. Systemy pomiarowe zużycia zestawów kołowych – Promotor: dr hab. inż. Paweł Piec, prof. PK

1.2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu

1.2.1. W jednostkach naukowych

- 2011 – 2013 Wykładowca, Instytut Techniczny, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu
- 2015 – obecnie. Wykładowca, Instytut Techniczny, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu

1.2.2. W jednostkach nienaukowych

- 2001-2016 – NEWAG S.A. Nowy Sącz– Specjalista technolog
- 2017 – obecnie. NEWAG IP Management sp. z o.o. – Specjalista technolog

2. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. 2016r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016r.poz. 1311)

2.1. Osiągnięcie naukowe

Osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, art. 16 pkt 2. stanowi monografia:

Sławomir Kowalski: „Wpływ powłok PVD na rozwój zużycia frettingowego w połączeniach włączanych”, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom 2018. ISBN 978-83-7789-526-9.

Recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Marian Szczerek, prof. dr hab. inż. Paweł Pawlus

2.2. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Zasadniczym celem pracy jest dobór powłok PVD, które ograniczą lub całkowicie wyeliminują rozwój zużycia frettingowego na powierzchni wałka, a tym samym zwiększą wytrzymałość zmęczeniową połączeń włączanych pracujących w warunkach zginania obrotowego.

Celem naukowym jest zbadanie i określenie wybranych powłok na inicjację i intensywność rozwoju zużycia frettingowego w połączeniach włączanych.

Połączenia wciskowe, szczególnie włączane, często wykorzystuje się ze względu na zalety, jakie posiadają, a do których można zaliczyć między innymi łatwość montażu czy zdolność przenoszenia dużych obciążeń. Jako przykład połączeń włączanych można wskazać połączenie koło-oś zestawu kołowego pojazdów szynowych.

Ze względu na funkcję, jaką zestaw kołowy pełni w pojazdach szynowych musi charakteryzować się szczególnie wysoką trwałością, a przede wszystkim niezawodnością. Szczególnie jest to istotne obecnie, kiedy pojazdy szynowe osiągają prędkości rzędu 200 km/h. Zestaw kołowy prowadzi pojazd szynowy w torze i jest bezpośrednio odpowiedzialny za bezpieczeństwo ruchu. Uszkodzenie zestawu kołowego może doprowadzić do katastrofalnych w skutkach wypadków. Innym ważnym czynnikiem są względy ekonomiczne, ponieważ zestaw kołowy stanowi około 20% masy wagonu towarowego i około 10% masy wagonu osobowego.

Zestaw kołowy pracuje w szczególnie ciężkich warunkach. Składają się na nie między innymi: obciążenia pionowe pochodzące od masy pojazdu, oddziaływania dynamiczne na styku koło-szyna, naprężenia wewnątrz będące wynikiem montażu. Wszystkie te czynniki, w

trakcie toczenia się zestawu kołowego, będą wywoływać zmiany stanu naprężeń, które z kolei będą generować między innymi rozwój uszkodzeń zmęczeniowych. Szczególnie niebezpieczne a zarazem niedopuszczalne są pęknięcia osi. Prowadzone do tej pory badania w warunkach eksploatacyjnych najczęściej wykazują pęknięcia zmęczeniowe w obszarze połączenia wciskowego koło – oś. Dominującym miejscem ich występowania jest okolica brzegu piasty koła od strony części środkowej osi. Jak wykazały badania laboratoryjne przeprowadzone na modelu połączenia wciskowego koło-oś, jest to również obszar intensywnego rozwoju zużycia frettingowego. Stąd nasuwa się wniosek, że uszkodzenia frettingowe na powierzchni osi powstałe w trakcie eksploatacji mogą być ogniskiem rozwoju pęknięć zmęczeniowych.

Wszelkie działania w kierunku wyeliminowania lub ograniczenia rozwoju zużycia frettingowego w połączeniu wciskowym mają, więc niezwykle istotne znaczenie dla trwałości i niezawodności zestawów kołowych. Dotyczy to również każdego innego połączenia wciskowego pracującego w warunkach obciążeń zmiennych.

Przegląd prac związanych z problematyką zjawiska frettingu pozwala na stwierdzenie, że zużycie to nie doczekało się jednoznacznego zdefiniowania, opisanie mechanizmu zużycia, czy określenia wpływu czynników na intensywność zużycia. Świadczy to o złożonym procesie jego rozwoju. Pojęcie frettingu obejmuje szereg procesów zużycia, takich jak, adhezja, mikroskrawanie, zmęczenie powierzchniowe, utlenianie, odkształcenia plastyczne, które w różnym stopniu uczestniczą w zużyciu i uszkodzaniu powierzchni elementów. Proces zużycia i uszkodzania warstwy wierzchniej elementów ściśle zależy od warunków współdziałania skojarzonych powierzchni, rodzaju styku, własności mechanicznych i fizykochemicznych materiału, warunków otoczenia. W zależności od tych czynników będą dominować różne elementarne procesy zużyciowe zarówno w inicjowaniu zjawiska frettingu, jak i w dalszym rozwoju.

Charakterystyczną cechą zdecydowanej większości prac było przyjęcie w badaniach zużyciowych styku niekonforemnego lub konforemnego. Na styki te działała siła normalna, generująca naciski powierzchniowe oraz styczna powodująca wymuszenie oscylacji. Obciążenia normalne przyjmowano w takim przedziale wartości, aby w warstwie wierzchniej skojarzonych powierzchni elementów były tylko odkształcenia sprężyste. Taki stan naprężeń umożliwiał między innymi wyznaczenie metodami analitycznymi obszarów występowania oscylacji pomiędzy skojarzonymi powierzchniami. Przeprowadzone badania powierzchni elementów dla wyżej wymienionych rodzajów styku pozwoliły w miarę dokładnie poznać mechanizm rozwoju zużycia oraz wpływ szeregu czynników na intensywność zużycia, szczególnie związanych z warunkami oscylacji, własnościami mechanicznymi powierzchni i otoczeniem.

