

Bydgoszcz, 15.12.2015 r.

Prof. dr hab. inż. Mariusz Kaczmarek
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej
mkk@ukw.edu.pl

Recenzja osiągnięcia naukowego nt. „**Propagacja i tłumienie fal akustycznych w ośrodkach porowatych, a cechy geometryczne i drgania mikrostruktury**”
i aktywności naukowej **dra inż. Tomasza G. Zielińskiego**
obejmującej działalność naukową, dydaktyczną, popularyzatorską i współpracę międzynarodową
w związku z postępowaniem habilitacyjnym w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie

Podstawą do sporządzenia niniejszej recenzji są: (1) zlecenie Dyrektora Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie (pismo 129/D/1900/2015 z dn. 03.11.2015), (2) komplet dokumentów prezentujących osiągnięcia i aktywność naukową Kandydata i (3) akty prawne określające rodzaj i kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Ustawa z dnia 14 marca 2003 roku O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1.09.2011 i dnia 3.10.2014).

1. Informacja o Habilitancie

Dr inż. Tomasz G. Zieliński jest absolwentem Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (1998). W 2004 roku obronił rozprawę doktorską w IPPT PAN w dyscyplinie budownictwo pt. „Metoda impulsowych dystorsji wirtualnych z zastosowaniem do modelowania i identyfikacji defektów w konstrukcjach”, której promotorem był prof. J. Holnicki-Szulc. Od 2004 do 2013 był zatrudniony na stanowisku adiunkta, a następnie do chwili obecnej głównego specjalisty w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie. Obok pracy badawczej ma doświadczenie jako inżynier konstrukcji budowlanych (1996-2001) i doświadczenie w pracy edytorskiej (głównie skład w systemie LATEX).

2. Opis i ocena osiągnięcia naukowego

Przedmiotem oceny jest cykl siedmiu autorskich prac dra inż. Tomasza G. Zielińskiego, opublikowanych w latach 2010-2015, które Habilitant złożył jako osiągnięcie nt. „Propagacja i tłumienie fal akustycznych w ośrodkach porowatych, a cechy geometryczne i drgania mikrostruktury”. Wskazane prace dotyczą liniowego modelowania matematycznego i symulacji numerycznych propagacji fal akustycznych w ośrodkach porowatych, w powiązaniu z badaniami doświadczalnymi takich materiałów. Uwaga jest skoncentrowana na materiałach o porowatości otwartej mających znaczenie jako materiały dźwiękochłonne.

Poniżej zostaną omówione wyniki zawarte w ocenianych pracach, w porządku chronologicznym, zgodnie z oznaczeniami przyjętymi w Autoreferacie, a następnie dokonana będzie ocena prac i wskazanie oryginalnych osiągnięć Habilitanta.

[H-1]: "Fundamentals of multiphysics modelling of piezo-poro-elastic structures", Archives of Mechanics, 62, 343-378.

Przedstawiono podstawy modelowania sprężystego materiału porowatego zawierającego elementy piezoelektryczne. Zastosowano makroskopowe, kontynualne podejście dwufazowe w ujęciu Biot'a, polegające na przyjęciu w każdym miejscu zajmowanym przez ośrodek superpozycji dwóch faz: stałej i płynnej. Faza stała obejmująca wtrącenia piezoelektryczne – szkielet modelowana jest jako materiał sprężysty, natomiast faza płynna makroskopowo opisana jest jako płyn nielepki. Straty energii wynikające z ruchu względnego faz opisane są poprzez siły oddziaływania pomiędzy fazami. Dla takiego modelu w ośrodku nieograniczonym mogą propagować się trzy fale mechaniczne, tzw. fale szybka, wolna i poprzeczna, a ich właściwości dyspersyjne i tłumiące związane są z oddziaływaniami, których intensywność reprezentują makroskopowe współczynniki materiałowe i sprzęgające (w ogólności zespolone i zależne od częstotliwości). Rozpatrzono dwa różne sformułowania modelu (przemieszczeniowe i przemieszczeniowo-ciśnieniowe) z uwzględnieniem potencjału elektrycznego piezoelektryka, warunki brzegowe oraz formę słabą równań.

