

dr hab. inż. Igor Maciejewski, prof. PK  
Katedra Mechatroniki i Automatyki  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki  
Politechnika Koszalińska

Koszalin, 17 czerwca 2024 r.

## **RECENZJA**

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego  
**dr inż. Grzegorza Mikułowskiego**  
z Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk

(pismo z dnia 05.04.2024 od Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki  
PAN w sprawie powołania dr. hab. inż. Igora Maciejewskiego, prof. PK w charakterze  
recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Grzegorza Mikułowskiego)

### **Ocena osiągnięcia naukowego wraz z opinią o aktywności naukowej i całokształcie dorobku Kandydata**

na podstawie cyklu publikacji powiązanych tematycznie pt.

**„Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych technik adaptacji  
sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych”**

## **1. INFORMACJA O KANDYDACIE I WNIOSKU**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski zatrudniony na stanowisku specjalisty badawczo-technicznego w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN.

### **1.1 Kariera akademicka Kandydata**

Studia wyższe: mgr inż. o specjalności Samochody i Ciągniki (kierunek  
Mechanika i Budowa Maszyn, temat pracy magisterskiej  
„Projekt układu napędowego niskopodłogowego autobusu  
miejskiego”), Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych  
Politechniki Warszawskiej, 2002 r.

Stopień naukowy doktora: dr inż. nauk technicznych w zakresie Budowy i Eksploatacji  
Maszyn (tytuł rozprawy doktorskiej „Adaptive impact absorbers  
based on magnetorheological fluids”), Instytut Podstawowych  
Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, 2008 r.

*Maciejewski*

## **1.2 Kariera zawodowa Kandydata**

Od 2002 r. do chwili obecnej – Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, początkowo jako doktorant w latach 2002-2007, kolejno zatrudniony na stanowisku asystenta w latach 2007-2008, a następnie adiunkta w latach 2008-2016, od 2016 do chwili obecnej – pracuje na stanowisku specjalisty badawczo-technicznego.

## **1.3 Informacja o wniosku**

Oceny osiągnięcia naukowego oraz oceny istotnej aktywności naukowej zawartych w niniejszej recenzji dokonano na podstawie przedstawionych we wniosku z dnia 28.09.2023 r. dokumentów obejmujących autoreferat oraz 7 publikacji powiązanych tematycznie pt. „Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych technik adaptacji sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych”, wykazu osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, zestawienia indywidualnego wkładu Autora w powstanie poszczególnych prac z zakresu przedstawionego osiągnięcia oraz oświadczeń współautorów publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

## **1.4 Spełnienie przez kandydata wymagań formalnych**

Kandydat spełnia wymagania formalne dotyczące nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego, tj. zgodnie z ustawą:

- posiada stopień naukowy doktora,
- posiada uzyskane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora osiągnięcie naukowe, stanowiące istotny wkład w rozwój modelowania numerycznego i badań eksperymentalnych wybranych układów redukcji drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnego sterowania sztywnością, opartego na innowacyjnych algorytmach,
- wykazuje istotną aktywność naukową w postaci artykułów znajdujących się w bazie JCR i wystąpieniach przygotowanych na krajowe i międzynarodowe konferencje naukowe oraz w postaci udziału w projektach badawczych (głównie jako Wykonawca), finansowanych przede wszystkim ze środków konkursowych na naukę.

## **2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO**

Oceny osiągnięcia naukowego dr inż. Grzegorza Mikułowskiego dokonano na podstawie dołączonego do wniosku autoreferatu, zawierającego omówienie cyklu publikacji powiązanych tematycznie pt. „Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu



półaktywnych technik adaptacji sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych”, opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Na ww. cykl składa się 7 pozycji, 6 współautorskich, wszystkie artykuły opublikowano w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym (6 artykułów wysoko punktowanych). Z załączonych oświadczeń współautorów wynika, że merytoryczny udział Kandydata w powstanie cyklu publikacji powiązanych tematycznie jest dominujący. Udział ten dotyczy przede wszystkim sformułowania problemu badawczego, opracowania modelu matematycznego rozpatrywanego układu, syntezy systemu sterowania drganiami, przeprowadzenia badań symulacyjnych i eksperymentalnych oraz analizy uzyskanych wyników. Działania w tych obszarach badawczych doprowadziły do zaproponowania przez Kandydata efektywnych metod redukcji drgań mechanicznych w wybranych konstrukcjach inżynierskich.