Wykonane badania charakteryzowały się brakiem jednolitej metodyki badań. Wymiary próbek, rodzaj styku, stanowiska badawcze, wartość obciążeń normalnych i stycznych, parametry oscylacji, własności wytrzymałościowe materiałów i struktura geometryczna powierzchni skojarzonych elementów dobierane były w sposób doraźny, w zależności od celów badawczych. Z tego powodu porównywanie wyników badań uzyskiwanych przez poszczególnych badaczy, szczególnie dotyczących intensywności zużycia, jest trudne. Przedstawione różne modele mechanizmu rozwoju zużycia świadczą z kolei o złożonym wpływie tych czynników na inicjację i rozwój zużycia.

Ważnym wnioskiem wynikającym z dokonano przeglądu badań zużycia frettingowego jest, że rozwój zużycia będzie ściśle związany z rzeczywistym stykiem skojarzonych powierzchni elementów oraz obecnością w strefie kontaktu produktów zużycia. Warunki oscylacji natomiast, a w szczególności amplituda poślizgu, decydować będą o formie rozwoju zużycia. Wyżej wymienione wnioski sformułowano na podstawie badań zużyciowych na styku skoncentrowanym, na które działa siła normalna. W przypadku połączeń wciskowych wyglądało to będzie nieco inaczej.

Przegląd literatury dotyczący badań zużycia frettingowego w połączeniach wciskowych wykazał, że brak jest badań, które byłyby podstawą do określenia warunków inicjacji zużycia frettingowego i opisanie mechanizmu jego rozwoju. W badaniach połączeń wciskowych dominowały przede wszystkim badania wytrzymałości zmęczeniowej połączenia, a zużycie frettingowe uwzględniane było jedynie, jako czynnik dodatkowy mogący obniżyć wytrzymałość połączenia. Wyniki badań zmęczeniowych potwierdziły natomiast istotny wpływ uszkodzeń frettingowych na obniżenie wytrzymałości zmęczeniowej połączenia wciskowego. Badania zużycia frettingowego w połączeniach wciskowych polegały głównie na wygenerowaniu uszkodzenia na powierzchni elementów. Nie potwierdzono natomiast badań dla określenia fizycznej strony rozwoju zużycia, począwszy od zainicjowania zużycia po kolejne jego fazy. Ocena zużycia sprowadzała się najczęściej do określenia miejsca wystąpienia uszkodzenia na długości połączenia i wielkości jego obszaru oraz opisu obrazu uszkodzenia na podstawie obserwacji makroskopowych.

Badania mechanizmu zużycia natomiast, muszą być związane przede wszystkim z obserwacją styku połączenia i to zarówno po wykonaniu połączenia jak i po badaniach zużyciowych. Rozłączenie połączenia wciskowego po badaniach zużyciowych może prowadzić do uszkodzenia powierzchni styku, na której generowane jest uszkodzenie frettingowe. Ma to również wpływ na identyfikację zużycia i jego pomiar. Wskazuje to na zakres trudności, jakie związane są z badaniem zjawisk frettingowych w połączeniach wciskowych. Badania w tym zakresie prowadzone były przez prof. S. Guzowskiego i zamieszczane w wielu publikacjach. Miały one na celu określenie mechanizmu rozwoju zużycia frettingowego w połączeniach wciskowych modelujących rzeczywiste połączenie koło-oś zestawu kołowego pojazdu szynowego.

Zagadnieniem zużycia frettingowego w kraju zajmuje się niewiele osób, w świecie natomiast zużyciem tym zajmuje się szereg ośrodków badawczych. Prace tych ośrodków sprowadzają się jednak prawie wyłącznie do badań w styku skoncentrowanym. Przegląd literatury wskazuje, że zagadnienie zużycia frettingowego w połączeniach wciskowych jest bardzo rzadko tematem badań.

Mając na uwadze zwiększenie trwałości i niezawodności połączeń wciskowych pracujących w warunkach cyklicznego zginania obrotowego wytypowałem cienkie powłoki ochronne, a wyniki badań zużyciowych przedstawiłem w monografii oraz czasopiśmie krajowych jak i znajdujących się na „liście filadelfijskiej”.

Podstawowymi kryteriami doboru cienkich powłok ochronnych, którymi powleczono wałki były:

- wysoka wytrzymałość na obciążenia zmęczeniowe w warunkach zginania obrotowego,
- odporność na zużycie ściernie, adhezyjne oraz na utlenianie,

- powszechna dostępność powłok na rynku
- niskie koszty powlekania wałków przy zachowaniu wymienionych wyżej właściwości.

Uwzględniając powyższe do badań doświadczalnych wytypowane zostały następujące powłoki:

- wielowarstwowa powłoka CrN+OX (grubość: 9 μ m, kolor: tęczyowy),
- powłoka TiN (grubość: 3,5 μ m, kolor: żółto-złoty),
- powłoka TiSiN (grubość: 3 μ m, kolor: miedziany),
- powłoka ZrN (grubość: 2,5 μ m, kolor: złoto-biały),
- powłoka TiB₂ (grubość: 2 μ m, kolor: żółto-szary),
- powłoka CrN+a-C:H:W (grubość: 4 μ m, kolor: antracytowy),
- powłoka DLC (grubość: 2 μ m, kolor: antracytowy).

