

Prof. dr hab. inż. Stanisław Wolny

Kraków 08.01.2022

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

AGH Kraków

## **Recenzja**

### **w postępowaniu habilitacyjnym dr Janiny Ostrowskiej –Maciejewskiej**

#### **1. Podstawa opracowania**

Podstawą opracowania recenzji w postępowaniu habilitacyjnym Pani dr Janiny Ostrowskiej-Maciejewskiej przez Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna jest pismo prof. dr hab. Inż. Zbigniewa Ranachowskiego sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie z dnia 04.11.2021 r.

#### **2. Charakterystyka Kandydatki**

Dr Janina Ostrowska –Maciejewska ukończyła w 1962 roku studia magisterskie na Wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego na kierunku matematyka.

W roku 1968 uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN za rozprawę doktorską pod tytułem „Początkowe płynięcie plastyczne niejednorodnej półprzestrzeni” . Promotorem pracy doktorskiej był prof. Jan Rychlewski.

Od 1962 roku dr J. Ostrowska-Maciejewska była zatrudniona w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych.

#### **3. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego**

Zgodnie z wnioskiem Habilitantki z dnia 05.05.2021 roku jako osiągnięcie stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego Kandydatka wskazuje monografię pod tytułem „Fenomenologiczna mechanika ośrodków ciągłych” (monografia została wydana przez Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN ,Warszawa 2020 r.) oraz ogólny dorobek naukowy i dydaktyczny (w załączonym autoreferacie).

Monografia liczy 461 stron oraz 274 pozycje bibliograficzne, zawiera 11 rozdziałów merytorycznych ,zakończenie oraz skorowidz.

Merytoryczną ocenę zawartości naukowej rozpocznę od krótkiego przeglądu poszczególnych jej rozdziałów.

We wstępie Autorka wprowadza czytelnika w mechanikę ciał odkształcalnych. Zdefiniowała w nim między innymi: pojęcia ciała, cząsteczki, przestrzeni w tym matematyczny model przestrzeni euklidesowej punktowej, przestrzeń euklidesową wektorową. Wprowadziła fundamentalne pojęcie materialnego kontinuum. Ponadto przytoczyła wybrane elementy logiki matematycznej i rachunku zdań.

Rozdział drugi zatytułowany „Podstawowe zagadnienia z algebry i analizy tensorowej” zawiera szczegółowe omówienie rachunku tensorowego w zastosowaniu do mechaniki ośrodków ciągłych w tym, między innymi: działania na tensorach, tensory symetryczne drugiego rzędu, grupy symetrii tensora, funkcje tensorowe, pola tensorowe. Ponadto przedstawiono sposób wykorzystania układów krzywoliniowych w rachunku tensorowym.

Rozdział trzeci zawiera opis ruchu i deformacji ośrodków ciągłych. Analizę ruchu ośrodka ciągłego wykonano posługując się opisem materialnym (lagrangeowskim) oraz opisem przestrzennym (eulerowskim). Odnośnie miar deformacji i odkształcenia wprowadzono pojęcia gradientu deformacji i tensora deformacji. Analizowano wydłużenie względne oraz kąt odkształcenia postaciowego. Omówiono tensor prędkości deformacji w tym spin materialny i wektor wiru a ponadto warunki nierozdzielności. Zwrócono uwagę na ruch płaski. Rozdział zakończono opisem ruchu i deformacji we współrzędnych krzywoliniowych.

Rozdział czwarty poświęcono analizie stanu naprężenia. W jego pierwszej części zdefiniowano wektor i tensor naprężenia. Zapisano globalne i lokalne równania równowagi, a ponadto badano własności tensora naprężenia. Rozłożono tensor naprężenia na część dewiatorową i kulistą oraz analizowano wybrane stany naprężenia. Wprowadzono miary naprężenia na konfiguracji odniesienia.

W rozdziale piątym zawarła Autorka zasady i wynikające z nich równania fizyki. Rozpoczynając od równania ciągłości, zasady zachowania pędu, poprzez zasadę zachowania momentu pędu i zasadę zachowania energii mechanicznej do zasady prac wirtualnych. Zostały przytoczone prawa związane z termodynamiką ośrodków ciągłych (równania różniczkowe zasady zachowania energii), drugie prawo termodynamiki (nierówność Clausiusa-Duhema). Ponadto, gdy w obszarze zajmowanym przez ciało znajduje się powierzchnia silnej nieciągłości funkcji opisującej proces, podano warunki na skok tych funkcji wynikających z przytoczonych zasad zachowania.