W pracy [A1] dr inż. Grzegorz Mikułowski zaproponował innowacyjny system redukcji drgań mechanicznych z półaktywnym siłownikiem pneumatycznym o zmiennej sztywności układu. Kandydat opracował autorską metodę sterowania, w której realizowano nadążną zmianę sztywności w odpowiedzi na chwilowy stan układu drgającego. Weryfikacja takiej metody sterowania wykazała dużą skuteczność działania, zarówno przy niskich, jak i wysokich częstotliwościach drgań wibroizolowanego obiektu, a dzięki uzależnieniu prawa sterowania od bieżącej prędkości drgań uzyskano zdolność adaptacji układu półaktywnego do zmiennych warunków wymuszenia jego ruchu. Dalsze badania w zakresie autorskiej metody sterowania zaprezentowano w pracy [A2], w której półaktywny siłownik pneumatyczny wykorzystano do łagodzenia energii wzbudzenia w układach o masach skupionych. W ramach tej pracy Kandydat zaproponował kolejny algorytm sterowania, który jest odporny na brak informacji o warunkach początkowych procesu. Oryginalność takiej metody sterowania polega przede wszystkim na jej pełnej adaptacyjności do zmiany masy i/lub prędkości obiektu uderzającego, również w trakcie trwania procesu rozpraszania energii. Za nowatorskie osiągnięcie Kandydata należy też uznać procedurę badawczą, opracowaną specjalnie na potrzeby weryfikacji eksperymentalnej zaproponowanego algorytmu sterowania oraz oszacowania skuteczności jego działania.

W pracy [A3] zaprezentował realizację sprzętową półaktywnego siłownika pneumatycznego o sterowanej sztywności (demonstrator) do zastosowań w mechanicznych układach drgających. Kandydat przedstawił autorski model matematyczny opisujący szybkozmienne zjawiska termodynamiczne zachodzące w rozpatrywanym siłowniku oraz zweryfikował eksperymentalnie jego wiarygodność. Natomiast w ramach pracy [A4] podjął On tematykę związaną z kluczowym elementem układu w postaci zaworu sterującego przepływem powietrza pomiędzy komorami siłownika. Kandydat zaproponował wielokanałowe rozwiązanie zaworu, które zawiera tzw. płytki Hoerbigera oraz stos piezoelektryczny jako element wykonawczy. Dr inż. Grzegorz Mikułowski opracował model numeryczny zaworu, opisujący proces rozprężania gazu przez kryżę wielootworową o zmiennej geometrii oraz wykazał eksperymentalnie, że zaproponowany model wiarygodnie odwzorowuje zjawiska w nim zachodzące. Należy wyraźnie podkreślić, iż Habilitant jest pierwszym Współautorem patentu na przedmiotowy zawór płytowy wielokanałowy o dużej szybkości działania.



Drugą grupę zagadnień wchodzących w skład przedkładanego przez Kandydata osiągnięcia naukowego stanowi sterowanie absorpcją energii drgań mechanicznych w układach ciągłych. W pracy [A5] dr inż. Grzegorz Mikułowski przedstawił koncepcję tłumienia drgań swobodnych w konstrukcjach ramowych z elementami półaktywnymi. W ramach tej pracy stworzył unikalny model numeryczny struktur ramowych oraz zaproponował zdecentralizowany algorytm sterowania układem wykonawczym w postaci dwóch węzłów półaktywnych połączonych elementem belkowym. Przeprowadzone przez Habilitanta badania eksperymentalne potwierdziły skuteczność działania zaprogramowanego algorytmu sterowania w przypadku dwóch pierwszych częstości drgań własnych konstrukcji ramowej. Badania tej samej struktury mechanicznej Kandydat kontynuował w [A6], którą tym razem poddał oddziaływaniu wymuszeń o charakterze harmonicznym oraz losowym. Tym razem zaprezentował nowatorski algorytm redukcji drgań wymuszonych, bazujący na strategii transferu energii pomiędzy określonymi zakresami częstotliwości drgań struktur ramowych. Działanie algorytmu sterowania przeanalizował zarówno numerycznie, jak i eksperymentalnie, uzyskując redukcję amplitud przemieszczeń w zakresie 86-94% przy pierwszej postaci drgań własnych oraz 10-49% przy drugiej postaci drgań (w zależności od zastosowanego rodzaju wzbudzenia).

