

Prof. dr hab. inż. Elżbieta Bociąga
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Materiałowej
41-200 Sosnowiec, ul. Żytnia 10

Częstochowa, 27.04.2020 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej dr. Artura Różańskiego

opracowana w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest przesłane mi pismo Zastępcy Przewodniczącego Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów prof. dr hab. Mariana Goryni, z dnia 21 lutego 2020 roku (BCK-VI-L-9947/2019) oraz dołączona do niego dokumentacja przewodu habilitacyjnego dr Artura Różańskiego.

Ocena przedstawiona w recenzji została wykonana na podstawie Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

1. Podstawowe informacje o kandydacie

Dr Artur Różański ukończył w 2004 r. studia magisterskie o specjalności chemia polimerów, na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu.

Pracę doktorską pt. „Initiation of cavitation during drawing of crystalline polymers” obronił z wyróżnieniem w 2010 roku. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. Andrzej Gałęski. Stopień doktora nauk chemicznych nadała Mu Rada Naukowa Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk w Łodzi.

Po ukończeniu studiów dr A. Różański rozpoczął pracę w Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk w Łodzi, kolejno na stanowiskach chemika, asystenta i obecnie, od 2011 r., adiunkta. Odbył dwa zagraniczne staże naukowe: w University of Technology w Eindhoven w Holandii (2010/2011) oraz w ParisTech w Paryżu, Francja (2013).

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr Artur Różański jako podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego przedstawił cykl 9 publikacji, a swoje osiągnięcie naukowe zatytułował „Zrozumienie roli fazy amorficznej w wybranych właściwościach polimerów krystalizujących”. Prace te zostały opublikowane w latach 2014-2018. Jedna z nich jest monoautorska, a w pozostałych, współautorskich, Habilitant deklaruje swój udział w powstaniu prac w zakresie od 40 do 90 %. Wszystkie publikacje ukazały się w czasopiśmie indeksowanych w bazie Journal Citation Reports, z wysokim wskaźnikiem IF.

Osiągnięciem naukowym przedstawionym w autoreferacie, jest zbadanie i wyjaśnienie zjawisk występujących w fazie amorficznej polimerów częściowo krystalicznych, aktywowanych podczas odkształcania plastycznego, oraz określenie ich wpływu na przebieg odkształcania i wybrane termo-mechaniczne właściwości tych polimerów. Szczególną uwagę zwrócono na zjawisko kawitacji (powstawania dziur i nieciągłości) występujące podczas odkształcania, aktywowane w obszarze fazy amorficznej, zwykle w chwili osiągnięcia granicy plastyczności materiału.

W obszernej (38 stron) publikacji przeglądowej [H1], poświęconej analizie zjawiska kawitacji opisano, w oparciu o dane literaturowe oraz wyniki badań własnych, m.in. podstawowe techniki eksperymentalne umożliwiające detekcję zjawiska kawitacji, mikromechanizmy powstawania dziur w materiale, sposoby wpływania na intensywność tego zjawiska, zmianę kształtu, wielkości i orientacji dziur podczas odkształcania materiału, rolę kawitacji w procesie odkształcania oraz wpływ na właściwości fizyczne polimeru. Wyjaśniono różnice w mechanizmie odkształcania polimerów o dużych, dobrze wykształconych kryształach oraz polimerów charakteryzujących się małymi, silnie zdefektowanymi kryształami. Przedstawiono ponadto analizę wpływu czynników strukturalnych, takich jak grubość kryształów, stopień krystaliczności, forma krystalograficzna, budowa fazy amorficznej (objętość swobodna, obecność splątania oraz udział i gęstość molekuł łączących fizycznie sąsiednie kryształy), a także temperatury i szybkości odkształcania na przebieg i intensywność zjawiska kawitacji.

