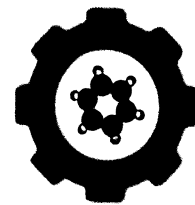




Prof. zw. dr hab. inż. MARIAN ŻENKIEWICZ  
Kierownik Katedry Inżynierii Materiałowej  
UNIwersytet KAZIMIERZA WIELKIEGO w BYDGOSZCZY  
ul. Chodkiewicza 30, 85-064 BYDGOSZCZ, e-mail: marzenk@ukw.edu.pl



Bydgoszcz, 21.11.2016 r.

## RECENZJA

*rozprawy doktorskiej mgr. inż. Piotra Bogdana pt.: „Degradacja własności cieplnych, mechanicznych i elektrycznych izolacji kabli i cewek nadprzewodnikowych magnesów stosowanych w akceleratorach”*

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest zlecenie Dziekana Wydziału Mechaniczno - Energetycznego Politechniki Wrocławskiej, Pana prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Gnutka (pismo z dnia 06.10.2016 r., znak: W9/PW/1497/2016). Po wstępnej analizie treści rozprawy przesłanej mi przez Pana Dziekana stwierdziłem, że jej tematyka jest zgodna z moimi zainteresowaniami naukowymi, co pozwoliło mi podjąć się opracowania recenzji merytorycznej tej rozprawy. W recenzji tej uwzględniłem także wyjaśnienia dodatkowe przedstawione mi przez Doktoranta. Jednocześnie oświadczam, że nie prowadziłem i nie prowadzę z Doktorantem żadnych wspólnych badań naukowych oraz, że nie jesteśmy wspólnie autorami jakiegokolwiek publikacji naukowej.

### 1. Znaczenie tematyki, przedmiot i dyscyplina naukowa rozprawy

Od zarania dziejów ludzkości fizyka jest jednym z podstawowych źródeł rozwoju cywilizacji i kultury. Umożliwia ona poznanie i wprowadzanie zmian w otaczającym nas świecie w bardzo wielu aspektach, począwszy od cząstek elementarnych, poprzez najnowocześniejsze materiały i urządzenia, kończąc na poznawaniu i ewentualnej eksploatacji Kosmosu. Jest jednocześnie podstawowym fundamentem nauk technicznych, a w XXI wieku

20-11-2016  
WG/1859

nadal będzie istotną siłą sprawczą rozwoju naukowego, technicznego i ekonomicznego całego świata.

Największym ośrodkiem badawczym współczesnej fizyki jest CERN (Europejska Organizacja Badań Jądrowych), którego najważniejszym urządzeniem jest akcelerator, zwany Wielkim Zderzaczem Hadronów (LHC), służący do przeprowadzania oryginalnych eksperymentów o charakterze podstawowym. Wyposażenie techniczne tego urządzenia jest unikalne, a jego wykonanie i eksploatacja wymagały połączenie sił wysokiej klasy specjalistów z bardzo wielu dziedzin nauki i techniki. Technologie opracowywane na potrzeby CERN w prestiżowych ośrodkach naukowych różnych krajów znajdują zastosowania także w wielu innych obszarach nowoczesnej nauki i techniki. Z tych względów prace badawcze, konstrukcyjne i technologiczne, realizowane na potrzeby CERN, mają bardzo duże znaczenie poznawcze, a w wielu przypadkach także i aplikacyjne. Udział w tych pracach zespołu badawczego z Wydziału Mechaniczno-Energetycznego Politechniki Wrocławskiej, którego członkiem był także Autor recenzowanej rozprawy, jest świadectwem bardzo wysokich kwalifikacji naukowych i technicznych tego zespołu, w tym także i Doktoranta.

Przedmiotem recenzowanej rozprawy, zrealizowanej w ramach programu EuCARD (European Coordination for Accelerator Research & Development), jest *„analiza mechanizmów degradacji radiacyjnej i ocena przydatności materiałów izolacyjnych, które mają zostać zastosowane w kwadrupolach akceleratora LHC”*. Analiza ta obejmuje cztery rodzaje materiałów izolacyjnych, wytypowanych do ewentualnego zastosowania w nowych magnesach kwadrupolowych LHC, wykonanych z nadprzewodnika w postaci stopu  $Nb_3Sn$ , umożliwiającego prawie dwukrotne zwiększenie indukcji w stosunku do indukcji obecnie eksploatowanych magnesów. Zatem **temat i zakres rozprawy dotyczą problemów nowych, niezwykle oryginalnych, ważnych ze względów naukowych i aplikacyjnych, stymulujących jednocześnie rozwój inżynierii materiałowej**. Mają one także w dużym zakresie charakter interdyscyplinarny i nie są jeszcze wystarczająco poznane. Należą do dynamicznie rozwijającego się i niezwykle interesującego obszaru nauki oraz techniki.