W części numerycznej przedstawiono dwuwymiarową symulację transmisji fali akustycznej propagującej się w kanale powietrznym przez przegrodę złożoną z poliuretanowej pianki pokrywającej podparte pasmo płyty aluminiowej z naklejoną centralnie po drugiej stronie piezoelektryczną płytką ceramiki PZT. Jako rezultaty przedstawiono wyniki transmisji przez pasywne pasmo płytowe bez warstwy pianki oraz z tą warstwą. Obecność warstwy pianki powoduje redukcję transmisji hałasu w dwóch zakresach częstotliwości rezonansowych, zwiększenie redukcji transmisji hałasu dla częstotliwości powyżej drugiego rezonansu, zaś dla niskich częstotliwości warstwa pianki okazała się nieefektywna. W przypadku aktywnej redukcji hałasu znaleziono parametry sygnału elektrycznego wymagane do wytłumienia pierwszego rezonansu.

[H-2]: "Numerical investigation of active porous composites with enhanced acoustic absorption", Journal of Sound and Vibration, 330, 22, 5292-5308.

W pracy przeprowadzono numeryczną analizę aktywnych kompozytowych absorberów hałasu złożonych z warstwy materiału porowatego zawierającego aktywne elementy piezoelektryczne. Głównym celem projektowania takiego kompozytu jest uzyskanie silnego pochłaniania fal o niższych częstotliwościach, dla których warstwy pasywne nie są efektywne. Dodatkowo wymaga się aby warstwy miały niewielką grubość i właściwości adaptacyjne aby można je było stosować np. w lotnictwie. Idea proponowanych rozwiązań zakłada pobudzanie elektryczne elementów piezoelektrycznych z zastosowaniem niewielkich energii celem wpływania na drgania szkieletu, zmieniając fazę drgań szkieletu w stosunku do fazy zewnętrznych fal akustycznych penetrujących materiał. W analizie numerycznej rozważono dwufazowy (Biotowski) opis materiału porowatego, różne układy wtrąceń folii aluminiowej lub elementów piezoelektrycznych i dwa rodzaje pianek o wysokiej porowatości. Skoncentrowano się głównie na częstotliwościach niższych, porównując pochłanianie dźwięku przez warstwy samych pianek z rezultatami uzyskanymi dla odpowiadających im kompozytów z periodycznie rozmieszczonymi strukturami typu T. Wyniki tłumienia aktywnego były lepsze w całym zakresie częstotliwości, zwłaszcza w okolicach częstotliwości rezonansowych. W celu wskazania optymalnego dla dyssypacji energii ruchu szkieletu przeanalizowano względny ruch faz, jak też amplitudy i kąty fazowe obu faz.

[H-3]: "Inverse identification and microscopic estimation of parameters for models of sound absorption in porous ceramics", Proc. of Int. Conference on Noise and Vibration Engineering, Leuven 2012, ed. P. Sas et al. 95-107.

W pracy zaprezentowano pierwszą wersję rozwiązania problematyki dalej rozwijanej (prace [H-5] i [H-7]), a poświęconej opracowaniu metody identyfikacji parametrów materiałów porowatych występujących w jednofazowym modelu takich ośrodków (model płynu efektywnego). Zakładano, że porowatość jest znana, a pomiary i odpowiadające im symulacje realizowano w konfiguracji, w której porowata próbka przylega do sztywnej ścianki. Pomiary wykonano w zakresie częstotliwości od 500 Hz do 6.4 kHz dla porowatej ceramiki Al_2O_3 i wyznaczano impedancję akustyczną, zespolony współczynnik odbicia i współczynnik pochłaniania. Rozwiązanie zagadnienia odwrotnego miało na celu identyfikację makroskopowych parametrów struktury: krętość, tzw. lepka i termiczną przepuszczalność, oraz tzw. lepki i termiczny wymiar charakterystyczny. Dodatkowo, wykorzystuje się symulacje problemu mikroskopowego dla komórki elementarnej aby przechodząc po uśrednieniu wyników na poziom makroskopowy (tzw. obliczenia wieloskalowe) wyznaczyć lepka przepuszczalność. Dla komórki elementarnej zakładano znaną porowatość oraz znane rozmiary porów i okien je łączących. Metoda identyfikacji oparta na rozwiązaniu zagadnienia odwrotnego i tzw. obliczenia wieloskalowe dały porównywalne wartości przepuszczalności, charakterystyczny wymiar termiczny okazał się porównywalny ze średnim wymiarem porów, zaś charakterystyczny wymiar lepki przyjmuje wartość bliską średniemu wymiarowi okien łączących pory.

