

Dr hab. inż. Stanisław Kuciel, prof. PK

18 kwiecień 2024 r.

Katedra Inżynierii Materiałowej I-1

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Recenzja wniosku dr Karol Leluka w postępowaniu prowadzonym przez **Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka** Politechniki Wrocławskiej na Wydziale Inżynierii Środowiska. Podstawą do wykonania recenzji było pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka dr hab. inż. Roberta Króla, prof. uczelni z dnia 23 lutego 2024 r. RDN08/45/2024

Recenzja osiągnięcia naukowego dr Karola Leluka będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, (zgodnie z art. 219 ust. 1. Pkt 2b ustawy) pt. „Modyfikowane biokompozyty polimerowe do zastosowań w sektorze opakowaniowym”.

1. Podstawowe informacje o kandydacie

Aktualne na 28 marca 2024 roku, te dane to 31 dokumenty w bazie Scopus, i 514 cytowań tych dokumentów, przy liczbie Hirscha $h=12$. Dr Karol Leluk urodził się 22 sierpnia 1981 roku, pracę magisterską pt: „Dielektryczne badania nowego materiału EMC” obronił 16 czerwca 2005 roku na Uniwersytecie Wrocławskim na Wydział Chemii, promotorem był dr hab. Kazimierz Orzechowski, prof. UWr. Pracę doktorską pt: Dielektryczne badania kaolinitu oraz jego interkalowanych pochodnych obronił 22 września 2009 roku na Wydziale Chemii Politechniki Wrocławskiej. Promotorem pracy był dr hab. Kazimierz Orzechowski, prof. UWr., a recenzentami: prof. dr hab. Aleksander Koll, dr hab. inż. Janina Pospieszna, prof. PWr. Od 19 października 2009 roku jest zatrudniony najpierw jako asystent naukowy a od 1 października 2013 r jako adiunkt na Wydziale Inżynierii Środowiska, Politechniki Wrocławskiej pełni też na tym Wydziale od 1 września 2020 roku funkcję Prodziekana ds. badań naukowych i współpracy zagranicznej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą oceny osiągnięcia naukowego jest cykl 7 publikacji o sumarycznym wskaźniku Impact Factor wynoszącym 19,929 oraz łącznej liczbie punktów MNiSW wynoszącej 470. Oba wskaźniki liczone wg notowań na odpowiedni rok wydania. Publikacje są powiązane tematycznie i konsekwentnie prezentują zagadnienia związane z przedstawionym do oceny tematem naukowym. Tematem przewodnim cyklu publikacji jest analiza możliwości modyfikacji polikwasu mlekowego pod kątem zmian jego właściwości fizycznych, w szczególności powierzchniowych, oraz aplikacji biokompozytów w przemyśle opakowaniowym.

Pozyskiwanych nowych materiałów ze źródeł nieodnawialnych jest istotną kwestią w obliczu prowadzonej polityki dotyczącej zachowania równowagi surowcowej i implementacji zasad gospodarki obiegu zamkniętego. Kształtowanie właściwości funkcjonalnych biokompozytów wpisują się w naukowy nurt poszukiwania termoplastycznych materiałów polimerowych spełniających założenia zasad gospodarki obiegu zamkniętego oraz zapewnienia satysfakcjonujących klienta końcowego właściwości użytkowych jak i efektywności ekonomicznej wyrobów z nich wykonanych. Analiza społecznych i ekonomicznych trendów w gospodarce wskazuje na rosnące zapotrzebowanie na materiały polimerowe, przy jednoczesnym dążeniu do ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko. Habilitant wskazuje na znaczenie badań nad modyfikacją biopolimerów w celu poprawy ich właściwości użytkowych z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych i ekologicznych. Słusznie przy tym zauważa potrzebę dalszych prac badawczych nad doskonaleniem biopolimerów, aby sprostać wymaganiom rynku dotyczących sfunkcjonalizowania produktów.

Na szczególną uwagę zasługuje publikacja A7, autorstwa Iuliany Spiridon, Karola J. Leluka, Anny Marii Resmerita i Raluca N. Darie, *Composites. Part B, Engineering*, 2015, vol. 69, s. 342-349 w której omówiono proces uzyskiwania biokompozytów termoplastycznych z PLA, napelnianych dwoma rodzajami ligniny, oraz ich poddanie przyspieszonemu starzeniu. Badania obejmowały szereg testów fizykochemicznych, w tym analizę chemiczną napelniaczy, zmiany właściwości mechanicznych, temperatur przemian fazowych, sorpcyjnych, oraz morfologii powierzchni. Rezultaty badań wykazały, iż dodatek ligniny zwiększa sztywność kompozytu kosztem wytrzymałości na zerwanie i wydłużenia przy zerwaniu, co jest konsekwencją jak wykazano wynikającą z parametrów wytrzymałościowych samego napelniacza. Badania wykazały także wysoką adhezję międzyfazową i mieszalność obu komponentów, co przekładało się na zwiększoną udarność kompozytu. Starzenie kompozytów

spowodowało typowe zmiany związane z degradacją, ale także zwiększenie charakteru polarnego kompozytów.

