



dr hab. inż. Dariusz Czerwiński, prof. nadzw. PL
dyrektor Instytutu Informatyki

Lublin, dnia 26 maja 2017 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**mgr Eduarda Maievskyiego pt. „Comparative studies of energy dissipation
minimum in BSCCO-2223 and YBCO-123 HTS tapes”**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr Eduarda Maievskyiego. Promotorem rozprawy jest prof. nadzw. PWr dr hab. Marian Ciszek, a przewód doktorski jest prowadzony przez Radę Naukową Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu. Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie zlecenia z-cy dyrektora Instytutu ds. Naukowych prof. dr hab. Witolda Rybę-Romanowskiego, z dnia 23 marca 2017 roku. Opiniowana rozprawa doktorska składa się z:

- 117 stron maszynopisu, rozprawa została napisana w języku angielskim,
- streszczenia w języku polskim,
- spisu ważniejszych oznaczeń,
- wstępu oraz sformułowanych celów pracy,
- czterech zasadniczych rozdziałów,
- wniosków końcowych,
- wykazu literatury składającego się z 89 wielojęzycznych pozycji.

Problematyka naukowa i charakterystyka rozprawy

Tematyka rozprawy mieści się w obszarze nauk technicznych ze szczególnym uwzględnieniem problematyki symulacji komputerowych służących do wyznaczania parametrów modeli taśm nadprzewodnikowych pod kątem wyznaczania minimum strat energii.

Na uwagę zasługuje dobrze opanowany warsztat pomiarów eksperymentalnych jak również dobra znajomość środowisk do modelowania z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Niestety w pracy pojawiło się wiele pomyłek redakcyjnych (wyszczególnionych w dalszej części recenzji), co nie wpływa w znaczącym stopniu na merytoryczną zawartość rozprawy.

We wstępie Doktorant przybliży zagadnienia związane z rozwojem urządzeń nadprzewodnikowych i wykorzystywanych do ich budowy taśm pierwszej i drugiej generacji. Tematykę pracy uważam za aktualną oraz perspektywiczną pod kątem zastosowań praktycznych.

Doktorant sformułował następujące cele rozprawy: pierwszym celem było zaprojektowanie i wykonanie stanowiska pomiarowego do wyznaczania wartości prądu krytycznego i zjawisk rozpraszania energii w różnych konfiguracjach działającego zewnętrznego pola magnetycznego, drugim celem było otrzymanie wyników eksperymentów pomiarowych, a ostatnim celem była teoretyczna ocena jakościowa i ilościowa otrzymanych wyników. Cele pracy zostały osiągnięte za pomocą odpowiednio skonstruowanego stanowiska pomiarowego oraz szeregu narzędzi programowych, wykorzystaniu aparatu matematycznego obejmującego analizę z użyciem metody elementów skończonych (MES), makroskopowej elektrodynamiki nadprzewodników i modeli stanu krytycznego.

W pracy nie sformułowano tezy, nie podano też zakresu, co może być uczynione zamiennie i budzi pewien niedosyt recenzenta.

Złożona problematyka oraz związane z nią problemy analizy i eksperymentalnej weryfikacji badań są wyraźnie zaznaczone w treści pracy. Doktorant wykazał się znajomością przeprowadzania badań eksperymentalnych, jak



również wyciąganiem poprawnych wniosków. Założone cele pracy są ważne z poznawczego punktu widzenia, jednak warto również zwrócić uwagę na cechujące je walory praktyczne. Moim zdaniem wyniki uzyskane przez Doktoranta będą przydatne przy przeprowadzaniu symulacji numerycznych cienkowarstwowych taśm nadprzewodnikowych, co pozwoli na lepsze odzwierciedlenie zjawisk zachodzących w urządzeniach nadprzewodnikowych zbudowanych z taśm.

Przedstawione w rozprawie oryginalne wyniki dowodzą umiejętności planowania i realizowania złożonych zadań badawczych. Za oryginalne elementy można uznać:

- opracowanie stanowiska pomiarowego i przeprowadzenie badań eksperymentalnych,
- opracowanie modeli numerycznych i wyznaczenie optymalnych parametrów charakterystycznych dla cienkowarstwowych taśm BSCCO-2223/Ag i REBCO-123.