[H-4]: "Microstructure-based calculations and experimental results for sound absorbing porous layers of randomly packed rigid spherical beads", Journal of Applied Physics, 116, 3, 034905-17.

Zaprezentowano symulacje dotyczące mikrokontynuального opisu płynu w komórkach reprezentatywnych celem numerycznego wyznaczenia parametrów struktury oraz wyniki badań doświadczalnych odnoszące się do pochłaniania i prędkości propagacji fal dźwiękowych w ośrodku granulowanym zbudowanym z upakowanych sztywnych kulek. Założenia kulki są identyczne i tworzą proste konstrukcje komórki reprezentatywnej. Wykorzystując rozważania analityczne (w tym aproksymację metodą self-consistent) uzyskano także zgrubne wartości parametrów mikrostruktury. Opisano wyniki pomiarów pochłaniania dźwięku przez warstwy plastikowych kul o takiej samej średnicy (5.9 mm) wsypywanych do rury impedancyjnej. Porowatość materiału wynosiła 40-42%. W badaniach symulacyjnych rozważono regularne, periodyczne upakowania kul: typu SC, BCC oraz FCC o porowatości wynoszącej odpowiednio: 47.6, 32 oraz 26% (znacząco różnej od porowatości wyznaczonej doświadczalnie). Dla reprezentatywnych elementów objętościowych rozwiązano metodą elementów skończonych problemy brzegowe na poziomie mikroskopowym dla: zagadnienia Laplace'a na przeskalowany potencjał pola elektrycznego w przewodzącym płynie, dla zagadnienia przepływu lepkiego płynu nieściśliwego (zagadnienie Stokesa) z brakiem poślizgu i zagadnienia Poissona na pole temperatury. Przez uśrednianie wyników uzyskano osiem parametrów związanych z mikrostrukturą ośrodka: porowatość, inercyjną krętość, statyczną krętość lepka i termiczną, przepuszczalność lepka i termiczną oraz długości charakterystyczne lepka i termiczną. Symulacje propagacji fal na poziomie makroskopowym oparto na modelu płynu ekwiwalentnego JCAPL wykorzystując makroskopowe parametry: zespoloną gęstość i moduł ściśliwości jak też współczynniki definiujące siłę oddziaływania, powiązane z wyznaczanymi parametrami struktury. Rozwiązano zagadnienie Helmholtza dla propagacji fal akustycznych wykorzystując estymowane parametry strukturalne i wyznaczano powierzchniową charakterystykę impedancji akustycznej i współczynnik pochłaniania. Otrzymane wyniki porównano z rezultatami pomiarów uzyskując bardzo dobrą zgodność.

[H-5]: "A methodology for a robust inverse identification of model parameters for porous sound absorbing materials", Proc. of Int. Conference on Noise and Vibration Engineering, Leuven 2014, ed. P. Sas et al. 63-76.

Rozważono identyfikację parametrów dla sześcioparametrowego wariantu modelu JCAL propagacji fal w nieodkształcalnych materiałach porowatych. W tym celu rozwiązano zagadnienie odwrotne wykorzystując analityczne rozwiązania dla porowatego ośrodka jedno i dwuwarstwowego na sztywnym podłożu przyjmując warstwę wierzchnią ze sztywnego materiału porowatego, zaś warstwę pośrednią z innego materiału porowatego lub pustki powietrznej. Wyprowadzono wzory na powierzchniową impedancję akustyczną i współczynnik pochłaniania. Zaproponowano zestaw znormalizowanych parametrów bezwymiarowych jednoznacznie związanych z parametrami modelu.