W pracy [A7] przeprowadzono końcową analizę porównawczą właściwości dynamicznych konstrukcji ramowej ze sterowanymi modułami półaktywnymi w zestawieniu z układem wyłącznie pasywnym. W ramach tej pracy zaprojektowano szereg oryginalnych procedur eksperymentalnych, których celem było wyznaczenie wpływu wprowadzonego sterowania na sztywność dynamiczną konstrukcji oraz weryfikacja opracowanego algorytmu sterowania i określenia jego efektywności w tłumieniu drgań mechanicznych. Uzyskane przez Kandydata wyniki badań jednoznacznie potwierdziły, że zaproponowany algorytm sterowania jest optymalny, a wykorzystanie zaproponowanego sterowania drganiami zapewnia wyższą skuteczność tłumienia drgań od układu pasywnego. Ponadto wykazano, że wprowadzenie sterowania nie zmienia sztywności dynamicznej konstrukcji ramowej.

Te i inne opracowania zawarte i szczegółowo opisane w przedmiotowym Wniosku wnoszą istotny wkład Kandydata do dyscypliny naukowej Inżynieria mechaniczna w zakresie półaktywnego sterowania drganiami mechanicznymi poprzez modyfikację sztywności układu. Zarówno w świetle walorów poznawczych, jak i aplikacyjnych, przedstawione w niniejszym Wniosku osiągnięcie naukowe Kandydata należy ocenić jako bardzo dobre.

### 3. OCENA AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Oceny aktywności naukowej dr inż. Grzegorza Mikułowskiego dokonano na podstawie spełnienia wymagań zawartych w art. 219 ust. 1 pkt. 3 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”.

Kandydat po uzyskaniu stopnia naukowego doktora był autorem lub współautorem 85 prac, w tym 26 indeksowanych w bazie Web of Science (stan na dzień 13 września 2023). Sumaryczny współczynnik wpływu (Impact Factor) IF publikacji naukowych Kandydata, według listy Journal Citation Reports (JCR), wynosi **65,075**. Liczba cytowań publikacji opublikowanych przez Kandydata według bazy Web of Science wynosi **327 (243 bez**





**autocytowań**), wg bazy Scopus **372 (298 bez autocytowań)**, a uzyskany **indeks Hirsch'a** według tychże baz to odpowiednio **12 i 13**. Na uwagę zasługują liczne **wystąpienia konferencyjne (15 po doktoracie)** Kandydata w kraju i za granicą oraz wielokrotne uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących **projekty (12)** finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, liczne **patenty (5)** i **recenzje** na zlecenie międzynarodowych czasopism naukowych (wykazano **24**). Na podkreślenie zasługuje istotna aktywność Kandydata w zakresie uczestnictwa w promowaniu kadr naukowych – Kandydat pełnił funkcję **promotora pomocniczego** w trzech **(3)** przewodach doktorskich.

Dr inż. Grzegorz Mikułowski uczestniczył w czterech projektach finansowanych przez NCN jako Wykonawca, a w obecnie realizowanym pt. „Uczenie maszynowe ze wzmocnieniem w zagadnieniach półaktywnego sterowania konstrukcjami i zdecentralizowanego tłumienia drgań: opracowanie nowych algorytmów i ocena ich efektywności” pełni rolę Głównego Wykonawcy projektu badawczego (finansowanie NCN, okres realizacji 2021-2025), Należy podkreślić, iż tematyka większości projektów wpisuje się w zakres ocenianego osiągnięcia naukowego. Ponadto był wykonawcą w czterech projektach finansowanych przez NCBiR, w jednym projekcie europejskim oraz w jednym rozwojowym, co świadczy o wysokich kompetencjach Kandydata w prowadzeniu działalności badawczo-rozwojowej na potrzeby tworzenia nowych zastosowań praktycznych.