W wartej uwagi publikacji A5 Stanisław Frąckowiak, Joanna Ludwiczak, Karol J. Leluk: Man-made and natural fibres as a reinforcement in fully biodegradable polymer composites: a concise study. *Journal of Polymers and the Environment*. 2018, vol. 26, nr 12, s. 4360-4368 przedstawiono ocenę możliwości wytworzenia biokompozytu – opartego na matrycy i napełniaczu ze źródeł odnawialnych, który spełniałby stawiane przed nim oczekiwania względem właściwości fizykomechanicznych, najlepiej konkurencyjnych w odniesieniu do ropopochodnych kompozytów termoplastycznych. Za najważniejszy wniosek uznano wytworzenie biokompozytu wzmacnianego włóknem syntetycznym o korzystnych właściwościach mechanicznych (udarność).

Na pokreślenie zasługuje też przygotowanie autorskiej przeglądowej publikacji A1 Karol J. Leluk Cold Plasma Surface Modification of PLA and LDPE Polymer Plastics. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 2023, vol. 25, s. 141-147, W pracy przedstawiono efekty modyfikacji powierzchniowej (aktywacji) dwóch materiałów polimerowych (PLA i LDPE) z wykorzystaniem plazmy niskotemperaturowej. Przedmiotem zainteresowania był wpływ czterech procesów obróbki powierzchniowej różniących się warunkami procesowymi na polikwas mlekowy oraz LDPE, jako przedstawiciela materiału stosowanego w przemyśle opakowaniowym. Modyfikacja plazmowa doprowadziła, niezależnie od użytego gazu, do zmian na powierzchni analizowanych materiałów, jednakże ich ilościowy charakter był zróżnicowany w zależności od rodzaju źródła wyładowań plazmowych. Za najważniejsze aspekty poznawcze publikacji A1 można uznać wniosek odnośnie modyfikacji plazmowej, która prowadzi do zmian fizycznych i chemicznych materiałów, różnicując pod względem użytego do procesu gazu. W zależności od użytego gazu, zmienia się czas po którym powierzchnia materiału wraca do formy stabilnej. Sformułowano poprawnie ogólny wniosek z uwagi na charakter zaobserwowanych zmian, o przewadze efektów modyfikacji fizycznej (w PLA nad LDPE) oraz zmianach chemicznych w LDPE górujących na zmianami fizycznymi.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Kandydata

Habilitant w przedstawionej informacji prezentuje się jako niezwykle zaangażowany i kompetentny naukowiec o wartościowych osiągnięciach w dziedzinie nauki i badania materiałów polimerowych przyjaznych dla środowiska. Od momentu ukończenia studiów

magisterskich na Uniwersytecie Wrocławskim po uzyskaniu stopnia doktora oraz dalsze prace badawcze na Politechnice Wrocławskiej, jej ścieżka naukowa wykazuje ciągły rozwój i osiągnięcie kolejnych etapów rozwoju. Jego zainteresowania i wkład w dziedzinę materiałów dla ochrony środowiska, zwłaszcza dotyczące zastosowań praktycznych, są wyjątkowo wartościowe.