Wprowadzono tzw. częstotliwości skalujące celem normalizacji składowych wektora parametrów bezwymiarowych związanych z efektami lepkości i termicznymi. Rozwiązanie zagadnienia odwrotnego (identyfikacja poszukiwanych wielkości opisujących strukturę) polega na minimalizacji funkcji celu zdefiniowanej dla wektora parametrów bezwymiarowych jako suma kwadratów różnic pomiędzy impedancją akustyczną warstwy identyfikowanego materiału porowatego obliczoną z modelu JCAL oraz wynikami pomierzonymi w rurze impedancyjnej. Zaprezentowano test identyfikacyjny przeprowadzony dla rzeczywistego materiału ceramiki porowatej. Pomiar impedancji akustycznej (jej składowych rzeczywistej i urojonej) wykorzystano w procedurze identyfikacji parametrów bezwymiarowych, z których wyznaczono parametry modelu JCAL. Zidentyfikowane parametry wykorzystano do obliczenia impedancji akustycznej oraz pochłaniania dla warstwy materiału o innej grubości i porównano rezultaty obliczeń z wynikami pomiarów, uzyskując dobrą zgodność.

[H-6]: "Generation of random microstructures and prediction of sound velocity and absorption for open foams with spherical pores", Journal of the Acoustical Society of America, 137, 4, 179-1801, 2015.

Zaproponowano metodę projektowania i oceny morfologii dźwiękochłonnych pianek o otwartych porach o kształcie zbliżonym do kulistego. W pierwszym etapie stosowano algorytm quasi-losowego generowania reprezentatywnych mikrostruktur o otwartym periodycznym rozkładzie kulistych porów. Algorytm wykorzystuje symulację mieszania sztywnych kul o różnej wielkości w zmniejszającym się obszarze sześciennym i zapewnia losowy rozkład porów. Parametry projektowe stanowią: porowatość, średni rozmiar porów i odchylenie standardowe, oraz parametr maksymalnej wzajemnej penetracji porów. Wyniki numerycznego badania parametrów generowanych mikrostruktur pokazały, że porowatość i średni wymiar porów są wielkościami, które można w procedurze osiągnąć dokładnie i niezależnie. Pozostałe dwa parametry nie mogą być osiągnięte niezależnie i precyzyjnie.

Następnie dla wygenerowanych mikrostruktur rozwiązano zagadnienia brzegowe i określono efektywną prędkość fal oraz pochłanianie w zależności od częstotliwości. Przedyskutowano ograniczenia zaproponowanej metody, związane z kosztami obliczeń numerycznych. Przedstawiono wyniki dla reprezentatywnego elementu objętościowego właściwego dla porowatej ceramiki korundowej o porowatości 88%. Pozwoliło to na wygenerowanie mikrostruktury o takiej porowatości i odpowiednim średnim rozmiarze porów. Osiągnięcie wymaganych parametrów było możliwe przy względnie dużej liczbie porów i szerokim rozkładzie ich rozmiarów (znaczną wielkość obszaru reprezentatywnego). Pokazano, że krzywa współczynnika pochłaniania wyznaczona z modelu makroskopowego wykorzystującego wyniki analizy mikrostrukturalnej (estymacji parametrów) daje zbliżone

wyniki do rezultatów otrzymanych z pomiarów dla próbki ceramicznej w rurze impedancyjnej.

[H-7]: "Normalized inverse characterization of sound absorbing rigid porous media", Journal of the Acoustical Society of America, 137, 6, 3232-3243.

