

Wrocław, 24 listopada 2015

Prof. dr hab. inż. Jacek W. Kaczmar
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny
Katedra Odlewnictwa, Tworzyw Sztucznych i Automatyki
e-mail: jacek.kaczmar@pwr.edu.pl

**Recenzja dorobku Pana dr inż. Karola Buli z Politechniki Poznańskiej
dotycząca przewodu habilitacyjnego
w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.**

1. Podstawa wykonania oceny dorobku w przewodzie habilitacyjnym

Podstawą wykonania recenzji dorobku Pana dr inż. Karola Buli z Politechniki Poznańskiej dotyczącej przewodu habilitacyjnego było pismo Pana Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej dr hab. inż. Olafa Ciszaka z dnia 30 września 2015 r. o sygnaturze DM-64/491/2015.

Przedstawiony do recenzji dorobek składa się 18 publikacji naukowych związanych z wytwarzaniem materiałów kompozytowych na osnowach wybranych polimerów wzmocnionych nano- i mikrocząstkami napełniaczy.

W przedstawionym do recenzji dorobku autora znajdują się tylko prace zespołowe: 9 publikacji naukowych notowanych na ISI Master Journal List (Lista Filadelfijska) charakteryzujących się wysokim *Impact Factor*, 3 publikacje opublikowane w czasopiśmie krajowych (punktowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego), rozdział w książce, 3 publikacje zamieszczone w krajowych materiałach konferencyjnych, 1 publikacja zamieszczona w tzw. Open Journal oraz 1 zgłoszenie patentowe.

2. Osiągnięcia naukowe

Autor wraz z zespołami w których pracował przedstawił szeroki zakres prac związanych z procesami mechanicznymi (rozdrabnianie i mieszanie) oraz chemicznymi wytwarzania proszków napełniaczy do osnów tworzyw polimerowych, technikami wprowadzania napełniaczy o wymiarach mikronowych i nanomikronowych w osnowy tworzyw polimerowych, (termoplastycznych, elastomerów i żywic poliestrowych) oraz uniepalniania polimerów termoplastycznych. Tworząc tego typu materiały kompozytowe Habilitant miał na celu polepszenie ich właściwości mechanicznych i użytkowych. Habilitant wraz z zespołami uzyskał tworzywa polimerowe wzmocnione mikro i nanoproszkami m.in. krzemionki,

krzemianu magnezu $MgO.SiO_2$, hybrydowymi napełniaczami typu krzemionka/lignina, wodorotlenku magnezu czy odpadowych popiołów lotnych.

Jednym z podstawowych problemów był odpowiedni dobór parametrów przetwórstwa w celu uzyskania równomiernego rozkładu cząstek napełniaczy w osnowach polimerowych, co jest szczególnie trudne w przypadku napełniaczy składających się z nanocząstek, biorąc pod uwagę występowanie dużych sił Van der Waalsa pomiędzy nanocząstkami. Habilitant w zależności od przetwarzanych polimerów i napełniaczy stosował wyciskarki jednoślismakowe (ze ślimakiem jednozwojowym bez odgazowania) i dwuślismakowe współbieżne (ze ślimakami dwuzwojowymi z odgazowaniem swobodnym i z odgazowaniem próżniowym). Ponadto ważnym elementem prowadzonych prac było polepszanie adhezji na granicach fazowych poprzez stosowanie silanów jako środków proadhezyjnych oraz wprowadzanie do osnowy polimerów kopolimeru szczepionego bezwodnikiem maleinowym w celu zwiększenia napięcia powierzchniowego ciekłego polimeru.

Pozwoliło to na polepszenie niektórych właściwości mechanicznych, a w szczególności fizycznych jak moduły sztywności podłużnej E oraz ich właściwości użytkowych. Prowadzone prace przyczynić się mogą do rozszerzania zakresu zastosowań tworzyw polimerowych z napełniaczami w formie nano- i mikrocząstek.

Istotnym osiągnięciem są wyniki prac w zakresie uniepalniania tworzyw polimerowych w szczególności z grupy poliolefin poprzez wprowadzanie do osnowy polimerowej (polipropylen) bezhalogenowego uniepalniacza oraz relatywnie małego udziału napełniaczy. Pozwoliło to na ograniczenie szybkości palenia oraz ograniczenie kapania podczas palenia.