Zgodnie z podziałem przedstawionym w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 r. w *sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych* (Dz. U. 179,

poz. 1055) rozprawa ta kwalifikuje się do *dziedziny nauk technicznych* i wchodzącej w jej skład dyscypliny naukowej *budowa i eksploatacja maszyn*, w zakresie dotyczącym konstrukcji i eksploatacji magnesów kwadrupolowych i budowy nowych urządzeń badawczych oraz częściowo w skład dyscypliny naukowej *inżynieria materiałowa*, w zakresie dotyczącym nowych materiałów elektroizolacyjnych przeznaczonych do eksploatacji w bardzo niskiej temperaturze i narażonych na działanie promieniowania jonizującego.

## 2. Teza badawcza i cele rozprawy

Teza badawcza recenzowanej rozprawy ma następujące brzmienie (str. 14):

*„Wśród obecnie dostępnych żywic o niskiej lepkości istnieją takie, które, wzmocnione włóknem szklanym, mogą zostać zastosowane jako izolacja elektryczna nadprzewodnikowych magnesów akceleratorowych produkowanych metodą „wind and react”.*

*Po pochłonięciu dawki 50 MGy, wybrane materiały GFRP będą spełniać określone minimalne wartości wytrzymałości mechanicznej, elektrycznej i przewodnictwa cieplnego w zakresie temperatur 1,5 – 2 K.”.*

Tak sformułowana teza ma charakter **opisowy i jest merytorycznie właściwa. Odzwierciedla ona poprawnie istotę, oraz wynikający z niej zakres recenzowanej rozprawy.**

Doktorant sformułował dwa cele rozprawy (str. 14). Pierwszym z nich jest cel poznawczy (*„analiza mechanizmów degradacji radiacyjnej materiałów GFRP stosowanych w akceleratorach”*), a drugim jest cel użyteczny (*„określenie przydatności wybranych materiałów GFRP do zastosowań w izolacji elektrycznej magnesów wysokopolowych wykonywanych metodą „wind and react”*).

Realizując te cele Doktorant przeprowadził analizę i ocenę stanu wiedzy z zakresu dotyczącego przedmiotu rozprawy oraz zbadał cztery rodzaje próbek z materiałów elektroizolacyjnych, typowanych do zastosowania w magnesach kwadrupolowych akceleratora LHC. Wszystkie próbki były kompozytami zawierającymi wążek w postaci takiej samej tkaniny z włókna szklanego. Każdy rodzaj

próbek był nasycany inną żywicą polimerową, stanowiącą osnowę tych kompozytów. Przedmiotem badań były wybrane właściwości cieplne, mechaniczne i elektryczne tych próbek. Oceniam, że **cele i zakres rozprawy zostały określone właściwie. Są one sformułowane w sposób jasny i zrozumiały.**

### **3. Układ rozprawy**

Recenzowana rozprawa jest pracą naukową, w której podstawowe znaczenie mają badania eksperymentalne. **Tytuł rozprawy jest właściwy i dobrze odzwierciedla zawarte w niej treści.**

Rozprawa składa się z ośmiu rozdziałów, zawierających kolejno: (1) wprowadzenie; (2) cele, tezy i zakres pracy; (3) charakterystykę materiałów badanych; (4) analizę wybranych zjawisk zachodzących pod wpływem napromieniania materiałów polimerowych i wyniki badań mikroskopowych mikrostruktury poszczególnych rodzajów próbek; (5) opis i wyniki badań wytrzymałości przy statycznym rozciąganiu poszczególnych rodzajów próbek, przed i po ich napromienieniu; (6) opis i wyniki badań wytrzymałości dielektrycznej poszczególnych rodzajów próbek, przed i po ich napromienieniu; (7) opis oraz wyniki badań przewodności cieplnej i oporu Kapicy (w zakresie temperatury od 1,5 do 2 K) dwóch rodzajów nienapromienionych próbek (LARP i Mix 71) oraz przedstawienie danych literaturowych dotyczących tych wielkości w pozostałych dwóch rodzajach próbek; (8) podsumowanie i wnioski. Ponadto w skład rozprawy wchodzi: wykaz oznaczeń stosowanych w pracy, streszczenia w języku angielskim i polskim oraz spis literatury. **Układ treści rozprawy jest poprawny, aczkolwiek nie jest typowy dla rozpraw doktorskich z nauk technicznych.** Brak jest tradycyjnie wyodrębnionego przeglądu literatury (analizy aktualnego stanu wiedzy), który został przedstawiony w poszczególnych rozdziałach rozprawy zawierających jednocześnie wyniki badań własnych Doktoranta. Tym samym brak jest zgromadzonych w jednym miejscu wniosków z przeglądu literatury, stanowiących tradycyjnie podstawę do sformułowania celu, tezy i zakresu rozprawy.