Omówiono metodę identyfikacji parametrów dla ośmioparametrowej wersji makroskopowego modelu propagacji fal w nieodkształcalnym materiale porowatym (JCAPL) stosując metodykę analogiczną jak w pracy [H-5]. Dane wejściowe do identyfikacji stanowi wyznaczona eksperymentalnie i obliczona numerycznie powierzchniowa impedancja akustyczna. Rozważono układ pojedynczej warstwy oraz warstwy z przerwą powietrzną. Obok identyfikacji przeprowadzonej dla materiału, który badano w [H-4] zamieszczono wyniki dla względnie sztywnej pianki poliuretanowej o bardzo dużej porowatości. Rolę zastosowania częstotliwości normalizujących zilustrowano dla trzech identyfikacji i tej samej pianki w rurze impedancyjnej ale w innych zakresach częstotliwości. Minimalizację funkcji celu zrealizowano dla trzech par częstotliwości skalujących. Wyznaczone wektory parametrów bezwymiarowych mają inne składowe pomimo, że obliczone dla każdego z przypadków parametry falowe modelu JCAL niewiele się różnią. Przedyskutowano zagadnienie uwarunkowania problemu identyfikacji wykazując, że zależy ono od doboru częstotliwości skalujących.

Podsumowując zakres badań przedstawionych przez Habilitanta w powyższym cyklu prac można je podzielić na trzy obszary:

- Symulacja obszarów reprezentatywnych i modelowanie mikrokontynuálne celem projektowania struktur porowatych oraz wyznaczenia parametrów mikrostruktury materiałów dźwiękochłonnych (prace [H-4], [H-6] i częściowo praca [H-3]),
- Rozwijanie metod identyfikacji makroskopowych parametrów modeli propagacji fal w materiałach porowatych w oparciu o rozwiązywanie zagadnień odwrotnych z wykorzystaniem technik optymalizacyjnych, modeli makroskopowych i wyników badań eksperymentalnych (prace [H-3], [H-5] i [H-7]),
- Modelowanie i symulacje pochłaniania fal przez aktywne kompozyty porowate; projektowanie takich kompozytów (prace [H-1] i [H-2]).

Do najważniejszych wyników uzyskanych w cyklu prac Habilitanta należy zaliczyć:

- 1) Opracowanie metody projektowania mikrostruktury materiałów o porach otwartych w kształcie kulistym na bazie algorytmu generowania wybranych konfiguracji porów oraz modelowania wieloskalowego (przejścia od skali mikro do makro),
- 2) Opracowanie metodologii identyfikacji parametrów struktury ośrodka porowatego występujących w modelach propagacji fal wykorzystując normalizację parametrów, w szczególności poprzez wprowadzenie tzw. częstotliwości skalujących w celu stabilizacji i zwiększenia efektywności metody identyfikacji,
- 3) Powiązanie metody identyfikacji parametrów struktury ośrodka porowatego z obliczeniami wieloskalowymi z wykorzystaniem reprezentatywnej geometrii mikrostruktury,

- 4) Opracowanie modeli i analiza efektywności aktywnego kompozytu dźwiękochłonnego wykorzystując aktywne dostosowanie drgań szkieletu z pomocą elementów piezoelektrycznych pobudzanych sygnałami elektrycznymi.

Mając na uwadze powyższe omówienie stwierdzam, że Habilitant przedstawił tematycznie spójny cykl autorskich prac mających istotne znaczenie dla mechaniki i akustyki dźwiękochłonnych materiałów porowatych. Pięć z tych prac zostało opublikowane w czasopiśmie z bazy JCR (o wysokim IF), zaś dwie pozostałe opublikowano w pokonferencyjnych wydawnictwach zbiorowych indeksowanych przez Web of Science.

Uzyskanie powyższych wyników było możliwe dzięki bardzo dobrej orientacji Habilitanta w literaturze przedmiotu w zakresie aktualnych problemów modelowania mikroskopowego i makroskopowego materiałów porowatych, zwłaszcza w odniesieniu do zjawisk falowych. Niezbędne były wysokie umiejętności samodzielnego stawiania i rozwiązywania problemów teoretycznych dotyczących symulacji numerycznych przepływu płynów (skala mikrokontynuualna) i propagacji fal w ośrodkach materialnych (skala makrokontynuualna), a także zaawansowane kompetencje z zakresu rozwiązywania zagadnień odwrotnych wykorzystując modele propagacji fal i wyniki pomiarów celem kalibracji modeli. Habilitant posiadał umiejętność realizacji zaawansowanych pomiarów akustycznych pianek dźwiękochłonnych i wykorzystania ich wyników pod kątem identyfikacji właściwości materiałowych pianek.

