

Zabrze, 30 marca 2021 r.



Dr hab. inż. Urszula Szeluga

Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych

Polska Akademia Nauk

RECENZJA

monografii oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr. inż. Krzysztofa Pałki w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa

Podstawą recenzji dorobku naukowo-badawczego Pana dr. inż. Krzysztofa Pałki było pismo Pani Prof. dr hab. inż. Barbary Błażejczyk-Okolewskiej, Przewodniczącej Rady ds. Stopni Naukowych w dyscyplinach inżynieria mechaniczna i inżynieria materiałowa Politechniki Łódzkiej, z dnia 12 lutego 2021 r. (nr W/Z4/2021), z dołączoną Uchwałą nr 20/2/II/2021 Rady ds. Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej z dnia 5 lutego 2021 r. w sprawie powołania mnie przez Radę Doskonałości Naukowej na Recenzenta w ramach komisji habilitacyjnej w ww. postępowaniu habilitacyjnym.

Przy opracowaniu recenzji wykorzystałam przekazane mi materiały zawierające monografię habilitacyjną pt. "Wpływ modyfikacji ciekłym kauczukiem na właściwości światłoutwardzalnych kompozytów stomatologicznych" oraz dokumenty dotyczące całokształtu dorobku Pana dr. inż. Krzysztofa Pałki, a mianowicie: kopię dyplomu doktora nauk technicznych, autoreferat w języku polskim i języku angielskim, wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa zawierający podsumowanie parametryczne oraz szczegółowe informacje o aktywności naukowej, dydaktycznej, współpracy naukowej i popularyzacji nauki, dorobku technologicznym, zrealizowanych projektach.

1. Informacje wstępne dotyczące Kandydata do stopnia doktora habilitowanego

Pan dr inż. Krzysztof Pałka ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej na kierunku Mechanika i budowa maszyn w 1993 roku uzyskując dyplom magistra inżyniera w zakresie specjalności: Maszyny i urządzenia przemysłu spożywczego i chemicznego. Praca magisterska pt. "Badania wpływu czasu na zmiany zawartości metali ciężkich w konserwowanych produktach spożywczych" została wykonana pod opieką dr inż. Rimmy Popko. W tym też roku podjął pracę na stanowisku asystenta w

Katedrze Inżynierii Materiałowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej. W 2000 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie: Budowa i eksploatacja maszyn na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Studium procesów zużywania płyt strumieniowych w wymiennikach ciepła dla przemysłu spożywczego”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Andrzej Weroński. Od 2001 roku do tej pory pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Inżynierii Materiałowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej.

2. Ocena aktywności naukowej

2.1. Ocena osiągnięcia naukowego - monografii

Osiągnięciem naukowym wskazanym przez Habilitanta, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora i stanowiącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa, jest monografia habilitacyjna pt.: "Wpływ modyfikacji ciekłym kauczukiem na właściwości światłoutwardzalnych kompozytów stomatologicznych" wydana w 2020 roku przez Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin, ISBN 978-83-7947-425-7. Tematyka badań przedstawionych jako osiągnięcie naukowe dr. inż. Krzysztofa Pałki wpisuje się w najnowsze trendy badań światowych nad wielofunkcyjnymi kompozytami polimerowymi wykorzystywanymi do wypełniania ubytków stomatologicznych, a w szczególności nad ich otrzymywaniem, modyfikacją materiału osnowy polimerowej i charakterystyką kluczowych parametrów użytkowych.

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w formie monografii liczy 190 stron i zostało podzielone przez Autora w sposób typowy, tj. na krótkie wprowadzenie, przegląd stanu wiedzy oraz badania własne z wyraźnym podziałem na część dotyczącą metodyki oraz wyników badań i ich interpretacji. Na wstępie został sprecyzowany cel i program badań. Wyniki badań zostały syntetycznie zebrane w formie Podsumowania i wniosków, po których został umieszczony bogaty spis literatury składający się z 384 pozycji. Prace na temat wykorzystania ciekłych kauczuków do modyfikacji żywic polimerowych pochodzą głównie z lat 80. i 90. XX w., kiedy badania te były intensywnie rozwijane, ale wymienione są także doniesienia z ostatnich 10 lat. Na końcu monografii umieszczono dwustronicowe streszczenia w języku polskim i języku angielskim.

