

Prof. dr hab. inż. Witold Cecot  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Politechnika Krakowska  
Instytut Technologii Informatycznych w Inżynierii Lądowej  
Katedra Metod Obliczeniowych w Mechanice  
tel. 12-628-2167  
e-mail: plcecot@cyf-kr.edu.pl

Kraków, 19.02.2019

## Recenzja

**osiągnięć i dorobku naukowego  
dr hab. inż. Michała Basisty w związku z postępowaniem o nadanie  
tytułu profesora**

### 1 Podstawy formalne opracowania recenzji

Niniejszą recenzję opracowałem na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów wydanej 9 listopada 2018 r., dokumentów przygotowanych przez Kandydata i przesłanych przez Dyrektora IPPT PAN, prof. dr hab. inż. Tadeusza Burczyńskiego oraz ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) i rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia z dnia 19 stycznia 2018 r., poz. 261.

### 2 Podstawowe dane o Kandydacie

Dr hab. inż. Michał Basista urodził się 17 października 1955 r. w Szczucinie. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w IPPT PAN w październiku 1985 r. na podstawie rozprawy p.t. *Równania konstytutywne i ocena nośności granicznej ośrodków ze wstępną anizotropią struktury* przygotowanej pod kierunkiem prof. Wojciecha Nowackiego, a stopień doktora habilitowanego nadała Mu Rada tego samego Instytutu w roku 2002. Rozprawa habilitacyjna była zatytułowana *Micromechanical and lattice modeling of brittle damage*.

Obecnie Kandydat pracuje na stanowisku profesora nadzwyczajnego w IPPT PAN, gdzie jest kierownikiem Pracowni Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych w Zakładzie Mechaniki Materiałów.

### 3 Ocena osiągnięć naukowych

Po habilitacji dr hab. inż. Michał Basista opublikował 15 artykułów w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR (Journal Citation Reports) oraz 3 w innych czasopiśmie. Jest autorem albo współautorem rozdziałów w 2 książkach.

Poniżej zamieszczam krótką charakterystykę dziesięciu wybranych artykułów spośród piętnastu zamieszczonych w przesłanej dokumentacji.

W artykule

1. M. Basista, W. Węglewski, Modeling of damage and fracture in ceramic matrix composites matrix - an overview, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 2006

Autorzy przedstawili przegląd najważniejszych metod modelowania wybranych materiałów kompozytowych z uwzględnieniem propagacji szczelin i mikro szczelin (*damage*) pod wpływem obciążeń statycznych i termicznych z uwzględnieniem *mostkowania szczelin (crack bridging)*, interakcji różnych uszkodzeń oraz powstawania naprężeń resztkowych podczas chłodzenia kompozytów powstających w wysokich temperaturach. Podkreślają, że do właściwego modelowania tego typu zadań konieczne jest zastosowanie podejścia wieloskalowego, bazującego na mikro mechanice. W szczególności przedstawiają jakie metody są najlepsze i jakie mogą być zastosowane w ograniczonym zakresie (np. korzystającego z tensora Eshelbiego). Opisana ponad 10 lat temu tematyka wciąż jest aktualna, zwłaszcza gdy uwzględnienia się inkluzje w kształcie włókien losowo rozmieszczonych w matrycy.

Natomiast w artykule

2. M. Basista, W. Węglewski, Chemically-assisted damage of concrete: A model of expansion under external sulfate attack, *International Journal of Damage Mechanics*, 2009

Autorzy omówili model pęknięcia pod wpływem ciśnienia wywieranego przez produkty reakcji chemicznej. Model ten był uogólnieniem modelu stosowanego wcześniej przez Kandydata. Pokazano wyniki przykładowej analizy numerycznej za pomocą MES w obszarze 2D. Otrzymane zmiany objętości dość dobrze zgadzają się z danymi testowymi (prawdopodobnie eksperymentalnymi) znanymi z literatury. Nie przedstawiono dyskusji wpływu błędów aproksymacji MES na prezentowane wyniki.