Na podkreślenie zasługuje aktywność Habilitanta, który już na piątym roku studiów, stał się beneficjentem programu wymiany międzynarodowej (Erasmus-Socrates) dzięki czemu uzyskał możliwość wyjazdu do Georg-August Universität w Getyndze i tam (przy wsparciu finansowym Fundacji Volkswagena) prowadził badania nad ciekłymi mieszaninami krytycznymi w zespole prof. Udo Kaatze. Na studiach doktoranckich w latach 2007 – 2008 r. został wyróżniony rocznym stypendium w ramach programu Stypendium Prezydenta Miasta Wrocławia, za osiągnięcia wspierające rozwój regionu, a w roku 2008 uzyskał środki finansowe na badania w ramach grantu wewnętrznego Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, przyznane w ramach VIII Konkursu Wewnętrznych Projektów badawczych. Pracę doktorską obronił we wrześniu 2009 r. z wynikiem bardzo dobrym. Kontynuując swoje zainteresowania w zakresie prowadzenia prac badawczych łączące elementy materiałoznawstwa w kontekście ochrony środowiska w 2009 roku rozpoczął pracę na Politechnice Wrocławskiej na Wydziale Inżynierii Środowiska w Centrum Doskonałości Materiałów Polimerowych i Recyklingu prowadzonym pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Marka Kozłowskiego. Razem z zespołem brał czynny udział w projekcie „Nowe przyjazne dla środowiska kompozyty polimerowe z wykorzystaniem surowców odnawialnych” realizowanym w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka gdzie w ramach realizowanych zadań na Politechnice Wrocławskiej oceniał wpływ modyfikacji właściwości wytrzymałościowe i powierzchniowe kompozycja na osnowie polimerów przyjaznych dla środowiska. Na podkreślenie zasługuje fakt uczestnictwa w dwóch stażach realizowanych w jednostkach zagranicznych, gdzie Habilitant zajmował się z technikami modyfikacji powierzchni materiałów polimerowych niedostępnymi w jednostce macierzystej. Było to możliwe dzięki uczestnictwu Zespołu prof. Kozłowskiego w międzynarodowej sieci European Cooperation in Science and Technology, akcji Food and Agriculture (FA0904) „Eco-sustainable food packaging based on polymer nanomaterials”. Metody modyfikacji materiałów polimerowych stanowiły istotny aspekt badawczy w kolejnych projektach badawczych realizowanych w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. „Materiały polimerowe otrzymywane innowacyjnymi technikami przetwórstwa odpadów z elektroniki i samochodów” w ramach którego Habilitant zajmował się zastosowaniem

strumieni wybranych materiałów polimerowych z odpadów pochodzących z zużytych sprzętów elektrycznych i elektronicznych (ZSEiE) oraz samochodów wycofanych z eksploatacji. Obecnie pełni funkcję kierownika w projekcie realizowanym w ramach inicjatywy Horyzont Europa: „Validation of Lunar Water Extraction and Purification Technologies for InSitu Propellant and Consumables Production” w konsorcjum międzynarodowym którego liderem jest dr inż. Paul Zabel z Deutsches Zentrum fuer Luft und Raumfahrt (Brema, Niemcy). Celem głównym projektu jest zaprojektowanie oraz wykonanie systemu do pozyskiwania, oczyszczania oraz monitorowania jakości wody przeznaczonej do spożycia oraz do elektrolizy w misjach pozaziemskich z regolitu. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż wszystkie projekty w których uczestniczył Habilitant są ściśle związane z tematyką ochrony środowiska i materiałami pochodzącymi z surowców odnawialnych co wpisuje się w szeroki aspekt badań prowadzonych w dyscyplinie Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

4. Wniosek końcowy

Podsumowując, potwierdzam słuszność przedstawionej w autoreferacie (cyklu publikacji) koncepcji i analiz prowadzących do przedstawionych sposobów otrzymywania modyfikowanych biokompozytów polimerowych do zastosowań w sektorze opakowaniowym. Poszerzy to wiedzę o takich opakowaniach i możliwości ich zastosowań dla ochrony naturalnego środowiska człowieka.

Przedstawiona w autoreferacie doświadczalna analizę możliwości modyfikacji polikwasu mlekowego w kierunku zmian jego właściwości fizycznych, w szczególności powierzchniowych, pod kątem aplikacji biomateriałów w przemyśle opakowaniowym jest istotną kwestią w obliczu prowadzonej polityki dotyczącej zachowania równowagi surowcowej i implementacji zasad gospodarki obiegu zamkniętego.

W związku z moją pozytywną oceną osiągnięcia naukowego (zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2a,b Ustawy), przedstawionego przez Habilitanta i będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego - cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, pt „Modyfikowane biokompozyty polimerowe do zastosowań w sektorze opakowaniowym.”, będę wnioskował do Rady Dyscypliny Naukowej **Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka**, Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki

Wrocławskiej o dalsze procedowanie wniosku o nadanie Panu dr Karolowi Lelukowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Jego wszechstronna znajomość zagadnień inżynierii środowiska w aspekcie polimerów i technologii przyjaznych dla środowiska oraz rozwiązywania problemów z teorii i praktyki wytwarzania nowych biokompozytów wskazuje na dużą dojrzałość naukową.

Stanisław Kuciel

Dr hab. inż. Stanisław Kuciel, Profesor PK

Politechnika Krakowska

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki