

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Pielichowski
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej
Politechnika Krakowska

Recenzja

w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Marcina Masłowskiego
w oparciu o cykl publikacji powiązanych tematycznie stanowiących osiągnięcie naukowe pt.
„Kompozyty elastomerowe modyfikowane funkcjonalnymi dodatkami pochodzenia
naturalnego”

Podstawa opracowania recenzji: pismo z dnia 29.05.2023r. Dziekana Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. Małgorzaty Szynkowskiej-Jóźwik wraz z załącznikami.

Dr inż. Marcin Masłowski uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera w 2007r. po ukończeniu studiów na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej, kierunek ochrona środowiska. W 2013r. otrzymał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna, przedkładając rozprawę doktorską pt. „Kompozyty elastomerowe o właściwościach magnetycznych i magnetoreologicznych”; promotorem pracy był uznany specjalista w dziedzinie technologii polimerów prof. dr hab. inż. Marian Zaborski. Habilitant od 2009r. jest zatrudniony na Politechnice Łódzkiej, do 2015r. na stanowisku technologa lub specjalisty inż. – techn., następnie asystenta, a od 2016r. adiunkta.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe dr inż. Marcina Masłowskiego stanowi cykl 19 powiązanych tematycznie publikacji pt. „Kompozyty elastomerowe modyfikowane funkcjonalnymi dodatkami pochodzenia naturalnego”. Artykuły wchodzące w skład cyklu zostały opublikowane w czasopismach naukowych „Advances in Polymer Technology”, „Polymer Testing”, „Polymer Bulletin”, „Polymers”, „Journal of Renewable Materials”, „Cellulose”, „Journal of Polymers and the Environment”, „Materials”, „European Polymer Journal”, „Journal of Bionic Engineering” oraz „International Journal of Molecular Sciences”. W 16

publikacjach Habilitant jest pierwszym i korespondencyjnym autorem, w jednej pracy autorem korespondencyjnym. Opis wkładu pracy w poszczególne publikacje wskazuje jednoznacznie na wiodący udział Kandydata w przygotowanie artykułów naukowych wchodzących w skład cyklu.

Na całkowity dorobek dr inż. Marcina Masłowskiego składa się 46 publikacji w czasopismach z listy JCR (w tym 39 po uzyskaniu stopnia doktora), 12 patentów oraz 15 zgłoszeń patentowych. Sumaryczny IF wynosi 117,367 (po uzyskaniu stopnia doktora 116,539), sumaryczna ilość cytowań wg bazy Scopus/Web of Science (bez autocytowań) odpowiednio 414 i 453, indeks Hirscha wg bazy Scopus/Web of Science odp. 13 i 13. Wartości parametrów naukometrycznych są na dobrym poziomie dla dyscypliny nauki chemiczne.

Osiągnięcie naukowe dr inż. Marcina Masłowskiego wpisuje się w obszar badawczy dotyczący wytwarzania i oceny właściwości kompozytów polimerowych (elastomerowych) zawierających funkcjonalne dodatki pochodzenia naturalnego. Biokompozyty polimerowe stanowią od lat przedmiot dużego zainteresowania naukowców i praktyków z uwagi na ich korzystne właściwości oraz przyjazność dla środowiska naturalnego. Stopniowe zastępowanie materiałów otrzymywanych z surowców petrochemicznych układami zawierającymi składniki pochodzenia naturalnego rodzi wyzwania badawcze, często o interdyscyplinarnym charakterze. Spośród surowców naturalnych duży potencjał jako napelniacz w kompozytach polimerowych wykazuje słoma zbożowa, szeroko stosowana w rolnictwie jako głównie pasza i ściółka dla zwierząt. Słoma – podobnie jak inne surowce naturalne – charakteryzuje się jednak zróżnicowanym składem chemicznym zależnym od gatunku rośliny, pory zbiorów, rodzaju gleby, etc., co wymaga przeprowadzenia systematycznych badań w celu doboru odpowiednich rodzajów tego napelniacza pochodzenia naturalnego. Inną interesującą grupą biododatków do tworzyw polimerowych są szeroko dostępne rośliny zielarskie, które zawierają – oprócz biomasy lignocelulozowej – m.in. prekursory związków bioaktywnych (lub wprost związki bioaktywne), takie jak aminokwasy, fitosterole, kwas askorbinowy i różnorodne polifenole; substancje te mogą pełnić rolę stabilizatorów i przeciwutleniaczy dla matryc polimerowych.