W pracy

3. W. Węglewski, M. Basista, M. Chmielewski, K. Pietrzak, Modeling of thermally induced damage in the processing of Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites, *Composites: Part B*, 2012

zostały przedstawione ciekawe porównania obliczeń numerycznych i pomiarów eksperymentalnych dla próbek wykonanych z materiału kompozytowego poddanego zmianom temperatury oraz obciążeniom mechanicznym. W obliczeniach uwzględniano mikrostrukturę materiału, łącznie z porami, przepływ ciepła, sprężysto-plastyczny model deformacji wtrąceń metalicznych, porowatość oraz możliwość powstania szczelin. Różnice w parametrach materiałowych nie były duże (rzędu kilkudziesięciu procent) poza współczynnikiem przewodnictwa cieplnego, który jest ok. 50 razy większy dla metalu niż materiału ceramicznego. Do obliczeń zastosowano znany program akademicki FEAP, najprostsze sześciennym elementy skończone z liniowymi funkcjami kształtu i regularną siatkę. Zastosowano bezpośrednią analizę bez homogenizacji, co było możliwe ze

względu na niewielkie wymiary analizowanej próbki. Nie podano czy gęstość siatki była wystarczająca dla uniknięcia dużych błędów aproksymacji. Wyniki pomiarów średnich wartości naprężeń reszkowych za pomocą dyfrakcji promieniowania Rentgenowskiego zgodziły się bardzo dobrze z wynikami obliczeń. Zmierzone i obliczone wartości modułu Younga również różniły się niewiele, o około 10%. Warto jednak zauważyć, że w tym przypadku najprostsze oszacowania typu Voigta czy Reussa dały znacznie mniejsze różnice.

Kolejnym artykułem z podobnego zakresu jest praca

4. W. Węglewski, K. Bochenek, M. Basista, Th. Schubert, U. Jehring, J. Litniewski, S. Mackiewicz, Comparative assessment of Young's modulus measurements of metal-ceramic composites using mechanical and non-destructive tests and micro-CT based computational modeling, *Computational Materials Science*, 2013,

gdzie Autorzy przedstawiają porównanie czterech metod pomiaru modułu Younga dla próbek wykonanych z materiału kompozytowego. W artykule tym opisano zalety i wady omawianych metod oraz wyniki własnych eksperymentów. W konkluzji stwierdzono m.in., że bezpośrednia analiza numeryczna, możliwa jeżeli obszar jest stosunkowo mały, bazująca na siatce MES wygenerowanej na podstawie mikro skanowania za pomocą tomografu pozwala uzyskać bardzo dobrą zgodność wyników obliczeń i eksperymentu dla modułu Younga. W przedstawionych przykładach obliczenia dawały wyniki w pobliżu średniej z 4 różnych pomiarów (o rozrzucie ok. 10 %) dla 3 różnych kompozytów.

W artykule

5. W. Węglewski, M. Basista, A. Manescu, M. Chmielewski, K. Pietrzak, Th. Schubert, Effect of grain size on thermal residual stresses and damage in sintered chromium-alumina composites: Measurement and modeling, *Composites: Part B*, 2014,

Autorzy przedstawiają badania nad wpływem wielkości cząstek metalicznych stosowanych do uzyskania kompozytów ceramiczno-metalowych metodą metalurgii proszków na naprężenia reszkowe powstające na skutek chłodzenia w procesie produkcji tych kompozytów. Autorzy korzystają z pomiarów metodą dyfrakcji neutronów oraz obliczeń za pomocą MES, w których uwzględniają porowatość kompozytu oraz możliwość powstawania mikro szczelin. Otrzymali dobrą zgodność wyników obliczeń i pomiarów średnich naprężeń reszkowych w fazie metalicznej, chociaż nie podano, która składowa naprężeń jest porównywana w analizowanym obszarze w kształcie sześciangu o wymiarach 1mm x 1mm x 1mm. W przeprowadzonych analizach brane były pod uwagę dwa typy kompozytów do których wytworzenia użyto sproszkowanego chromu o średnicy 5 albo 40  $\mu\text{m}$ . Okazało się, że drobniejsze cząstki pozwalają na uzyskanie kompozytu z mniejszymi naprężeniami reszkowymi.

