

RECENZJA

osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej dr. inż. Karola Buli
opracowana w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie Mu
stopnia naukowego *doktora habilitowanego nauk technicznych*
w dyscyplinie naukowej *budowa i eksploatacja maszyn*

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej dr hab. inż. Olafa Ciszaka, z dnia 30 września 2015 roku (oznaczone DM-64/491/2015), dołączona do niego dokumentacja przewodu habilitacyjnego oraz moja wcześniejsza znajomość prac naukowych dr inż. Karola Buli.

1. Podstawowe informacje o kandydacie

Dr inż. Karol Bula ukończył studia na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej w 1998 roku, uzyskując tytuł magistra inżyniera, na kierunku Inżynieria Materiałowa. Następnie, na tym samym Wydziale, rozpoczął stacjonarne studia doktoranckie. W 2001 roku został zatrudniony na etacie asystenta w Instytucie Technologii Materiałów Politechniki Poznańskiej, w którym od 2004 roku do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa uzyskał na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej w roku 2003, na podstawie pracy pt. „Struktura i właściwości nanokompozytowych układów termoplastycznych poliestrów z amorficzną krzemionką”. Promotorem rozprawy był dr hab. Jan Jurga, prof. PP, a recenzentami prof. Tomasz Sterzyński oraz prof. Marek Kozłowski.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Karol Bula jako podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego przedstawia zbiór 17 publikacji z lat 2004 - 2015 oraz jedno zgłoszenie patentowe, zebrane w cykl tematyczny pt. "Przetwórstwo i modyfikacja kompozytów polimerowych z napełniaczem dyspersyjnym tlenkowym i hybrydowym". Wszystkie publikacje są pracami zespołowymi, jednak w większości z nich udział Habilitanta jest dominujący, zgodnie z oświadczeniami Habilitanta i współautorów. Dziesięć artykułów zostało opublikowanych w czasopiśmie z listy ministerialnej A (sumaryczny Impact Factor 12,173), trzy w czasopiśmie z listy B, a pozostałe w pracach zbiorowych.

Osiągnięcie naukowe w rozumieniu 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. z 2014 r. poz. 1852, ze zm. w Dz. U. z 2015 r. poz. 249) obejmuje, według przedstawionego autoreferatu, następujące zagadnienia:

- badania efektów modyfikacji przetwórczej materiałów polimerowych,
- uniepalnianie materiałów polimerowych,
- konstytuowanie właściwości antybakteryjnych kompozytów chemoutwardzalnych,
- kompozyty z napełniaczami hybrydowymi (dualnymi),
- kształtowanie cech użytkowych elastomerów wulkanizujących.

Przedstawiony cykl publikacji dotyczy zagadnień związanych z wytwarzaniem oraz badaniem morfologii i właściwości kompozytów polimerowych z ziarnistymi napełniaczami tlenkowymi. W pierwszej części autoreferatu Habilitant opisuje przebieg badań, w których określono rolę sposobu przetwarzania oraz zastosowania modyfikatorów powierzchni napełniacza ziarnistego (krzemionki SiO_2) w kształtowaniu struktury i właściwości termoplastycznych kompozytów polimerowych, na osnowie poli(tereftalanu etylenu), poli(tereftalanu butylenu) oraz polipropylenu. Porównano strukturę oraz równomierność rozłożenia ziaren napełniacza w osnowie polimerowej kompozytów wytwarzanych w procesie wytłaczania, przy wykorzystaniu wyłaczarki jedno- i dwuślimakowej współbieżnej. Wykazano, że kompozyty wytwarzane przy zastosowaniu wyłaczarki jednoślimakowej, charakteryzują się dobrymi właściwościami jedynie wówczas, gdy napełniacz jest modyfikowany aminosilanem. Natomiast w przypadku procesu realizowanego z zastosowaniem wyłaczarki dwuślimakowej modyfikacja powierzchni ziaren napełniacza nie jest konieczna. Układ uplastyczniający dwuślimakowy umożliwia uzyskanie kompozytu z dobrym zdyspergowaniem niemodyfikowanych cząstek napełniacza w osnowie polimerowej.

Dalsze badania dotyczyły wykorzystania odpadowych napełniaczy tlenkowych, pozyskanych z popiołów lotnych pochodzących z Elektrowni „Adamów”, do wytwarzania kompozytów polietylenu małej gęstości (PE-LD) oraz polipropylenu (PP). Wykazano, że kompozyty zawierające 30 % taniego napełniacza odpadowego charakteryzują się wystarczająco dobrymi właściwościami przetwórczymi i mechanicznymi.

