

Recenzja
dorobku naukowego oraz osiągnięcia naukowego
w postępowaniu habilitacyjnym
dr. Ryszarda WOJNARA

Osiągnięcie naukowe: cykl publikacji pt. „FIZYKA MATEMATYCZNA ZJAWISK PRZENOSZENIA W OŚRODKACH JEDNORODNYCH I NIEJEDNORODNYCH: WYMIANA CIEPŁA, MASY I PĘDU”

Podstawa opracowania: Pismo Rady Naukowej IPPT-PAN z dn. 20.07.2021

1. **Kandydat** - ur. w r. 1940, do r. 2005 adiunkt w IPPT. Stopień naukowy doktora nauk fizycznych uzyskał w r. 1994 po obronie rozprawy „Liniowa mechanika statystyczna uogólnionej dyfuzji” w Instytucie Chemii Fizycznej PAN.
Obecnie zatrudniony na godzinach zleconych IPPT-PAN.

2. Ocena „Osiągnięcia naukowego”

Jako swoje „Osiągnięcie naukowe” Kandydat przedstawił monotematyczny cykl 10 prac H1-H10 opublikowanych w latach 1997-2018 w czasopismach „Acta Physica Polonica, Reports on Mathematical Physics, Bull. Pol. Ac. Sci. Tech. Sci, JTAM”. Tytuł cyklu: „Fizyka matematyczna zjawisk przenoszenia w ośrodkach jednorodnych i niejednorodnych: wymiana ciepła, masy i pędu”.

Wspólnym wątkiem cyklu są opis i analiza termodynamiczna procesów transportu rozpatrywanych wielkości fizycznych, a więc cząstek materialnych, pędu, ciepła i ładunku elektrycznego. W ogólności są to zatem procesy wymiany energii szeroko rozumianej termomechaniki ośrodków ciągłych. Tematycznie wymienić można 4 grupy zagadnień prezentowanych przez Autora:

- i) procesy dyfuzji cząstek materialnych (model mechaniki statystycznej)

- ii) procesy sprzężenia dyfuzji i ciepła, a więc termodyfuzji w ujęciu fenomenologicznym
- iii) przepływ płynu przez ośrodek porowaty
- iv) sprzężenie pola temperatury z ośrodkiem sprężystym, a więc termosprężystość oraz termopiezoelektryczność.

W **grupie pierwszej** (są to prace H1 oraz H2) rozważany jest układ cząstek w ramach modelu mechaniki statystycznej, dla którego wprowadza się równania kinetyki. Pokazano przejście od tzw. dryfu (spaceru) przypadkowego (opisanego układem równań różnicowych) do ciągłego modelu fenomenologicznego (opisanego równaniem różniczkowym) z dyskusją przejścia granicznego prezentującego efekt nieskończonej prędkości dryfu.

W **grupie drugiej** (prace H3, H4, H5) rozważany jest fenomenologiczny model dyfuzji sprzężonej w wymianą ciepła, a przez to uwzględniający tzw. efekt Streatera. Warte uwagi jest przy tym uzależnienie współczynników dyfuzji oraz przewodnictwa cieplnego nie tylko od miejsca (niejednorodność) i czasu, ale również od temperatury (nieliniowe równanie przewodnictwa cieplnego). Rozpatrzono również termodyfuzję w ośrodku komórkowym o strukturze periodycznej. W pracy H5 przedstawiony jest problem dyfuzji dwupoziomowej w świetle zasad termodynamiki.

Grupa trzecia (głównie H6, H7 i H8) poświęcona jest różnym przypadkom przepływu cieczy przez ośrodek porowaty o różnych charakterystykach (zmienna porowatość, ciecz lepka, szkielet sprężysty, również efekty piezoelektryczne w szkielecie i cieczy). Prawo Darcy'ego dyskutowane w świetle współczesnych modeli przepływu przez ośrodek porowaty.

Wreszcie ostatnia **czwarta grupa** prac (H9 i H10) dotyczy termodynamicznej analizy modelowania konstytutywnego materiału sprężystego w polu temperatury i obecności przejść fazowych I i II rodzaju oraz studium homogenizacji sprężystej mikrostruktury periodycznej w warunkach przewodnictwa cieplnego i piezoelektryczności.

W wymienionych grupach tematycznych Kandydat osiągnął rezultaty o różnym stopniu wartości i oryginalności wypełniające lukę w szeregu zagadnień podstawowych i technicznych, a przez to zasługujących na uwagę. Do nich zaliczam w kolejności:

- uogólnienie efektu Streatera polegające na uwzględnieniu udziału strumienia dyfuzji w bilansie ciepła ze zmiennymi współczynnikami dyfuzji i przewodnictwa cieplnego (zależnych nie tylko od miejsca i czasu, ale i temperatury)
- analizę przejścia granicznego od równań różnicowych cząstki do równania różniczkowego bilansu stężenia z dyskusją nieskończonej prędkości
- rozważenie i opis tzw. dyfuzji dwupoziomowej

- termodynamiczną analizę fenomenologicznego prawa Darcy'ego z uwzględnieniem zmiennej porowatości
- termodynamiczną analizę materiału termosprężystego z warunkami przejść fazowych I i II rodzaju
- opis i konstrukcję tzw. efektywnych modułów ośrodka i pola dla periodycznych struktur komórkowych i porowatych w procesach dyfuzji i piezoelektryczności.

Wymienione wyżej oryginalne rezultaty cyklu uważam za autorskie i wartościowe osiągnięcie badawcze Kandydata. Wypełniają one lukę w szeroko zakrojonych zastosowaniach wymiany energii w mechanice i termodynamice ośrodków ciągłych. Prace H3, H4, H8, H10 wzbogacają mechanikę ośrodków ze strukturą oraz poszerzają zakres zastosowań metody asymptotycznej homogenizacji.