Kolejna praca współautorska

6. Z. Poniżnik, Z. Nowak and M. Basista, Numerical modeling of deformation and fracture of reinforcing fibers in ceramic-metal composites, *International Journal of Damage Mechanics*, 2015

dotyczy modelowania efektu *mostkowania szczelin (crack bridging)* przez wtrącenia w postaci włókien w kompozytach ceramiczno metalicznych z t.zw. wzajemnie przenikającą się mikrostrukturą (*interpenetrating microstructure*). Odpowiednie zależności siły zapobiegającej powiększaniu się szczeliny od jej rozwarcia są obliczane przez Autorów za pomocą programu ABQUS

z uwzględnieniem sprężysto-plastycznych dużych deformacji oraz odpowiedniego warunku kontaktu między włóknem a matrycą. Zadanie sprowadzono do osiowo symetrycznego wyciągania włókna z matrycy (*a fiber pullout*). Wątpliwość budzi przyjęcie addytywnej dekompozycji tensora odkształceń na część sprężystą i plastyczną dla dużych odkształceń. Być może jest to jedynie pomyłka w sformułowaniu zamieszczonych w artykule. Uzyskane wyniki dobrze zgadzają się z dostępnymi wynikami analitycznymi oraz numerycznymi prezentowanymi przez innych badaczy i mogą być podstawą dalszych prac nad modelowaniem pęknięcia w rozważanych kompozytach.

W artykule przeglądowym

7. K. Bochenek, M. Basista, Advances in processing of NiAl intermetallic alloys and composites for high temperature aerospace applications, *Progress in Aerospace Sciences*, 2015,

Autorzy omawiają aktualny w ówczesnym czasie stan wiedzy i badań nad zastosowaniami związku międzymetalicznego NiAl do produkcji turbin w silnikach lotniczych. Pomimo wielu zalet jakie wykazuje NiAl w wysokich temperaturach jego duża kruchość w temperaturze pokojowej uniemożliwia praktyczne zastosowania. Obecnie, po 4 latach od napisania artykułu, osiągnięto pewien postęp w poprawianiu niekorzystnych właściwości związku NiAl przez wprowadzenie odpowiednich dodatków oraz modyfikację technologii produkcji (np. Yu. Kaplanskii et al., The structure and properties of pre-alloyed NiAl-Cr(Co,Hf) spherical powders produced by plasma rotating electrode processing for additive manufacturing, *Journal of Materials Research and Technology*, 2(4) 461-468, 2018).

W kolejnym artykule przeglądowym

8. Z. Poniżnik, Z. Nowak and M. Basista, Recent advances in research on magnesium alloys and magnesium–calcium phosphate composites as biodegradable implant materials, *Journal of Biomaterials Applications*, 2017,

Autorzy omówili zalety stopów i kompozytów bazujących związkach magnezu. Mają one szerokie zastosowanie w medycynie ze względu na swoje zalety mechaniczne i chemiczne oraz biodegradowalność. W artykule omówiono zalety i wady związków magnezu z różnorodnymi pierwiastkami, ich zastosowania, zachowanie się w organizmie w tym proces wchłaniania tymczasowo wprowadzanych wzmocnień kości oraz sposoby wytwarzania implantów.

W artykule

9. M. Basista, W. Węglewski, K. Bochenek, Z. Poniżnik and Z. Nowak, Micro-CT Finite Element Analysis of Thermal Residual Stresses and Fracture in Metal-Ceramic Composites, *Advanced Engineering Materials*, 2017