Autor rozprawy podjął się rozwiązania oryginalnych i ważnych zagadnień naukowych, takich jak opracowanie zagadnienia minimum strat energetycznych w cienkowarstwowych taśmach nadprzewodnikowych z wykorzystaniem aparatu matematycznego, narzędzi programistycznych i nowoczesnej aparatury pomiarowej.

Należy zwrócić uwagę, że Doktorant umiejętnie wykorzystał doświadczenie i wiedzę swojego promotora prof. Mariana Ciszka, uznanego specjalisty w dziedzinie strat mocy w taśmach nadprzewodnikowych, i był w stanie rozwiązać postawione przed nim zadanie badawcze. W bazie Web of Science są widoczne cztery współautorskie pozycje Pana magistra Eduarda Maievskyiego opublikowane od 2014 roku.

Uwagi szczegółowe

Na podstawie analizy pracy mogę stwierdzić, że układ pracy jest właściwy, a rozprawa napisana w komunikatywnym języku angielskim ale zawiera dużo błędów gramatycznych i edytorskich. W trakcie lektury nasuwają się uwagi wyszczególnione



poniżej. Pragnę nadmienić, że część z nich ma charakter dyskusyjny i nie umniejsza pozytywnej oceny recenzowanej pracy.

Uwagi redakcyjne

- 1) We wstępie (Introduction) drugi akapit zdanie zawierające „...just do not have any equivalents in the production costs ...” jest niejasno sformułowane i w całym zdaniu brakuje przecinków rozdzielających zdania podrzędne.
- 2) Tamże, powołanie się na to, że dzięki technologiom nadprzewodnikowym uzyskuje się najbardziej stabilne macierze kubitów, bez wprowadzenia czytelnika w zagadnienie komputerów kwantowych jest skrótem myślowym.
- 3) Tamże, w zdaniu „...LTS based wires lies in *its*...” winno być „*their*” (l.mnoga).
- 4) Tamże, ostatni akapit „Scientific world involved ... brings to the word a lot of”, zbyt bliskie położenie powtarzających się słów “world”.
- 5) Tamże, w zdanie „Windings, devices and machines with the parts made of HTS composite tapes...” brzmiałoby lepiej “Windings, devices and machines containing parts made of HTS composite tapes...”
- 6) W rozdziale 1.1 Suprconductivity, na stronie 6 brakuje przecinków na końcu wypunktowań i w zdaniu „Starting from 1911” zamiast „*its*” winno być „*their*” (materials to l.mnoga)
- 7) W rozdziale 1.2 HTS Tapes, str. 11 zbędna jest kropka po powołaniu na literaturę [16Wils, 17Dres]
- 8) Tamże, na str. 12 zbędna jest kropka po nazwie pierwiastka samar *Sm*.



- 9) Tamże, rysunek 8, nieczytelne opisy części rysunku w prawym górnym rogu.
- 10) Rozdział 1.4 Application of HTS tapes, akapit pierwszy w zdaniu zawierającym “... segment approximately equals to 3 billions USD per year..” brak powołania się na literaturę skąd to oszacowanie wartości.
- 11) Rozdział 2.2 Critical state model, na stronie 23 przez zależnością (2.10) jest „...formulae” powinno być „formula”. „Formulae” jest inną formą liczby mnogiej tożsamej z „formulas”.
- 12) Tamże, str. 25, zdanie „However the n-factor for HTS materials is slow that results in ...” jest gramatycznie niepoprawnie zbudowane, brakuje przecinków oraz “if” po “However”.
- 13) Rozdział 2.4 Brandt-Indenbom model, zależność (2.16), brak wyjaśnienia wprowadzonego symbolu c jako stałej.
- 14) Rozdziały 2.5 oraz 2.6, następuje zła numeracja wzorów od 2.29 do 2.31, numery powtarzają się na stronach 31, 33,34 oraz 35 i 36.
- 15) Rozdział 2.6, strona 37, ostatni akapit, brak przecinka przed „which”.
- 16) Na stronach 44 i 47 nastąpiła pomyłka w numeracji rozdziałów, dwukrotnie użyto numeru 3.2.
- 17) Na stronie 50 następuje powołanie się na wzór 3.2, brak takiego w numeracji, są 3.2a i 3.2b. Jest też niewłaściwe odwołanie się do rysunku 21(b), na którym są charakterystyki a nie schemat układu zasilania.
- 18) Na stronie 51 odwołanie się do rysunku 24 jest niewłaściwe, powinno być powołanie się na rysunek 27.
- 19) Na stronie 52, rysunek 29, opisy na rysunku są w języku polskim (termiki na radiatorach, sterowanie zasilaczem, do sterowania źródeł), a powinny być w języku angielskim, tak jak cała praca.