W dalszych badaniach Habilitant oceniał wpływ substancji nie polimerowych, takich jak stabilizatory oraz oligomery, na strukturę fazy amorficznej oraz właściwości fizyczne wybranych polimerów częściowo krystalicznych: izotaktycznego polipropylenu, polietylenu wysokiej gęstości o typowym i podwyższonym udziale frakcji oligomerycznej oraz polietylenu niskiej gęstości [publikacja H2]. Wykazano, że substancje nie polimerowe, zlokalizowane

w obszarach między lamelami, mają znaczący wpływ na właściwości termiczne (m.in. temperaturę przejścia szklistego), termo-mechaniczne (zwiększenie/zmniejszenie modułu sztywności w obszarze nisko/wysokotemperaturowym), barierowe (zwiększenie przepuszczalności) matrycy polimerowej oraz na zjawisko kawitacji podczas odkształcania polimeru. Stwierdzono również, że stan fizyczny fazy amorficznej ma wpływ na wartość naprężenia na granicy plastyczności podczas jednoosiowego rozciągania polimerów zawierających modyfikator nie polimerowy. Spęczenie obszarów międzylamelarnych powoduje zmniejszenie naprężenia na granicy plastyczności w porównaniu z wartościami naprężenia wyznaczonymi dla polimeru niemodyfikowanego. Podobny efekt wykazano w badaniach mieszanin polimerowych, przy czym wykazano, że zależy on od zawartości modyfikatora [H3].

W badaniach układów polipropylen/nonadekan, o zawartości nonadekanu od 0,5 % (wag.) do 30 % (wag.) wykazano zmniejszanie się naprężenia na granicy plastyczności ze wzrostem zawartości nonadekanu. Na podstawie szczegółowych badań kalorymetrycznych, rentgenowskich oraz mikroskopowych stwierdzono, że obecność nonadekanu, nawet w ilości 30 %, nie wpływa istotnie na zmianę grubości kryształów oraz stopnia krystaliczności polipropylenu. Badania opisane w pracach [H4-H9] pozwalają przypuszczać, że analogiczny mechanizm obniżenia naprężenia na granicy plastyczności na skutek obecności nie polimerowego/niekrystalizującego komponentu występuje w przypadku mieszanin wytworzonych na bazie dowolnego polimeru częściowo krystalicznego, o podobnej strukturze lamelarno-sferolitycznej.

Obecność niekrystalizującego modyfikatora rozproszonego na poziomie molekularnym w fazie amorficznej (w przypadku układów polipropylen/wosk oraz polipropylen/nonadekan) powodowała istotną zmianę intensywności zjawiska kawitacji podczas odkształcania materiału [H3]. Efektem badań rentgenowskich (SAXS), badań metodą spektroskopową (PALS) oraz pomiarów odkształcenia objętościowego było wyjaśnienie przyczyn zaniku zjawiska kawitacji podczas odkształcania polimerów częściowo krystalicznych na skutek modyfikacji fazy amorficznej [H5].

Zaproponowana została metoda pozwalająca na wyznaczenie efektywnego udziału modyfikatora w obszarach międzylamelarnych (w stosunku do sumarycznej ilości modyfikatora w obszarach niekrystalicznych: między sferolitami, pęczkami lamel oraz lamelami) [H5]. Oszacowanie wykonano na podstawie pomiarów PALS oraz rejestrowanych wartości długiego okresu.

Celem kolejnych prac było określenie możliwości wykorzystania powszechnie stosowanych metod badawczych: kalorymetrycznej oraz rentgenowskiej do wyznaczania grubości kryształów lamelarnych w przypadku polimerów częściowo krystalicznych, w których wyraźnej zmianie ulega faza amorficzna. Wykazano, że metoda kalorymetryczna, za pomocą której wyznaczano grubość kryształów na podstawie pomiarów temperatury ich topnienia, nie może być stosowana do analizy struktury lamelarniej polimerów częściowo krystalicznych, gdy w obszarze fazy amorficznej rozproszony jest nie polimerowy modyfikator. Podobnie metoda rentgenowska zastosowana do wyznaczenia grubości kryształów w oparciu o wartość długiego okresu (wyznaczaną z obrazów rozproszeniowych SAXS) oraz stopnia krystaliczności (określanego w badaniach kalorymetrycznych DSC) nie jest użyteczną metodą wyznaczania grubości kryształów wówczas, gdy faza amorficzna uległa wyraźnemu spęcznieniu. Wnioski takie sformułowano na podstawie badań kilku układów polimer/nie polimerowy komponent: polietylen/nonadekan, politlenek metylenu/cytrynian trietylu, polilaktyd/cytrynian trietylu, kopoliester alifatyczno-aromatyczny/cytrynian trietylu [H8]. Natomiast badania prowadzone w oparciu o analizę obrazów rozproszeniowych SAXS z wykorzystaniem funkcji korelacji w stosunku do polimerów ze spęcznioną fazą amorficzną wykazały możliwość wykorzystania tego sposobu wyznaczania grubości kryształów w polimerach zawierających nie polimerowy komponent.