Badania opisane w części literaturowej koncentrowały się na zaakcentowaniu szerokiego spektrum różnych działań mających na celu podwyższenie trwałości materiałów kompozytowych, przy zachowaniu odpowiedniej podatności na formowanie podczas zabiegu stomatologicznego. Były to procedury zmierzające zarówno do optymalizacji składu osnowy polimerowej i zmniejszenia skurczu polimeryzacji, jak i prace które miały na celu zbadanie wpływu rodzaju, wielkości i zawartości fazy wzmacniającej, w nowszych doniesieniach także w postaci nanonapełniaczy czy różnego rodzaju whiskerów, jak również wzmocnienia hybrydowego stanowiącego połączenie tradycyjnych makro- czy mikrocząstek z nanomateriałami. Nanomateriały obecnie znajdują się w centrum uwagi wielu badaczy zajmujących się kompozytami o różnym potencjale aplikacyjnym, należy jednak pamiętać, że pomimo intensyfikacji badań nad korzystnym wpływem nanometrycznych struktur na różne kluczowe parametry końcowych nanokompozytów ich efekt na organizm ludzki nie jest poznany do końca oraz brakuje wciąż uregulowań

legislacyjnych dotyczących dopuszczenia ich do szerszego stosowania. W monografii dokonano przeglądu prac badawczych dotyczących wpływu modyfikacji osnowy polimerowej za pomocą małych cząsteczkowych ciekłych kauczków butadienowych, terpolimeru butadien-akrylonitryl-styren lub kauczków butadienowo-akrylonitrylowych na wzrost odporności na pękanie, zmniejszenie skurczu polimeryzacyjnego, większą odporność na degradację hydrolityczną przy jak najmniejszym zmniejszeniu modułu sprężystości. Prace te jednak dotyczą głównie żywic epoksydowych modyfikowanych kauczkami i często koncentrują się na zagadnieniach związanych z mechanizmami odpowiedzialnymi za wzmocnienie w tych żywicach, głównie za sprawą tworzenia pomostów przez cząstki kauczuku między brzegami pęknięcia, kawitację cząstek kauczuku połączoną z odkształceniem plastycznym żywicy, powstawania pasm plastycznego ścinania czy też tworzenia się siatki rys naprężeniowych w usieciowanym polimerze. Badania w przypadku modyfikacji mieszaniny żywic metakrylanowych wykorzystywanych w kompozytach stomatologicznych dotyczyły jedynie badań laboratoryjnych dostarczając wstępnych informacji o potencjale do wykorzystania komercyjnego.

W odniesieniu do wstępu literaturowego mam uwagę związaną z zamiennym stosowaniem określenia cząsteczki zbrojenia i cząstki zbrojenia. W mojej opinii w przypadku typowego wypełnienia kompozytowego używanie określenia cząsteczka jest niewłaściwe. Cząstka natomiast to niewielki fragment materii, w znaczeniu potocznym zwykle ma kształt podobny do sfery. W fizyce oraz chemii słowa cząstka i cząsteczka mają różne znaczenia – cząsteczka jest grupą atomów połączonych wiązaniami chemicznymi, natomiast cząstka jest pojęciem ogólniejszym i zawierającym w sobie cząsteczkę. W tabeli 2.2. Autor w przypadku kompozytów homogenicznych z mikrowypełniaczem podaje wielkość cząstek stosowanej krzemionki na poziomie 40 nm, a w przypadku kompozytów heterogenicznych z mikrowypełniaczem wielkość cząstek krzemionki i wstępnie spolimeryzowanych cząstek zawierających krzemionkę wielkość na poziomie także 40 nm. Tak więc struktury te są nanometryczne, a więc kompozyty są wzmocnione nanowypełniaczem

Na podstawie analizy stanu literatury Habilitant uzasadnia potrzebę dalszych poszukiwań i badań materiałów kompozytowych do odbudowy tkanek zębowych i tradycyjnych wypełnień stomatologicznych o lepszych parametrach fizykochemicznych i mechanicznych niż obecnie stosowane. W omawianych pracach badawczych dominują problemy wynikające ze skurczu polimeryzacyjnego, z małą odpornością na degradację hydrolityczną w środowisku jamy ustnej, co przekłada się na powstawanie nieciągłości w strukturze wypełnienia oraz nieszczelności brzeżnej, jak również wpływa znacząco na zmniejszenie parametrów mechanicznych, w tym przede wszystkim współczynnika odporności na pękanie i rozprzestrzenianie się popęknięć.

