



UNIwersytet Warszawski
Instytut Matematyki Stosowanej i Mechaniki

ul. Banacha 2
02-097 Warszawa

tel.: (0 22) 55 44 486
faks: (0 22) 55 44 300

dr hab. Piotr Rybka
e-mail: rybka@mimuw.edu.pl

Warszawa, 7. maja 2007 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr E.Kruglenko
Analiza Funkcjonałów Niewypukłych Charakteryzujących Mikromagnetyki

Przedłożona rozprawa pani mgr Eleonory Kruglenko ma charakter interdyscyplinarny: wprowadza w fizykę zjawisk mikromagnetycznych, prezentuje narzędzia matematyczne, (są nimi tutaj rachunek wariacyjny i teoria miar Younga), rozważa dyskretyzację modelu łącznie z eksperymentem numerycznym a na koniec przedstawia analizę ściśle matematyczną nowego modelu.

Rozprawa zaczyna się od prezentacji fizyki mikromagnetyzmu i jego statycznych modeli matematycznych. Dużo uwagi Autorka poświęca materiałom, których właściwości sprężyste zależą od wektora namagnesowania, a szczególnie stopy z pamięcią kształtu. Z uwagi na brak dostatecznych kompetencji w dziedzinie fizyki ograniczę swoje opinie w tej sprawie. Nadmienię, że z mojego punktu widzenia ten rozdział jest bardzo dobrze przygotowany i był dla mnie bardzo pouczającą lekturą.

Następny rozdział jest poświęcony matematycznym narzędziom badania mikromagnetyzmu. Ponieważ rozważane w pracy modele są statyczne, to ich matematyczny opis prowadzi do zagadnień minimalizowania funkcjonałów energii całkowitej. Innymi słowy autorka posługuje się językiem rachunku wariacyjnego. Jednakże, stosowanie metod bezpośrednich rachunku wariacyjnego wiąże się z istotnymi trudnościami związanymi z brakiem wypukłości. Po pierwsze, funkcja gęstości energii anizotropii ϕ nie może być wypukła z uwagi na silną anizotropię zagadnień magnetycznych. Po drugie ograniczenie nakładane na wektor magnetyzacji m jest niewypukłe, jest to bowiem

$$|m(x)| = 1. \quad (1)$$

Pani Kruglenko pokazuje jak sama tylko niewypukłość ϕ prowadzi to silnie oscylujących ciągów minimalizujących. Przedstawia następnie, że naiwne podejście polegające na uwypukleniu ϕ jest niewłaściwe. Tym samym Autorka uzasadnia rozpatrywanie teorii miar Younga, które można określić jako statystyki oscylacji. Szczególną odmianą miar Younga są tzw. gradientowe miary Younga, które służą do mierzenia oscylacji gradientów ciągów minimalizujących.

Potem, w rozdziale czwartym jest szczegółowo badany model mikromagnetyka. Zaczyna od pokazania, że relaksacja niewypukłego modelu za pomocą uwypuklenia funkcji gęstości anizotropii nie jest właściwa. Po pierwsze, nie wiadomo, czy minimalna wartość zrelaksowanej energii jest równa kresowi dolnemu energii niezrelaksowanej. Po drugie, w ten sposób nie można uzyskać informacji o mikrostrukturze wektora namagnesowania, ani nie wiadomo, czy jest spełniony warunek (1).

Autorka podaje za literaturą przykład rozwiązania zagadnienia wariacyjnego dla materiałów nieodkształcalnych za pomocą miar Younga, dzięki czemu udaje się odtworzyć oscylacje wektora magnetyzacji. Jednak zasadniczym celem autorki w tym rozdziale jest dyskretyzacja zagadnienia wariacyjnego zrelaksowanego za pomocą miar Younga. Jest to bardzo ciekawe zagadnienie numeryczne. Aby uzyskać metodę numeryczną pozwalającą na uchwycenie obiektów nielokalnych jakimi są miary, autorka wykorzystuje idee Krużika-Prohla i Prohla. W praktyce miary są przybliżane za pomocą funkcji prostych. Ten pomysł prowadzi do wypukłych zagadnień teorii sterowania, których rozwiązania są przybliżeniami miar Younga. Wprawdzie można dla tej metody podać