Kandydat współpracował z firmą o profilu technologicznym Adaptronika Sp. z o.o. przy realizacji projektu badawczo-rozwojowego “ADBAG – Adaptacyjne poduszki awaryjnego lądowania dla bezzałogowych statków powietrznych” (projekt POIR.01.02.00-00-0083/16 finansowany przez NCBiR w latach 2017-2019), która zainspirowana uzyskanymi wynikami badań prowadzi dalsze prace nad wdrożeniem półaktywnych i aktywnych systemów redukcji drgań w zastosowaniu do technologii kosmicznych. Ponadto, Kandydat odbył trzy staże zagraniczne w ramach projektu EU Marie Curie Actions – Industry-Academia and Pathways (2012-2015) – SMART NEST. FP7-PEOPLE-2011-IAPP. Podczas pierwszego z nich, Jego działania badawcze skupiły się wokół innowacyjnego tłumika drgań skrętnych przy wykorzystaniu technologii prądów wirowych (06-07.2014 w firmie CEDRAT Technologies Grenoble we Francji). W ramach drugiego pracował nad laserowym systemem monitorowania stanu technicznego połączeń spawanych z wykorzystaniem technik ultradźwiękowych (05-06.2015 w firmie I-deal Technologies Saarbruecken w Niemczech). Z kolei podczas trzeciego stażu zajmował się opracowaniem półaktywnego systemu redukcji drgań mechanicznych przy wykorzystaniu aktuatorów piezoelektrycznych ze sterowaniem półpasywnym (08-11.2015 w firmie CEDRAT Technologies Grenoble we Francji).

W świetle ww. kryteriów, biorąc również pod uwagę nowatorstwo podejmowanej tematyki badawczej, aktywność naukową dr inż. Grzegorza Mikułowskiego należy uznać za bardzo dobrą.

#### **4. OCENA DOROBKU DYDAKTYCZNEGO I ORGANIZACYJNEGO**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski przygotował i prowadził autorskie zajęcia seminaryjne i laboratoryjne dla doktorantów w ramach Studium Doktoranckiego IPPT PAN nt. „Podstawy

technik pomiarowych w dynamice konstrukcji”, ponadto opiekował się studentami studiów magisterskich, odbywającymi staż w Laboratorium Inżynierii Bezpieczeństwa IPPT PAN.

Dorobek Kandydata w zakresie promotorstwa można uznać za wystarczający. Trzykrotnie pełnił funkcję promotora pomocniczego w przewodach doktorskich, jednak nie wykazał żadnej aktywności w prowadzeniu prac dyplomowych inżynierskich lub magisterskich.

Dr inż. Grzegorz Mikułowski posiada natomiast bogaty dorobek organizacyjny. W latach 2009-2023 współorganizował i opiekował się Laboratorium Pracowni Inżynierii Bezpieczeństwa w Zakładzie Technologii Inteligentnych w zakresie merytorycznym i organizacyjnym. Od 2009 roku współtworzył nowe laboratorium w strukturze IPPT PAN, którego profil ukierunkowano na badania dynamiki układów mechanicznych, wibroakustykę oraz projektowanie elektronicznych systemów sterowania. Jego indywidualny wkład w rozwój laboratorium polegał na opracowaniu zaawansowanych systemów sterowania do układów adaptacyjnych, proponowaniu szeregu metod optycznych, m.in. do analizowania kinematyki struktur mechanicznych, lub do badania odkształceń przy wykorzystaniu cyfrowej korelacji obrazu.

Kandydat organizował i współorganizował lekcje i warsztaty dla uczniów szkół podstawowych i średnich w ramach Festiwalu Nauki w latach 2013-2023 na temat zastosowania materiałów inteligentnych w technice oraz wykorzystania pomiarowych technik wizyjnych w badaniach naukowych. Ponadto zorganizował wizyty studyjne (5 spotkań) w Laboratorium Inżynierii Bezpieczeństwa IPPT PAN dla studentów studiów magisterskich z Wydziałów Politechniki Warszawskiej – Mechatroniki oraz Samochodów i Maszyn Roboczych. W uznaniu znaczącej działalności popularyzatorskiej został dwukrotnie nagrodzony (w latach 2018 i 2019) przez Dyrektora IPPT PAN nagrodą zespołową II stopnia.

Całokształt dorobku dr inż. Grzegorza Mikułowskiego w zakresie dydaktycznym i organizacyjnym należy uznać za dobry.

## 5. WNIOSEK KOŃCOWY

Zarówno dorobek, jak i osiągnięcie naukowe dr inż. Grzegorza Mikułowskiego stanowią istotny wkład w problematykę redukcji drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych metod sterowania sztywnością układu. Zagadnienia te mieszczą się w zakresie dyscypliny Inżynieria mechaniczna. Na podstawie oceny przedstawionej w pkt. 2, 3 i 4 stwierdzam, że osiągnięcie naukowe Kandydata i jego aktywność naukowa składające się na całokształt dorobku po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, spełniają całkowicie wymagania zawarte w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”.

Niniejszym wnoszę o dopuszczenie wniosku dr inż. Grzegorza Mikułowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Igor Maciejewski