W tym kontekście Habilitant sformułował – jako cel nadrzędny badań – otrzymanie kompozytów elastomerowych, opartych o kauczuk naturalny, zawierających napelniacze w postaci słomy zbożowej, skrzypu polnego i wybranych roślin zielarskich, stanowiące dodatek lignocelulozowy oraz źródło substancji aktywnych. Cele szczegółowe obejmują (i) ocenę

możliwości zastosowania słomy, stanowiącej naturalny i szeroko dostępny materiał pochodzenia roślinnego, jako dodatku do kompozytów elastomerowych i wytworzenia biokompozytów o polepszonych właściwościach użytkowych, (ii) opracowanie metody modyfikacji chemicznej włókien słomy w celu polepszenia ich kompatybilności / adhezji do kauczuku naturalnego, oraz zastosowanie otrzymanych modyfikowanych włókien jako wzmocnienia w kompozytach elastomerowych i nadania określonych właściwości funkcjonalnych, (iii) opracowanie dwuskładnikowych hybrydowych układów napelnaczy typu słoma zbożowa / nanododatek (perlit, sadza, krzemionka, rurki haloizytowe, montmorylonit) oraz uzyskanie poprawy właściwości użytkowych biokompozytów, oraz (iv) scharakteryzowanie chemiczne i strukturalne biomasy, ekstraktów i popiołów roślinnych jako biododatków do kauczuku naturalnego.

Zakres zrealizowanych prac, konieczny do osiągnięcia zaplanowanych celów, był szeroki i obejmował m.in. określenie wpływu wielkości i kształtu cząstek napelnaczy lignocelulozowych otrzymanych ze słomy zbożowej - żytniej, pszenicznej i pszenżytniej – rozdrabnianej przy zastosowaniu rozdrabniacza sitowego, blendera lub młynka kulowego, na wybrane właściwości kompozytów wytworzonych w oparciu o kauczuk naturalny. Habilitant stwierdził, że użycie młynka kulowego skutkowało uzyskaniem takiego stopnia rozdrobnienia biododatku, że nastąpiła poprawa szeregu właściwości otrzymanych wulkanizatów kauczuku naturalnego, w tym zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie, twardości oraz odporności na starzenie termoutleniające. Kontynuując ten watek badawczy, dr Masłowski dokonał oceny wpływu innych rodzajów słom rozdrobionych przy zastosowaniu młyna kulowego, tj. słomy kukurydzianej, jęczmiennej i owsianej, na właściwości kompozytów kauczuku naturalnego. Możliwe stało się również znaczące zwiększenie zawartości bionapelnacza w mieszkach elastomerowych, z początkowych 10 do 50 phr. Stosując hydrofobowy olej parafinowy jako układ modelowy w odniesieniu do matrycy elastomerowej, Kandydat ocenił zdolność cząstek słomy do aglomeracji i wykazał pół-wzmacniający charakter stosowanych biododatków. Uzyskane wyniki badań, także dla mieszanin słomy różnych gatunków zbóż, wskazują na zwiększenie gęstości usieciowania i zmniejszenie przepuszczalności gazu przez kompozyty kauczuk naturalny – słoma (zawartość do 30 phr). Interesujące wyniki badań w odniesieniu do modyfikowanych wulkanizatów kauczuku naturalnego stanowiły asumpt do podjęcia badań nad otrzymywaniem i określeniem właściwości kompozytów innych elastomerów, tj. kauczuku etylenowo-propylenowego (EPM), silikonowego (MVQ), butadienowo-styrenowego (SBR) i butadienowo-akrylonitrylowego (NBR), istotnie różniących się budową chemiczną. Ogólnie, wprowadzenie słomy jako napelnacza skutkowało skróceniem czasu wulkanizacji oraz, dla układów kauczuków etylenowo-propylenowego i silikonowego,

obserwowano dużą odporność na starzenie, co umożliwia długotrwałe użytkowanie opracowanych bio-wulkanizatów.

