

Warszawa, dn. 21.04.2017

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalewski
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
02-106 Warszawa, ul. Pawińskiego 5B

POLITECHNIKA GDAŃSKA WYDZIAŁ FIZYKI TECHNICZNEJ I MATEMATYKI STOSOWANEJ	
Wpłynęło dnia	08.05.2017
L. dz.	44/WFTiMS/SN/2017
Zał.	-

RECENZJA

**poprawionej wersji rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Maciakowskiego
pt.
Mechaniczny efekt Barkhausena, właściwości oraz wykorzystanie do
wyznaczania funkcji rozkładu naprężeń wewnętrznych**

wykonana na wniosek Rady Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
Politechniki Gdańskiej
z dnia 3 kwietnia 2017 roku

1. Treść i zakres rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Maciakowskiego związana jest technikami magnetycznymi zastosowanymi do analizy rozkładu składowych naprężenia wewnętrznego w materiałach ferromagnetycznych, przy czym główny nacisk położony został na opracowanie optymalnej metody pomiaru mechanicznego efektu Barkhausena.

Rozprawa składa się z jedenastu rozdziałów. Zasadniczą część pracy stanowią cztery kolejne rozdziały od szóstego do dziewiątego, pozostałe to: dwa rozdziały omawiające stan badań dotyczących tematyki rozprawy, cztery krótkie rozdziały omawiające tezy dysertacji, badane materiały, oraz prezentujące podsumowanie i wnioski końcowe. Ponadto praca zawiera wykaz literatury obejmujący 105 pozycji (o 3 więcej niż w pierwotnej wersji pracy), spis rysunków (120 pierwotnie 112), spis tabel (17 pierwotnie 16). Całość zajmuje 226 stron, pierwotnie 214. Dodatkowo Doktorant przedstawił spis stosowanych w pracy skrótów oraz spis symboli, czego zabrakło w pierwotnej wersji rozprawy.

W rozdziale pierwszym Autor, krótko uzasadnia podjęcie tematyki oraz przedstawił główne cele pracy oraz jej zakres. W rozdziale drugim Doktorant omówił właściwości magnetosprężyste ferromagnetyków, a w trzecim przedstawił klasyfikacje rodzajów naprężenia wewnętrznego. Rozdział czwarty ilustruje tezy postawione przez Doktoranta. Z kolei w rozdziale piątym mgr inż. Paweł Maciakowski scharakteryzował materiały, które poddawane były testom, od strony ich właściwości mechanicznych, składu chemicznego i stosowanych obróbek cieplnych. Rozdział szósty został poświęcony omówieniu zastosowanej

aparatury pomiarowej, którą wykorzystywano przy realizacji części doświadczalnej rozprawy. W rozdziale siódmym Doktorant zaprezentował opracowane przez siebie oprogramowanie wprowadzone do środowiska komercyjnych pakietów programowych LabVIEW oraz Java.

W rozdziale ósmym szeroko przedstawiono własną metodykę analizy wyników doświadczalnych w odniesieniu do znanych propozycji literaturowych.

Rozdział dziewiąty zawiera wyniki pomiarów dla wszystkich rozpatrywanych w pracy materiałów.

Całość pracy podsumowano krótko w rozdziale dziesiątym i dodatkowo odniesiono się do tez postawionych w rozdziale czwartym, natomiast w rozdziale jedenastym zaprezentowano główne wnioski płynące ze zrealizowanego programu badawczego.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Praca doktorska mgr inż. Pawła Maciakowskiego stanowi istotny krok w kierunku poszerzenia wiedzy w zakresie charakteryzowania zachowania materiałów ferromagnetycznych z wykorzystaniem emisji mechanicznego efektu Barkhausena oraz histerezy magnetosprężystej. Stanowi też próbę wnioskowania na temat makroskopowych właściwości mechanicznych na podstawie ewolucji wybranych napięciowych parametrów technik magnetycznych. Mając na uwadze potrzeby ciągłego uzupełnienia wiedzy w zakresie zastosowania technik magnetycznych w analizie rozkładu wartości naprężenia wewnętrznego materiałów ferromagnetycznych Doktorant przedstawia swoją rozprawę, której celem jest dostarczenie danych identyfikujących istotne problemy związane z analizą stanu naprężenia wielu odpowiedzialnych elementów konstrukcyjnych w różnych branżach współczesnego przemysłu. Jak podkreślałem już w recenzji pierwotnej wersji rozprawy, jest to tematyka bardzo aktualna zarówno z poznawczego, jak i użytecznego względu. Biorąc pod uwagę potrzeby przemysłu, szczególnie jest przydatna tam, gdzie obciążenia zmęczeniowe są dominujące, głównie jednak jest pod tym względem ważna dla przemysłu energetycznego względnie przemysłu maszynowego. Stąd uważam, że temat podjęty przez Doktoranta jest istotny i znajduje się w sferze zainteresowań współczesnej nauki prowadzonej przez wiele ośrodków naukowych w kraju i zagranicą.

