



wps.

28.11.2017

Politechnika Łódzka

Katedra Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji

prof. dr hab. inż. Maria Kotelko
maria.kotelko@p.lodz.pl

Łódź, 20.11.2017 r.

Recenzja

**dorobku naukowego i wyodrębnionego jednotematycznego cyklu publikacji
pt. „Identyfikacja uszkodzeń w laminatach kompozytowych”
oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego w postępowaniu habilitacyjnym
dr inż. Sylwestra Samborskiego**

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie decyzji Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów z dnia 8 września 2017, na zlecenie Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej z dnia 25 września 2017 r., zawarte w piśmie Sekretarza Komisji Habilitacyjnej z dnia 4 października 2017.

1. Wstęp

Dr inż. Sylwester Samborski ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej w r. 1998. W latach 1998 – 2006 był asystentem na tymże Wydziale w Katedrze Mechaniki Stosowanej. W roku 2006 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w Politechnice Lubelskiej za pracę pt. „*Badania rozwoju uszkodzeń w porowatych materiałach ceramicznych*”. W latach 2007 – 2015 pracował na stanowisku adiunkta w Katedrze Mechaniki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej. Od r. 2015 jest starszym wykładowcą w tejże Katedrze. Od r. 2007 jest starszym wykładowcą w Instytucie Nauk Technicznych Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie.

2. Ocena osiągnięcia naukowego (jednotematycznego cyklu publikacji)

Jednotematyczny cykl publikacji przedstawiony przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe zatytułowano „**Identyfikacja uszkodzeń w laminatach kompozytowych**”. Na cykl ten składa się 10 artykułów opublikowanych w czasopismach z bazy JCR i 5 artykuł z „listy B”. Są to:

1. Manoach E., Samborski S., Warmiński J., 2011, *Delamination Detections of Laminated, Nonlinear Vibrating and Thermally Loaded Beams*, Springer Proceedings in Physics, 139:67-73;
2. Manoach E., Samborski S., Mitura A., Warmiński J., 2012, *Vibration based damage detection in composite beams under temperature variations using Poincare maps*,

- International Journal of Mechanical Sciences, 62 (1):120-132,
3. Manoach E., Warmiński J., Mitura A., Samborski S., 2012, *Dynamics of a composite Timoshenko beam with delamination*, Mechanics Research Communications, 46:47-53;
4. Manoach E., Warmiński J., Mitura A., Samborski S., 2013, *Dynamics of a laminated composite beam with delamination and inclusions*, European Physical Journal - Special Topics, 222 (7):1649-1664)
5. Samborski S., 2014, *Modeling of Delamination Influence on Mechanical Characteristics of Composite Cantilever Beam*, Composites Theory and Practice, 14(4):177-182
6. Teter A., Dębski H., Samborski S., 2014, *On buckling collapse and failure analysis of thin-walled composite lipped-channel columns subjected to uniaxial compression*, Thin-Walled Structures, 85:324-331
7. Kubiak T., Samborski S., Teter A., 2015, *Experimental investigation of failure process in compressed channel-section GFRP laminate columns assisted with the acoustic emission method*, Composite Structures, 133:921-929;
8. Warmińska A., Manoach E., Warmiński J., Samborski S., 2015, *Regular and chaotic oscillations of a Timoshenko beam subjected to mechanical and thermal loadings*, Continuum Mechanics and Thermodynamics, 27:719-737;
9. Samborski S., Wieczorkiewicz J., Rusinek R., 2015, *A Numerical-Experimental Study on Damaged Beams Dynamics*, Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability, 17(4):624-631;
10. Samborski S., 2016, *Experimental Verification of Defect's Influence on Beams' Dynamics Using Laser Scanning Vibrometry*, Solid State Phenomena, 240:36-41;
11. Samborski S., Smagowski W., Teter A., Chodurski M., 2016, *Application of 3-D Laser Scanning Vibrometer in Determination of Free Vibration Frequencies of Composite Plates with Damage*, Solid State Phenomena, 240:42-48;
12. Dębski H., Teter A., Kubiak T., Samborski S., 2016, *Local buckling, post-buckling and collapse of thin-walled channel section composite columns subjected to quasi-static compression*, Composite Structures, 136:593-601;
13. Samborski S., 2016, *Effect of Boundary Conditions on the Distribution of Mode I Fracture Toughness along Delamination Front in CFRP Laminates with General Fiber Orientation*, Mechanics and Mechanical Engineering, 20(2):121-127; ISSN: 1428-1511
14. Samborski S., 2016, *Numerical Analysis of the DCB Test Configuration Applicability to Mechanically Coupled Fiber Reinforced Laminated Composite Beams*, Com
- P15. Samborski S., 2017, *Analysis of the End-Notched Flexure Test Configuration Applicability for Mechanically Coupled Fiber Reinforced Composite Laminates*, Composite Structures, 163:342-349;