Znaczną uwagę dr Masłowski poświęcił modyfikacji chemicznej włókien słomianych oraz zastosowaniu modyfikowanych włókien jako napelnaczy do kauczuku naturalnego. Celem modyfikacji była poprawa adhezji pomiędzy matrycą polimerową a włóknem, podwyższenie stabilności termicznej oraz nadanie materiałowi nowych cech funkcjonalnych. Stosując wodorotlenek sodu Habilitant przeprowadził alkalizację słomy, która to pre-modyfikacja powoduje usunięcie lignocelulozowego materiału wiążącego i zwiększenie stopnia krystaliczności celulozy. Korzystne pod kątem zwiększenia adhezji do ośrodka elastomerowego zmiany struktury (hydroliza ligniny i hemicelulozy) oraz morfologii (zwiększenie stopnia chropowatości powierzchni) alkalizowanej słomy zostały potwierdzone metodami IR i SEM. W toku dalszych badań Kandydat zastosował – w odniesieniu do alkalizowanej słomy – modyfikację nadtlenkami organicznymi i bezwodnikami kwasowymi, która skutkowała m.in. podwyższeniem temperatury początku rozkładu termicznego bionapelnacza. Jest to ważne osiągnięcie z uwagi na kwestie dotyczące (wysokotemperaturowego) przetwarzania biomateriałów w stopie, np. metodą wytłaczania, oraz ze względu na warunki użytkowania wyrobów wytworzonych z materiałów zawierających napelnacz słomiany. Przeprowadzona modyfikacja chemiczna przy zastosowaniu nadtlenków oraz bezwodników skutkowała zwiększeniem adhezji międzyfazowej pomiędzy włóknami słomy a matrycą kauczuku naturalnego, co ukazują wyniki przeprowadzonych badań metodą DMA; wartości modułu zachowawczego, modułu stratności i współczynnika stratności wskazują na zwiększenie intensywności oddziaływań polimer-napelnacz. Inną grupą związków, zastosowanych przez dr Masłowskiego jako promotory adhezji, były wybrane, różniące się budową chemiczną silany – propylotrietoksylan, winylotrietoksylan i 3,3'-tetratiobis(propylotrietoksylan). Ich zastosowanie do modyfikacji powierzchniowej włókien słomianych spowodowało wzrost hydrofobowości napelnaczy, istotne zmiany morfologiczne oraz, dla dwóch ostatnich silanów, poprawę stabilności termicznej biododatku. Modyfikacja słomy silanami zawierającymi w swej strukturze grupy funkcyjne, które mogą uczestniczyć w procesie wulkanizacji kauczuku, prowadziła do zwiększenia gęstości usieciowania wulkanizatów i tworzenia sieci przestrzennej kompozytu, o czym świadczą wyniki badań reologicznych i pomiarów DSC. W efekcie nastąpiła poprawa właściwości mechanicznych, głównie wytrzymałości na rozciąganie. Istotną kwestią – zarówno poznawczą, jak i aplikacyjną – jest ocena palności kompozytów polimerowych. Dr Masłowski, stosując metodę kalorymetrii stożkowej, stwierdził, że dodatek niemodyfikowanej słomy powodował wyraźne

zmniejszenie palności biokompozytów kauczuku naturalnego, m.in. poprzez wytworzenie zwęgliny. Badania procesu silanizacji napelniacza w postaci włókien słomy zostały następnie rozszerzone o zastosowanie 3-aminopropylo(dietoksy)metylosilanu; modyfikacja powierzchni włókien silanizowanej słomy polepszała ich kompatybilność z osnową kauczuku naturalnego, co powodowało poprawę właściwości mechanicznych, tłumiących i barierowych.