Mocną stroną rozprawy, obok wyboru jej tematyki, jest z pewnością jej zakres obejmujący opracowanie koncepcji pomiarów, zbudowanie odpowiedniej aparatury, opracowanie własnego oprogramowania oraz wykonanie analizy trudnych od strony interpretacyjnej badań z wykorzystaniem technik magnetycznych.

Liczba cytowanych pozycji literaturowych dotyczących zakresu tematyki rozprawy jest pokaźna i ujmuje najważniejsze aktualne aspekty w niej rozważane oraz dobrze osadza uprawianą przez Doktoranta tematykę na tle osiągnięć innych badaczy.

Praca ma charakter analityczno-doświadczalny. Za główny wkład Doktoranta do rozwoju nauk technicznych w dyscyplinie fizyka uważam:

- (a) Zbudowanie układu pomiaru natężenia emisji mechanicznego efektu Barkhausena w funkcji zadawanego obciążenia oraz opracowanie metodyki analizy wyników pomiarów z dużą dokładnością;
- (b) Opracowanie fenomenologicznego modelu zależności emisji mechanicznego efektu Barkhausena od zadawanego obciążenia, pozwalającego na jakościową i ilościową jego analizę;
- (c) Wykazanie wpływu deformacji plastycznej na wartość natężenia emisji mechanicznego efektu Barkhausena.

Poprawiona rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Maciakowskiego oprócz wspomnianych zalet ma w dalszym ciągu słabsze strony, które wymagają dyskusji.

Układ pracy w zasadzie jest poprawny, chociaż brakuje mi wyraźnie postawionej jednej tezy, jak powszechnie się to robi w tego typu pracach, zamiast stawiania wielu tez cząstkowych. Wskazywałem już ten problem w poprzedniej recenzji, ale Doktorant postanowił tego nie zmieniać i postawił aż osiem takich tez. Moim zdaniem nie jest to właściwa praktyka przy redagowaniu dysertacji naukowej.

Analiza stanu zagadnienia rozpatrywanego w rozprawie w rozdziałach dwa i trzy chociaż wypadła korzystnie i moim zdaniem została potraktowana w sposób szeroki, to jednak nie do końca wyczerpujący. Doktorant w przeglądzie technik badawczych pominął zupełnie rolę metody emisji magnetoakustycznej stosowanej przy charakteryzacji właściwości materiałów ferromagnetycznych. Wspominałem o tym już w pierwszej recenzji.

W moim przekonaniu odczuwalnym mankamentem pracy jest w dalszym ciągu kilka błędów terminologicznych z zakresu wytrzymałości materiałów, głównie w rozdziale drugim od strony 34 do 53. Doktorant w niektórych miejscach rozprawy dalej operuje terminami „naprężenie”, „naprężenie zewnętrzne”, „naprężenie wewnętrzne”, „odkształcenie”, „odkształcenie plastyczne” stosując błędnie liczbę mnogą, tj. „naprężenia”, „naprężenia zewnętrzne”, „naprężenia wewnętrzne”, „odkształcenia”, „odkształcenia plastyczne”. Są to błędy terminologiczne. Prawidłowo można mówić o wartościach naprężenia lub odkształcenia, względnie składowych naprężenia lub odkształcenia. Muszę jednak wyraźnie

zaakcentować, że Doktorant w stosunku do pierwotnej wersji rozprawy istotnie ograniczył liczbę tych potknięć.

W recenzji pierwotnej wersji pracy można było wskazać miejsca stosowania laboratoryjnego żargonu, zamiast słownictwa czysto naukowego. Doktorant wyraźnie poprawił tego typu niedociągnięcia, chociaż nie we wszystkich miejscach. Niestety nie ułatwia to czytania rozprawy i może powodować trudności w zrozumieniu niektórych jej fragmentów, szczególnie tych dotyczących bardzo wartościowych wyników uzyskanych przez Doktoranta.