Wartościowym uzupełnieniem opisanych badań była dogłębna analiza wpływu zjawiska kawitacji tj. procesu powstawania dziur i nieciągłości i związanego z tym procesu bielenia materiału, inicjowanego w fazie amorficznej polimeru częściowo krystalicznego, na procesy towarzyszące odkształcaniu plastycznemu polimerów. Analizowano wpływ zjawiska kawitacji na fragmentację kryształów lamelarnych, indukowaną odkształceniem dynamikę reorientacji składnika krystalicznego i amorficznego, stopień orientacji kryształów, efekty termiczne podczas odkształcania (określane temperaturą w strefie deformacji), a także na wartość odkształcenia, przy którym dochodziło do aktywacji mechanizmów deformacji plastycznej kryształów oraz do transformacji martenzytycznej polimeru.

W swojej działalności naukowej Habilitant korzystał z zaawansowanych metod badawczych, m.in. skaningowej kalorymetrii różnicowej DSC, metod rentgenowskich SAXS, WAXS, techniki spektroskopowej PALS, NMR, transmisyjnej mikroskopii elektronowej TEM, mikroskopii SEM, metody DMTA, termograwimetrii TG. Badania były prowadzone dla wielu materiałów, na bazie różnych polimerów: polipropylenu, polietylenu, politlenku metylenu, polilaktydu, kopoliestru alifatyczno-aromatycznego, z dodatkiem różnych modyfikatorów. Pozwoliło to Habilitantowi na sformułowanie ogólnych wniosków o wpływie budowy i zmian

zachodzących fazy amorficznej, w wyniku wprowadzenia do niej substancji modyfikujących, na właściwości polimerów częściowo krystalicznych.

Wyniki prac Habilitanta znalazły uznanie naukowców krajowych i światowych, o czym świadczy duża liczba cytowań Jego dziewięciu prac stanowiących jednotematyczny cykl: łącznie 211 (dane z dn. 20.04.2020, Web of Science).

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego pt. „Zrozumienie roli fazy amorficznej w wybranych właściwościach polimerów krystalizujących” mogę stwierdzić, że dr Artur Różański wykazał się znaczną wiedzą, umiejętnością planowania i prowadzenia badań naukowych z zakresu materiałów polimerowych, analizy zmian ich struktury w wyniku wprowadzenia do polimeru niekrystalizującego modyfikatora. Nowatorskie podejście do badań mających na celu wyjaśnienie zjawisk aktywowanych podczas odkształcania plastycznego tych materiałów (głównie zjawiska kawitacji) na ich właściwości, na wartość naprężenia na granicy plastyczności, właściwości termo-mechaniczne, barierowe jest bardzo wartościowe dla rozwoju nauki o materiałach polimerowych. Uważam, że cykl dziewięciu publikacji dr Artura Różańskiego jest spójny tematycznie, stanowi oryginalny i istotny wkład w rozwój nauk technicznych w dyscyplinie „inżynieria materiałowa”, a osiągnięcie spełnia warunki określone w ustawie.

3. Ocena całokształtu osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych

Ocena istotnej aktywności naukowej

Dorobek naukowy dr Artura Różańskiego, poza 9 publikacjami wchodzącymi w skład przedstawionego osiągnięcia naukowego, obejmuje 28 współautorskich artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports, w tym 7 prac opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora. Współautorami tych artykułów byli naukowcy z kraju i zagranicy. Ponadto na dorobek Habilitanta składa się 6 prac opublikowanych w materiałach spoza listy JCR.

Habilitant uczestniczył w badaniach recyklingu materiałowego wyrobów z włókien z polietylenu o ultra wysokiej masie cząsteczkowej, prowadzonych we współpracy z Instytutem Technologii Bezpieczeństwa „Moratex”. Efektem tej pracy jest uzyskanie polskiego patentu pt. „Materiałowy sposób recyklingu wyrobów z włókien z polietylenu o ultra wysokiej masie cząsteczkowej”. Habilitant jest również współtwórcą zgłoszenia patentowego pt. „Method for

recycling products containing polyethylene fibers with an ultra-high molecular weight”, zgłoszonego w Europejskim Urzędzie Patentowym.