Dr inż. Sylwester Samborski jest autorem 5-ciu i współautorem 10-ciu pozostałych artykułów z powyższego cyklu publikacji. Zgodnie z oświadczeniami współautorów udział Habilitanta w publikacjach ze współautorami wynosi od 25% do 80 %.

Nowoczesne materiały kompozytowe, szczególnie laminaty kompozytowe znajdują w chwili obecnej bardzo szerokie i stale wzrastające zastosowanie w wielu gałęziach inżynierii, tj. w konstrukcjach lotniczych, pojazdach, w okrętownictwie i wielu innych. Ze względu na skomplikowane scenariusze zniszczenia konstrukcji zbudowanych z laminatów kompozytowych, z których jednym z dominujących jest delaminacja, niezwykle ważnym zagadnieniem jest określenie wpływu różnego rodzaju uszkodzeń (w tym delaminacji) na parametry mechaniczne struktury kompozytowej, a w szczególności jej nośność. Zatem

tematyka podjęta przez Habilitanta wpisuje się w najnowsze trendy rozwoju zarówno inżynierii materiałów kompozytowych, jak i szeroko pojętej mechaniki kompozytów.

Wymieniony wyżej cykl publikacji składa się z trzech części tematycznych. Prace składowe tych trzech części zawierają nieco inne elementy, stanowiące wkład do mechaniki kompozytów, jak też inny jest w każdej z nich wkład merytoryczny samego Kandydata.

Prace części pierwszej (1-5, 8-10) dotyczą głównie wpływu delaminacji (w tym szerokości i położenia strefy delaminacji) na parametry mechaniczne (głównie częstości i postaci drgań własnych) belek z laminatów kompozytowych. Jedna praca z tego cyklu dotyczy płyty z otworem i wpływu otworu na powyższe parametry. Dwie prace zawierają analizę wpływu temperatury na parametry drgań własnych belek.

W pracach 1 i 2 strefa delaminacji w belce Timoszenki modelowana jest jako strefa o obniżonej sztywności. W pracach 3 i 5 model strefy delaminacji jest bardziej zaawansowany, tj. sąsiednie laminy w kontakcie traktowane są jako spoczywające „wzajemnie” na sprężystym podłożu, przy uwzględnieniu sił stycznych, sił normalnych i tłumienia pochodzącego od tarcia suchego. Model ten zastosowany jest zarówno w rozwiązaniu analityczno-numerycznym, jak i w obliczeniach MES. Z bibliografii zamieszczonej w ww pracach wynika, że zastosowanie tego modelu i rozwiązanie zagadnienia wpływu strefy delaminacji na częstości i postaci drgań własnych nieliniowych belek Timoszenki z tak zamodelowaną strefą jest elementem nowatorskim. W opinii recenzenta, na szczególną uwagę, z punktu widzenia oryginalności tych prac, zasługuje sformułowanie nieliniowych równań ruchu dla modelu o tak wysokim stopniu komplikacji i rozwiązanie tego układu metodą analityczno-numeryczną, przy zastosowaniu metody różnic skończonych i metody Geara. Ta część prac 3 i 5 jest udziałem współautorów (zgodnie z oświadczeniami). Jednakże również elementem oryginalnym jest zbudowanie modelu MES (co jest udziałem Kandydata), uwzględniającego powyższe czynniki, aczkolwiek model ten jest dość skrótowo opisany w pracach 3 i 5. Znacznie obszerniejszy opis tego modelu znajduje się w autoreferacie.