Wszystkie powłoki z wyjątkiem TiB₂ nałożono technologią fizycznego osadzania z fazy gazowej, wykorzystując metodę odparowania łukiem elektrycznym (Arc Evaporation). W metodzie tej wykorzystuje się plazmowe źródło łukowe. Skutkiem ubocznym tej metody jest powstawanie mikrokropli odparowanego materiału w generowanym strumieniu plazmy. Powłokę TiB₂ osadzono wykorzystując metodę chemicznego osadzania z fazy gazowej ze wspomaganiami plazmowym (PACVD), której zaletą jest przede wszystkim niska temperatura procesu nakładania powłoki, oscylująca w granicach 426-526°C. Możliwość oczyszczenia podłoża przez oddziaływanie plazmy zapewnia dobrą adhezję powłoki do podłoża przy zachowaniu zadowalającej wydajności w obniżonej temperaturze osadzania. Wykorzystane do badań powłoki charakteryzują się wysoką twardością powierzchniową jak również dobrą odpornością na zużycie przez tarcie i na korozję.

Badania zużyciowe przeprowadzono na próbkach składających się z wałka powlekanego powłoką oraz tulejki. Wartość wcisku oraz wymiary próbki dobrano w taki sposób, aby spełnić podobieństwo do rzeczywistego połączenia koło-oś. Badania zużyciowe przeprowadzono na maszynie zmęczeniowej w warunkach zginania obrotowego, co zapewniało symulację rzeczywistych obciążeń zestawu kołowego w warunkach eksploatacji.

Ze względu na wymiary zestawów kołowych badania na obiekcie rzeczywistym są bardzo trudne i czasochłonne. Wymagają odpowiedniego specjalistycznego stanowiska badawczego, a także odpowiednio długiego czasu badań. Nie bez znaczenia jest również proces demontażu koła z osi bez uszkodzenia powstałego obrazu zużycia. Dlatego też bardzo istotne jest prawidłowe przeprowadzenie badań w warunkach laboratoryjnych. Jak wykazano na podstawie teorii podobieństwa, której narzędziem matematycznym była analiza wymiarowa, możliwe jest przeniesienie wyników badań laboratoryjnych na obiekt rzeczywisty.

Po badaniach zużyciowych przeprowadzonych zostanie szereg pomiarów i obserwacji pozwalających ocenić stan warstwy wierzchniej wałków, a także określić wielkość i zakres zjawiska frettingu.

Tradycyjne stłoczenie tulejki z wałka spowodowałoby zniszczenie próbki i zniekształcenie powstałego obrazu zużycia, dlatego też opracowano odpowiednią technologię demontażu uzyskując trzy próbki, które poddano między innymi obserwacjom makroskopowym i mikroskopowym.

W ramach obserwacji i badań laboratoryjnych wykonano obserwacje makroskopowe powierzchni podpiaścia wałków i piasty tulejki identyfikujące miejsce i wielkość śladów zużycia. Następnie obszary zajęte przez zużycie obserwowano na mikroskopie skaningowym w celu określenia charakteru zużycia. W ramach badań mikroskopowych wykonano obserwacje powierzchni dla różnych powiększeń, mikroanalizę jakościową i ilościową składu chemicznego pierwiastków znajdujących się w obszarze zużycia oraz obserwacje styku połączenia. Ostatnim etapem był pomiar chropowatości powierzchni wałków, obrazujący ewentualne zmiany topografii powierzchni po badaniach zużyciowych.

W pierwszej kolejności wykonano badania zużyciowe połączenia wciskowego, w którym wałek nie pokryto powłoką. Wałek bez powłoki traktowany był, jako próbka bazowa, której celem była weryfikacja prawidłowości doboru metodyki badań. Ponadto stanowiła ona punkt odniesienia dla wyników badań wałków z powłokami. Charakter zużycia poszczególnych wałków odnoszono do śladów zużycia tej właśnie próbki.

Obserwacje makroskopowe powierzchni podpiaścia wałków bez powłoki potwierdzają prawidłowość zastosowanej metodyki badań. Ślady zużycia zlokalizowane są przy brzegach podpiaścia i widoczne po jego obu stronach. Uzyskany obraz zużycia oraz lokalizacja zgodne są z wynikami badań przedstawianymi w literaturze związanej z badaniem zużycia frettingowego w połączeniach włączanych.

Zastosowanie powłok CrN+OX, TiN i CrN+a-C:H ograniczyło rozwój zużycia frettingowego, jednak w porównaniu do pozostałych analizowanych powłok intensywność zużycia jest znaczna i występuje w postaci regularnego pierścienia o szerokości 2-5 mm obejmującego cały obwód podpiaścia wałka. Najmniejszą ilość śladów zużycia obserwuje się na powierzchni wałków pokrytych powłokami ZrN oraz CrN+a-C:H:W. W tym przypadku ślady zużycia występują losowo na obwodzie podpiaścia i posiadają nieregularne kształty

Wałki, na których nie stwierdzono śladów zużycia frettingowego poddano dodatkowym badaniom zużyciowym zwiększając jednocześnie liczbę cykli zmęczeniowych. Ponowne obserwacje makroskopowe wykazały niewielkie ślady zużycia frettingowego w przypadku wałka z powłoką TiSiN, natomiast w przypadku wałków z powłoką TiB₂ i nie zaobserwowano śladów zużycia.