W kolejnym etapie badań termoplastycznych kompozytów polimerowych określano wpływ kompatybilizatora na strukturę i właściwości materiałów na osnowie polietylenu dużej gęstości napełnionego niemodyfikowaną krzemionką amorficzną. Stwierdzono, że wprowadzenie modyfikatora w postaci polietylenu szczepionego bezwodnikiem maleinowym w ilości 2 % wag. skutkuje znaczącą poprawą właściwości mechanicznych kompozytu w odniesieniu do właściwości kompozytów zawierających niemodyfikowaną krzemionkę. Wykazano możliwość zastosowania napełniaczy dyspersyjnych bez kosztownej modyfikacji chemicznej w celu uzyskania kompozytów o dobrych właściwościach, równomiernym zdyspergowaniu ziaren napełniacza w osnowie polimerowej poprzez modyfikację przetwórczo-chemiczną z udziałem kompatybilizatorów. Wyniki badań z tego zakresu zostały opublikowane w sześciu artykułach [B1, B4, B5, B14, B15, B18].

Tematyka związana z zastosowaniem różnych napełniaczy tlenkowych, skojarzonych z uniepalniaczami bezhalogenowymi, jest przedmiotem kolejnych artykułów [B6, B7, B8, B9, B10, B11, B17] oraz zgłoszenia patentowego [B12]. Wykazano, że skutecznym sposobem ograniczenia palności kompozytów na bazie polipropylenu jest zastosowanie strącanego nanometrycznego wodorotlenku magnezu, a wprowadzenie dodatkowo kompatybilizatora (polipropylenu szczepionego bezwodnikiem maleinowym MAH-PP) umożliwiło uzyskanie dobrych właściwości mechanicznych kompozytu, a zwłaszcza zwiększenie jego sztywności. Podobne, korzystne wyniki uzyskano przy zastosowaniu napełniacza opartego na współstrąconym krzemianie magnezu oraz glinokrzemianu warstwowego. Oryginalne osiągnięcia w zakresie technologiczno-materiałowych aspektów uniepalniania polipropylenu pozwoliły na opracowanie zgłoszenia patentowego, dotyczącego sposobu wytwarzania izotaktycznego polipropylenu o obniżonej palności.

Ciekawym aspektem badań było zastosowanie modyfikowanych napełniaczy hybrydowych (współstrącony krzemian magnezu/krzemionka, mikronizowany tlenek cynku, SiO_2 /lignina, MgOxSiO_2) w celu uzyskania kompozytów o korzystnej morfologii, dobrych właściwościach mechanicznych i jednocześnie o ograniczonej palności. Opracowano sposób wytwarzania oraz zbadano właściwości kompozytów na bazie żywic poliestrowych z dodatkiem napełniacza hybrydowego CuOxSiO_2 . Uzyskano materiał o większej o ponad

50 % sztywności i wytrzymałości na zginanie, wyższej o ponad 50°C temperaturze mięknięcia wg. Vicata i jednocześnie o zwiększonej odporności antybakteryjnej w odniesieniu do nienapełnionej żywicy. Habilitant stwierdza, że kompozyt ten jest obiecującym materiałem konstrukcyjnym do wytwarzania elementów użytkowanych w warunkach zwiększonego obciążenia cieplnego. Wyniki badań w tym zakresie opublikowano w pracy [B6].

W dalszych badaniach kompozytów polipropylenowych wykorzystano napełniacz hybrydowy SiO₂ – lignina. Jako kompatybilizator użyto polipropylen szczepiony bezwodnikiem maleinowym. Krzemionka połączona z napełniaczem organicznym (ligniną) pozwoliła na uzyskanie materiału o zwiększonej stabilności cieplnej i dobrej przetwarzalności. Ustalona została graniczna zawartość napełniacza w kompozycie, powyżej której następuje skokowe pogorszenie jednej lub wielu właściwości, zwłaszcza mechanicznych. Autor powołuje się na cztery publikacje z tej tematyki [B1, B5, B9, B17].