3. Istotna aktywność naukowa

Prowadzone prace naukowe podzielić można na 4 rodzaje, biorąc za kryterium rodzaje stosowanej osnowy polimerowej materiałów kompozytowych, zastosowania wytworzonych materiałów kompozytowych oraz technologii wytwarzania mikro- i nanoproszków:

A: Materiały kompozytowe z napełniaczami wprowadzanymi w osnowy tworzyw termoplastycznych,

B: Materiały kompozytowe z napełniaczami wprowadzanymi w elastomery,

C: Materiały kompozytowe z napełniaczami wprowadzanymi w osnowy żywic poliestrowych,

D: Metody i technologie uniepalniania tworzyw termoplastycznych.

A: Materiały kompozytowe z napelniaczami wprowadzanymi w osnowy tworzyw termoplastycznych

Zespół [B1] opracował procesy technologiczne wprowadzania cząstek ceramicznych nanokrzemionki w osnowy polimerów - poli(tereftalan etylenu) (PET), oraz poli(tereftalan butylenu) (PBT) na drodze wstępnego mieszania cząstek krzemionki nie poddanej obróbce i poddanej obróbce silanami z tworzywami PET i PBT w formie proszku. Następnie mieszaniny były wytłaczane z zastosowaniem wytłaczarki 1-ślimakowej lub 2-ślimakowej współbieżnej. Końcowym etapem procesu wytwarzania materiałów kompozytowych było wtryskiwanie. Opracowana technologia umożliwia wytwarzanie materiałów kompozytowych charakteryzujących się równomiernym rozłożeniem cząstek ceramicznych w osnowie PET i PBT.

[B1] K. Bula, T. Jesionowski, A. Krysztafkiewicz, J. Janik: The effect of filler surface modification and processing conditions on distribution behaviour of silica nanofillers in polyesters, *Colloid Polymer Science* 285 (2007) 1267-1273.

Autorzy [B4] wytworzyli materiały kompozytowe na osnowie polietylenu wysokiej gęstości (HDPE) wzmocnianego cząstkami nanokrzemionki o średniej wielkości cząstek 590 nm i zawartości 2, 4 i 6% wagowo w osnowie. Materiał kompozytowy był wytwarzany w procesie wytłaczania w czasie którego zachodziła homogenizacja cząstek SiO₂ w osnowie polietylenu. Jako kompatybilizator wprowadzano do osnowy HDPE polietylen szczepiony bezwodnikiem maleinowym (PE-g-MAH) w ilości 0,85% .

Stwierdzono polepszenie właściwości mechanicznych, w szczególności wytrzymałości na rozciąganie, granicy plastyczności oraz modułu sprężystości podłużnej E . Największą wytrzymałość na rozciąganie uzyskano dla 6% zawartości cząstek SiO₂ gdzie wprowadzano do osnowy kompatybilizator PE-g-MAH i wyniosła ona 26 MPa, co powoduje że jest wyższa o 2,5MPa od wytrzymałości na rozciąganie tego materiału bez kompatybilizatora PE-g-MAH. Z drugiej strony wytrzymałość na rozciąganie HDPE bez wzmocnienia wynosi ok. 22,5 MPa. Stwierdzono też podwyższenie granicy plastyczności o ok. 2 MPa w stosunku do materiału wzmocnionego 6% cząstek nanokrzemionki bez wprowadzonego kompatybilizatora, natomiast nie stwierdzono poprawy granicy plastyczności dla materiału kompozytowego z 6% cząstek krzemionki bez kompatybilizatora w stosunku do materiału niewzmocnionego. Podczas badań stwierdzono polepszenie modułu sprężystości podłużnej E i wzrost z 477 MPa dla niewzmocnionego HDPE do 558 MPa dla HDPE wzmocnionego 6% krzemionki z wprowadzonym kompatybilizatorem PE-g-MAH.

[B4] K. Bula, T. Jesionowski: Effect of Polyethylene Functionalization on Mechanical Properties and Morphology of PE/SiO₂ Composites, Composite Interfaces 17 (2010) 603-614.