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że najlepszymi powłokami w zastosowaniu do ograniczania zużycia frettingowego w połączeniach włączanych pracujących w warunkach zginania obrotowego są powłoki DLC. Należą one do grupy powłok twardych charakteryzujących się wysokim modułem sprężystości, odpornością na kruche pękanie, wysoką przewodnością cieplną a także stabilnością chemiczną, co powoduje się posiadają niski współczynnik tarcia oraz dużą odporność na zużycie ścieme. Kolejną powłoką, która mogłaby być wykorzystywana w redukcji zużycia frettingowego jest powłoka TiB₂. Ona również nie wykazuje śladów zużycia frettingowego przy zwiększonej liczbie cykli, lecz podatna jest na uszkodzenia w wyniku szczepień adhezyjnych powstających w procesie montażu połączenia. Przed wprowadzeniem powłoki do produkcji seryjnej należy przeprowadzić badania uzupełniające lub wprowadzić zmiany w budowie powłoki, polegające na przykład na dodaniu międzywarstwy poprawiającej adhezję powłoki do podłoża.

Cechą charakterystyczną obserwowanych śladów zużycia jest ich brązowe zabarwienie. Przyczyną tego zjawiska jest utlenianie zdeformowanych produktów zużycia

powstałych w wyniku tworzenia się szczepień adhezyjnych w trakcie wtlaczania tulejki na wałek. Tworzenie się tlenków wynika z ugięcia wałka umożliwiając tym samym dostęp tlenu do zużytych obszarów.

Obserwacje mikroskopowe powierzchni wałka z wykorzystaniem mikroskopu skaningowego pokazują, że wszystkie obserwowane uszkodzenia mają podobny charakter. W głównej mierze tworzą się narosty materiału, które albo ulegają deformacji albo pękaniu i przemieszczaniu w inne miejsce wypełniając między innymi naturalne pory występujące na powłoce oraz inne mikrootwory. Mikroanaliza EDS wykazała, że głównym składnikiem w zdecydowanej większości narostów jest żelazo i tlen. Oznacza to, że źródłem narostów są przede wszystkim ścięte mikronierowości warstwy wierzchniej piasty tulejki. Obecność tlenu w obszarze zużycia związane jest z szczeliną spowodowaną ugięciem elementów połączenia. W trakcie badań zużyciowych obecność tlenu powoduje utlenianie produktów zużycia, to jest narostów oraz luźnych produktów zużycia. Obok narostów, stwierdzono obecność mikrowżerów, które mogą być wynikiem zjawiska adhezji oraz wytarcia powierzchni wynikające z procesów mikroskrawania.

Kolejne badania polegały na pomiarze topografii warstwy wierzchniej wałków przed i po badaniach zużyciowych, których celem było zarejestrowanie zmian w profilach chropowatości. W przypadku powierzchni wałka bez powłoki zarejestrowano spadek parametrów objętościowych związanych z krzywą udziału materiałowego oraz wzrost wysokościowych parametrów chropowatości, co jest kolejnym potwierdzeniem obecności mikronarostów materiału. Podobną sytuację obserwuje się dla wałków z powłoką CrN+OX, TiN, i ZrN. Pozostałe analizowane powierzchnie wałków, tj. z powłoką TiSiN, TiB₂, CrN-a:C:H:W i DLC charakteryzują się spadkiem mierzonych parametrów chropowatości, co świadczy o zużyciu ściernym, którego efektem jest ścieranie powierzchni zarówno wałka jaki i tulejki.

Obserwacje mikroskopowe styku powierzchni połączenia wykazały zróżnicowany charakter w zależności od badanego obszaru, jednakże bardzo podobny dla wszystkich badanych powłok. W części środkowej połączenia, czyli w obszarze gdzie nie odnotowano zużycia, obserwuje się naprzemiennie pustą szczelinę ze szczeliną wypełnioną produktami zużycia.

W strefie objętej zużyciem widoczne są liczne mikropęknięcia w warstwie wierzchniej skojarzonych elementów, w szczególności tulejki. Za każdym razem początek mikroszczeliny występuje na powierzchni styku, a następnie rozwija się pod kątem 18-20° w głąb materiału

Miejscami można zaobserwować również odpryski cząstek warstwy wierzchniej zarówno powłoki, jaki warstwy wierzchniej tulejki. Kształt i wielkość tych cząstek pozwala wysnuć wniosek, że źródłem ich tworzenia są wcześniej rozwijające się mikropęknięcia. W przypadku wałka bez powłoki oraz dla niektórych wałków z powłoką występują mikropęknięcia wałka, których charakter jest analogiczny jak w przypadku uszkodzeń tulejki. Wszystkie powłoki z wyjątkiem TiB₂ zachowywały ciągłość na długości połączenia oraz dobrą adhezję do podłoża. Mikropęknięcia na powierzchni wałka rozpoczynały się zaraz pod powłoką i przesuwały się w głąb materiału. Dla wałka z powłoką TiB₂ nie odnotowano mikropęknięć na jego powierzchni, lecz nastąpiła utrata adhezji powłoki z powierzchnią wałka. Ponadto bardzo duża różnica gradientów twardości powodowała liczne szczepienia adhezyjne wyrywając cząstki powierzchni tulejki.

Mając na uwadze złożoność zjawisk związanych z mechanizmem i rozwojem zużycia frettingowego w połączeniach wciskowych i w konsekwencji wpływ na ich trwałość i niezawodność, habilitant wniósł następujący, własny wkład naukowy:

1. Wskazanie cienkich powłok ochronnych nałożonych na wałek metodą PVD i PACVD zmniejszających rozwój zużycia frettingowego w połączeniach włączanych pracujących w warunkach zginania obrotowego.
2. Ocena wpływu wybranych powłok na ograniczenie rozwoju zużycia frettingowego w połączeniach włączanych pracujących w warunkach zginania obrotowego.
3. Identyfikacja zużyć składających się na zjawisko frettingu w zależności od zastosowanej powłoki.