3. Dorobek naukowy

W okresie zatrudnienia w IPPT jak i obecnie jako nadal pełniącego funkcję sekretarza naukowego Seminarium Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur tego Instytutu – Kandydat zajmuje się tematyką fizycznych zjawisk przenoszenia w ośrodkach ciągłych. W szczególności są to procesy dyfuzji, przewodnictwa ciepła, termodyfuzji, termosprężystości, piezoelektryczności, mechaniki struktur porowatych itp.

Na całość dorobku publikacyjnego w okresie lat 1994-2020 tj. po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – składa się:

- 10 pozycji wyodrębnionych jako samodzielne „Osiągnięcie naukowe”
- 51 artykułów naukowych poza cyklem
- 20 rozdziałów w monografiach naukowych

Do tego dochodzą:

- referaty naukowe na konferencjach krajowych i międzynarodowych w liczbie 79 pozycji
- 4 projekty badawcze (w tym 1 jako kierownik)
- liczne recenzje dla czasopism naukowych

W grupie wymienionych wyżej 51 artykułów naukowych Kandydat wyodrębnił 15 pozycji HD1-HD15, które Autor traktuje jako dodatkowe uzupełnienie cyklu przedstawionego „Osiągnięcia”. Wśród nich prace HD14 i HD15 dotyczą efektów piezoelektrycznych w ciałach organicznych (tkanka kostna, drewno, celuloza itp.).

interesującym uzupełnieniem modelowania procesu dyfuzji jest pozycja HD5 przedstawiająca falowy opis zjawiska.

Pozostały komplet publikacji (wśród nich jest 12 pozycji współautorskich) dotyczy w większości wybranych problemów przewodnictwa cieplnego, dyfuzji, termosprężystości, piezoelektryczności, przepływów i różnych zastosowań metody asymptotycznej homogenizacji, w tym w ośrodku lepko-sprężystym, w przewodniku elektrycznym itp. Są to prace z zakresu elastodynamiki (poz. 27, 32, 42, 45) oraz 2 pozycje dotyczące stanów energii w nanodrutach (poz. 5, 6). Spośród 20 pozycji (w tym 16 po doktoracie) wchodzących w skład różnego typu opracowań monograficznych (materiały specjalistycznych sympozjów, kongresów, rozdziały monografii) Kandydat załącza 2 większe opracowania: autorskie – dotyczące biomechaniki kości (75 stron) i współautorskie – dotyczące sprężystych kompozytów poddanych wpływom pola temperatury (209 stron).

Wykaz 79 referatów naukowych dowodzi aktywnego uczestnictwa Kandydata w międzynarodowych konferencjach i sympozjach poświęconych aktualnym problemom mechaniki ciała stałego, biomechaniki, mechaniki komputerowej, termomechaniki i nanomechaniki.

Kandydat jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego, Polskiego Towarzystwa Geofizycznego oraz PTMTS.

Wymieniony dorobek naukowy, chociaż przypadający na okres wielu lat, jest liczny, wartościowy i świadczy o stałej aktywności naukowej Kandydata. Dorobek ten stanowi znaczący wkład w rozwój szeroko rozumianej termomechaniki. Istota tego znaczącego wkładu polega na uogólnieniu szeregu rezultatów opisujących procesy wymiany i transportu energii takich jak uwzględnienie zmiennych współczynników dyfuzji, przewodnictwa cieplnego, porowatości i zależności parametrów konstytutywnych od temperatury.

4. Konkluzja

Praca badawcza Kandydata w całym okresie Jego działalności naukowej skupiona jest na opisie i analizie procesów wymiany ciepła, masy i pędu stanowiących przedmiot badań chemii fizycznej, termodynamiki i mechaniki (zarówno statystycznej jak i fenomenologicznej). Tematyka ta obejmuje szeroki zakres zjawisk fizycznych, biologicznych i technicznych wchodzących w obszar badań dziedziny nauk technicznych i dyscypliny inżynierii mechanicznej (termomechanika, mechanika materiałów, biomechanika, mechanika płynów i ciała stałego).

Systematyczna aktywność naukowa Kandydata (również po przejściu na emeryturę), dorobek publikacyjny ilościowo wykraczający znacznie poza zwyczajowo przyjęte wymogi i w efekcie osiągnięte rezultaty, stanowią udokumentowany wkład w rozwój uprawianej przez Niego dyscypliny naukowej. Sylwetka naukowa Kandydata jest mi znana z Jego licznych publikacji oraz wystąpień na konferencjach naukowych.

Uważam, że Kandydat spełnia w pełni wymogi obowiązującej Ustawy, bowiem:

- przedstawiony w formie „Osiągnięcia naukowego” cykl prac jest dojrzałym i wartościowym opracowaniem naukowym na poziomie habilitacyjnym i stanowi znaczący wkład w rozwój szeroko rozumianej termomechaniki. Wymienione przeze mnie w pkt. 2 szczegóły i spostrzeżenia uzasadniają powyższe stwierdzenie
- przedstawiony w pkt. 3 dorobek publikacyjny i liczne referaty na konferencjach naukowych, udział w projektach badawczych oraz liczne recenzje dla czasopism naukowych – dowodzą utrzymującej się aktywności naukowej Kandydata zarówno w okresie Jego zatrudnienia i formalnego statusu zawodowego, jak i obecnie.

Wnoszę zatem o pozytywne rozstrzygnięcie postępowania habilitacyjnego i nadanie dr. Ryszardowi **WOJNAROWI** stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej INŻYNIERIA MECHANICZNA.

