

Dr hab. inż. Jerzy Małachowski, prof. nadzw. WAT
Wydział Mechaniczny
Wojskowa Akademia Techniczna
Ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2
00-908 Warszawa
Tel.: +48 261 83 96 83
E-mail: jerzy.malachowski@wat.edu.pl

Warszawa, 15.05.2016 r.

Opinia

**na temat dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr. inż. MARKA ROMANOWICZA ubiegającego się o nadanie
stopnia naukowego doktora habilitowanego**

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi pismo Pana Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej prof. dr. hab. inż. Andrzeja Seweryna z dnia 11.03.2016 r. nr BCK-VI-L-6106/16 informujące o powołaniu przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów mojej osoby na recenzenta w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie dr. inż. MARKOWI ROMANOWICZOWI z Politechniki Białostockiej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie mechanika. Przesłana dokumentacja zawiera m.in. autoreferat wraz z załącznikami, kopie publikacji naukowych stanowiących podstawę ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego oraz oświadczenia Habilitanta o jego procentowym udziale merytorycznym w opublikowanych pracach.

2. Sylwetka habilitanta

Habilitant swoją karierę naukową konsekwentnie rozwija od 1996, będąc zatrudnionym na etacie asystent stażysta na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. W 1997 roku na tym samym Wydziale obronił z wyróżnieniem pracę magisterską na kierunku mechanika i budowa maszyn w specjalności mechanika stosowana pt. „Badanie wibrorelaksacji naprężeń w złożonym stanie naprężeń w stopie aluminium PA4” pod kierunkiem Pana prof. dr. hab. inż. Anatoliusza Jakowluka. Następnie w latach 1998-2007 był zatrudniony na etacie asystenta w tejże jednostce. W 2007 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie mechanika, broniąc z wyróżnieniem swoją pracę doktorską pt. „Prognozowanie

pękania drewna na podstawie kryteriów związanych z płaszczyzną fizyczną” pod kierunkiem Pana prof. dr. hab. inż. Andrzeja Seweryna. Od roku 2007 Habilitant jest zatrudniony na etacie adiunkta na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej, gdzie dalej realizuje swój rozwój naukowy, dydaktyczny i organizacyjny do dnia dzisiejszego. Na szczególną uwagę zasługuje konsekwentność, z jaką Habilitant systematycznie podejmuje w swoim rozwoju tematy badawcze, tj. badania w obszarze materiałów/kompozytów w złożonych stanach naprężenia i prowadzenie dogłębnych analiz w kierunku prognozowania pękania, ze szczególnym ukierunkowaniem na zagadnienia występujące na poziomie mikroskopowym. Tak konsekwentnie realizowana ścieżka badawcza pozwoliła Habilitantowi na publikację serii znaczących artykułów, które stanowią cykl jednotematycznych publikacji pt. „Mikromechaniczne modelowanie zniszczenia polimerowych kompozytów włóknistych”. Wiedzę, jaką pozyskał i jednocześnie umiejętnie rozwija, przekazuje w stworzonych nowych programach studiów oraz prowadzonych wykładach z mechaniki kompozytów. Postawa i dorobek naukowy Habilitanta znalazły swoje uznanie także w licznych nagrodach indywidualnych i zespołowych przyznanych przez Rektora Politechniki Białostockiej.

3. Tematyka badawcza dotycząca przewodu habilitacyjnego

Podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego jest osiągnięcie naukowe zawarte w zestawie 5 autorskich publikacji z listy A MNiSW objętych wspólnym tytułem „Mikromechaniczne modelowanie zniszczenia polimerowych kompozytów włóknistych”.

Habilitant podjął się w swoich pracach bardzo ważnego problemu, a mianowicie modelowania rozwoju uszkodzeń w polimerowych kompozytach wzmocnionych ciągłym włóknem przy pomocy mikromechaniki oraz metody elementów skończonych. Za podstawę swoich badań przyjął opisanie własności mechanicznych ośrodka niejednorodnego, jakim jest kompozyt na podstawie znanych własności jego składników, tj. włókna i matrycy. Aby to osiągnąć wykorzystał technikę numerycznej homogenizacji polegającą na wyznaczaniu własności efektywnych (uśrednionych) kompozytu na podstawie bezpośredniego uśredniania naprężeń i odkształceń w skończonej objętości materiału.