Rozdział szósty poświęcono równaniom konstytutywnym i problemom z nimi związanymi. Po gruntownym omówieniu czasoprzestrzeni fizyki klasycznej, wprowadzono zasadę obiektywności. Następnie omówiono wybrane zagadnienia z analizy wymiarowej i teorii prawdopodobieństwa, w tym twierdzenie o reprezentacji (twierdzenie  $\pi$ ) i kryteria podobieństwa. Rozdział zakończono zapisem równań konstytutywnych, dokonując ich analizy.

W rozdziale siódmym krótko scharakteryzowano modele jednoparametrowe ośrodków ciągłych (Ciało Hooka, Newtona, Saint-Venanta) oraz modele dwuparametrowe (Ciało Kelvina-Voigta, Maxwella, Binghama), oraz nadmieniono o modelach wieloparametrowych.

W rozdziale ósmym omówiono ciecz Stokesa. Po zdefiniowaniu cieczy Stokesa, zapisano równania konstytutywne, zwrócono uwagę na efekty Poyntinga i Kelvina. Następnie analizowano ciecz idealną (między innymi równanie Bernoulliego). Dla przepływów bezwirowych idealnej cieczy barotropowej równania opisujące proces mechaniczny zlinearyzowano, doprowadzając do równania falowego, a ponadto do równania gazodynamiki. Przytoczono twierdzenia Kelvina i Helmholtza. Ponadto analizowano ciecz lepką Newtona dla których zapisano równania konstytutywne oraz ciecz quasi-liniową. Zwrócono uwagę na kryteria podobieństwa przepływu cieczy lepkiej.

Rozdział dziewiąty poświęcono ośrodkom sprężystym. Krótko omówiono liniową teorię sprężystości. Uwypuklono, że zastosowanie rozkładów spektralnych tensorów sprężystości  $S$  i  $C$  daje duże możliwości opisu struktury tych tensorów, czego wynikiem jest fakt, że moduły sztywności i niezmienniki ortogonalne sprężystych stanów własnych są jednakowe dla dowolnych dwóch ciał z tego samego materiału. Powyższe stwierdzenie zawiera całą informację o makrostrukturze ciała. Do jej badania posłużono się projektorami ortogonalnymi z wykorzystaniem modułów Kelvina. Wprowadzono, pewną miarę skalarną która będzie opisywała stopień anizotropii materiału sprężystego, podobnie uczyniono w przypadku materiału liniowo-sprężystego. Przedstawiono klasyfikację grup symetrii tensora sztywności  $S$  oraz omówiono anizotropowe ciała z więzami. Następnie przedstawiono rozkład izotropowy (harmoniczny) przestrzeni tensorów typu Hooka. Analizie poddano izotropowe ośrodki sprężyste. Tensor  $S$  jest wówczas tensorem izotropowym czwartego rzędu i zawiera dwie stałe materiałowe. Przytoczono równania Lamègo oraz Beltramiego-Michella. Omówiono również fale sprężyste w tym ich propagację w ośrodkach anizotropowych. Zwrócono uwagę na liniową teorię termosprężystości. W zakresie nieliniowej teorii sprężystości zdefiniowano ciało hipersprężyste w sensie Greena. Przyjmując różne miary odkształcenia, przytoczono różne postacię związku naprężenie-odkształcenie dla ciał sprężystych:

- postać Kelvina –Cosseratów,
- postać Boussinesquea,
- postać Neumanna-Kirchhoffa,
- postać Hamela,
- postać Marnaghana.

Zdefiniowano materiały sprężyste w sensie Couchy'ego i materiały hiper sprężyste. Pokazano, jak można efektywnie analizować i rozwiązywać przy wykorzystaniu teorii płaskich stanów naprężenia lub odkształcenia, problemy z teorii konstrukcji dotyczących zastosowania materiałów anizotropowych z wykorzystaniem :

- symetrycznych tensorów płaskich drugiego rzędu,
- symetrycznych tensorów płaskich czwartego rzędu.