Habilitant [B5] wraz z zespołem zajął się wytwarzaniem kompozytów polimerowych na osnowie poli(tereftalanu etylenu) (PET) wzmacnianego cząstkami nanokrzemionki o wymiarach cząstek 200-800 nm. Zastosowano dwie metody wytwarzania kompozytów - poprzez mieszanie cząstek krzemionki w uplastycznionym PET stosując wyłaczarkę dwuślimakową ze ślimakami współbieżnymi, a druga metoda *in situ* polegała na syntezie PET w reaktorze polikondensacyjnym prowadzona w dwóch etapach. Początkowym etapem było glikolizowanie PET z zawartością nanoproszku SiO₂, a następnie w drugim etapie odbywała się polikondensacja w reaktorze oraz uzyskiwanie polimerów z cząstkami umacniającymi. Wytworzone materiały kompozytowe metodą *in situ* charakteryzowały się bardzo równomiernym rozłożeniem cząstek umacniających SiO₂ co wpłynęło na nieco lepsze właściwości mechaniczne, chociaż niektóre właściwości nie ulegały poprawie np. σ_m w porównaniu z niemodyfikowanym syntetyzowanym PET. Stwierdzono ponadto niektóre niższe właściwości mechaniczne (σ_M , ϵ_B) oraz uduarność w porównaniu z wyjściowym PET.

[B5] J. Janik, E. Piesowicz, Z. Rosłaniec, T. Jesionowski, K. Bula: Kompozyty polimerowe PET/SiO₂ otrzymane metoda polimeryzacji *in situ* i metodą mieszania w stopie, Przemysł Chemiczny 9/10 (2011) 1931-1935.

Opisano metodę wytwarzania wodorotlenku magnezu [B7] metoda strącania z zastosowaniem soli magnezowych i wodorotlenku amonu. Przeprowadzono charakteryzację wytworzonych proszków oraz zastosowano je jako wypełniacz materiałów kompozytowych na osnowie polipropylenu. Stwierdzono zmniejszenie prędkości palenia się materiału kompozytowego oraz ok. 3-krotny wzrost modułu sprężystości podłużnej

[B7] A. Pilarska, D. Paukszta, K. Bula, M. Mazur, T. Jesionowski: Właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe wodorotlenku magnezu otrzymanego z zastosowaniem różnych prekursorów i wodorotlenku amonu, Przemysł Chemiczny 91/7 (2012) 1400-1406.

Autorzy [B8] przedstawili proces chemiczny wytwarzania proszku krzemianu magnezu MgO.SiO₂ oraz scharakteryzowali wytworzony proszek w aspekcie wymiarów i kształtu cząstek. Wytworzono materiały kompozytowe na bazie polipropylenu (PP) stosując metodę mieszania dynamicznego oraz przeprowadzono badania podstawowych właściwości mechanicznych.

[B8] K. Bula, F. Ciesielczyk, H. Maciejewski: Krzemian magnezu modyfikowany silanowymi środkami proadhezyjnymi jako napełniacz polipropylenu, Wytwarzanie i charakterystyka kompozytów, Przemysł Chemiczny 92/11 (2013) 1000-1005.

Habilitant z zespołem [B9] zajął się wytworzeniem hybrydowego napełniacza krzemionka/lignina poprzez rozdrabnianie mechaniczne składników podstawowych krzemionki o nazwie handlowej Syloid 244 (krzemionka) oraz ligniny i scharakteryzowano jego właściwości. Zastosowano wytworzony napełniacz w ilości 2,5; 5,0 i 7,5% wag. jako składnik materiału kompozytowego na osnowie polipropylenu (PP) i stwierdzono korzystny wpływ zastosowanego napełniacza na właściwości mechaniczne przy zawartości napełniacza poniżej 5% wagowo.

[B9] K. Bula, Ł. Klapiszewski, T. Jesionowski: A Novel Functional Silica/Lignin Hybrid Material as a Potential Bio-Based Polypropylene Filler, *Polymer Composites* (on line) 36 (2015) 913-922.

W pracy zespołu [B10] Autorzy zajęli się wytworzeniem wodorotlenku magnezu z roztworów wodnych azotanu magnezu $Mg(NO_3)$ i wodorotlenku sodu (NaOH) na zasadzie reakcji chemicznej. Uzyskane cząstki wodorotlenku magnezu o wielkościach ok. 160-460 nm wprowadzano w osnowę polipropylenu w ilości 10 i 30%. Uzyskano materiały kompozytowe z ok. dwukrotnie większym modułem sprężystości podłużnej E w porównaniu z nieumocnionym polipropylemem, wytrzymałość na rozciąganie nie uległa poprawie, natomiast stwierdzono zmniejszenie plastyczności.