Uzupełnieniem badań kompozytów termoplastycznych oraz kompozytów na osnowie żywicy poliestrowej są prace poświęcone elastomerom wulkanizującym [B2, B3, B13, B16]. Oryginalnym osiągnięciem było zastosowanie aktywnego hybrydowego napełniacza tlenkowego w postaci syntetycznego krzemianu magnezu (MgOxSiO₂), modyfikowanego proadhezyjnymi związkami silanowymi, w celu polepszenia właściwości syntetycznego kauczuku butadienowo-styrenowego, stosowanego m.in. do wytwarzania mieszanek oponiarskich. Uzyskano materiały charakteryzujące się bardzo dużym odkształceniem w próbie rozciągania, bez pogorszenia pozostałych właściwości mechanicznych oraz właściwości przetwórczych.

Zagadnienia omawiane w pracach wskazanych przez Habilitanta jako Jego osiągnięcie naukowe dotyczą wytwarzania i badania kompozytów polimerowych (termoplastycznych i utwardzalnych) zawierających napełniacze ziarniste tlenkowe i hybrydowe. Prowadzone w szerokim zakresie badania eksperymentalne, poparte rozważaniami teoretycznymi, przyczyniły się do opracowania nowych materiałów konstrukcyjnych, m.in. poprzez modyfikację napełniaczy oraz stosowanie kompatybilizatorów. Wskazano sposoby uzyskiwania kompozytów o równomiernym zdyspergowaniu napełniacza w polimerze, charakteryzującego się określonymi właściwościami. Można wyróżnić stwierdzenie Habilitanta dotyczące stosowania modyfikowanych napełniaczy hybrydowych, jako jednego składnika umożliwiającego jednoczesne wzmocnienie mechaniczne kompozytu, ograniczenie jego palności oraz polepszenie właściwości antybakteryjnych. Wartościowym uzupełnieniem badań jest ocena możliwości wytwarzania tych kompozytów metodami wytłaczania jedno-

i dwuślimakowego, z zastosowaniem różnego rozwiązania konstrukcyjnego układów uplastyczniających tych maszyn. Uzyskane materiały mogą znaleźć zastosowanie w produkcji wyrobów o szczególnych wymaganiach technicznych.

Na podstawie przedstawionych w autoreferacie materiałów można przyjąć, że dorobek naukowy dr inż. Karola Buli jest oryginalny i stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny Budowa i Eksploatacja Maszyn, szczególnie w zakresie wytwarzania i stosowania kompozytów polimerowych termoplastycznych i utwardzalnych. Wyniki Jego pracy naukowej stanowią znaczące osiągnięcie o charakterze poznawczym i użytkowym. Należy podkreślić, że wyniki obszernych badań Habilitant uzyskał przy współpracy z zespołami naukowymi wielu ośrodków: trzech instytutów Politechniki Poznańskiej, Instytutu Polimerów oraz Instytutu Inżynierii Materiałowej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych dr inż. Karola Buli można zaliczyć:

- poszerzenie wiedzy z zakresu metod modyfikacji napełniaczy ziarnistych oraz sposobów wytwarzania kompozytów polimerowych z tymi napełniaczami,
- opracowanie procesu wytwarzania kompozytów z hybrydowymi napełniaczami tlenkowymi o korzystnych właściwościach mechanicznych i jednocześnie ograniczonej palności oraz właściwościach antybakteryjnych,
- przeprowadzenie analizy badań w zakresie możliwości zastosowania napełniaczy hybrydowych w celu polepszenia właściwości elastomerów wulkanizujących.

Podsumowując ocenę cyklu zatytułowanego „Przetwórstwo i modyfikacja kompozytów polimerowych z napełniaczem dyspersyjnym tlenkowym i hybrydowym” można stwierdzić, że stanowi on wartościowy dorobek naukowy Habilitanta i dowodzi jego dojrzałości do formułowania i podejmowania zadań naukowo-badawczych z obszaru materiałów polimerowych i ich modyfikacji, a tym samym spełnia warunki określone w ustawie.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej dr inż. Karola Buli

Uzupełnieniem prac dokumentujących osiągnięcie naukowe dr inż. Karola Buli, omówione w punkcie 2 recenzji, jest opis Jego pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora, osiągnięć dydaktycznych, aktywności na rzecz rozwoju uczelni, współpracy z ośrodkami przemysłowymi (punkt 5 autoreferatu) oraz wykaz opracowań zamieszczony w załączniku 6 i wykaz projektów badawczych, wykonanych

ekspertyz, opinii o innowacyjności i innych opracowań dla jednostek przemysłowych przedstawiony w załączniku 7.