Z oświadczeń Kandydata i współautorów wynika, że Jego udział w pracach 1-4 oraz 9 wynosił 25% do 60% i polegał na zbudowaniu modelu obliczeniowego MES i przeprowadzeniu symulacji MES w środowisku komercyjnym ABAQUS, a także, co zasługuje na podkreślenie, budowie stanowisk badawczych i przeprowadzeniu eksperymentów, m. in. przy zastosowaniu wibrometru laserowego. Prace 5 i 10 są autorskimi publikacjami Habilitanta. W pracy 5. Autor dokonał analizy numerycznej w środowisku ABAQUS wpływu położenia i szerokości strefy delaminacji w belce wspornikowej na częstości i postaci drgań własnych belki. Praca 10. dotyczy badań eksperymentalnych i symulacji MES (również w środowisku ABAQUS) wspornikowej belki kompozytowej ze strefą delaminacji modelowaną jako strefa ze zmniejszonym polem przekroju poprzecznego belki.

Podsumowując tę część cyklu tematycznego publikacji, należy stwierdzić, że wkład Habilitanta w tę część osiągnięcia naukowego jest znaczny. Polega on na zbudowaniu bardzo zaawansowanego, nowatorskiego modelu obliczeniowego MES i przeprowadzeniu symulacji MES, a także zaprojektowaniu i przeprowadzeniu badań eksperymentalnych. Elementami oryginalnymi tej części tematycznej, w opracowaniu których istotny udział miał dr inż. S. Samborski, w mojej opinii są:

- wykazanie, że analiza parametrów dynamicznych laminatów kompozytowych (częstości drgań własnych) nie jest dość skuteczną metodą detekcji uszkodzeń laminatów i wskazanie na możliwość zastosowania bardziej skutecznych metod, tj. analizy portretów fazowych, map Poicaré oraz tzw. wykresów rekurencyjnych

- weryfikacja doświadczalna wyników analizy numerycznej, niezwykle istotna w przypadku badania tak skomplikowanych struktur, jak kompozyty laminowane; należy tu podkreślić trzy zgłoszenia patentowe, których współautorem jest Habilitant, związane z badaniami, opisanymi wyżej.

Druga część cyklu tematycznego, będącego osiągnięciem naukowym dr inż. Sylwestra Samborskiego jest poświęcona wyboczeniu cienkościennych ściskanych słupów wykonanych z laminatów kompozytowych i identyfikacji uszkodzeń słupów w procesie utraty stateczności i wyboczenia, w tym zastosowaniu pomiaru emisji akustycznej do detekcji uszkodzeń w badanych prętach. Tym zagadnieniom poświęcone są prace 6, 7 i 12. Niewątpliwym elementem oryginalnym tych prac jest wykorzystanie efektu emisji akustycznej do detekcji stanu zakrytycznego i fazy pokrytycznej badanych prętów. Udział Habilitanta w tych trzech pracach wynosił od 30% do 50% i polegał głównie na przeprowadzeniu badań metodą pomiaru emisji akustycznej. W ww pracach Habilitant wykazał możliwość zastosowania tej metody eksperymentalnej do detekcji uszkodzeń i ich charakteru (scenariuszy zniszczenia) w procesie wyboczenia i w stanach zakrytycznych, aż do utraty nośności słupów wykonanych z laminatów kompozytowych. Jest to indywidualny wkład Kandydata w tę część osiągnięcia naukowego.

Trzecia część cyklu tematycznego (prace 13 – 15) jest autorska (wkład Habilitanta w tę część osiągnięcia wynosi 100%). Poświęcona jest w całości badaniu wpływu sprzężeń mechanicznych kompozytów laminowanych o różnym ułożeniu warstw na nośność tych kompozytów z punktu widzenia delaminacji a także możliwość zastosowania standardowych prób DCB i ENF do szacowania tej nośności. W pracach 13 i 14 badano wpływ sprzężeń mechanicznych na rozkład współczynnika uwalniania energii i kształt czoła delaminacji wzdłuż szerokości próbki. W pracy 15. analizowano analogiczne zagadnienie dla standardowej próby ENF. We wszystkich trzech pracach przeprowadzono symulacje MES, stosując technikę VCCT (wirtualnego zamknięcia szczeliny) dostępną w środowisku komercyjnego kodu ABAQUS. Jakkolwiek narzędziem stosowanym we wszystkich 3-ch wymienionych wyżej pracach jest komercyjny kod numeryczny ABAQUS, jednakże w mojej opinii oryginalnym wkładem do mechaniki kompozytów jest sformułowanie macierzy sprzężeń dla rozważanych laminatów, zaimplementowanie ich w obliczeniach numerycznych MES, a także rozpatrzenie przypadków sprzężeń, nie badanych dotychczas.