Stwierdzono równomierny rozkład cząstek umacniających w kompozycie wytwarzanym z dodatkiem polipropylenu szczepionego bezwodnikiem maleinowym. Ponadto stwierdzono własności antybakteryjne wytworzonych kompozytów.

[B10] A. Pilarska, K. Bula, K. Myszka, T. Rozmanowski, K. Szwarz-Rzepka, K. Pilarski, Ł. Chrzanowski, K. Czaczyk, T. Jesionowski: Functional polypropylene composites filled with ultra-fine magnesium hydroxide, *Open Chem.*, 13 (2015) 161-171.

W pracy [B14] zbadano wpływ wprowadzonej do osnowy polietylenu wysokiej gęstości (HDPE) oraz polipropylenu (PP) krzemionki amorficznej na proces krystalizacji stosując metody DSC i WAXS. Stwierdzono, iż krzemionka wpływa na obniżenie stopnia krystaliczności, przy czym wprowadzenie krzemionki do HDPE powoduje znaczne obniżenie stopnia krystaliczności o ok. 90%, natomiast wprowadzona do polipropylenu (PP) wpływa na zmniejszenie stopnia krystaliczności tylko o ok. 10%.

[B14] K. Bula, S. Borysiak, T. Jesionowski: Rola dyspersyjnych krzemionek w kształtowaniu struktur nadcząsteczkowych termoplastów krystalizujących, *Czasopismo Techniczne*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, z. 6M (2006) 77-80.

Autorzy [B15] zajęli się problematyką wprowadzania popiołów lotnych w ilości 5-50% wag. jako wypełniacza polietylenu niskiej gęstości (LDPE) oraz badaniami właściwości mechanicznych wytworzonych materiałów kompozytowych. Stwierdzono polepszenie naprężenia przy zerwaniu tylko dla zawartości 5% wag. popiołów oraz zmniejszanie naprężenia przy zerwaniu wraz ze zwiększaniem zawartości popiołów. Ze wzrostem zawartości popiołów w osnowie wzrastał moduł sprężystości podłużnej do 227 MPa przy zawartości popiołów 50 wag.%, w porównaniu do ok. 120 MPa dla materiału nieumocnionego.

[B15] K.Bula, T. Jesionowski: Popioły lotne jako wypełniacze materiałów polimerowych, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Budowa Maszyn i Zarządzenie Produkcją, 4 (2007) 43-47.

Zastosowano krzemionkę AEROSIL 200 zmieszaną z ligniną Krafta jako wypełniacz polipropylenu (Moplen HP 500N) [B17]. W celu polepszenia adhezji na granicach międzyfazowych zastosowano kompatybilizator - polipropylen szczepiony bezwodnikiem maleinowym. Zastosowano udział napełniacza 2,5; 5 i 7,5% wag. wytwarzając materiał z zastosowaniem wyłaczarki 2-ślizakowej. Elementy z materiału kompozytowego wytwarzano metodą wtryskiwania. Stwierdzono że wprowadzenie relatywnie małej ilości napełniacza (2,5% wag.) powoduje polepszenie wydłużenia przy zerwaniu (172%) w porównaniu do 120% dla niewzmocnionego polipropylenu, natomiast zaobserwowano spadek wydłużenia przy zerwaniu dla większych zawartości napełniacza (5,0 i 7,5%). Ponadto stwierdzono iż w kompozycie typu PP-napełniacz krzemionka/lignina następuje spadek stopnia krystaliczności w materiałach zawierających powyżej 5% wag. napełniacza.

[B17] Ł. Kłapiszewski, K. Bula, T. Jesionowski: Kompozyty polipropylenu z dodatkiem napełniaczy hybrydowych krzemionka-lignina, Materiały Polimerowe, Pomerania-Plast, Wydawnictwo Uczelniane ZUT w Szczecinie 2013, 217-218.