W następnym etapie prac badawczych dr Masłowski rozszerzył zakres prowadzonych badań o biokompozyty elastomerowe zawierające organiczno-nieorganiczne układy hybrydowe. Tego typu nowoczesne materiały łączą korzystne cechy materii organicznej i nieorganicznej, co może prowadzić do uzyskania znaczących efektów poprawy wybranych właściwości. Habilitant opracował sposób otrzymywania oraz przedstawił charakterystykę funkcjonalnych dodatków hybrydowych wytworzonych w oparciu o niemodyfikowaną oraz silanizowaną słomę zbożową i dwóch rodzajów krzemionki – hydrofilowej i hydrofobowej. Wprowadzenie wysokoodpornej termicznie krzemionki do układu skutkowało podwyższeniem stabilności termicznej napelniacza dwuskładnikowego, co zostało potwierdzone na podstawie badań termograwimetrycznych. W szczególności napelniacz hybrydowy zawierający krzemionkę hydrofobową, cechujący się strukturą płytkową oraz znaczną kompatybilnością z niepolarną osnową polimerową, wykazuje znaczny potencjał w kontekście poprawy właściwości barierowych i obniżenia palności modyfikowanych kompozytów elastomerowych. Wyzwaniem jest tendencja do aglomerowania, jaką wykazują generalnie nanocząstki, w tym nanocząstki hybrydowe. Innym dodatkiem mineralnym, zastosowanym przez Kandydata, był perlit - proces mielenia i homogenizacji słomy zbożowej z dodatkiem tego napelniacza był prowadzony w planetarnym młynie kulowym. Obrazy SEM wskazują, że powstały struktury niejednorodne z nieregularnie rozlokowanymi cząstkami perlitu w strukturach włóknistych słomy. Zastosowanie dwuskładnikowego napelniacza, łączącego cechy minerału (płytkowego) i słomy (włóknistej) pozwoliło na istotną poprawę właściwości barierowych, twardości i właściwości mechanicznych wytworzonych biokompozytów, jak również ich odporności na starzenie termoutleniające. Pojawił się również efekt wzmacniający (tzw. efekt Payne'a) w postaci zmiany modułu zachowawczego G' w funkcji odkształcenia wulkanizatów. Inne stosowane przez dr Masłowskiego układy hybrydowe to układy słoma/sadza, słoma/haloizyt oraz słoma-montmorylonit. Warto wskazać, że wymienione dodatki nieorganiczne są stosowane w technologii gumy, zwłaszcza sadza. Ich wprowadzenie do matrycy kauczuku naturalnego powodowało poprawę szeregu właściwości, w tym właściwości termo-mechanicznych i palności, co zostało systematycznie przeanalizowane i poprawnie zinterpretowane przez Habilitanta.