Zatem elementami nowatorskimi w tej całkowicie autorskiej części osiągnięcia naukowego są:

- Wskazanie możliwości efektywnego zastosowania standardowej próby DCB, a także możliwości zastosowania próby ENF do badania inicjacji i propagacji szczeliny w laminatach kompozytowych ze sprzężeniami mechanicznymi
- Analiza wpływu różnych rodzajów sprzężeń mechanicznych (nie rozpatrywanych dotychczas) na inicjację i rozkład propagacji szczeliny (czoła delaminacji).

Godne podkreślenia jest, że w związku z planowanymi weryfikacyjnymi badaniami doświadczalnymi próbek kompozytowych ze sprzężeniami mechanicznymi w konfiguracji DCB dr inż. Sylwester Samborski opracował i uzyskał patent specjalnego uchwytu do badania takich próbek.

W mojej opinii ta część osiągnięcia naukowego jest najistotniejsza z punktu widzenia wkładu dr inż. Sylwestra Samborskiego do rozwoju mechaniki kompozytów oraz metod numerycznych w mechanice.

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe stanowi znaczący wkład dr inż. Sylwestra Samborskiego w rozwój dyscypliny mechanika i spełnia całkowicie kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych.

3. Ogólna ocena dorobku naukowo-badawczego

Habilitant skupiał swoje zainteresowania naukowe nie tylko na zagadnieniach, opisanych w paragrafie 2., ale także na zagadnieniach pokrewnych, m.in. kontynuując prace związane z tematem pracy doktorskiej – badaniu uszkodzeń w porowatych materiałach ceramicznych. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych opublikował 3 prace z listy JCR oraz 8 prac w czasopiśmie z tzw. listy B Ministerstwa Nauki i szkolnictwa Wyższego. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych Kandydat opublikował 3 prace z tzw. listy B.

Ogółem w czasopiśmie naukowych opublikował 29 prac. Łączna liczba cytowań wszystkich prac opublikowanych przez Habilitanta wg bazy Web of Science (WoS) wynosi 133 (bez autocytowań), sumaryczny 5-letni Impact Factor $IF_5 = 29.647$. Indeks Hirscha wynosi 7. Zarówno IH, jak i liczba cytowań świadczą o tym, że Kandydat jest rozpoznawalnym i wysoko cenionym badaczem zarówno w krajowym, jak i międzynarodowym środowisku naukowym.

Dr inż. Sylwester Samborski kieruje obecnie projektem badawczy NCN pt. „Analiza numeryczna i weryfikacja doświadczalna metod wyznaczania krytycznego współczynnika uwalniania energii w przypadku kompozytów laminatowych o dowolnej orientacji włókien wzmocnienia” (projekt na lata 2017-2020). Był także wykonawcą w 3-ch projektach europejskich, w 6-ciu projektach finansowanych przez NCN i jednym projekcie finansowanym przez MNiSW.

Habilitant otrzymał szereg nagród za osiągnięcia naukowe, tym:

- *The Young Researcher Fellowship Award* Komitetu Naukowego II MIT Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics za osiągnięcia naukowe w mechanice obliczeniowej,
- stypendium naukowe im. Prof. Kazimierza Lutka za wybitne osiągnięcia naukowe,
- 5 nagród zespołowych II-go i III-go stopnia Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia w działalności naukowej.

Dr inż. Sylwester Samborski brał udział w 20-tu konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym i 17-tu konferencjach krajowych, co świadczy o jego bardzo wysokiej aktywności w międzynarodowym i krajowym środowisku naukowym.