W prowadzonej pracy [B18] zastosowano lotne popioły w ilości 5 - 40% wagowo jako wypełniacz polipropylenu (Malen P-J400). Zastosowano kilkustopniowy proces uzyskiwania równomiernego rozkładu cząstek popiołów w osnowie, przy czym próbki do badań wytworzono w oparciu o proces wtryskiwania. Najlepsze właściwości mechaniczne (wytrzymałość na rozciąganie) uzyskano dla zawartość 5% i 10% wag. popiołu, natomiast moduł sprężystości podłużnej E w wysokości 1090 MPa (w porównaniu z 750 MPa dla niewzmocnionego polipropylenu) uzyskano dla zawartości 40% wag. popiołów.

[B18] K. Bula, T. Jesionowski: Fly ash as a mineral filler into recycled polypropylene, Eurofillers Polymer Blends, Aleksandria 2009, 48-49.

B: Materiały kompozytowe z napelniazcami wprowadzanymi w elastaomery

W pracy [B2] Autorzy zajęli się wytwarzaniem syntetycznego kauczuku wzmacnianego krzemionką charakteryzującą się wysokim stopniem zdespergowania. Krzemionka ta została wytworzona w procesie chemicznym zastosowanym przez Autorów. Przeprowadzono modyfikację krzemionki silanami, co spowodowało polepszenie hydrofobowego charakteru powierzchni krzemionki oraz polepszenie wzmocnienia kauczuku i poprawę właściwości mechanicznych - wytrzymałości na rozciąganie oraz rozrywanie. Stwierdzono ponadto że modyfikacja powierzchni krzemionki za pomocą wodorowęglanu amonowego lub chlorku amonowego powoduje polepszenie zdolności krzemionki do absorpcji oleju parafinowego.

[B2] T. Jesionowski, A. Krysztafkiewicz, J. Żurawska, K. Bula: Novel precipitated silicas: an active filler of synthetic rubber, *Journal of Materials Science* 44 (2009) 759-769.

Autor wraz z zespołem [B3] zastosowali syntetyczny krzemian magnezu jako wypełniacz styrenowo-butadienowego kauczuku syntetycznego. Zastosowano cząstki krzemianu magnezu z jednej strony jako niemodyfikowane i z drugiej strony jako modyfikowane silanami.

Badania właściwości mechanicznych wykazały polepszenie modułu (Recenzent przyjmuje że Autorzy mieli na myśli moduł sprężystości podłużnej E) oraz właściwości mechanicznych. Wprowadzenie do osnowy krzemianu magnezu spowodowało podwyższenie wytrzymałości na rozciąganie z ok. 1,5 MPa do ponad 4,0 MPa w przypadku modyfikacji silanami. Największą wytrzymałość na rozciąganie uzyskano dla kauczuku syntetycznego z cząstkami $MgSiO_3$ modyfikowanymi silanem Si-69 i uzyskano wytrzymałość na rozciąganie ok. 4.5 MPa przy wydłużeniu względnym 1030%.

[B3] F. Ciesielczyk, A. Krysztafkiewicz, K. Bula, T. Jesionowski: Evaluation of Synthetic Magnesium Silicate as a New Polymer Filler, *Composite Interfaces* 17 (2010) 481-494.

Zespół w pracy [B13] zajmował się problematyką wytwarzania napelniacza węglanowo-krzemianowego metodą chemiczną współstrącania. Zbadano właściwości fizyczne otrzymanych napelniaczy oraz wytrzymałość na rozciąganie wybranych wulkanizatów z zawartością modyfikowanych i niemodyfikowanych napelniaczy. Stwierdzono że wulkanizat kauczuku butadienowo-styrenowego z zawartością napelniacza węglanowo-krzemianowego modyfikowany oktylosilanem charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami mechanicznymi.

[B13] A. Krysztafkiewicz, J. Grodzka, K. Bula, T. Jesionowski: Wpływ napelniaczy węglanowo-krzemianowych na właściwości fizyko-mechaniczne wulkanizatów, *Elastomery* 8 (2004) 21-26.

Wytworzono [B16] syntetyczny krzemian magnezu w reakcji strącania szkła wodnego i azotanu magnezu lub chlorku magnezu. Napełniacz modyfikowano proadhezyjnymi związkami silanowymi. Sporządzone mieszanki zawierały 50% udział wagowy napełniacza w kauczuku (Ker 1500). Kompozyty wytwarzano z zastosowaniem walcarki i wulkanizowano w czasie 20 minut. Przeprowadzono badania właściwości mechanicznych charakterystycznych dla tego rodzaju produktów: wytrzymałości na rozciąganie, rozdzieranie, odbojności oraz twardości wg. Shore A. Stwierdzono polepszenia właściwości mechanicznych i fizycznych: wytrzymałości na rozciąganie i rozdzieranie, natomiast uzyskano wysokie właściwości wydłużenia przy zerwaniu (do 800%).

[B16] F. Ciesielczyk, K. Bula, A. Krysztafkiwicz, T. Jesionowski:: Ocena właściwości fizykomechanicznych kauczuku napełnianego syntetycznym krzemianem magnezu, Materiały Polimerowe, Pomerania-Plast, Wydawnictwo Uczelniane ZUT 2007, Szczecin, 59-60.

C: Materiały kompozytowe z napełniaczami wprowadzanymi w osnowy żywicy poliestrowej

Zespół autorów w składzie M. Nowacka, A. Modrzejewska-Sikorska, Ł. Chrzanowski, D. Ambrożewicz, T. Rozmanowski, K. Myszką, K. Czaczyk, K. Bula, T. Jesionowski podjął próbę wytworzenia materiału kompozytowego na osnowie żywicy poliestrowej z zawartością napełniacza typu $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2$. Wytworzony materiał kompozytowy był poddany badaniom właściwości mechanicznych oraz bakteriobójczych przeciwko bakteriom pałeczki ropy błękitnej (*Pseudomonas aeruginosa*) [B6]. Stwierdzono generalnie polepszenie właściwości bakteriobójczych poprzez wyraźne zmniejszenie biowarstwy w przypadku żywicy Palatal A 400-01, natomiast w przypadku żywicy Aropol M 105 TB wprowadzenie $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2$ spowodowało zahamowanie powstawania kolonii bakterii lecz w nieco mniejszym stopniu.

[B6] M. Nowacka, A. Modrzejewska-Sikorska, Ł. Chrzanowski, D. Ambrożewicz, T. Rozmanowski, K. Myszką, K. Czaczyk, K. Bula, T. Jesionowski: Electrokinetic and bioactive properties of $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2$ oxide components, Bioelectrochemistry, 87 (2012) 50-57.

D: Metody i technologie uniepalniania tworzyw termoplastycznych

Autorzy [B11] zajęli się ważną problematyką uniepalniania tworzyw polimerowych w szczególności polipropylenu, wprowadzając do jego osnowy 4 różne napełniacze, natomiast jako kompatybilizator zastosowano polipropyleń szczepiony bezwodnikiem maleinowym.

Zastosowano do wytwarzania materiałów kompozytowych wyciarkę dwuślimakową. W rezultacie wytworzone materiały wykazywały polepszenie modułu sprężystości podłużnej E przy zachowaniu relatywnie dużego wydłużenia przy zerwaniu.

Ponadto wytworzone materiały zawierające uniepalniacz oraz modyfikowany krzemian magnezu wykazywały relatywnie małą szybkość palenia oraz brak kapania podczas palenia co jest istotne z punktu widzenia ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru w przypadku zapłonu takich tworzyw.

[B11] K. Bula i F. Ciesielczyk: Opracowanie rozdziału książki p.t. Polipropylen o obniżonej palności s. 299-311, w „Materiały polimerowe o obniżonej palności”, praca pod red. B. Jurkowskiego i H. Rydarowskiego, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji w Radomiu, 2012.

Recenzent przyjmuje że Habilitant jest współautorem zgłoszenia patentowego [B12].

[B12] Zgłoszenie patentowe P.398559 potwierdzone w dniu 22.03.2012 p.t. Kompozyt izotaktycznego polipropylenu o obniżonej palności oraz sposób jego wytwarzania (brak informacji o autorach zgłoszenia patentowego).

4. Podsumowanie

Habilitant wraz z zespołami z którymi współpracował rozwiązał kilka problemów związanych z wytwarzaniem materiałów kompozytowych wzmocnianych nano- i mikrocząstkami;

- Opracował metody wytwarzania napełniaczy do tworzyw polimerowych w oparciu o procesy mechanicznego rozdrabniania oraz procesy chemiczne,
- Opracował metody wprowadzania napełniaczy w osnowy polimerowe (tworzywa termoplastyczne, elastomery i żywice poliestrowe),
- Zastosował metody chemiczne polepszania adhezji na granicach międzyfazowych napełniacz /osnowa polimerowa w celu polepszenia właściwości mechanicznych, fizycznych i eksploatacyjnych wytworzonych materiałów kompozytowych,
- Opracował grupę tworzyw polimerowych o ograniczonej palności,
- Opracował technologie wytwarzania elementów kompozytowych metodami wylączania i wtryskiwania.