Ze względu na zadawalające wyniki badań uzyskane w warunkach laboratoryjnych planowane jest wdrożenie powłok: DLC i TiB_2 do produkcji zestawów kołowych oraz przeprowadzenie testów eksploatacyjnych w celu potwierdzenia uzyskanych wyników. Kolejnym etapem będzie wprowadzenie powłok do produkcji seryjnej.

Wyniki badań zaprezentowano w monografii oraz czasopismach o zasięgu polskim jak i międzynarodowym. Do najważniejszych z nich należą: Tribologia (lista MNiSzW: B, pkt. 15), Wear (lista MNiSzW: A, pkt. 35), Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability (lista MNiSzW: A, pkt. 25).

3. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO - BADAWCZYCH

Od początku swojej kariery naukowej i zawodowej zajmuję się problemami eksploatacji pojazdów szynowych. Szczególnie bliskie są mi mechanizmy zużycia tribologicznego zestawów kołowych. Jednak wyznając zasadę otwartego podejścia do nowych wyzwań i zaangażowania inżyniera mechanika w różnorodne tematy nawiązuję ciągłą współpracę z firmami działającymi głównie na rynku lokalnym i wspieram ich działania od strony technologicznej.

W kręgu moich zainteresowań naukowych, oprócz tribologii, jest zarządzanie i organizacja transportu oraz bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Zainteresowania te mają swoje poparcie w wielu artykułach naukowych oraz opracowaniach wykonanych dla przemysłu.

3.1. Okres przed doktoratem

W trakcie studiów inżynierskich rozpocząłem pracę zawodową w firmie NEWAG S.A. w Nowym Sączu, która zajmuje się naprawą, modernizacją i produkcją pojazdów szynowych. W początkowym okresie zatrudnienia pracowałem na stanowisku ślusarza mechanika na wydziale hamowni silników spalinowych montowanych w lokomotywach typu SM42 i SM31. W czym czasie miałem okazję uzupełnić swoją wiedzę teoretyczną o praktyczne podejście do problemów eksploatacji silników spalinowych. Owocem pracy na

tym stanowisku i zdobytego wówczas doświadczenia są artykuły naukowe. Artykuły te zaprezentowano w wykazie dorobku habilitacyjnego w rozdziale II E, pkt. 2, 3, 13, 19.

W kolejnym okresie zatrudnienia awansowałem na stanowisko technologa odpowiedzialnego za dział regeneracji i montażu zestawów kołowych. Okres zatrudnienia na tym stanowisku zbiegł się z czasem pisania pracy inżynierskiej a następnie magisterskiej.

W pracy dyplomowej inżynierskiej dokonałem charakterystyki zużycia tribologicznych w odniesieniu do warunków eksploatacji zestawów kołowych. W ramach części badawczej pracy dokonałem klasyfikacji nieniszczących pomiarów geometrii zestawów kołowych. Przeprowadziłem również badania radiologiczne osi pod kątem ewentualnych pęknięć i innych wad wewnętrznych. Praca dyplomowa magisterska była kontynuacją pracy inżynierskiej i również dotyczyła problemów eksploatacji zestawów kołowych. Dokonując przeglądu literatury wskazałem na najnowsze metody badań zestawów kołowych podczas eksploatacji, jak na przykład przytorowe systemu wykrywania zagranych osi. Dokonałem także zestawienia możliwych metod zapobiegania zużycia zestawów kołowych. Co stanowiło pierwszą część pracy. W drugiej części pracy wykonałem badania defektoskopowe osi zestawów oraz klocków hamulcowych. Osie zestawów kołowych elektrycznych zespołów trakcyjnych EN57 po dwu letniej eksploatacji nie wykazywały żadnych nieprawidłowości wewnątrz materiału. Klocki hamulcowe poddane badaniom defektoskopowym wykonane były z dwóch materiałów. Pierwszym było żeliwo, a drugim kompozytowe tworzywo sztuczne. Badania wykazały, że na grubości klocka wykonanego z żeliwa amplituda echa dna wynosi 68 dB, a na szerokości klocka – 55dB. Współczynnik tłumienia wynosił natomiast 1,5 dB/cm. W przypadku klocków wykonanych z kompozytowego tworzywa sztucznego amplituda impulsu nadawczego była tak wysoka, że nie pozwoliła na obserwację echa dna przy wykorzystaniu defektoskopu o zakresie pomiarowym 0-99 dB.

W 2005 roku awansowałem na stanowisko specjalisty technologa w dziale Badań o Rozwoju. Na stanowisku tym pozostaję do dnia dzisiejszego. Początkowo uczestniczyłem w procesie homologacji lokomotyw spalinowych 311D, 311Da, 15D, 16D i elektrycznych zespołów trakcyjnych 31WE i 35WE. W tym okresie byłem współautorem publikacji dotyczących budowy i modernizacji pojazdów szynowych (wykaz dorobku habilitacyjnego, w rozdział II E, pkt. 4,5,7,8,12,21). Obecnie koordynuję dystrybucję dokumentacji technicznej wewnątrz firmy, do kooperatorów oraz do klientów firmy oraz zajmuję się wdrażaniem, aktualizowaniem oraz zarządzaniem dystrybucją norm pomiędzy komórkami organizacyjnymi. Szczegółowy zakres kompetencji przedstawiłem w wykazie dorobku habilitacyjnego (załącznik 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego).