Dr inż. Karol Bula po uzyskaniu stopnia naukowego doktora opublikował łącznie 54 prace, w tym 11 w czasopismach znajdujących się na liście ministerialnej A, 9 w innych czasopismach krajowych, 12 streszczeń w materiałach konferencji krajowych i 20 w materiałach konferencji zagranicznych oraz 2 jako rozdziały w monografiach. Są to prace niemal wyłącznie współautorskie, z wyjątkiem jednej opublikowanej w materiałach konferencyjnych w 2005 roku.

W opublikowanych artykułach Habilitant przedstawił wyniki badań w zakresie modyfikacji właściwości fizycznych polimerowych materiałów włókienniczych poprzez nanoszenie na ich powierzchnię powłok metalicznych i tlenkowych metodą rozpylania magnetronowego [C1÷C4]. Badania te realizował jako główny wykonawca projektu badawczego, finansowanego przez MNiSzW, przy współpracy z Instytutem Włókiennictwa w Łodzi.

Kolejnym obszarem Jego działalności naukowo-badawczej były zagadnienia dotyczące badania właściwości mechanicznych i termomechanicznych laminatów poliestrowo-szkłanych oraz epoksydowo-szkłanych, zastosowanych do wytwarzania elementów nośnych ramy wózka pojazdu szynowego [C5]. Badania te były inspirowane zleceniem z Instytutu Pojazdów Szynowych „TABOR” w Poznaniu.

Ocena właściwości kompozytów termoplastycznych wzmacnianych wypełniaczami anizotropowymi (montmorylonit) oraz amorficzną krzemionką, a także warunków ich przetwarzania metodą wtryskiwania była przedmiotem badań realizowanych w ramach projektu badawczego MNiSzW, w którym Habilitant pełnił rolę kierownika. Wyniki tych badań prezentował podczas konferencji naukowych oraz w artykułach opublikowanych w czasopismach krajowych [C6÷C9].

Habilitant prowadził ponadto badania procesu wtryskiwania tworzyw polimerowych, z wykorzystaniem termografii w podczerwieni do analizy deformacji wyprasek wtryskowych oraz procesu ich kształtowania [C9÷C12].

Dr inż. Karol Bula brał udział w wielu konferencjach krajowych i zagranicznych, na których zaprezentował 49 swoich prac w postaci referatów i posterów

Sumaryczny Impact Factor Jego publikacji naukowych, według bazy Journal Citation Reports, wynosi 12,173. Zgodnie z danymi z bazy Scopus prace te były cytowane 79 razy (66 bez autocytowań), a Indeks Hirsha jest równy $h = 5$. Liczba cytowań z autocytowaniami według bazy Web of Science wynosi 71, a bez autocytowań 66, natomiast Indeks Hirsha

h = 4. Moim zdaniem jest to znaczący i wystarczający dorobek naukowy do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn, a liczba cytowań świadczy o dużym znaczeniu i aktualności tematyki przedstawianej w Jego pracach.

4. Ocena dorobku w zakresie działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej oraz współpracy międzynarodowej

4.1. Ocena działalności dydaktycznej

W ramach działalności dydaktycznej Habilitant prowadzi wykłady, zajęcia projektowe oraz laboratoryjne na 6 kierunkach studiów stacjonarnych i niestacjonarnych: mechanika i budowa maszyn, inżynieria materiałowa, inżynieria biomedyczna, zarządzanie i inżynieria produkcji, mechatronika oraz logistyka. Wykłady prowadzi z następujących przedmiotów: inżynieria wytwarzania, przetwórstwo tworzyw sztucznych, zastosowanie materiałów konstrukcyjnych, projektowanie wyrobów z tworzyw sztucznych, systemy przetwarzania materiałów polimerowych, automatyzacja procesów przetwarzania materiałów, organizacja procesów przetwarzania materiałów w przemyśle, dobór materiałów do wytwarzania wyrobów, nowe materiały polimerowe, kompozyty polimerowe.

Prowadzi również wykłady i ćwiczenia laboratoryjne na studiach podyplomowych „Przetwórstwo tworzyw sztucznych i gumy” oraz „Konstrukcja form wtryskowych”, organizowanych na Wydziale Budowy maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

Był promotorem 95 prac dyplomowych, w tym 42 prac inżynierskich i 53 prac magisterskich.