Przeprowadzona przez Pana dr. inż. Krzysztofa Pałkę szczegółowa analiza aktualnego stanu wiedzy pozwoliła mu na sformułowanie najistotniejszych własnych celów naukowych, wynikających z pobieżnego jedynie rozpoznania tych problemów badawczych mimo ich znacznych potencjałów naukowych i praktycznych dotyczących otrzymywania wytrzymałych kompozytów, w tym optymalizacji udziału ciekłego kauczuku polibutadienowego niezawierającego akrylonitrylu, oraz charakterystyki

właściwości fizykochemicznych, biologicznych i mechanicznych tych kompozytów. Badania obejmowały układy polimerowe żywica-kauczuk i materiały kompozytowe zawierające typowe zbrojenie stosowane w materiałach do uzupełniania ubytków zębowych. Autor w swoich badaniach przeprowadził także szczegółową analizę mechanizmów wzmocnienia komercyjnych mieszanin żywic metakrylanowych w obecności rozproszonych cząstek kauczuku polibutadienowego.

Dr inż. K. Pałka wysunął tezę badawczą, że modyfikacja osnowy polimerowej ciekłym kauczukiem, który nie zawiera toksycznego akrylonitrylu, będzie zmniejszać cytotoksyczność i ograniczać tworzenie filmu bakteryjnego, a jednocześnie pozwoli na zmniejszenie skurczu polimeryzacyjnego i zwiększenie odporności na pękanie oraz odporności na degradację hydrolityczną końcowych kompozytów charakteryzujących się dobrą adhezją do szkliwa i zębiny. Badania opisane przez Habilitanta zostały przeprowadzone dla kompozytów dostępnych komercyjnie. Były to dwa typy kompozytów, pierwszy o mniejszej lepkości typu Flow-Art oraz drugi typu kondensowalnego o konsystencji pasty o znacznie większej zawartości zbrojenia. Wykorzystano materiał Flow-Art firmy Arkona Laboratorium Farmakologii Stomatologicznej w Nasutowie, który jest mikrohybrydowym kompozytem złożonym z osnowy będącej mieszaniną różnych żywic dimetakrylanowych, 60% mas. cząstek szkła barowo-glinowo-krzemowego i krzemionki pirogeniczej oraz innych dodatków, tj. pigmentów, fotoinicjanatorów, inhibitorów, itp. Kompozytem kondensowalnym wykorzystanym do badań był materiał Boston, w którym osnowę stanowi ta sama mieszanina żywic, ale w innych proporcjach umożliwiających uzyskanie mniejszej lepkości, co pozwala na zastosowanie większego udziału cząstek zbrojenia. Kompozyty, zarówno modyfikowane jak i bez udziału kauczuku, były wytwarzane metodą opisaną w zgłoszeniu patentowym nr P.427219, polegającą na wstępnym wprowadzeniu do mieszaniny żywic pierwszej porcji cząstek zbrojenia, i dopiero po wymieszaniu tych składników, dodaniu kauczuku i mieszaniu w celu uzyskania jednorodnej dyspersji. W kolejnym etapie dodawano pozostałą ilość zbrojenia, mieszano i odpowietrzano pod zmniejszonym ciśnieniem.