- 20) Na rysunku 35 (str. 60) również znalazły się opisy w języku polskim.
- 21) W tabeli 2 na stronie 66 grubość warstwy nadprzewodnika wynosi $1\text{ }\mu\text{m}$ a nie 1 mm (pomyłka w jednostkach).
- 22) Na stronie 74 podana jest wartość podatności magnetycznej χ''_{max} w mT, to nie jest jednostka podatności.
- 23) W rozdziale 4.5 na stronie 83 błędne powołanie się na rysunek 40.
- 24) Na stronie 85 następuje omyłkowe powołanie się na rysunki 41 i 42.
- 25) Rysunek 63 na stronie 90 ma tą samą numerację jak na stronie 88, podobnie w dalszej części dysertacji należałoby zmienić numerację rysunków.
- 26) Na stronie 93 następuje omyłkowe odwołanie się do rysunków 60 i 61, prawdopodobnie chodziło o rysunki 63 i 64.
- 27) Występują błędy w streszczeniu polskim.

Uwagi merytoryczne (merit remarks)

- 1) Po uzgodnieniu jednostek we wzorach 2.18 str. 27 oraz 2.33 str. 33 są one różne. Czy Doktorant może to wyjaśnić?

Eng. After agreeing the units in equations 2.18 p. 27 and 2.33 p. 33, they are different. Can a candidate explain this?

- 2) Dlaczego we wzorze 2.17 w iloczynie cx , x nie jest jako wartość bezwzględna, skoro we wzorze 2.19 pojawia się jako $|x|$?

Eng. Why in formula 2.17 in the product cx , x is not an absolute value, since in formula 2.19 it appears as $|x|$?

- 3) Strona 37, zdanie „Due to approximation of infinitely long tape leading to two-dimensionality of our problem, only z- components ...”, co się stanie w przypadku kiedy wystąpi zjawisko płynięcia wirów zgodnie z teorią

Ginsburga-Landaua-Abrikosova-Gor'kova, czy nie pojawi się wtedy dodatkowo składowa E_x ?

Eng. Page 37, the sentence "Due to approximation of infinitely long tape leading to two-dimensionality of our problem, only z-components ...", what will happen, if the flux flow phenomenon according to the theory of Ginsburg-Landau-Abrikosov -Gor'koa appear, whether the additional E_x component will appear?

- 4) Rozdział 2.6, strona 39, skąd pochodzi wartość współczynnika skalującego $A_n=10^{-8}$ Vs/m?

Eng. Chapter 2.6, page 39, where does the scaling factor $A_n=10^{-8}$ Vs/m value come from?

- 5) Czy wartości we wzorze (3.4) na stronie 56 to skuteczne czy maksymalne?

Eng. Are the values in formula (3.4) on page 56 RMS or maximum?

- 6) Na stronie 81 w rozdziale 4.5 podana jest wartość promienia okręgu ograniczającego model taśmy $R=0.15$ m, Czym był podyktowany wybór takiej, a nie innej wartości?

Eng. On page 81, in Chapter 4.5, the outer radius of the tape model boundary $R = 0.15$ m is given. What was the reason for choosing this and not another value?

- 7) Tamże, w zdaniu „The boundary conditions of considered problem are established by the equation (2.33)”, Doktorant nie wyjaśnił na jakich krawędziach modelu i jakimi warunkami dostępnymi w środowisku obliczeniowym COMSOL (moduł AC/DC Magnetic posiada Magnetic Insulation Boundary Condition, Perfect Magnetic Conductor Boundary Condition, Periodic Boundary Condition) została odzwierciedlona poprawność warunków zdefiniowanych w zależności (2.33).