Ostatni nurt badawczy rozwijany przez dr Masłowskiego obejmował zastosowanie roślin zielarskich - skrzypu polnego, pokrzywy zwyczajnej, mięty pieprzowej, rumianku pospolitego i krwawnika pospolitego - jako źródła aktywnych związków funkcyjnych służących do modyfikacji wulkanizatów z kauczuku naturalnego w postaci biomasy, ekstraktów oraz popiołów roślinnych. Wymienione bionapełniacze zawierają podstawowe związki budulcowe - celulozę, hemicelulozę i ligninę, oraz liczne inne związki chemiczne, takie jak związki flawonowe oraz kwasy fenolowe. Te ostatnie zwiększają m.in. odporność materiału kompozytowego na przyspieszone starzenie w różnych warunkach - starzenie termooksydacyjne, UV oraz klimatyczne. Wybrane przez Habilitanta rośliny są często traktowane jako chwasty, tak więc ich zastosowanie w technologii elastomerów nie wpływa negatywnie na łańcuch żywieniowy.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dr inż. Marcina Masłowskiego w oparciu o cykl publikacji powiązanych tematycznie stanowiących osiągnięcie naukowe pt. „Kompozyty elastomerowe modyfikowane funkcjonalnymi dodatkami pochodzenia naturalnego” stwierdzam, że mojej opinii stanowi ono znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej. Habilitant prawidłowo zaplanował i przeprowadził prace badawcze w zakresie wytwarzania, modyfikacji chemicznej i charakteryzowania bio-(nano)dodatków funkcjonalnych w oparciu o włókna słomy oraz w obszarze wytwarzania, oceny struktury oraz właściwości biokompozytów elastomerowych z kauczuku naturalnego. Dr Masłowski przedstawił poprawnie i spójnie omówione wyniki swoich badań, które mają charakter zarówno poznawczy, jak i aplikacyjny.

Ocena istotnej aktywności naukowej

Dr inż. Marcin Masłowski jest aktywny naukowo w różnych obszarach badawczych, współpracując z badaczami z Wydziału Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach w tematyce biokompozytów elastomerowych zawierających napełniacze naturalne, z naukowcami Tomas Bata University w Zlinie (Czechy) w zakresie przetwórstwa i funkcjonalizacji materiałów polimerowych, z badaczami zatrudnionymi w Fraunhofer USA - Center for Sustainable Energy Systems CSE w tematyce syntezy, badań i charakteryzowania materiałów porowatych oraz pracownikami Zakładu Środków Ochrony Indywidualnej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego w ramach ramowej umowy o współpracy, obejmującej m.in. opracowanie i otrzymanie polimerowych kompozytów przewodzących. Co ważne, aktywność naukowa Habilitanta

realizowana we współpracy z innymi jednostkami jest udokumentowana wspólnymi publikacjami i patentami.

Ocena istotnej aktywności naukowej dr inż. Marcina Masłowskiego jest pozytywna.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Dr Masłowski prowadzi lub prowadził zajęcia w formie wykładów, zajęć laboratoryjnych oraz projektowych dla studentów studiów I i II stopnia kierunków m.in. Chemia, Analityka chemiczna, Chemia budowlana, Technologia chemiczna i Inżynieria materiałowa w ramach przedmiotów, takich jak Projektowanie wyrobów polimerowych, Przetwórstwo polimerów, Przetwórstwo polimerów, Przetwórstwo polimerów, Nanomateriały ceramiczne i Metody badań nanomateriałów inżynierskich. Opracował szereg ćwiczeń laboratoryjnych oraz zajęć projektowych w ramach przedmiotów specjalistycznych, m.in. Projektowanie materiałowe i komputerowa nauka o materiałach, Reologiczne podstawy przetwórstwa polimerów oraz Technologia przetwórstwa polimerów. Pełnił funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich (jeden został już zakończony), promotora 21 prac dyplomowych inżynierskich oraz 24 prac dyplomowych magisterskich. Ponadto, w 2017r. sprawował opiekę nad trzema wolontariuszami działającymi w zakresie modyfikacji chemicznej bio-napełniaczy. Był recenzentem czterech prac dyplomowych oraz pełni funkcję sekretarza Rady Kierunków Studiów dla kierunków Chemia budowlana oraz Technologia chemiczna.