Wadą przedstawionego dorobku publikacyjnego są bardzo rozbudowane zespoły badawcze w stosunku do zakresu wykonanych badań, przedstawione jako dorobek Habilitanta w niniejszym postępowaniu.

Udział i kierowanie projektami badawczymi

Habilitant uczestniczył w 10 projektach badawczych przy czym dwukrotnie był kierownikiem projektów. Do ważniejszych wymienić należy:

- Projekt badawczy MNiSzW nr 3 T08A 045 30 p.t. „Funkcjonalizacja materiałów włókienniczych nanocząstkami tlenków metali” związany z wytwarzaniem cienkich warstw przewodzących na tkaninach z polipropylenu oraz poliestrów. Liderem projektu był Instytut Włókiennictwa w Łodzi. Habilitant zastosował do nanoszenia warstw proces rozpylania magnetronowego.

- Projekt badawczy nr 4439/B/T02/2009/36 p.t. „Badania dyspersji nanocząstek o różnej symetrii w wypraskach o zmiennej grubości w funkcji parametrów wtryskiwania i ocena właściwości nanokompozytów polimerowych”. W projekcie przeprowadzono badania wpływu parametrów wtryskiwania i zawartości napełniaczy na strukturę nadcząsteczkową oraz właściwości materiałów kompozytowych na osnowie polipropylenu izotaktycznego (PP) oraz poli(tereftalanu butylenu) (PBT).

- Projekt badawczy POIG (współfinansowany przez Unie Europejską) p.t. „Kompozyty polimerowe o podwyższonej stabilności termicznej i obniżonej palności” nr UDA-POIG.01.03.01-00-044/08-00.

- Projekt POIG działanie 1.4 wspólnie z firmą Interplastik Sp.z o.o. p.t. Nanotechnologiczna innowacja dzięki wykorzystaniu rezultatów prac B+R” nr UDA-POIG.01.04.00-30-041/10 dotyczący innowacyjnych materiałów opakowaniowych.

Ponadto Habilitant oprócz prac naukowo-badawczych realizował prace związane z zastosowaniami elementów z materiałów kompozytowych m.in. jako elementy konstrukcyjne wózka pojazdu szynowego. Wspólnie z firmą TABOR w Poznaniu opracowano na bazie laminatów poliestrowo-szkłanych oraz epoksydowo-szkłanych elementy nośne ramy wózka obniżając jego masę.

Działalność dydaktyczna

Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne na 6 kierunkach kształcenia – Mechanice i Budowie Maszyn, Inżynierii Materiałowej, Inżynierii Biomedycznej, Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji w formie wykładów, laboratoriów i zajęć projektowych.

Działalność w zakresie ekspertyz i opinii

Habilitant wykonał liczne opinie o innowacyjności (11 opinii) oraz zlecone ekspertyzy badawcze dla zakładów przemysłowych (25 prac zleconych).

Biorąc pod uwagę przede wszystkim działalność naukową Habilitanta, jestem zdania iż dorobek naukowy w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn jest dobry i powoduje moją dobrą ocenę Habilitanta. Z drugiej strony przedstawiona działalność dydaktyczna, ekspercka i organizacyjna na rzecz Politechniki Poznańskiej powoduje iż Pana dr. inż. Karola Bulę ocenić można jako doświadczonego i aktywnego badacza, dydaktyka oraz organizatora.

5. Wniosek końcowy

Informuję Pana Dziekana dr hab. inż. Olafa Ciszaka oraz Radę Naukową Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej, że ogólny dorobek naukowy Habilitanta - Pana dr inż. Karola Buli w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn w częściach traktowanych jako „Osiągnięcia naukowe” i „Istotna aktywność naukowa” spełnia kryteria oceny ujęte we Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. „w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego” - Dz.U. z 2011 r. nr 196 poz. 1165, oraz w wymaganiach określonych w art.16 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki” – Dz.U. z 2014 r. poz. 1852 ze zmianami zawartymi w Dz.U. z 2015 r. poz.249.

Prof. dr hab. inż. Jacek W. Kaczmar