W rozdziale dziesiątym omówiono plastyczne ośrodki izotropowe. Począwszy od zdefiniowania ośrodków izotropowych, poprzez warunki wyężenia dla tych ciał, omówiono teorie plastycznego płynięcia dla ciał idealnie plastycznych i dla ciał plastycznych ze

wzmocnieniem. Następnie omówiono warunki wyężenia dla anizotropowych ciał sprężystych w tym warunek Burzyńskiego, a ponadto rozkład energii sprężystej oraz rozkład spektralny tensora stanu granicznego  $H$ . Na przykładzie materiału liniowo sprężystego o symetrii kubicznej w stanie sprężystym i symetrii ortotropowej w stanie granicznym, prześlędzono algorytm otrzymania energetycznego warunku granicznego. Analizowano ponadto, zagadnienie płaskie dla ciał idealnie plastycznych.

Rozdział jedenasty poświęcono ośrodkom reologicznym i sypkim. Krótko omówiono modele ciał lepko sprężystych i modele pełzania. Wśród modeli pełzania wyróżniono modele pełzania ustalonego i nieustalonego. Zwrócono uwagę na modele zniszczenia, szczególną uwagę zaś na propozycje czasu zniszczenia. W zakresie ośrodków sypkich, omówiono warunki stanu granicznego, natomiast w zakresie teorii plastycznego płynięcia dla ośrodków sypkich omówiono modele:

-Druckera-Pragera,

-Shielda-Jenike.

W zakończeniu tego rozdziału krótko wzmiankowano o modelach ośrodka sypkiego dla przepływów płaskich.

Przechodząc do oceny treści zawartej w monografii muszę stwierdzić, że aktualne wydanie miało swoje poprzedniczki (cztery książki i jedną monografię) które również zawierały treści dotyczące mechaniki ośrodków ciągłych, ale wszystkie zostały wydane po 1968 roku, czyli roku w którym dr J. Ostrowska-Maciejewska uzyskała stopień doktora nauk technicznych. Oznacza to, że ocenie podlegać musi cała zawartość monografii, a nie tylko treści różniące aktualne wydanie od wcześniejszych.

Wydaną przez IPPT PAN w 2020 roku monografię „Fenomenologiczna mechanika ośrodków ciągłych” należy uznać za podsumowanie zarówno pewnego etapu rozwoju nauki o mechanice ośrodków ciągłych, jak i działalności naukowej i dydaktycznej Autorki. Przedstawiony wyżej przegląd treści monografii upoważnia do ogólnej jej oceny.

Licząca 461 stron oraz 274 pozycji bibliograficznych monografia jest dziełem, które stanowi ukoronowanie 40 lat aktywności naukowej i dydaktycznej Pani Dr J. Ostrowskiej-Maciejewskiej. Należy podkreślić, że w monografii zostały wykorzystane wyniki 20 własnych oryginalnych prac, w tym 4 w których Kandydatka była jedyną autorką. Dodatkowym atutem monografii jest fakt, że podstawowym aparatem matematycznym którym posługuje się Autorka jest rachunek tensorowy oraz technika sumacyjna. Każdy rozdział napisany jest perfekcyjnie pod względem matematycznym.

W monografii zawarto szczegółowe omówienie rachunku tensorowego w zastosowaniu do ośrodków ciągłych. Przyjęty sposób przedstawienia tematu pozwolił wyłożyć podstawy mechaniki ośrodków ciągłych w sposób jednolity i oddzielić problemy związane ze sformułowaniem zagadnień mechaniki od metod ich rozwiązywania. Monografia zawiera oryginalne i nowe treści, dotyczące zwłaszcza nowatorskiego spojrzenia na opis i modelowanie materiałów anizotropowych, zarówno w zakresie sprężystym jak i plastycznym. Między innymi wyznaczono postać tensorów sztywności  $S$  oraz oba indeksy strukturalne dla

wszystkich ośmiu grup symetrii, wykorzystując rozkład spektralny tensora  $S$ , a ponadto określono wpływ więzów wewnętrznych na własności sprężyste materiałów anizotropowych. Uzyskane wyniki, dotyczące struktury materiałów anizotropowych stworzyły możliwości projektowania nowoczesnych, zoptymalizowanych struktur przez odpowiednią modyfikację procesów technologicznych.

Podsumowując tę część dorobku naukowego zawartą w monografii z uwagi na wysoki poziom merytoryczny, nowoczesność podejścia do problemu, aktualność ujęcia oraz bogactwo informacji stwierdzam, że zasługuje na wyróżnienie.