Wyniki swoich prac prezentował na 42 konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych, które odbywały się w latach 2007-2018. Wygłosił ponadto 6 referatów na zaproszenie krajowych i zagranicznych instytutów.

Opracował 11 recenzji artykułów dla renomowanych czasopism z listy JCR: Composite Part A: Applied Science and Manufacturing (1 recenzja), e-Polymers (3), Surface and Coatings Technology (1), Macromolecules (5) oraz Journal of Polymer Sciences, Part B: Polymer Physics (1).

Liczba cytowań wszystkich prac dr A. Różańskiego, według bazy Web of Science, wynosi 887 (bez autocytowań), sumaryczny Impact Factor 177, natomiast indeks H = 19 (dane z 26.04.2019 r.). Uważam, że wskaźniki te wskazują na znaczący dorobek naukowy Habilitanta.

Jego działalność naukowa została doceniona w macierzystej jednostce. Trzykrotnie uzyskał nagrodę dyrektora CBMiM PAN za najczęściej cytowaną pracę oryginalną (w latach 2008-2011 i 2013-2016) oraz przeglądowną (w latach 201-2017). Był laureatem stypendium dla wybitnego młodego naukowca w IX edycji konkursu organizowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Został ponadto wyróżniony nagrodą Oddziału PAN w Łodzi za Wybitne Osiągnięcia Przyczyniające się do Rozwoju Nauki dla Młodych Uczonych Pracujących na Terenie Województwa Łódzkiego oraz nagrodą naukową Wydziału IV PAN w Łodzi za cykl dziewięciu prac dotyczących roli fazy amorficznej we właściwościach polimerów częściowo krystalicznych.

Dr Artur Różański wykazuje się dużą aktywnością naukową, ma wyraźnie ukierunkowane zainteresowania. Cytowanie Jego prac świadczy o aktualności podejmowanej tematyki badawczej i dużym zainteresowaniu naukowców wynikami badań, zarówno w kraju jak i za granicą. Uważam, że dorobek naukowy dr Artura Różańskiego można określić jako wyróżniający i spełniający przyjęte wymagania do starania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Kierowanie projektami badawczymi oraz udział w projektach

Dr A. Różański pełnił rolę kierownika w projekcie badawczym Sonata pt. „Faza amorficzna polimerów częściowo krystalicznych – struktura, stan fizyczny i ich rola we właściwościach mechanicznych” (w latach 2012-2017), finansowanym przez Narodowe

Centrum Nauki:, a obecnie jest kierownikiem grantu Sonata Bis (2019-2023) pt. „Zrozumienie roli fazy amorficznej w wybranych właściwościach polimerów krystalizujących”.

Uczestniczył, bądź obecnie uczestniczy, jako główny wykonawca lub wykonawca, w 12 projektach badawczych. Było to sześć projektów finansowanych ze środków Unii Europejskiej, jeden grant z 7. programu Ramowego UE, cztery granty finansowane przez MNiSzW oraz NCN, jeden realizowany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Granty z Unii Europejskiej (kolejno w latach 2007-2009, 2009-2010, 2011, 2012, 2013, 2014) przeznaczone były na finansowanie badań na synchrotronie w Hamburgu.

Współuczestnictwo Habilitanta w badaniach realizowanych w ramach projektów badawczych oraz aktywność w zakresie pozyskiwania środków na badania oceniam jako bardzo dobrą.

Staż zagraniczne i krajowe, udział w konsorcjach i sieciach badawczych, wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie

Dr A. Różański odbył dwa staże podoktorskie: w Laboratory of Polymer Technology Department of Chemical Engineering and Chemistry w Eindhoven University of Technology w Holandii (18 miesięcy w latach 2010-2011) oraz w Laboratory of Processes and Engineering in Mechanics and Materials, ParisTech – UMR CNRS 8006 we Francji (łącznie 4 miesiące w latach 2012, 2013).