Autorzy przedstawiają zastosowanie obrazów uzyskiwanych za pomocą mikro tomografii komputerowej do generacji siatki MES, która następnie jest stosowana do analizy numerycznej próbek wykonanych z materiałów kompozytowych. Proces dochodzenia do dyskretyzacji obejmuje przydzielenie odpowiedniego materiału wszystkim vokselom (trójwymiarowym odpowiednikom pikseli) na podstawie odcienia szarości, wygładzenie obrazu, generację elementów skończonych, ewentualną korektę ich kształtu oraz sprawdzenie dokładności odwzorowania mikrostruktury przez np. porównanie oryginalnej i wynikającej z wygenerowanej siatki objętości składowych materiałów. Autorzy przedstawiają trudności jakie można napotkać w tej metodologii, jak np. możliwa mała różnica gęstości komponentów oraz wyniki obliczeń naprężeń resztkowych powstających w trakcie chłodzenia kompozytu na zakończenie procesu produkcji. Ponadto, omówiono obliczanie

UCA

całki  $J$  dla elementu z postępującym pękaniem. Prezentowane wyniki pokazują, że zaproponowana metodologia może być z powodzeniem stosowana. Wydaje się jednak, że jej skuteczność ogranicza się do niewielkich próbek o wymiarach rzędu co najwyżej milimetrów. Może więc to być odpowiednik RVE (*representative volume element*), komórki jednostkowej czy mikro komórki stosowanych w różnych metodach homogenizacji.

W pracy

10. J. Maj, M. Basista, W. Węglewski, K. Bochenek, A. Strojny-Nędza, K. Naplocha, T. Panzner, M. Tatarková, F. Fiori, Effect of microstructure on mechanical properties and residual stresses in interpenetrating aluminum-alumina composites fabricated by squeeze casting, *Materials Science & Engineering A*, 2018

przedstawiono badanie wpływu mikrostruktury na średnią wartość naprężeń resztkowych w mikro próbkach kompozytów wykonanych ze wzajemnie przenikających się faz wytwarzanych metodą metalurgii proszków. Porównano wyników obliczeń i pomiarów naprężeń resztkowych dla kompozytów bazujących na stopach i związkach aluminium. Do generacji siatek MES zastosowano odpowiednio przetworzone obrazy mikro tomografii komputerowej a do pomiaru średnich wartości głównych tensora naprężeń resztkowych wykorzystano metodę dyfrakcji neutronów. Wyniki obliczeń i pomiarów mieściły się w zakresie od kilku procent dla małej porowatości i sprężysto-plastycznego modelu deformacji do ok. 25 % dla dużej porowatości i modelu sprężystego.

Podsumowując, tematyka prac dr. hab. inż. M. Basisty jest aktualna. Dotyczy rozwijania metod wytwarzania kompozytów ceramiczno-metalowych, badania ich mikrostruktury, właściwości mechanicznych oraz pomiaru naprężeń resztkowych, które powstały w czasie produkcji, generowania siatek MES dla mikro próbek na podstawie obrazów uzyskanych za pomocą mikro tomografii komputerowej i analizy numerycznej zaproponowanych modeli. Na uwagę zasługuje kompleksowość stosowanego podejścia, łączącego elementy mechaniki eksperymentalnej i obliczeniowej, do uzyskiwania nowych materiałów kompozytowych. Badania prowadzone są na stosunkowo małych próbkach, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie pełnej informacji o ich mikrostrukturze oraz przeprowadzenie bezpośredniej analizy numerycznej. Zapewne będzie można połączyć podejście stosowane w zespole Kandydata z homogenizacją komputerową i efektywnie analizować większe elementy konstrukcji albo nawet całe konstrukcje mechaniczne.

Dr. hab. inż. M. Basista od wielu lat prowadzi intensywną współpracę międzynarodową z kilkoma ośrodkami. Jeszcze przed obroną doktoratu, w latach 80-tych przebywał na rocznym stypendium naukowym w Instytucie Mechaniki Politechniki w Darmstadt, gdzie pod kierunkiem prof. Dietmara Grossa zajmował się mechaniką uszkodzenia materiałów. W latach 1989- 1991 podczas pobytu w USA (w Chicago IL oraz Tempe AZ) współpracując z prof. Krajcinovicem zajmował się fenomenologicznym modelem uszkodzenia oraz modelowaniem chemo-uszkodzenia betonu. W latach 1994-1995 dzięki stypendium Humboldta współpracował z prof. Dietmarem Grossem w Uniwersytecie Technicznym w Darmstadt (TU Darmstadt) w zakresie mikromechanicznego opisu procesów uszkodzenia w materiałach kruchych. W ramach projektu 6-tego Programu Ramowego Network of Excellence „Knowledgebased Multicomponent Materials for Durable and Safe Performance” (KMM-NoE) prowadził współpracę w konsorcjum składającego się z 36 instytucji naukowo-badawczych i firm przemysłowych z 10 krajów Europy. Obecnie kontynuuje tego typu współpracę w obszarze zaawansowanych materiałów w Europejskim Instytucie Wirtualnym Materiałów Wielofunkcyjnych KMM-VIN (European Virtual Institute on Knowledge-based Multifunctional Materials KMM-VIN AISBL).

