

prof. dr hab. Maria L. Ekiel-Jeżewska
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
Pawińskiego 5b, 02-106 Warszawa

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPLYNEŁO	
14.05.2018	
Wzrost:	zaj:
Ref:	

Warszawa, 13 maja 2018

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Marka Jerzego Grądzkiego pt. *Wpływ oporności elektrycznej i przewodnictwa cieplnego na krótkofalową niestabilność wyporności magnetycznej*

Rozprawa doktorska pt. *Wpływ oporności elektrycznej i przewodnictwa cieplnego na krótkofalową niestabilność wyporności magnetycznej* została przygotowana przez mgr. Marka Jerzego Grądzkiego pod kierunkiem dra hab. Krzysztofa A. Mizerskiego w Instytucie Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Rozprawa liczy 132 strony, 7 rozdziałów, 4 dodatki i cytuje 83 prace.

Celem pracy jest stworzenie bardzo uproszczonego modelu tachokliny słonecznej i analiza niestabilności wyporności magnetycznej w jej wnętrzu, a przede wszystkim wyznaczenie wpływu procesów dyfuzyjności magnetycznej i termicznej (związanych odpowiednio z opornością elektryczną i przewodnictwem cieplnym) na cechy charakterystyczne niestabilności w przyjętym modelu teoretycznym.

W rozprawie warstwa plazmy wodorowej wewnątrz Słońca przybliżana jest jako nieskończona płaska warstwa płynu, poddana działaniu siły grawitacji oraz horyzontalnego pola magnetycznego, które maleje wraz z wysokością (gradient pola magnetycznego jest antyrównoległy do sił grawitacji). Przyjęto, że brzegi warstwy są nieprzepuszczalne i izotermiczne, oraz że na zewnątrz warstwy przewodnictwo jest doskonałe.

Przeprowadzono liniową analizę niestabilności płynu. W rozdziałach 4 i 5 przebadano oddzielnie wpływ oporności elektrycznej i przewodnictwa cieplnego płynu, a w rozdz. 6 przeanalizowano niestabilności w układzie, w którym wpływ mają oba te procesy łącznie. Skoncentrowano się głównie na zaburzeniach dwuwymiarowych w kierunkach prostopadłych do pola magnetycznego, oscylujących w kierunku prostopadłym do grawitacji. Rozważono także zaburzenia trójwymiarowe, oscylujące w kierunkach horyzontalnych. Zastosowano metodę użytą wcześniej przez innych autorów do analizy niestabilności pod nieobecność dyfuzyjności magnetycznej i termicznej, a mianowicie osobliwy rachunek zaburzeń Rayleigha-Schrödingera. Opiera się on na konstruowaniu rozwiązań problemu własnego (a zatem i współczynników narastania niestabilności) w postaci szeregów asymptotycznych i stosowany jest przy założeniu krótkich fal (dużej liczby falowej k). Wyniki tak przeprowadzonej analizy asymptotycznej dla przypadku zaburzeń dwuwymiarowych porównane zostały także z danymi wyznaczonymi na podstawie numerycznie obliczonej ewolucji układu.

Wyznaczono horyzontalne liczby falowe k dla najbardziej niestabilnego modu i pokazano w ten sposób, że są one skończone (w przeciwieństwie do przypadku bezdyfuzyjnego, dla którego mody o coraz większym k są coraz bardziej niestabilne). W ten sposób mgr

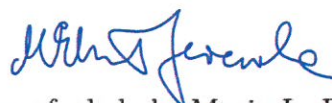
Marek Jerzy Grądzki potwierdził główną hipotezę badawczą swojej rozprawy. Zgodnie z jego przewidywaniami okazało się, że efekty oporności elektrycznej i przewodnictwa cieplnego powodują tłumienie zaburzeń o wyższych liczbach falowych.

Analiza niestabilności przeprowadzona w rozprawie jest interesująca i może być w przyszłości w pewnym zakresie użyteczna z punktu widzenia badań niestabilności występujących na Słońcu. Istotnym elementem pracy jest oszacowanie, we wzorach (3.1.6), wartości parametrów bezwymiarowych charakterystycznych dla procesów zachodzących u podstawy tacholiny słonecznej i odniesienie uzyskanych wyników asymptotycznych i numerycznych do tych właśnie wartości. Na uwagę zasługuje zastosowanie zaawansowanych metod asymptotycznych analizy zaburzeń w postaci modów Fouriera.

Wprowadzenie do tematyki zostało przez autora potraktowane niezwykle skrótowo. Brakuje pogładowego przedstawienia układu fizycznego rozważanego w rozprawie i omówienia jego związku z procesami zachodzącymi na Słońcu, a także dogłębnego omówienia podstawowych pojęć stojących u podstaw opisu teoretycznego stosowanego w pracy, takich jak ciśnienie magnetyczne, rurki pola magnetycznego, wyporność magnetyczna, tachoklina słoneczna, dyfuzyjność termiczna i magnetyczna. Potrzebna byłaby także szczegółowa dyskusja poszczególnych członów w równaniach MHD. Byłby to materiał na cały dodatkowy rozdział na temat podstaw teoretycznych. W rozprawie ogólna postać równań MHD pojawia się w rozdziale dotyczącym przypadku bezdyfuzyjnego, co jest merytorycznie niespójne. Podsumowanie rozprawy można by także bardziej rozwinąć i zawrzeć w nim obszerniejszą dyskusję wartości oraz znaczenia uzyskanych wyników.

Język rozprawy i sposób prezentacji rezultatów pozostawiają pewien niedosyt. Autor posługuje się skrótami myślowymi i kieruje swój tekst do specjalistów podczas gdy od rozprawy doktorskiej zwyczajowo oczekuje się walorów dydaktycznych takich jak jasność celów badawczych, operacyjne definiowanie pojęć, wyjaśnianie kolejnych etapów rozumowania, obszerne omówienie związku między motywacją badań a rozważanym układem fizycznym i wyborem zastosowanego opisu teoretycznego.

Podsumowując, autor rozprawy wykazał się umiejętnością prowadzenia badań naukowych, a recenzowana praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez *Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym*. Dlatego wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej pt. *Wpływ oporności elektrycznej i przewodnictwa cieplnego na krótkofalową niestabilność wyporności magnetycznej* oraz dopuszczenie mgr. Marka Jerzego Grądzkiego do jej publicznej obrony.



prof. dr hab. Maria L. Ekiel-Jeżewska