Jego szeroka współpraca ze światowymi naukowcami, w tym wspólne publikacje, była możliwa również dzięki wyjazdom naukowo-badawczym oraz szkoleniowym do wiodących ośrodków badań polimerów. Dwukrotnie (w latach 2005/2006) wyjeżdżał w celach naukowo-badawczych na Uniwersytet CEMFEF-MINES ParisTech, Francja, do Semenov Institute of Chemical Physice, Russian Academy of Sciences w Moskwie, Rosja (2005), do Institute of Macromolecular Chemistry w Pradze, Czechy (2006) oraz Centre Nationale di Reccerche w Pizie, Włochy (2008). Były to wyjazdy 2-tygodniowe. Wyjazdy szkoleniowe obejmowały uczestnictwo w szkoleniach prowadzonych w PIAM Advanced Injection Molding Winter School, Aussois we Francji (2007, 1 tydzień) oraz w Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hasylab w Hamburgu w Niemczech (2007-2014, 6 wyjazdów 3-4 dniowych, szkolenie i wykonanie badań).

Staż podoktorskie oraz liczne zagraniczne wyjazdy badawcze i szkoleniowe, nawiązane kontakty naukowe, wspólne z naukowcami z różnych ośrodków publikacje w renomowanych

czasopismach naukowych, świadczą o umiejętności współpracy Habilitanta z zespołami krajowymi i zagranicznymi.

Habilitant wykazał się dużą aktywnością w zakresie opracowywania ekspertyz dla polskich instytucji i firm przemysłowych. Wykonał dwa opracowania na zlecenie Archiwum Polskiego Radia S.A. w Warszawie, dotyczących sposobów oczyszczania płyt gramofonowych oraz taśm magnetycznych (w 2017 i 2018r.). Opracował ponadto 6 ekspertyz na zamówienie przemysłu, w latach 2017-2019.

Ocena działalności dydaktycznej i w zakresie popularyzacji nauki

Dr A. Różański jest zatrudniony w Instytucie Polskiej Akademii Nauk, co tłumaczy Jego niewielkie doświadczenie w zakresie działalności dydaktycznej. Niemniej jednak wykazał się współpracą ze studentami i doktorantami biorącymi udział w badaniach prowadzonych w CBMiM PAN oraz opieką nad wakacyjnymi praktykami 5 studentów Politechniki Łódzkiej i Uniwersytetu Łódzkiego.

Przeprowadził wykład dla słuchaczy studium doktoranckiego w CBMiM PAN, na temat otrzymywania folii wielowarstwowych metodą współwytłaczania (w 2012 r.). Jest promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich.

Do działalności w zakresie popularyzacji nauki można zaliczyć Jego zaangażowanie w prezentacje pracowni w CBMiM PAN dla zorganizowanych grup uczniów szkół w ramach organizowanego okresowo Łódzkiego Festiwalu Nauki.

Od 2015 r. dr A. Różański jest członkiem IUPAC Subcommittee Structure and Properties of Commercial Polymers. Był członkiem komitetu organizacyjnego The 75th Meeting „Subcommittee Structure and Properties of Commercial Polymers”, IUPAC Polymer Division, zorganizowanego w Łodzi, w 2017 r.

Osiągnięcia Habilitanta w tym zakresie oceniam jako dobre.

4. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy przedłożonych mi materiałów stwierdzam, że osiągnięcie naukowe pt. „Zrozumienie roli fazy amorficznej w wybranych właściwościach polimerów krystalizujących” dr Artura Różańskiego stanowi oryginalny i znaczący wkład do wiedzy w dyscyplinie naukowej „inżynieria materiałowa”, głównie w obszarze badania i analizy zjawisk występujących w fazie amorficznej polimerów zawierających niekrystalizujące modyfikatory, aktywowane odkształceniem plastycznym, na wybrane właściwości termo-

mechaniczne różnych polimerów częściowo krystalicznych. Aktywność naukową Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora mogę określić jako wyróżniającą i spełniającą wymagania 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 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). Jego osiągnięcia, wiedza i nabyte umiejętności rozwiązywania problemów naukowych świadczą o dobrym przygotowaniu do samodzielnego formułowania przyszłych zadań badawczych i są wystarczające do ubiegania się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego. Popieram zatem wniosek o nadanie dr Arturowi Różańskiemu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Prof. dr hab. inż. Elżbieta Bociąga