W roku 2010 obroniłem pracę doktorską. Tematem rozprawy doktorskiej był „Wpływ wybranych procesów technologicznych na zużycie frettingowe w modelu połączenia zestawu kołowego wagonu”. Na podstawie analizy literatury związanej ze zużyciem frettingowym oraz doświadczenia zdobytego w przemyśle zaproponowałem następujące obróbki wykańczające warstwę wierzchnią osi: azotowanie, rolkowanie, azotowanie+rolkowanie, hartowanie powierzchniowe, jako procesy ograniczające zużycie frettingowe w połączeniach wciskowych. Obok wymienionych procesów technologicznych badaniu poddałem również jednoskładnikową powłokę metaliczną – powłokę molibdenową. Ze względu na wysokie

koszty produkcji oraz skomplikowaną technologię, powłokę tą wykorzystuje się jedynie do powlekania osi zestawów kołowych „ciężkich” lokomotyw i wybranych typów wagonów. Proces rolkowania podpiaścia wałów wykonano na specjalnie do tego celu zaprojektowanym przez mnie przyrządzie, który mocuje się w imaku tokarki. Hartowanie powierzchni wałów wykonane było metodą prądu indukowanego przez zmienne pole magnetyczne w czasie dziewięćdziesięciu sekund, następnie powierzchnie zostały poddane odpuszczaniu w temperaturze 380°C przez godzinę. Azotowanie warstwy wierzchniej podpiaścia wałów polegało na kąpieli solnej w temperaturze 550 °C w czasie półtorej godziny. Czynnikiem aktywnym w kąpieli solnej był cyjanian typu tenifer.

Wyniki badań zużyciowych wykazały niewielki wpływ wskazanych procesów technologicznych na ograniczenie rozwoju zużycia frettingowego. W przypadku powierzchni hartowanych powierzchniowo oraz azotowanych zaobserwowano mniejsze ślady zużycia frettingowego po obu stronach podpiaścia, czy czym bardziej intensywne pojawiały się po stronie przeciwnej początkowi wtlaczania tulejki na wałek. Powierzchnie rolkowane i azotowane z rolkowaniem charakteryzowały się bardziej intensywnymi śladami zużycia w stosunku do powierzchni bez obróbki wzmacniającej – pozostawionej w stanie po obróbce toczeniem. Za ten niekorzystny obraz odpowiedzialne jest w głównej mierze zmniejszenie chropowatości powierzchni w wyniku rolkowania, równe całkowitemu wygładzeniu. Jak wykazali autorzy badań spotykanych w literaturze, powierzchnie charakteryzujące się niskimi wartościami parametrów chropowatości są bardziej podatne na rozwój zużycia frettingowego.

Wyniki uzyskanych badań prezentowałem na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz w publikacjach krajowych (wykaz dorobku habilitacyjnego, w rozdział II E, pkt. 6, 11, 14 – 18) i o zasięgu międzynarodowym (wykaz dorobku habilitacyjnego, w rozdział II A, pkt. 1).

3.2. Okres po doktoracie

Po obronie doktoratu podjąłem pracę w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Nowym Sączu. W ramach zatrudnienia na Uczelni prowadzę działalność dydaktyczną oraz badawczą. Równoległe zatrudnienie w NEWAG S.A. pozwala mi na praktyczne podejście do prowadzonych przez mnie wykładów.

Do najważniejszych działań badawczych po obronie doktoratu zaliczam kierowanie dwoma projektami badawczymi, finansowanymi przez PWSZ Nowy Sącz, których celem była ocena wpływu powłok PVD na rozwój zużycia frettingowego w połączeniach wtlaczanych. Wyniki tych badań przedstawiłem w monografii, która stanowi osiągnięcie naukowe w niniejszym wniosku oraz w krajowych i międzynarodowych artykułach naukowych (II A, pkt. 3 – 5; II C, pkt. 30 – 35).

W ramach wsparcia technicznego przemysłu lokalnego nawiązuję ciągłą współpracę z różnymi firmami. Do tej pory opracowałem 36 dokumentów w formie DTR, instrukcji stanowiskowych (wykazano tylko pozycje, w których habilitant jest jedynym autorem), 11 projektów konstrukcyjnych, a także wykonałem 10 opinii technicznych lub ekspertyz. Szczegółowy wykaz dokumentów znajduje się w załączniku nr 4 do wniosku o

przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego (II B, pkt. 1 – 11; II F, pkt. 1 – 45; III M, pkt. 3).

Wspieram również lokalne instytucje zajmujące się sportem, za co zostałem odznaczony między innymi Srebrnym Jabłkiem przyznawanym przez Starostę nowosądeckiego oraz Kryształową Statuetką przyznaną przez Prezesa Nowosądeckiego Klubu Sportowego Karate Kyokushin.

Równoległe z tematyką związaną z transportem szynowym interesuję się problemami bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Prowadzę statystyki dotyczące zdarzeń drogowych w Nowym Sączu i na Sądecczyźnie oraz analizuję przyczyny tych zdarzeń. W związku z tą tematyką jestem współautorem kilku publikacji naukowych (wykaz dorobku habilitacyjnego, w rozdział II E, pkt. 23, 24, 27, 28, 29) oraz wygłoszeń konferencyjnych.

4. PODSUMOWANIE INFORMACJI O DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO - BADAWCZEJ, DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ

4.1. Podsumowanie informacji o działalności naukowo-badawczej

Efektem prowadzonych badań jest 112 publikacji naukowo-badawczych (w tym 88 prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora), które można sklasyfikować w następujący sposób:

<i>Typ publikacji</i>	<i>Przed uzyskaniem stopnia doktora</i>	<i>Po uzyskaniu stopnia doktora</i>	<i>Łącznie</i>
Monografie	0	1	1
Czasopisma krajowe i materiały konferencyjne	17	16	33
Czasopisma z listy JCR	0	4	4
Referaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych	7	10	17
Projekty konstrukcyjne i technologiczne wykonane dla przemysłu	0	11	11
Prace badawcze, ekspertyzy wykonane dla przemysłu	0	10	10
Inne opracowania wykonane dla przemysłu	0	36	36

Sumaryczna liczba punktów (wg MNiSzW) wszystkich publikacji zgodnie z rokiem opublikowania oraz podziałem na współautorów wynosi 267, w tym po uzyskaniu stopnia doktora - 208. Sumaryczna liczba punktów MNiSzW za publikacje w czasopiśmie z bazy JCR wynosi 105 (całość po uzyskaniu stopnia doktora).

Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 6,503 (całość po uzyskaniu stopnia doktora).

Liczba cytowań:

- Web of Science: 1
- Google Scholar: 18

Indeks Hirscha

- Web of Science – 1
- Google Scholar – 3

4.2. Podsumowanie informacji o działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej

Doświadczenie zdobyte w przemyśle przekazuję studentom w ramach prowadzonych przeze mnie zajęć. Od początku zatrudnienia w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej prowadzę różne formy zajęć (wykłady, projekty, ćwiczenia, laboratoria) na kierunkach: Mechatronika, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Informatyka Stosowana oraz Transport i Logistyka, zarówno na studiach pierwszego jak i drugiego stopnia.

Moja praca dydaktyczna jest wysoko oceniana przez studentów, czego dowodem są wysokie noty zdobywane w wypełnianych przez nich ankietach studenckich (średnia z ocen: 2,67, przy skali 0-3). Ponadto otrzymałem 2 nagrody Rektora za osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne na rzecz Instytutu Technicznego.

Od początku zatrudnienia na uczelni sprawuję opiekę nad pracami dyplomowymi inżynierskimi jak i magisterskimi realizowanymi przez studentów kierunku Mechatronika oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. Jestem promotorem 40 zakończonych prac inżynierskich i 11 prac magisterskich. Obecnie w trakcie realizacji jest 5 prac inżynierskich i 8 prac magisterskich. Ponadto byłem autorem 29 recenzji prac dyplomowych inżynierskich lub magisterskich.

Prowadziłem praktyczne pokazy przemysłowe w ramach projektu „Inżynier mechatroniki – napędem do rozwoju innowacyjnego przemysłu i konkurencyjnej gospodarki” współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Jestem współautorem zbioru zadań pt. „Belki. Siły wewnętrzne i linia ugięcia. Przykłady obliczeń” przeznaczonego dla studentów studiów technicznych.

Uczestniczyłem w Małopolskiej Nocy Naukowców. Prowadziłem warsztaty w laboratorium z mechatroniki stosowanej oraz mechatroniki pojazdów samochodowych. Organizowałem również konkursy tematyczne. Małopolska Noc Naukowców finansowana była z 7. Programu Ramowego Komisji Europejskiej.

Organizuję cykliczne wizyty studyjne w firmie NEWAG. W ramach tych zajęć studenci kierunków Mechatronika oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji zwiedzają park technologiczny firmy zapoznając się ze specyfiką produkcji pojazdów szynowych.

4.3. Podsumowanie informacji o działalności organizacyjnej

Do najważniejszych osiągnięć organizacyjnych zaliczam kierowanie projektem finansowanym przez NCBiR pt. „Zintegrowany Rozwój Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu”. Celem projektu jest opracowanie i wdrożenie zintegrowanego rozwoju Uczelni obejmującego moduł programów kształcenia, moduł podnoszenia kompetencji oraz moduł zarządzania w instytucjach szkolnictwa wyższego. Projekt rozpoczął się w roku 2018, a zakończy się w 2022 roku. Skierowany jest do 739 studentów oraz 215 osób spośród kadry dydaktycznej i zarządzającej Uczelni. Projekt obejmuje wszystkie instytuty funkcjonujące na Uczelni, tj. Instytut Techniczny, Instytut Ekonomiczny, Instytut Pedagogiczny, Instytut Zdrowia, Instytut Języków Obcych i Instytut Kultury Fizycznej. W ramach realizacji programów kształcenia dostosowanych do potrzeb gospodarki nastąpi wdrożenie nowych przedmiotów na kierunkach: Informatyka, Mechatronika oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, jak również uruchomienie nowych specjalności w ramach studiów pedagogicznych oraz z zakresu lingwistyki. Podnoszenie kompetencji uczestników projektu realizowane jest poprzez organizację szeregu kursów, warsztatów i szkoleń zgodnie odpowiadających potrzebom gospodarki.

Ponadto, aktywnie uczestniczę w organizowaniu konferencji krajowych jak i międzynarodowych. Byłem członkiem komitetu XXV Międzynarodowej Konferencji Naukowo – Dydaktycznej Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych, 18-21.09.2016, Rytro, a także Sekretarzem komitetu organizacyjnego I Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Przemysł 4.0”, 21-24.05.2018, Nowy Sącz. Byłem również pomysłodawcą i przewodniczącym komitetu organizacyjnego dwóch konferencji: I Konferencji Koła Naukowego Vehiculum, pt. „Przemysł i systemy transportowe”. 19-21.04.2017, Tęgorozie oraz Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Przemysł i systemy transportowe”, 19-21.04.2018, Nowy Sącz – Lwów.

Byłem opiekunem zakładowym studentów w ramach zadania nr 2, pkt 4 praktyczne pokazy przemysłowe z zakresu mechatroniki realizowane w zakładach przemysłowych w ramach kierunku zamawianego „Mechatronika” – pilotaż, współfinansowanego przez UE ze środka Europejskiego Funduszu Społecznego. Priorytet IV Szkolnictwo Wyższe i Nauka. Działanie 4.1. Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 4.1.2. Zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy.

W roku akademickim 2015/2016 byłem opiekunem studentów IV roku na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. W roku akademickim 2016/2017 byłem opiekunem studentów I roku na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, a następnie w roku akademickim 2017/2018 opiekunem studentów II roku na kierunku Zarządzanie i Inżynieria

Produkcji. W roku akademickim 2018/2019 jestem opiekunem studentów I roku na kierunku Transport i Logistyka.