#### **4. Ocena istotnej aktywności naukowej**

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych sumaryczny dorobek naukowy Kandydatki wynosi 36 publikacji, w tym:

- 5 książek (w tym 4 samodzielne),
- 2 monografie ( 1 samodzielna),
- 1 rozdział w Encyclopedia of Continuum Mechanics,
- 28 artykułów (3 samodzielne), artykuły te zostały opublikowane w następujących wydawnictwach:

Bulletin de l' Academie Polonaise des Sciences .Serie Sci. Tech. - 4 pozycje,

Archiwum Mechaniki Stosowanej -9 pozycji,

Rozprawy inżynierskie -1 pozycja,

Prace IPPT PAN, IFTR Reports- 2 pozycje,

Engineering Fracture Mechanics – 1 pozycja,

Math.Proc. Camb. Phil. Soc.-1 pozycja,

Engineering Transaction- 4 pozycje,

Rudy i Metale Nieżelazne, Przetwórstwo Aluminium- 1 pozycja,

Springer (e-book)-2 pozycje,

Archives of Metallurgy and Materials- 2 pozycje,

Book of Abstracts, solmech XXXVIII-1 pozycja,

VIII Seminarium Naukowe: Plasmet - 1 pozycja.

Podany dorobek publikacyjny jest lokowany w recenzowanych czasopismach i materiałach konferencji międzynarodowych, których tematyka jest zgodna z obszarem zainteresowań naukowych dr J. Ostrowskiej-Maciejewskej, a ich poziom naukowy zapewnia krytyczną ocenę osiągnięć Kandydatki w skali międzynarodowej. Pozytywną ocenę osiągnięć w tym zakresie, potwierdzają wskaźniki bibliometryczne Kandydatki, które wynoszą:

- Indeks Hirscha (wg Web of Science):  $h=6$ ,

-Liczba cytowani wg Web of Science) :139.

Istotnym uzupełnieniem osiągnięć naukowych jest informacja o wystęпах na krajowych i międzynarodowych konferencjach:

-wygłaszanie referatów na cyklicznych, organizowanych co dwa lata przez Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych IPPT PAN , międzynarodowych konferencji naukowych Sol-Mech.,

-wygłaszanie referatów na kilkunastu krajowych konferencjach naukowych tematycznie związanych z mechaniką ośrodków ciągłych,

-wygłoszenie referatu na międzynarodowej konferencji: „17th British Theoretical Mechanics Colloquium” zorganizowanej przez UMIST (The University of Manchester Institute of Science and Technology), Anglia, 1975

-wygłoszenie referatu w International Centre for Mechanical, Udine- Italy, International Symposium on Current Trends and Results in Plasticity, „Plasticity Today”, Dedicated to the memory of Professor Waclaw Olszak, 1983,

-wygłoszenie referatu na 21 Międzynarodowym Kongresie Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej ICTAM04 (International Congress of Theoretical and Applied Mechanics),w Warszawie ,2004.

Kandydatka brała udział w pięciu Grantach przyznawanych przez KBN w tym w dwóch jako główny wykonawca.

Dr J. Ostrowska-Maciejewska od X 1969 do VI 1970 roku i dwa miesiące w 1971 pracowała na Politechnice w Delft w Laboratorium Mechaniki Gruntów kierowanej przez profesora de Josselin de Jonga. Podczas pobytu w Delft zajmowała się rozwiązaniami nieciągłymi dla ośrodków sypkich , wykonując równocześnie obliczenia numeryczne dla rozwiązywania problemów związanych z mechaniką gruntów.

Przez 12 miesięcy w latach 1980-1981 i 1987-1988 pracowała na Uniwersytecie w Manchesterze jako Senior Visiting Fellowship na Wydziale Matematyki. Zajmowała się matematyczną teorią plastyczności a konkretnie płaskimi stanami oraz nośnością graniczną.

Dr J. Ostrowska-Maciejewska wykonała recenzje wielu artykułów przeznaczonych do publikacji w wydawnictwach:

-Archiwum Mechaniki Stosowanej ,

-Rozprawy Inżynierskie.

Wykonała recenzje książki „Mechanika ośrodków ciągłych” autor C. Rymarz. Wojskowa Akademia Techniczna. Warszawa. 1976

Podsumowując ocenę w zakresie aktywności naukowej Dr J. Ostrowskiej-Maciejewskiej stwierdzam, że jest wystarczająca do starania się o stopień doktora habilitowanego.