Do zagadnień rozwiązanych w ramach przedstawionego osiągnięcia naukowego przez Habilitanta zaliczyć należy:

- a) w publikacji [1] Romanowicz M., *Effect of interfacial debonding on the failure behavior in a fiber-reinforced composite subjected to transverse tension*, Computational Materials Science, ELSEVIER, Vol.47, N 1 (2009), pp. 225-231 opracowanie mikromechanicznego modelu opisującego utratę połączenia włókna z matrycą w wyniku rozciągania

skierowanego poprzecznie do kierunku włókna, a szczególnie rozwiązanie problemu pokrytycznej utraty sztywności w pojedynczej warstwie laminatu,

- b) w publikacji [2] Romanowicz M., *Progressive failure analysis of unidirectional fiber-reinforced polymers with inhomogeneous interphase and randomly distributed fibers under transverse tensile loading*, Composites Part A, ELSEVIER, Vol.41, N 12 (2010), pp. 1829-1838, stanowiącej rozwinięcie badań zaprezentowanych w pracy [1], wprowadzenie w elementarnej komórce losowego rozkładu włókien. Aspekt naukowy tej pracy dotyczył opracowania modelu mikromechanicznego opisującego globalnie, w skali kilkudziesięciu włókien, inicjację oraz rozwój mikropęknięć na granicach wielu włókien w pojedynczej warstwie laminatu w warunkach poprzecznego rozciągania. Na szczególne podkreślenie zasługuje tutaj wdrożenie do kodu komercyjnego napisanej w języku wewnętrznym procedury, pozwalającej na realizację wymuszenia kilku tysięcy periodycznych warunków brzegowych na węzłach należących do brzegowych elementów skończonych wg algorytm Wongsto i Li.
- c) w publikacji [3] Romanowicz M., *A numerical approach for predicting the failure locus of fiber reinforced composites under combined transverse compression and axial tension*, Computational Materials Science, ELSEVIER, Vol. 51, N 1 (2012), pp. 7-12 została zaprezentowana alternatywna metody prognozowania zniszczenia w szczególnym przypadku złożonego stanu obciążenia na podstawie modelowania mikromechanicznego. Zastosowanie tej numerycznej homogenizacji do oceny wytrzymałości kompozytu na jednoczesne działanie rozciągania wzdłuż włókien i ściskania w poprzek w opinii Habilitanta jest nowym i niespotykanym zagadnieniem w literaturze.
- d) w publikacji [4] Romanowicz M., *Numerical homogenization of fiber-reinforced composites with complex microstructural features*, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, PTMTS, Vol.51, N 4 (2013), pp. 883-890 zaprezentowano mikromechaniczny model do wyznaczenia poprzecznych modułów sprężystości polimerowych kompozytów jednokierunkowo wzmocnionych włóknem, który uwzględnia złożone cechy mikrostruktury, takie jak obecność niejednorodnej interfazy oraz losowy rozkład włókien. Takie podejście do oceny poprzecznej sztywności kompozytów jest w opinii Habilitanta nowe i niespotykane w literaturze przedmiotu.
- e) w publikacji [5] Romanowicz M., *Determination of the first ply failure load for a cross ply laminate subjected to uniaxial tension through computational micromechanics*, International Journal of Solids and Structures, ELSEVIER, Vol.51, N.13 (2014), pp.2549-2556 zaproponowano model mikromechaniczny laminatu krzyżowego, który jest w stanie wyznaczyć obciążenie krytyczne, przy którym warstwy poprzeczne do kierunku obciążenia

tracą swoją nośność. Istotnym elementem modyfikacji metody uśredniania jest założenie, że za zniszczenie warstw poprzecznych w takich laminatach odpowiada koncentracja naprężeń rozciągających w matrycy.

W podsumowaniu należy stwierdzić, iż Habilitant opracował oraz zweryfikował zaproponowane oryginalne mikromechaniczne numeryczne modele, opisujące sztywność i wytrzymałość polimerowych kompozytów wzmocnionych ciągłym włóknem. Zastosowanie rozwiązania z wykorzystaniem komórek elementarnych posłużyło do obliczenia sztywności oraz do prognozowania kumulacji uszkodzeń i pęknięcia wymienionych kompozytów w szerokim spektrum stanów obciążeń. Dzięki takiemu podejściu możliwe było numeryczne opisanie mechanizmu zniszczenia polimerowych kompozytów włóknistych w wyniku: odklejenia się włókien od matrycy, pęknięcia włókien, plastycznego ścinania matrycy. W analizie sztywności oraz rozwoju uszkodzeń Habilitant uwzględnił także wpływ niejednorodności mikrostruktury wymienionych kompozytów w postaci losowego rozkładu włókien oraz obecności niejednorodnej interfazy. Weryfikację zaproponowanych modeli mikromechanicznych przeprowadził z wykorzystaniem dostępnych w literaturze wyników badań doświadczalnych oraz dostępnych rozwiązań analitycznych.

Swoje prace Habilitant opublikował poza ww. czasopismami w innych uznanych periodykach naukowych, takich jak: *Materials Science*, *Engineering Fracture Mechanics*, *Journal of Composite Materials*, *Composites Part B*, *International Journal of Applied Mechanics and Engineering* oraz wygłosił referaty na 5 konferencjach międzynarodowych i 3 krajowych związanych z mikromechaniką materiałów kompozytowych.

Zdaniem Recenzenta podjęta i realizowana tematyka przez dr. inż. Marka Romanowicza naukowo-badawcza, ze szczególnym ukierunkowaniem na wykorzystanie dostępnych komercyjnych kodów komputerowych wraz z włączeniem własnych procedur numerycznych w badaniach nad mikromechaniką materiałów kompozytowych w złożonych stanach obciążenia jest jak najbardziej właściwa pod względem naukowym i w całości mieści się w dyscyplinie *mechanika*.