Od roku akademickiego 2016/2017 pełnię funkcję opiekuna Koła Naukowego „VEHICULUM”, działającego przy Instytucie Technicznym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu. Koło Naukowe zostało założone z inicjatywy studentów kierunku Mechatronika.

Byłem członkiem Instytutowej Komisji ds. Jakości Kształcenia w Instytucie Technicznym, a także jestem członkiem ds. Oceny Jakości prac dyplomowych na kierunku „Zarządzanie i Inżynieria Produkcji” i „Mechatronika” oraz członkiem Komisji ds. hospitacji zajęć dydaktycznych.

Aktywnie uczestniczyłem w pracach związanych z uruchomieniem kierunku studiów Mechatronika drugiego stopnia (2016r.) oraz kierunku studiów Transport i logistyka (2017r.).

Jestem członkiem Instytutowej Komisji Rekrutacyjnej oraz członkiem zespołu ds. promocji Instytutu Technicznego w Zespole Szkół Technicznych w Nowym Targu i Zespole Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego w Nowym Targu.

Wielokrotnie pełniłem funkcję przewodniczącego komisji podczas obron prac dyplomowych inżynierskich jak i magisterskich.

Jestem autorem lub osobą odpowiedzialną za 74 karty przedmiotów dla studiów pierwszego i drugiego stopnia. Szczegółowy wykaz przedmiotów znajduje się w załączniku nr 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, rozdział IIIQ, pkt. 17.

Otrzymałem trzy nagrody za działania organizacyjne na rzecz społeczeństwa Sądeckizny, m.in. za aktywne wspieranie działań klubów sportowych oraz za wkład w propagowanie sportów obronnych, a także krzewienie patriotyzmu i aktywnego uczestnictwa w życiu publicznym mieszkańców Sądeckizny.

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Tribologicznego oraz członkiem Komisji Regionalnej w Krakowie, Polskiego Naukowo – Techniczne Towarzystwa Eksploatacyjnego. Ponadto jestem członkiem Česká Společnost Pro Údržbu, z.s. (Czeskiego Towarzystwa Eksploatacyjnego) i Hrvatsko Društvo Održavatelja (Chorwackiego Towarzystwa Eksploatacyjnego)

Wszystkie osiągnięcia dydaktyczne popularyzatorskie i organizacyjne zdobyłem po uzyskaniu stopnia doktora. Szczegółowy wykaz osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych zestawiono w wykazie dorobku habilitacyjnego (załącznik nr 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego).

5. SUMARYCZNE ZESTAWIENIE KRYTERIÓW OSIĄGNIĘĆ HABILITANTA

W poniższej tabeli zaprezentowano sumaryczne zestawienie kryteriów osiągnięć habilitanta wg Rozporządzenia Ministra i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Lp.	Kryterium wg §3 p.4, §4, §5	tak (liczba) / brak
1	Publikacje naukowe w czasopismach z bazy <i>Journal Citation Reports (JCR)</i>	tak (5)
2	Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	tak (11)
3	Udział patenty: a) międzynarodowe b) krajowe	a) brak b) brak
4	Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach i targach	brak
5	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR	tak (35)
6	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz	tak (45)
7	Sumaryczny impact factor według listy <i>Journal Citation Reports (JCR)</i> , zgodnie z rokiem opublikowania	tak (6,503)
8	Liczba cytowań publikacji według bazy <i>Web of Science (WoS)</i>	tak (1)
9	Indeks Hirscha według bazy <i>Web of Science (WoS)</i>	tak (1)
10 A	Kierowanie projektami badawczymi a) międzynarodowymi b) krajowymi	a) brak b) tak (2)
10 B	Udział w projektach badawczych a) międzynarodowych b) krajowych	a) brak b) tak (2)
11	Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	tak (1)
12	Wygłoszenie referatów na tematycznych konferencjach a) międzynarodowych b) krajowych	a) tak (5*) b) brak
13	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	brak
14	Aktywny udział w konferencjach naukowych a) międzynarodowych b) krajowych	a) tak (6) b) tak (6)
15	Udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych a) międzynarodowych b) krajowych	a) tak (2) b) tak (2)
16	Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej	tak (5)
17	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	brak
18	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z a) naukowcami z innych ośrodków polskich b) naukowcami z ośrodków zagranicznych c) przedsiębiorcami, innymi niż wymienione wyżej	a) brak b) brak c) tak (2)

19	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	tak (3)
20 A	Członkostwo w międzynarodowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych a) ogółem b) w tym z wyboru	a) tak (2) b) brak
20 B	Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych a) ogółem b) w tym z wyboru	a) tak (2) b) brak
21	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	tak (5)
22	Opieka naukowa nad studentami	tak (51)
23	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze a) opiekuna naukowego b) promotora pomocniczego	a) brak b) brak
24	Staże w ośrodkach naukowych lub akademickich a) zagranicznych b) krajowych	a) tak (2) b) brak
25	Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	tak (4)
26	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	tak (2)
27	Recenzowanie projektów a) międzynarodowych b) krajowych	a) brak b) brak
28	Recenzowanie publikacji w czasopiśmie a) międzynarodowych b) krajowych	a) tak (1) b) tak (1)
29	Inne osiągnięcia	tak (17)
Łącznie liczba spełnionych kryteriów		23/29

* uwzględniono 2 referaty, które zostaną wygłoszone podczas konferencji 22nd International Conference on Wear of Materials. Miami 2019, która odbędzie się w 14-18.04.2019 w Miami.

.....
Sławomir Kowalski