Kandydat kierował sześcioma projektami badawczymi / działaniami badawczymi i brał udział w charakterze wykonawcy w realizacji 12 projektów badawczych, finansowanych przez NCN, NCBiR i PARP. Zrealizował dwa staże przemysłowe - w okresie 08.2015 – 02.2016 w firmie NEO Insulation w Łodzi oraz w okresie 05.2014 – 11.2014 w firmie MiA Recykling w Łodzi. Dr Masłowski jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma Polymers, Wyd. MDPI, jak również redaktorem gościnnym (Guest Editor) zeszytu specjalnego pt. „Natural Additives as Modifiers of Polymer Biocomposites” tego czasopisma. Jest recenzentem prac zgłoszonych do redakcji czasopism naukowych, w tym uznanych Carbohydrate Polymers, Cellulose, Journal of Cleaner Production i Polymer Testing. Uzyskał szereg nagród i wyróżnień, w tym Nagrody JM Rektora Politechniki Łódzkiej, Nagrody Władz Politechniki Łódzkiej wspierającej doskonałość naukową w ramach programu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza” oraz nagrody za najlepszy poster na Konferencjach Naukowo - Technicznych MATERIAŁY WĘGLOWE i KOMPOZYTY POLIMEROWE

NAUKA – PRZEMYSŁ (2021, 2022). Aktywnie uczestniczył w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, przedstawiając 10 wystąpień ustnych, w tym dwa „na zaproszenie”. Dr Masłowski był członkiem Komitetu Naukowego ogólnopolskiej konferencji naukowa „Biopolimery – źródło nowych materiałów” (2021, 2022) oraz przewodniczył sesji podczas konferencji „International Conference on Nanoscience, Nanotechnology and Advanced Materials (IC2NM), Budapeszt, 2018. Habilitant aktywnie angażuje się w prace na rzecz współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, m.in. z firmami i instytucjami - BSH Sprzęt Gospodarstwa Domowego Sp. z o.o., (Łódź), CDM Sp. z o. o. (Ksawerów), Bayer Material Science/Covestro (Pittsburgh, USA), ABB Sp. z o.o. (Łódź) ECOBACK sp. z o.o. (Warszawa), Hutchinson Poland Sp. z o. o., (Łódź), Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX" (Łódź) oraz Biofana (Kutno), dla których wykonywał ekspertyzy oraz działał na rzecz rozwiązywania problemów technologicznych i produkcyjnych.

Dr Masłowski bierze również udział w działaniach mających na celu popularyzowanie nauki. Współorganizuje wizyty edukacyjne uczniów organizowanych na Wydziale Chemicznym PŁ oraz przygotowuje i prowadzi pokazy / warsztaty dla dzieci i młodzieży ze szkół województwa łódzkiego na temat materiałów polimerowych. Opracował i organizuje cykliczne praktyczne szkolenia nt. wtrysku i wytłaczania polimerów dla studentów I i II stopnia WCh PŁ.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę dr inż. Marcina Masłowskiego jest pozytywna.

Ocena działalności zawodowej dr inż. Marcina Masłowskiego w zakresie działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej jest pozytywna. Wyniki przedstawione w cyklu publikacji pt. „Kompozyty elastomerowe modyfikowane funkcjonalnymi dodatkami pochodzenia naturalnego” stanowią oryginalny i znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemiczne. Habilitant m.in. zaprojektował, otrzymał i scharakteryzował nowe bio-(nano)dodatki funkcjonalne w oparciu o włókna słomy oraz otrzymał i dokonał oceny struktury oraz właściwości biokompozytów elastomerowych z kauczuku naturalnego. Dla otrzymanych materiałów kompozytowych przedstawił szereg zależności typu struktura-właściwości.

Dr Masłowski jest współautorem szeregu publikacji naukowych, w tym w uznanych czasopismach, współtwórcą patentów oraz aktywnie uczestniczy w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Dorobek Habilitanta ma charakter

interdyscyplinarny i byłby w opinii recenzenta wysoko oceniony również w dyscyplinach inżynieria chemiczna i inżynieria materiałowa. Osiągnięcia naukowe Habilitanta odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - wnoszę zatem do Komisji Habilitacyjnej o pozytywne rozpatrzenie i dalsze procedowanie wniosku o nadanie dr inż. Marcinowi Masłowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.

Kraków, 21.07.2023r.