Po wstępnych pracach związanych z optymalizacją ilości kauczuku oraz badaniami rozpuszczalności kauczuku w mieszaninach żywic w kompozytach typu Flow-Art i kondensowalnych, Habilitant przeprowadził szczegółową charakterystykę wytworzonych materiałów kompozytowych obejmującą:

- badania mikrostrukturalne metodą skaningowej mikroskopii elektronowej i mikroskopii świetlnej
- ocenę cytotoksyczności zgodnie z normami poprzez określenie żywotności ludzkich fibroblastów skóry przy wykorzystaniu analizy kolorymetrycznej i barwienia fluorescencyjnego
- badania topografii kompozytów z zastosowaniem mikroskopii sił atomowych
- pomiary kąta zwilżania i swobodnej energii powierzchniowej przy użyciu goniometru
- testy chłonności wody i rozpuszczalności materiałów polimerowych wraz z określeniem dynamiki wchłaniania wody i suszenia
- badania właściwości mechanicznych, w tym: odporności na pękanie mierzonej jako współczynnik intensywności naprężeń, wytrzymałości na zginanie wraz z modułem Younga i wartością maksymalnego odkształcenia

- wyznaczenie średnicowej wytrzymałości na rozciąganie w teście przy odkształceniach ściskających
- pomiary mikrotwardości metodą Vickersa
- analizę mechanizmów wzmocnienia osnowy polimerowej ciekłym kauczukiem przy wykorzystaniu mikroskopii SEM
- wyznaczenie lepkości dynamicznej metodą reologiczną w układzie płytka-płytką
- określenie stopnia konwersji mieszaniny żywic metodą spektroskopii w podczerwieni (FTIR-ATR) na podstawie zmiany intensywności pików charakterystycznych dla monomerów metakrylanowych
- pomiary skurczu polimeryzacyjnego metodą opracowaną przez Habilitanta przy wykorzystaniu mikrotomografu komputerowego
- określenie wytrzymałości połączenia adhezyjnego materiałów kompozytowych do szkliwa i zębiny poprzez wyznaczenie siły tnącej na maszynie wytrzymałościowej
- ocenę adhezji biofilmu bakteryjnego tworzącego się na powierzchni kompozytów i zdolności bakterii do przeżycia

Do najistotniejszych osiągnięć dr. inż. Pałki w ramach ocenianego osiągnięcia naukowego wymienić należy:

1) optymalizację procesu modyfikacji mieszanin żywic: BisGMA, UDMA, EBADMA i TEGDMA, wchodzących w różnych proporcjach w skład kompozytów Flow-Art i kondensowalnych, ciekłym kauczukiem polibutadienowym typu Hypro 2000X168LC z winylowym zakończeniem łańcucha, stanowiącą także podstawę zgłoszenia patentowego. Kauczuk wykazywał różną rozpuszczalność w żywicach wchodzących w skład kompozytów Flow-Art i kondensowalnych. W żywicach Flow-Art praktycznie nie rozpuszczał się tworząc odrębną fazę kulistych domen. W żywicach kompozytu kondensowalnego rozpuszczalność była znaczna i obserwowano jedynie nieliczne domeny kauczuku w homogenicznej mieszaninie, w której dopiero w wyniku polimeryzacji wydzielala się druga faza. W obu przypadkach były to cząstki ok. 50 μm jednorodnie rozproszone w osnowie. Modyfikacja komercyjnych kompozytów metakrylanowych syntetycznym kauczukiem polibutadienowym w ilości od 0% do 20% mas. i analiza właściwości mechanicznych końcowych kompozytów pozwoliła na stwierdzenie, że optymalną ilością kauczuku, przy której możliwe jest uzyskanie wzrostu odporności na pękanie przy akceptowalnym obniżeniu modułu sprężystości, jest zawartość 5% mas. zarówno dla żywic kompozytu Flow-Art jak i kompozytu kondensowalnego.

2) określenie pozytywnego efektu modyfikacji żywic kauczukiem na skurcz polimeryzacyjny przy wykorzystaniu własnej metodyki wykorzystującej mikrotomografię komputerową oraz analizę obrazu. Modyfikacja osnowy polimerowej kauczukiem zmniejszyła skurcz polimeryzacyjny dla żywic w kompozytach Flow-Art o 6%, natomiast w kompozytach kondensowalnych o 10%. Obserwacje SEM wytworzonych kompozytów potwierdziły występowanie odkształceń lepkosprężystych kauczuku w efekcie skurczu polimeryzacyjnego żywic i potwierdziły występowanie mniejszych naprężeń skurczowych i mniejszego skurczu pod wpływem polimeryzacji. Jednocześnie zmniejszenie lepkości układu przez wprowadzenie ciekłego kauczuku umożliwiło uzyskanie większego stopnia konwersji wiązań winylowych w porównaniu do żywic niemodyfikowanych.

3) uzyskanie materiałów kompozytowych o zwiększonej hydrofobowości powierzchni, a więc o utrudnionym tworzeniu biofilmów oraz o zdolności do tworzenia połączeń adhezyjnych z tkankami zębowymi o wysokiej wytrzymałości. Modyfikacja żywic kauczukiem utrudnia zwilżanie powierzchni kompozytów i znacząco ogranicza tworzenie filmu bakteryjnego. W przypadku kompozytów Flow-Art modyfikowanych kauczukiem uzyskano wzrost wytrzymałości połączenia adhezyjnego wypełnienia do tkanek zębowych, natomiast modyfikacja kauczukiem żywic w kompozytach kondensowalnych nie przyniosła zmian.

4) potwierdzenie nietoksyczności kompozytów modyfikowanych kauczukiem. Przeprowadzone badania zgodnie z normą ISO 10993-5 potwierdziły, że wszystkie modyfikowane materiały kompozytowe były nietoksyczne w stosunku do komórek eukariotycznych. Żywotność komórek fibroblastów po ekspozycji na ekstrakty z tych materiałów wynosiła ponad 70% dla kompozytów Flow-Art. Kompozyty kondensowalne ze względu na mniejszą ilość żywicy, a większy udział zbrojenia wykazywały jeszcze niższą cytotoksyczność. Ponadto dodatek kauczuku ogranicza sorpcję wody, a modyfikowane kompozyty wykazują zwiększoną trwałość w środowisku jamy ustnej.

5) kompleksowa charakterystyka materiałów kompozytowych modyfikowanych kauczukiem pod kątem parametrów mechanicznych. Badania wykazały, że modyfikacja kauczukiem przyczynia się do 9% wzrostu odporności na pękanie w przypadku zarówno kompozytów Flow-Art jak i kondensowalnych. Wzrostowi odporności na pękanie towarzyszyło zmniejszenie wytrzymałości na zginanie oraz wzrost wartości odkształcenia przy zniszczeniu. Dodatek kauczuku przyczynił się do spadku modułu Younga, a więc wzrostu elastyczności modyfikowanych kompozytów wynikającego z mniejszego stopnia usieciowania żywic metakrylanowych w obecności domen kauczukowych. Zmniejszenie stopnia usieciowania w obecności kauczuku wpływa ponadto na zmniejszenie mikrotwardości w obu grupach kompozytów modyfikowanych.

6) zbadanie i opisanie podstawowych mechanizmów wzmocnienia i pękania kompozytów modyfikowanych kauczukiem w odniesieniu do kompozytów wyjściowych niemodyfikowanych.

Autor scharakteryzował mechanizmy rozpraszania energii pękania w kompozytach typu Flow-Art i kondensowalnych, niemodyfikowanych i modyfikowanych kauczukiem polibutadienowym i stwierdził, że we wszystkich przypadkach pękanie miało charakter międzycząsteczkowy. W przypadku kompozytów Flow-Art bez udziału kauczuku wzmocnienie odbywało się poprzez tworzenie mostków i uskoków, zatrzymywanie propagacji pęknięć na cząstkach wzmocnienia oraz poprzez tworzenie sieci mikropopęknięć. Kompozyt Flow-Art modyfikowany fazą kauczukową różnił się w stosunku do kompozytu niemodyfikowanego. Pan dr inż. K. Pałka opisał powstawanie w tych kompozytach pomostów kauczukowych o charakterze lepkosprężystym łączących brzegi pęknięcia, które wykazywały silną adhezję do krawędzi pęknięcia. Domeny kauczukowe jako faza o niższej lepkości umożliwiały plastyczne płynięcie pod wpływem naprężeń gromadzących się w rejonie pęknięcia.

Mechanizmem pękania dominującym w kompozytach kondensowalnych było również pękanie międzycząsteczkowe, jednakże ze względu na o wiele mniejszy udział żywicy polimerowych stwierdzono

mniejszą ilość uskoków i cząstek omijanych przez rozprzestrzeniające się pęknięcia. Obecność większej zawartości cząstek zbrojenia wpływała na ograniczenie udziału odkształcenia plastycznego osnowy kompozytów kondensowalnych. Kompozyty te po modyfikacji kauczukiem wykazywały te same mechanizmy pęknięcia z niewielkim udziałem pomostów lepkosprężystych pomiędzy krawędziami pęknięcia.

Podsumowując, opisane przez Habilitanta nowe biomateriały kompozytowe dla stomatologii na bazie mieszanin żywic metakrylanowych modyfikowanych kauczukiem polibutadienowym o kontrolowanej morfologii kulistych domen kauczukowych charakteryzują się niskim skurczem polimeryzacyjnym, korzystnymi właściwościami biochemicznymi i mechanicznymi. Odpowiednio zaprojektowane modyfikowane mieszaniny żywiczne pozwalają uzyskać mocniejsze połączenie materiału kompozytowego z tkankami zębowymi i charakteryzują się poprawionymi parametrami wytrzymałościowymi, co jest wynikiem mechanizmów wzmocnienia i rozprzestrzeniania się popęknięć przyczyniających się do hamowania rozwoju pęknięć, głównie poprzez tworzenia pomostów pomiędzy poszczególnymi cząstkami kauczukowymi.

Przedstawiona do oceny monografia habilitacyjna pt.: "Wpływ modyfikacji ciekłym kauczukiem na właściwości światłoutwardzalnych kompozytów stomatologicznych" wydana w 2020 roku, będąca podstawą postępowania habilitacyjnego dr. inż. K. Pałki w mojej opinii pozwala stwierdzić, że stanowi ona wystarczający w rozumieniu Ustawy wkład w rozwój inżynierii materiałowej, wymagany przy ubieganiu się o przyznanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Zrealizowany zakres badań jest obszerny i oryginalny.

2.2. Ocena dorobku naukowego

Działalność naukowo-badawcza dr. inż. Krzysztofa Pałki dotycząca opracowania kompozytowych materiałów stomatologicznych, oprócz monografii habilitacyjnej, legitymuje się dorobkiem publikacyjnym w liczących się czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym (lista JCR), m.in. w Computational Materials Science (2012), Maintenance and Reliability (2013), Nanomedicine (2018), International Journal of Metalcasting (2020), a także w innych czasopismach punktowanych przez MNiSW, przede wszystkim w czasopiśmie Inżynieria Biomateriałów wydawanym przez Polskie Stowarzyszenie Biomateriałów i Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH. Tematyka związana z wytwarzaniem światłoutwardzalnego kompozytu stomatologicznego modyfikowanego ciekłym kauczukiem realizowana we współpracy z firmą Arkona stanowi podstawę zgłoszenia patentowego nr P.427219 z 2018 roku. Ponadto Habilitant wykazał się znacznym dorobkiem publikacyjnym w liczących się czasopismach o dobrym współczynniku wpływu (IF) dotyczącym wykorzystania kompozytów do projektowania tkanek i rusztowań kostnych (Journal of Biomedical Materials Research A 2016, International Journal of Nanomedicine 2017, Materials Letters 2017, Biomolecules 2019, Journal of Materials Science and Technology 2020, Materials Science and Engineering C 2016 i 2020, itp.)

Ogółem na dorobek publikacyjny dr. inż. Krzysztofa Pałki składa się 95 oryginalnych prac, z czego 87 prac ukazało się po uzyskaniu stopnia doktora. Są to prace zarówno w czasopismach z bazy JCR (28 prac) jak i w czasopismach krajowych spoza tej bazy, ale przeważnie punktowanych przez Ministerstwo

Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Sumaryczny współczynnik wpływu (IF) zgodnie z rokiem opublikowania prac wynosi 89,185 co daje średnią 3,185 na publikację. Prace te były cytowane wg danych bazy Web of Science z dnia złożenia wniosku 175 razy, a bez autocytowań 159 razy, indeks Hirscha 7, natomiast wg danych bazy Scopus 202 razy, bez autocytowań 173 razy, indeks Hirscha 8. Sumaryczna liczba punktów MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania za wszystkie prace Habilitanta wynosi 1969. Oprócz tego dorobek naukowy dr. inż. K. Pałki obejmuje 2 monografie oraz 4 rozdziały w monografiach, a także 3 patenty oraz 1 zgłoszenie patentowe. Habilitant prezentował swoje wyniki badań na 18 konferencjach krajowych i zagranicznych. Było to 21 wystąpień, w tym 4 na zaproszenie. Jego osiągnięcia naukowe zostały dostrzeżone na arenie międzynarodowej i krajowej. Wyrazem tego jest między innymi powierzanie mu recenzji publikacji w międzynarodowych czasopismach (21 recenzji dla 9 czasopism), czy też zleceń wykonania ekspertyz i opracowań dla różnych firm (w sumie 16). Jest on współtwórcą 6 wdrożonych technologii. Na uwagę zasługuje współpraca Habilitanta trwająca od 2003 r. z firmą Arkona w Nasutowie pod Lublinem, w ramach której prowadzi on badania mające na celu opracowywanie wysokiej jakości światłoutwardzalnych kompozytów stomatologicznych, co znalazło odzwierciedlenie w monografii habilitacyjnej. Na uwagę zasługuje znaczny dorobek w dziedzinie współpracy z instytucjami naukowymi w kraju i zagranicą, np. z Uniwersytetem Medycznym i Przyrodniczym w Lublinie, AGH, Instytutem Inżynierii Materiałowej Politechniki Poznańskiej, Uniwersytetem Technicznym w Dreźnie, itp.

Jak wynika z przedłożonej dokumentacji dr inż. Krzysztof Pałka uczestniczył także w realizacji krajowych projektów i programów naukowych jako wykonawca, dzięki czemu nawiązał cenne współpracy naukowe. Na uwagę zasługuje udział w projekcie kluczowym POIG realizowanym przez Aeronet-Dolina Lotnicza, dotyczącym opracowania materiałów kompozytowych dla lotnictwa. W ramach tego projektu zostało stworzone Laboratorium Wytwarzania Struktur Kompozytowych metodą autoklawową w Katedrze Inżynierii Materiałowej Politechniki Lubelskiej, co pozwoliło na utworzenie grupy badawczej w zakresie zaawansowanych materiałów kompozytowych. Szkoda jednak, że sam nie aplikował o fundusze na działalność naukową jako kierownik projektu.

Ważnym elementem rozwoju pracownika nauki, poszerzającym zarówno jego wiedzę jak i umiejętności są staże w innych ośrodkach badawczych. Dr inż. K. Pałka odbył co prawda 11 staży jednak wszystkie te pobyty były jedynie krótkoterminowymi stażami.

W ramach działalności badawczej Habilitant aktywnie uczestniczy w badaniach z zakresu struktur porowatych na bazie tytanu i jego stopów do zastosowań w implantologii. Prace te związane są z wykorzystaniem techniki tomografii komputerowej do oceny mikrostrukturalnej i prowadzone są w ramach dobrze rozwiniętej współpracy z AGH, Politechniką Poznańską, także w ramach projektu badawczego. Rezultatem tych prac było opublikowanie kilku artykułów

Podsumowując ogólny dorobek naukowy dr. inż. Krzysztofa Pałki mogę stwierdzić, że spełnia on kryteria stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

2.3. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzacyjnej

Do osiągnięć dydaktycznych, ważnych z punktu widzenia doktora habilitowanego, jest opieka merytoryczna i techniczna nad studentami przygotowującymi pracę doktorską, magisterską i licencjacką. Pan dr inż. Krzysztof Pałka był promotorem pomocniczym trzech prac doktorskich, oraz promotorem 36 prac inżynierskich oraz 46 prac magisterskich realizowanych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej. Za osiągnięcia dydaktyczne otrzymał w 2014 r. Medal Komisji Edukacji Narodowej oraz nagrodę Rektora Politechniki Lubelskiej. W 2020 r. został nagrodzony przez Prezydenta RP Srebrnym Medalem za Długoletnią Służbę.

Habilitant regularnie prowadzi działalność dydaktyczną dla studentów uczących się w trybie stacjonarnym i niestacjonarnym. Jest współtwórcą opracowania założeń, siatek godzin i uruchomienia kierunku studiów inżynieria materiałowa I i II stopnia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej. Ponadto angażował się w prace Rady Programowej i zespołów opracowujących Krajowe Ramy Kwalifikacji na kierunku inżynieria materiałowa.

Prowadzi wykłady i inne formy zajęć na kierunku inżynieria materiałowa z przedmiotów takich jak: metody doboru materiałów, techniki komputerowe w inżynierii materiałowej, krystalografia i rentgenografia, itp. Prowadzi także zajęcia na kierunkach mechanika i budowa maszyn oraz zarządzanie i inżynieria produkcji. Systematycznie uczestniczy w procesach dydaktycznych w języku angielskim dla studentów programu Erasmus.

Był uczestnikiem 4 projektów o charakterze edukacyjnym w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. W latach 2005-2019 brał udział w działaniach marketingowych związanych z rekrutacją na kierunek inżynieria materiałowa dla uczniów szkół średnich.

Dr inż. Krzysztof Pałka był także trzykrotnie członkiem komitetów organizacyjnych krajowych konferencji naukowych. Jest członkiem 3 krajowych towarzystw naukowych oraz stowarzyszeń: Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, Polskiego Stowarzyszenia Biomateriałów i Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego.

Uczestniczy również w działaniach mających na celu poprawę infrastruktury i modernizację pomieszczeń Katedry Inżynierii Materiałowej (projekt MILAB). W latach 2016-2018 był głównym redaktorem wniosków o projekty inwestycyjne do MNiSW dotyczących zakupu wysokorozdzielczego tomografu komputerowego.

Podsumowując, dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzacyjny, w moim przekonaniu, spełniają wymagania Ustawy dla osób ubiegających się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

3. Wnioski i uwagi końcowe

Ocena głównego osiągnięcia naukowego, monografii habilitacyjnej pt.: "Wpływ modyfikacji ciekłym kauczukiem na właściwości światłoutwardzalnych kompozytów stomatologicznych", będącej podstawą postępowania habilitacyjnego Pana dr. inż. K. Pałki, pozwala stwierdzić, że jest ona osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Zrealizowany

przez Habilitanta zakres badań jest oryginalny i stanowi znaczny wkład w rozwój inżynierii materiałowej, a dorobek naukowy (poza monografią habilitacyjną) jest spójny tematycznie i oryginalny.

Na uwagę zasługuje znaczny dorobek w dziedzinie wdrożeń i ekspertyz, a także współpracy z instytucjami naukowymi w kraju i za granicą. Pan dr inż. Krzysztof Pałka uczestniczył w kilku projektach badawczych finansowanych przez MNiSW, NCN i NCBiR oraz w jednym projekcie w ramach 7 Programu Ramowego UE jako główny wykonawca lub wykonawca. Brak jest jednak wiodącej roli jako kierownika projektu.

Działalność Habilitanta w zakresie dorobku dydaktycznego i organizacyjnego oraz w zakresie współpracy międzynarodowej oceniam pozytywnie. Jest On aktywnym i bardzo kreatywnym nauczycielem akademickim zaangażowanym w pracę na swoim Wydziale.

Biorąc pod uwagę powyższe informacje stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr. inż. K. Pałki są wystarczające do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego (zgodnie z art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce –Dz. U. poz. 85 z 2020 r., z późn. zm.) oraz zgodnie z pkt. 8 Załącznika nr 2 do Uchwały nr 118/2019 Senatu Politechniki Łódzkiej z dnia 25 września 2019 r. (z późn. zm.).

Wnioskuje do Komisji ds. Stopni Naukowych w dyscyplinach inżynieria mechaniczna i inżynieria materiałowa Politechniki Łódzkiej powołanej przez Radę Doskonałości Naukowej w dniu 13 października 2020 r. o nadanie dr. inż. Krzysztofowi Pałce stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria materiałowa.

Monika Szuluga