Należy podkreślić wyjątkowe kompetencje Habilitanta w rozwiązywaniu zagadnień programistycznych polegających na implementacji sformułowania całkowego modeli propagacji fal w ujęciu jednofazowym (modele płynów efektywnych) jak i dwufazowym (model Biot), a także w przypadku kompozytów z elementami piezoelektrycznymi. Dotyczy to również rozwijania narzędzi do symulacji mikrostruktury (generowanie periodycznych mikrostruktur reprezentatywnych dla pianek o porach kulistych) i numerycznego opisu przepływu w komórkach reprezentatywnych, a także numerycznego rozwiązywania zagadnień nieliniowej optymalizacji.

Wśród uwag krytycznych należy zauważyć, że zastrzeżenia budzą niektóre terminy stosowane przez Habilitanta, zwłaszcza w Autoreferacie. Dotyczy to np. wyrażenia identyfikacja odwrotna (dosłowne tłumaczenie terminu inverse identification) lub charakteryzacja odwrotna, które w polskiej nomenklaturze oznaczają identyfikację wykorzystującą rozwiązanie zagadnienia odwrotnego. Określenie wiotki szkielet oznacza podatny szkielet. Z kolei pojęcie mikrostruktury nie jest jednoznaczne bowiem z jednej strony Habilitant pisze o mikrostrukturze jako mikro-geometrii szkieletu lub porów, która związana jest z takimi makroskopowymi parametrami jak porowatość, krętość i przepuszczalność, zaś z drugiej strony pisze o drganiach mikrostruktury rozumianej jako szkielet (jak w temacie ocenianego osiągnięcia). Także pojęcie cech geometrycznych występujące w temacie osiągnięcia nie jest jednoznaczne bo dotyczyć może geometrii szkieletu lub porów (mikrostruktury) albo makro-geometrii kompozytu pochłaniającego dźwięk, tj. parametrów geometrycznych układu warstw (grubości) i wtrąceń.

3. Ocena aktywności naukowej

Dorobek publikacyjny i wskaźniki bibliometryczne

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora dr inż. Tomasz Zieliński zajmował się różnymi zagadnieniami wibroakustyki materiałów porowatych i kompozytów absorbujących dźwięk z elementami aktywnymi, a także zagadnieniami projektowania i badania materiałów i konstrukcji inteligentnych. W swoich badaniach realizował prace eksperymentalne celem

identyfikacji właściwości absorpcyjnych materiałów, rozwijał modele i symulacje numeryczne drgań i propagacji fal oraz oddziaływania fal z ośrodkami i konstrukcjami pochłaniającymi energię.

Poza tematycznym cyklem prac stanowiących oceniane osiągnięcie Habilitant jest z tego zakresu autorem lub współautorem siedmiu prac w renomowanych czasopismach z listy JCR o łącznym IF (5-letnim) wynoszącym ponad 12. Opublikował także 5 innych prac indeksowanych przez Web of Science, głównie w wydawnictwach pokonferencyjnych. Jest autorem dostępnej w wersji elektronicznej monografii "Introduction to modelling of multiphysics problems". Lecture Notes 2014, trzech rozdziałów w monografiach oraz jest autorem lub współautorem 25 innych publikacji. W przypadku prac współautorskich udział Habilitanta w realizacji badań jest znaczący, w kilku przypadkach potwierdzają to zaświadczenia współautorów. Sumaryczna liczba cytowań publikacji autorstwa lub współautorstwa dra inż. T. Zielińskiego wynosiła 67 (25.06.2015, baza Web of Science) zaś indeks Hirscha miał wartość 5. Wskaźniki te potwierdzają znaczące zainteresowanie pracami Habilitanta i aktualność podejmowanych problemów badawczych.