Podsumowując ocenę dorobku naukowo-badawczego (z wyłączeniem osiągnięcia naukowego) dr inż. Sylwestra Samborskiego stwierdzam, że dorobek ten mogę ocenić jako wyróżniający się. Stwierdzam zatem, że zgodnie z kryteriami oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych, oceniany dorobek spełnia całkowicie wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

4. Ocena stopnia spełnienia pozostałych wymagań ustawowych

Spośród 14 kryteriów wymienionych w paragrafie 5. Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 (Dz. U. Nr 196, poz. 1165) dr inż. Sylwester Samborski spełnia 12.

Są to:

1. uczestnictwo w dwu programach europejskich Erasmus jako koordynator oraz jako wykonawca w programie operacyjnym „Kapitał Ludzki”;
2. czynny udział w 36-ciu konferencjach naukowych, w tym w 20-tu międzynarodowych;
3. członkostwo w komitetach organizacyjnych jednej konferencji naukowej krajowej i jednej międzynarodowej;
4. Medal Komisji Edukacji Narodowej (2016) oraz trzy dyplomy Rektora Politechniki Lubelskiej za pracę na rzecz programów Erasmus i Erasmus+;
5. udział w dwu konsorcjach międzynarodowych i w Centrum Zaawansowanej Technologii „Aeronet-Dolina Lotnicza”
6. aktywne członkostwo w stowarzyszeniach naukowych i naukowo-technicznych, w tym w Polskim Towarzystwie Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, w SIMP oraz Polskim Stowarzyszeniu Mechaniki Eksperymentalnej, a także w Sekcji Mechaniki Materiałów Komitetu Mechaniki PAN i w Komisji XV Nauk Nieliniowych Oddziału PAN w Lublinie
7. działalność dydaktyczna i popularyzatorska, w tym utworzenie strony internetowej dla studentów Politechniki Lubelskiej (polskich i zagranicznych – studiujących w ramach programu Erasmus), aktywny udział w Lubelskim Festiwalu Nauki, opracowanie szeregu wykładów dydaktycznych dla studentów, a także wykładów popularyzatorskich dla uczniów szkół średnich
8. opieka nad 23-ma dyplomowymi pracami inżynierskimi oraz magisterskimi ;
9. promotor pomocniczy w dwóch przewodach doktorskich, tj. w przewodzie pracy pt; *„Analiza wytrzymałości hybrydowej konstrukcji nośnej głowicy robota przemysłowego”* oraz pracy pt. *„Wpływ położenia i rozmiaru delaminacji na wybrane właściwości dynamiczne belek kompozytowych”*;
10. trzy podoktorskie staże zagraniczne w Niemczech oraz w Portugalii;
11. autorstwo jednej ekspertyzy dla przemysłu;
12. członkostwo w Komisji Konkursowej dla doktorantów w projekcie finansowanym przez NCN oraz członkostwo w Panelu Ekspertów ST8 w konkursie Preludium
13. recenzje w 8-mu czasopiśmie naukowych o zasięgu międzynarodowym oraz jednym krajowym.

Na podstawie powyższego stwierdzam, że zgodnie z kryteriami oceny w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej dr inż. Sylwester Samborski spełnia w stopniu bardzo dobrym wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej.

5. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z całokształtem działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej, popularyzatorskiej i współpracy międzynarodowej oraz jednotematycznym cyklem publikacji, stwierdzam, że dorobek naukowy dr inż. Sylwestra Samborskiego jest znaczący i w pełni wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Dorobek ten charakteryzuje się dużą aktualnością tematyki, wysokim stopniem oryginalności prac naukowych oraz może być wykorzystany dla bieżących lub przyszłych potrzeb gospodarki.

Podsumowując uważam, że dr inż. Sylwester Samborski spełnia całkowicie wszystkie wymagania wynikające z: Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. U. Nr 65 poz. 595 ze zmianami wprowadzonymi ustawą z dnia 18 marca 2011 roku) i Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. Nr 196, poz. 1165).

W świetle powyższej opinii popieram wniosek o nadanie dr inż. Sylwestrowi Samborskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie mechanika.

Maria Kotelko

Maria Kotelko