4. Ocena dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego i organizacyjnego Kandydata

Habilitant jest autorem lub współautorem 58 publikacji, w tym 33 po uzyskaniu stopnia doktora. Spośród wszystkich prac: 9 publikacji po obronie pracy doktorskiej ukazało się w czasopiśmie z bazy JCR, 13 (w tym 7 po obronie pracy doktorskiej) ukazało się w czasopiśmie spoza bazy JCR, 7 zostało opublikowanych w ramach konferencji międzynarodowych, 4 prace stanowiły rozdziały w monografiach oraz 24 referaty zostało

opublikowane w materiałach konferencji krajowych. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że aż 21 z łącznej liczby prac stanowią publikacje indywidualne, w tym 20 po obronie pracy doktorskiej. Sumaryczny Impact Factor publikacji według roku wydania wynosi 13.869, natomiast sumaryczny pięcioletni IF wynosi 16.347. Łączna liczba punktów MNiSW tylko za 9 artykułów indeksowanych w bazie JCR, wg. wykazu MNiSW z dnia 23.12.2015 wynosi, MNiSW = 285. Łączna liczba cytowań bez autocytowań wg. bazy Web of Science wynosi 50, co daje wartość indeksu h wg bazy Web of Science 4. Wynik ten należy uznać za wysoki i świadczący o dużym zainteresowaniu środowiska naukowego wynikami prac realizowanych przez Habilitanta.

Na podkreślenie zasługuje także fakt, że efekt realizowanych prac badawczych, oprócz wspomnianych publikacji, ma także wymiar praktyczny, tj. autorstwo przyznanego patentu dotyczącego opracowanego przyrządu do zadawania złożonego stanu naprężenia w kompozytach na próbce typu Iosipescu.

Habilitant był także uczestnikiem 5 krajowych projektów naukowo-badawczych, w tym 3 po obronie pracy doktorskiej (2 z tych projektów były finansowane z funduszy uczelni, a jeden był projektem przyznanym przez Narodowe Centrum Nauki), którymi jednocześnie kierował. Pewien niedosyt budzi jednak brak udziału Habilitanta w projektach o charakterze międzynarodowym.

Należy podkreślić, iż działalność Habilitanta na niwie naukowo-organizacyjnej została siedmiokrotnie nagrodzona indywidualną i zespołową nagrodą III stopnia Rektora Politechniki Białostockiej odpowiednio w latach 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 i 2014.

Habilitant posiada także liczne osiągnięcia z zakresu popularyzacji nauki, osiągnięcia dydaktyczne oraz organizacyjne, do których niewątpliwie należy zaliczyć m. in.:

- bycie członkiem komitetu organizacyjnego IV Międzynarodowego Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, Augustów, 30.05-1.06.2007,
- pełnienie funkcji sekretarza naukowego czasopisma Acta Mechanica et Automatica w latach 2007-2011,
- prowadzenie w ramach promocji Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej zajęć z uczniami białostockich techników mechanicznych (2009-2012),
- opracowanie wykładów dla studentów i doktorantów z przedmiotów: "Mechanika kompozytów", „Mechanika analityczna”, „Metoda Elementów Skończonych” oraz ich przeprowadzenie, a także stworzenie dla studentów programu Erasmus z przedmiotu „Engineering mechanics”,

- pełnienie roli promotora w 4 pracach magisterskich,
- wykonanie 15 recenzji artykułów naukowych, m. in. dla tak renomowanych czasopism naukowych jak: Journal of Composite Materials, Computational Materials Science, Engineering Fracture Mechanics czy Applied Mathematical Modelling.

Należy zauważyć, że dorobek Habilitanta jest wszechstronny i bogaty, szczególnie w wymiarze naukowym, dydaktycznym, ale także i organizacyjnym. Pewien niedosyt może sprawiać brak odbycia zagranicznego stażu naukowego czy też wspomniany wcześniej brak współpracy międzynarodowej. Za pewną rekompensatę tego faktu można jedynie uznać prowadzenie zajęć dydaktycznych ze studentami zagranicznymi w ramach programu Erasmus, czy też pełnienie roli recenzenta w uznanych światowych periodykach naukowych. Niewątpliwie jednak, mając na względzie dalszy rozwój naukowy Habilitanta, ten obszar Jego aktywności wymaga skorygowania.

5. Wniosek końcowy

Po przeprowadzeniu wnikliwej oceny, w opinii Recenzenta, całościowy dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny Habilitanta dr. inż. MARKA ROMANOWICZA zaprezentowany we wniosku z dnia 19.01.2016 w stosunku do poprzedniej wersji wniosku z 24.09.2013 uległ znacznej poprawie od strony ilościowej, jak też i jakościowej i w pełni spełnia wymogi odnośnie przewodu habilitacyjnego, określone w *Ustawie z dnia 14 marca 2013 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (wraz z jej późniejszymi zmianami) i może stanowić podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie *mechanika*.

Wnoszę o nadanie dr. inż. MARKOWI ROMANOWICZOWI stopnia doktora habilitowanego.