Międzynarodowe lub krajowe projekty, nagrody oraz referaty

Dr inż. T. Zieliński po uzyskaniu stopnia doktora (2004 rok) uczestniczył w 9 projektach badawczych lub badawczo-rozwojowych, w tym w 4 o zasięgu międzynarodowym. W przypadku jednego projektu nt. Smart Vibroacoustics (finansowanego z programu Innowacyjna Gospodarka 2007-2013) był kierownikiem i głównym wykonawcą. Projekty obejmowały tematycznie zagadnienia będące przedmiotem ocenianego osiągnięcia naukowego ale także inne problemy (np. problemy fal powierzchniowych w piezoelektrykach, projektowanie i badania materiałów i konstrukcji inteligentnych, monitorowanie lub diagnostyka konstrukcji).

Wyniki swoich prac Habilitant prezentował wielokrotnie (20 razy od uzyskania doktoratu) na konferencjach o zasięgu międzynarodowym.

Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz współpraca międzynarodowa

Dr inż. T. Zieliński od 2006 roku prowadzi w IPPT PAN semestralny kurs dla doktorantów "Wstęp do modelowania zagadnień fizycznych". W ramach kursu omawiane są podstawy teoretyczne zagadnień fizyki matematycznej, metody numeryczne przydatne do ich rozwiązania i symulacje dla wybranych zagadnień fizycznych (transport ciepła i masy, elementy teorii sprężystości, podstawy dynamiki płynów i propagacji fal w płynach, a także wybrane zagadnienia piezoelektryczności) z wykorzystaniem środowiska programistycznego COMSOL.

Habilitant prezentował wielokrotnie wykłady na zaproszenie w ośrodkach krajowych (m.in. Politechnika Warszawska i Wrocławska, UKW w Bydgoszczy, AGH w Krakowie) i zagranicznych (m.in. CEDRAT Technologies Meylan/Grenoble, EC Lyon, Francja i Harbin Institute of Technology, Aircraft Strength Research Institute, Chiny).

Dr inż. T. Zieliński pełnił rolę opiekuna naukowego i promotora pomocniczego doktoranta IPPT PAN p. Łukasza Nowaka (temat pracy: Adaptive feedback control system for reduction of vibroacoustic emission) oraz sprawował opiekę naukową nad trzema stażystami zagranicznymi. Był powoływany na recenzenta prac w kilku renomowanych czasopismach (m.in. J. Sound Vibration, Structural Health Monitoring, J. Structural Control). Od 2009 roku uczestniczy w Festiwalach Nauki prezentując w ramach pokazów przygotowanych przez IPPT PAN problematykę podstaw zagadnień identyfikacji źródeł dźwięku i nowoczesny sprzęt pomiarowy.

Habilitant odbył liczne staże zagraniczne. W 2004-2006 odbył półtoraroczny staż w Ecole Centrale de Lyon, Francja, uczestnicząc w projekcie badawczym CAHPAC, w latach 2012, 2014 i 2015 odbył kilkunastomiesięczne staże w Ecole Centrale de Lyon, CEDRAT Technologies k. Grenoble, Francja i I-Deal Technologies GmbH Saarbrücken, Niemcy realizując współpracę naukową dotyczącą różnych problemów tzw. materiałów inteligentnych.

4. Wnioski końcowe

Po zapoznaniu się z dokumentacją dotyczącą dorobku dra inż. Tomasza Zielińskiego po uzyskaniu stopnia doktora stwierdzam, że spełnione są kryteria określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami). Dotyczy to w szczególności tematycznego cyklu prac "Propagacja i tłumienie fal akustycznych w ośrodkach porowatych, a cechy geometryczne i drgania mikrostruktury" stanowiącego osiągnięcie naukowe Habilitanta, które wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny mechanika w zakresie opracowania metod projektowania materiałów i kompozytów porowatych, symulacji propagacji fal i identyfikacji parametrów mikrostruktury takich materiałów. Także pozostały dorobek naukowy, działalność dydaktyczna, popularyzatorska i współpraca międzynarodowa dowodzą, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową.

W związku z powyższym stwierdzam, że udokumentowany dorobek i wysoka aktywność naukowa dra inż. Tomasza Zielińskiego mogą być podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie mechanika.