Do ważnych osiągnięć naukowych dr hab. inż. M. Basisty należy zaliczyć kierowanie grantem NCN, Opus 8, UMO-2014/15/B/ST8/04314, p.t. *Wpływ resztkowych naprężeń cieplnych na proces pękania i wybrane właściwości mechaniczne kompozytów metalowo-ceramicznych - badania doświadczalne i modelowanie*, 2015-2019. Ponadto był koordynatorem 4 innych projektów, w tym 3 o zasięgu europejskim (KMM-NoE i KMM-VIN).

Kandydat był recenzentem wielu artykułów w renomowanych czasopismach. Jest członkiem 4 komitetów redakcyjnych i radach naukowych czasopism, w tym 2 znajdujących się w bazie JCR. Dwukrotnie brał udział w ocenie projektów międzynarodowych oraz w ocenie włoskich ośrodków badawczych.

#### **4 Wskaźniki charakteryzujące działalność publikacyjną**

Dane wg *Web of Science*

- **prawie 400 cytowań**
- **indeks h=13**
- **9.6 cytowań średnio** na jeden artykuł spośród ponad 30 znajdujących się w bazie WoS

Nie przeceniając znaczenia tego typu wskaźników można stwierdzić, że są na bardzo dobrym poziomie.

#### **5 Działalność dydaktyczna i kształcenie kadry naukowo-badawczej**

- Kandydat nie prowadził wielu wykładów ani innych form zajęć ze studentami ale jest to zrozumiałe ze względu na charakter pracy w IPPT PAN. Wygłaszał wykłady na zaproszenie.
- Dr. hab. inż. PM. Basista był recenzentem w 3 przewodach doktorskich.
- Był promotorem 3 obronionych prac doktorskich.
- Jest promotorem w 2 otwartych przewodach doktorskich.

#### **6 Działalność organizacyjna na rzecz nauki**

- Kandydat był sekretarzem Polskiej Konferencji Mechaniki Ciała Stałego i organizował konferencję nt. *Modeling of Damage and Fracture Processes in Engineering Materials*.
- Prowadził pojedyncze wykłady i seminaria z udziałem doktorantów i studentów, głównie za granicą.
- Był współorganizatorem 7 warsztatów w cyklu KMM-VIN Industrial Workshops (IW).
- Kieruje kilkusobowym zespołem pracowników, utworzonej w dużej mierze własnym wysiłkiem, Pracowni.

## 7 Podsumowanie

W związku z wszczętym postępowaniem o nadanie tytułu profesora, stwierdzam, że wniosek dr. hab. inż. Michał Basista, spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Biorąc pod uwagę współautorstwo albo autorstwo Kandydata w 15 artykułach opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego w czasopismach znajdujących się w bazie JCR oraz inne publikacje, intensywną współpracę międzynarodową, promotorstwo w 3 obronionych doktoratach i dwóch otwartych, bardzo dobre wskaźniki bibliometryczne, działalność dydaktyczną i organizacyjną w skromnym zakresie ale na wysokim poziomie, przekonanie że Kandydat jest osobowością znaną w gronie specjalistów w swojej dziedzinie, ma kontakty naukowe z osobami i ośrodkami krajowymi i zagranicznymi, z pełnym przekonaniem popieram wniosek o nadanie tytułu profesora dr. hab. inż. Michałowi Basiście w dyscyplinie mechanika.