Szeroki zakres problematyki realizowanych przez Habilitanta zajęć dydaktycznych świadczy o Jego dobrym przygotowaniu do pracy jako nauczyciela akademickiego w dyscyplinie naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn.

4.2. Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych lub z przedsiębiorcami

Dr inż. Karol Bula brał udział w realizacji 10 projektów badawczych. W dwóch z nich, finansowanych przez KBN oraz MNiSzW, był kierownikiem, natomiast głównym wykonawcą w grantie promotorskim (KBN) oraz kierowanym przez Instytut Włókiennictwa w Łodzi (MNiSzW).

Uczestniczył również w dwóch projektach współfinansowanych przez Unię Europejską (UDA-POIG), w tym jeden zgłoszony przez firmę Interplastik Sp. z o.o.

Aktywność Habilitanta w tym zakresie może być dobrze oceniona.

4.3. Wykonane ekspertyzy, opinie o innowacyjności, szkolenia dla pracowników przedsiębiorstw przemysłowych

Na szczególną uwagę zasługuje zaangażowanie Habilitanta we współpracę z przemysłem. W latach 2011-2015 przeprowadził 12 szkoleń dla pracowników zakładów przemysłowych, m. in. firmy WIX-Filtron Sp. z o.o. w Gostyniu, Chemos Sp. z o.o. w Opalenicy, Phoenix contact Wielkopolska Group Sp. z o.o. w Nowym Tomysłu, Samsung Electronics Poland Manufacturing Sp. z o.o. we Wronkach, Soul & Mind Group Sp. z o.o. w Poznaniu.

Opracował 11 opinii o innowacyjności technologii i produktów z zakresu przetwórstwa tworzyw polimerowych oraz 27 ekspertyz badawczych i opracowań na zlecenie zakładów przemysłowych. Był także współautorem opracowania 2 innowacyjnych technologii dla niemieckiej firmy Hammer Sp. z o.o., dotyczących produkcji opakowań dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego. Wykonał jedną ekspertyzę sądową na zlecenie Sądu Rejonowego w Bielsku-Białej.

Był wykładowcą w programie szkoleniowym organizowanym przez Polskie Towarzystwo Ekonomiczne oddział w Bydgoszczy, w ramach projektu „Bydgoski klaster przemysłowy z innowacją za pan brat”, finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego. W latach 2007-2009 prowadził wykłady w Gnieźnieńskiej Szkole Wyższej „Milenium” na Podyplomowych Studiach Kwalifikacyjnych w Gnieźnie, prowadzonych dla nauczycieli liceów profilowanych.

Działalność dr inż. Karola Buli w tym obszarze mogę ocenić jako bardzo dobrą.

4.4. Działalność organizacyjna

Dr inż. Karol Bula aktywnie uczestniczy w pracach na rzecz rozwoju uczelni. Od 2007 roku jest współtwórcą pokazów i warsztatów „Plastik-Fantastik” w ramach Nocy Naukowców, reprezentował Politechnikę Poznańską podczas Targów Edukacyjnych w Poznaniu, promuje uczelnię w szkołach średnich.

Jest opiekunem Międzywydziałowego Koła Naukowego „Polimery i Tworzywa Sztuczne”, działającego w Politechnice Poznańskiej.

Brał udział w 3 programach stażowych, zainicjowanych w celu nawiązania współpracy naukowców z biznesem w województwie wielkopolskim, organizowanych przez Poznański Akademycki Inkubator Przedsiębiorczości, Urząd Miasta Poznania oraz Wojewódzki Urząd Pracy w Poznaniu.

4.5. Uzyskane nagrody i wyróżnienia

Habilitant otrzymał nagrody Rektora Politechniki Poznańskiej; za wyróżniającą się pracę doktorską oraz dwukrotnie za działalność badawczą: jedną indywidualną i jedną zespołową.

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę ocenę jednotematycznego cyklu tematycznego pt. "Przetwórstwo i modyfikacja kompozytów polimerowych z napełniaczem dyspersyjnym tlenkowym i hybrydowym" oraz omówione powyżej osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne dr inż. Karola Buli stwierdzam, że spełnia on wymogi sformułowane w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r. poz. 1852, ze zm. w Dz. U. z 2015 r. poz. 249) oraz w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1.09.2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. nr 196 poz. 1165). Wnoszę zatem do Rady Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych, w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.