Pozostałe uwagi o mniejszym znaczeniu z punktu widzenia merytorycznej oceny pracy przedstawiam w następnym punkcie niniejszej recenzji oraz oznaczyłem w dołączonym manuskrypcie rozprawy.

Reasumując stwierdzam, że poprawiona rozprawa mgr inż. Pawła Maciakowskiego reprezentuje dobry poziom naukowy, natomiast od strony wydawniczej nie wszędzie utrzymane są w niej odpowiednie standardy, mimo że bardzo wiele uchybień Doktorant wyeliminował, głównie chodzi o potknięcia interpunkcyjne i stylistyczne. Doktorant realizując założone cele rozprawy wykazał się dość dobrą wiedzą z zakresu mechaniki ciała stałego oraz bardzo dobrą w zakresie badań z wykorzystaniem technik magnetycznych. Zrealizowany program trudnych badań o charakterze analityczno-doświadczalnym pokazuje, że mgr inż. Paweł Maciakowski swobodnie porusza się w obszarze analitycznego modelowania złożonych zjawisk towarzyszących deformacji przy obciążeniu o charakterze monotonicznym lub cyklicznym.

3. Uwagi szczegółowe

Jak już wcześniej wspomniałem w rozprawie znajdują się pewne niedociągnięcia i drobniejsze usterki o charakterze zarówno merytorycznym, jak i edycyjnym. Poniżej zostaną one wyszczególnione.

1. Praca zawiera jeszcze sporą liczbę usterek stylistycznych, interpunkcyjnych oraz tzw. literówek, zauważone potknięcia tego rodzaju oznaczyłem w manuskrypcie pracy.
2. Budując zdanie opisowe nie powinno się w nim używać różnych czasów. Doktorant z uporem tak czyni stosując w pojedynczych zdaniach czas teraźniejszy i przeszły. Proponuję, aby jednak konsekwentnie stosować czas przeszły dla czynności, które zostały zrealizowane.

3. Spis literatury uporządkowany został alfabetycznie względem nazwisk i dobrze byłoby aby każda pozycja tam umieszczona rozpoczynała się od nazwiska, a potem powinny pojawiać się inicjały imion.
4. Streszczenie w wersji angielskiej wymaga korekty językowej.
5. Praca zawiera dalej źle sformułowane zdania, szczegóły oznaczyłem w manuskrypcie poprawionej rozprawy.
6. Mimo że w wielu miejscach Doktorant dokonał poprawek, to jednak w dalszym ciągu można wskazać miejsca, gdzie zastosował błędnie rzeczownik „ilość”, który używa się w zestawieniu z rzeczami, przedmiotami, elementami niepoliczalnymi, dla policzalnych obowiązuje rzeczownik „liczba”.

Pozostałe drobniejsze uchybienia zaznaczyłem w dostarczonym egzemplarzu poprawionej rozprawy.

4. Wniosek końcowy

Mgr inż. Paweł Maciakowski jest Autorem rozprawy doktorskiej wnoszącej istotny wkład w rozwój fizyki materiałów ferromagnetycznych, polegający głównie na:

- (a) opracowaniu fenomenologicznego modelu zależności emisji mechanicznego efektu Barkhausena od zadawanego obciążenia, pozwalającego na jakościową i ilościową jego analizę.**
- (b) wykazaniu wpływu deformacji plastycznej na wartość natężenia emisji mechanicznego efektu Barkhausena.**

Zamieszczone w niniejszej recenzji uwagi krytyczne mają w większości charakter dyskusyjny i odnoszą się do usterek natury wydawniczej lub w mniejszym stopniu merytorycznej. Należy podkreślić, że w porównaniu do pierwotnej wersji rozprawy nie rzutują one jednak znacząco na jej poziom naukowy.

Od strony teoretycznej Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością technik magnetycznych, swobodą w zakresie posługiwania się metodami analitycznymi i trafnym formułowaniem wniosków z prowadzonych rozważań. Od strony mechaniki ciała stałego, a przede wszystkim wytrzymałości materiałów wiedza Doktoranta nie jest już tak wszechstronna, ale moim zdaniem w aktualnej wersji rozprawy zadowalająca.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione aspekty uważam, że praca w stopniu dobrym spełnia wymagania ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych z dnia 14

marca 2003 roku z uwzględnieniem późniejszych zmian i dlatego stawiam wniosek o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Kowalewski