## **5. Ocena działalności dydaktycznej**

Od 1968 roku do 1972 roku Kandydatka prowadziła ćwiczenia do wykładu „Mechanika Ośrodków Ciągłych” IPPT PAN (wykładowca prof. Jan Rychlewski), który stał się obowiązkowy dla wszystkich doktorantów. Natomiast od 1972 roku przejęła prowadzenie tego wykładu wraz z ćwiczeniami, stale go wzbogacając o nowe treści, aż do 2010 roku. Przedmiot ten wykładała również na Wojskowej Akademii Technicznej (WAT) w Warszawie, w Oddziale IPPT PAN w Poznaniu i na Uniwersytecie Bydgoskim. Wielokrotnie udzielała konsultacji i merytorycznych porad doktorantom z IPPT PAN oraz z innych Instytutów i Wyższych Uczelni.

Podsumowując działalność dydaktyczną Dr J. Ostrowskiej-Maciejewskiej uważam, że jest w pełni kompetentnym nauczycielem akademickim, a ponadto znacząco przysłużyła się do spopularyzowania tego przedmiotu w ośrodkach akademickich. Zatem, ten obszar aktywności zawodowej Kandydatki oceniam bardzo pozytywnie.

## **6. Ocena działalności organizacyjnej**

W ramach popularyzacji nauki polskiej i polskich naukowców, na zamówienie wydawnictwa Springer, opracowała charakterystykę postaci profesora Jana Rychlewskiego, dla „Encyclopedia of Continuum Mechanics”. W Encyklopedii tej są przedstawieni wybitni profesorowie z mechaniki ośrodków ciągłych z całego świata. Opracowanie zawiera informacje o życiu, działalności naukowej i dydaktycznej profesora.

Pracując w IPPT PAN, była członkiem Rady Naukowej Instytutu przez dwie kadencje, wybrana w głosowaniu tajnym przez wszystkich pomocniczych pracowników nauki jako ich przedstawiciel.

Brała aktywny udział w pracach NSZZ Solidarność, będąc przez III kadencje członkiem Komisji Zakładowej w Instytucie, w której pełniła funkcję skarbnika.

Została uhonorowana Medalem 50-ciolecia IPPT PAN jak również 30-lecia Związku Zawodowego Solidarność

Podsumowując działalność organizacyjną Dr J. Ostrowskiej-Maciejewskiej stwierdzam, że dobrze spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

## **7. Wkład habilitantki rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna**

Po dokładnej analizie i ocenie osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej habilitantki stwierdzam, że jej wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna polega na:

-przeprowadzeniu gruntownej analizy mechaniki ośrodków ciągłych z wykorzystaniem rachunku tensorowego,

-przedstawienie podstaw mechaniki ośrodków ciągłych w jednolity sposób, a ponadto oddzielenie problemów związanych ze sformułowaniem zagadnień mechaniki od metod ich rozwiązywania,

-pokazanie na przykładzie uogólnionego prawa Hooke'a (liniowa teoria sprężystości)

jak naturalnym i skutecznym narzędziem do opisu odwzorowań liniowych, biliniowych i wielolinowych jest rachunek tensorowy,

-nowatorskie podejście do opisu i modelowania materiałów anizotropowych zarówno w zakresie sprężystym jak i plastycznym,

-stworzenie możliwości opisu makroskopowych ruchów ciał odkształcalnych, ze szczególnym uwzględnieniem nowego podejścia do opisu materiałów anizotropowych,

-stworzenie możliwości projektowania nowoczesnych, zoptymalizowanych struktur przez odpowiednią modyfikację procesów technologicznych, wykorzystujących wyniki dotyczące struktury materiałów anizotropowych.

Stwierdzam zatem, że wkład ten jest istotny, znaczący na wysokim poziomie naukowym i budzi uznanie oraz, co jest również bardzo ważne, stwarza możliwości jego praktycznego wykorzystania.

## **7. Wniosek końcowy**

Po zapoznaniu się z całokształtem działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej oraz monografią stwierdzam, że Habilitantka posiada znaczący i oryginalny dorobek naukowo-badawczy. Podsumowując, uznaję, że Habilitantka spełnia wymagania niezbędne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego wynikające z:

-ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2016r. poz.882 j.t.),

-rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 r. w sprawie trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. z 2015 r. poz. 1842),

-rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. nr 196 poz.1165),

-komunikat CK Nr 1/2015 dotyczącego toku postępowania habilitacyjnego.

**Wnioskuje o dopuszczenie dr J.Ostrowskiej-Maciejewskiej do dalszego postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie naukowej: Inżynieria mechaniczna**

*Stanisław Wołyński*