Eng Therein, in the sentence „The boundary conditions of considered problem are established by the equation (2.33)”, the candidate did not explain at what edge of the model and what boundary conditions available in the COMSOL computational environment (AC / DC Magnetic module has Magnetic Insulation Boundary Condition, Perfect Magnetic Conductor Boundary Condition, Periodic Boundary Condition) has been set and reflect the correctness of the conditions defined in (2.33).

- 8) Na stronie 83 w ostatnim akapicie Doktorant pisze „Optimal CSM parameters were found with the help of the least square method and the genetic algorithm, ...” Proszę podać jakie były kryteria optymalizacji i jaka była funkcja celu użyta w algorytmie genetycznym.

Eng. On page 83 in the last paragraph the PhD student wrote "Optimal CSM parameters were found with the help of the least squares method and the genetic algorithm, ..." Please specify what were the optimization criteria and what was the goal function used in the genetic algorithm.

- 9) Na stronie 84 Doktorant podaje „Cross section of the REBCO-123 tape was presented by the rectangle with sides $a_{sc}=4\times10^{-3}$ m and $b_{sc}=1\times10^{-6}$ m (see Fig. 19(b))”. Dlaczego, skoro mowa jest o taśmie to jest ona modelowana jedynie za pomocą warstwy nadprzewodnika? Przecież na rysunku 9 doktorant podaje budowę tej taśmy i znajduje się tam znacznie więcej warstw. Czy 2 μ m warstwa srebra stykająca się bezpośrednio z nadprzewodnikiem nie będzie brała udziału w przepływie prądu? Jaki będzie miało to wpływ na wartości zamodelowanych gęstości prądów przedstawionych na rysunku 62?

Eng. On page 84, the author wrote „Cross section of the REBCO-123 tape was presented by the rectangle with sides $a_{sc}=4\times10^{-3}$ m and $b_{sc}=1\times10^{-6}$ m (see Fig. 19(b))”. Why, when talking about tape, is it modelled only by superconductor layer? After all, in Figure 9, the PhD student studies the construction of this tape and there are many more layers. Will 2 μ m silver

layer, which is in direct contact with the superconductor, be involved in the current flow? How it will affect the values of the modelled current density shown in Figure 62?

- 10) Na rysunku 59 (strona 85) znajduje się podpis „Visualization of magnetic flux density distributions and critical current density distributions...”. Jak rozumieć stwierdzenie „rozkład gęstości prądu krytycznego”, skoro producent podaje jedną wartość prądu dla taśmy BSCCO-2223/Ag $I_c=200$ A, co w przeliczeniu na powierzchnię taśmy daje wartość gęstości prądu w przybliżeniu równą $J_c=2 \times 10^8$ A/m²? Na rysunku 59 można zaobserwować wartości zarówno większe jak i mniejsze, czy Doktorant mógłby to wyjaśnić?

Eng. Figure 59 (page 85) contains the caption „Visualization of magnetic flux density distributions and critical current density distributions...”. How to understand the statement "critical current density distribution" as the manufacturer gives one current value for the BSCCO-2223/Ag tape $I_c = 200$ A, which, in terms of area of tape cross section, gives a current density value approximately equal to $J_c = 2 \times 10^8$ A/m²? In Figure 59 you can see both values, bigger and smaller, could the candidate to the degree explain this?

- 11) Doktorant na stronie 85 podaje liczbę parametrów charakterystycznych dla modelu równą 14. Czy Doktorant mógłby podać dla przykładu wybrane parametry?

Eng. The author on page 85 gives the number of characteristic parameters for the model equal to 14. Can the author give for example selected parameters?

Konkluzja

Całość przygotowanej rozprawy doktorskiej wskazuje jednoznacznie na opanowanie warsztatu naukowego przez Doktoranta. Przedstawiona rozprawa zawiera interesujące wyniki badań eksperymentalnych oraz symulacji numerycznych, Doktorant wykazał się znajomością zagadnień związanych z optymalizacją parametrów modeli numerycznych nadprzewodników drugiego rodzaju.

Dlatego też z pełnym przekonaniem stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65/03, poz. 595 z późn. zm.) oraz rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 30.10.2015r. i wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu o dopuszczenie pana mgr Eduarda Maievskyiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. inż. Dariusz Czerwiński, prof. nadzw. PL