Rozprawa składa się z 116 stron i zawiera wykonane starannie 112 rysunków oraz 24 tabele. Cytowana literatura liczy 90 pozycji, przy czym zdecydowaną większość z nich (ponad 93%) stanowią prace obcojęzyczne. **Dobór literatury cytowanej jest poprawny i obejmuje aktualne pozycje znajdujące się w obiegu światowym.** Wartość merytoryczna rozprawy, a w szczególności rozdziału czwartego, byłaby większa, gdyby Doktorant skorzystał z podstawowych prac dotyczących radiacyjnego modyfikowania materiałów polimerowych (np. A. Singh, J. Silverman (Eds.): „Radiation Processing of Polymers”, Hanser, Munich 1992 lub R. Woods, A.K. Pikaev: „Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing”, Wiley, New York 1994) gdzie mechanizmy zmian zachodzących w materiałach polimerowych pod wpływem promieniowania elektronowego są przedstawione w sposób kompleksowy.

#### **4. Ocena merytoryczna rozprawy**

Modyfikacja magnesów kwadrupolowych, ma na celu zwiększenie świetlistości wiązki w akceleratorze LHC. Zastąpienie dotychczas stosowanego nadprzewodnika w postaci stopu NbTi (z którego wykonywane jest uzwojenie tych magnesów) stopem Nb<sub>3</sub>Sn implikuje konieczność zastosowania nowego materiału elektroizolacyjnego tych uzwojeń. Zatem temat i związany z nim zakres prac przedstawionych w rozprawie dotyczy nowej wiedzy naukowej i technicznej. Jest to podstawą do stwierdzenia, że **temat oraz zakres recenzowanej rozprawy mają charakter oryginalny i są określone trafnie pod względem naukowym oraz aplikacyjnym, co zasługuje na wysoką ocenę.**

Analiza aktualnego stanu wiedzy przedstawiona jest w poszczególnych rozdziałach rozprawy. Z tego powodu brak jest wyodrębnionych w jednym miejscu rozprawy wniosków z tej analizy. Analizie poddano 90 prac, głównie anglojęzycznych, stanowiących najważniejsze i aktualne pozycje literatury światowej dotyczącej tematu rozprawy. **Wyniki analizy aktualnego stanu wiedzy zawierają istotne informacje, jakie były niezbędne do właściwego zrealizowania prac prowadzonych w ramach rozprawy.**

Materiały elektroizolacyjne, będące przedmiotem badań eksperymentalnych, zostały opisane w rozdziale 3 rozprawy. Przedstawiono w nim także warunki

sieciowania poszczególnych żywic. Uzasadnienie wyboru poszczególnych materiałów jest zbyt lakoniczne.

Badaniom eksperymentalnym poddano cztery rodzaje materiałów elektroizolacyjnych w postaci kompozytów, których wążek stanowiła ta sama tkanina z włókna szklanego. Osnowę każdego z kompozytów stanowiła inna żywica polimerowa. Przedmiotem badań podstawowych rozprawy było: (a) określenie wytrzymałości mechanicznej przy statycznym rozciąganiu próbek nienapromienionych i napromienionych dawką 50 MGy, (b) określenie wytrzymałości dielektrycznej próbek nienapromienionych i napromienionych dawką 50 MGy oraz (c) określenie przewodności cieplnej i oporu Kapicy dwóch rodzajów (LARP i Mix 71) próbek nienapromienionych. Wykonano także badania SEM struktury materiałowej poszczególnych kompozytów nienapromienionych i napromienionych dawką 50 MGy, głównie w celu oceny ciągłości osnowy (ocena jakości wykonania próbek) i wpływu promieniowania elektronowego na tę strukturę.

Podstawowym wyzwaniem w tych eksperymentach były procedury wykonywania poszczególnych pomiarów, wynikające z warunków eksploatacji uzwojeń magnesów kwadrupolowych LHC. Próbkę napromieniano w ciekłym azocie, co wymagało od Doktoranta skonstruowania i nadzoru nad wykonaniem specjalnego kriostatu oraz budowy odpowiedniego stanowiska badawczego. Także pomiary wytrzymałości mechanicznej przy statycznym rozciąganiu wykonane zostały w ciekłym azocie. Wymagało to odpowiedniego przystosowania stanowiska badawczego do rozciągania próbek badanych oraz odpowiedniego ich napromienienia. Pomiary wytrzymałości dielektrycznej również prowadzono w ciekłym azocie. W tym celu Doktorant zaprojektował i prowadził nadzór nad wykonaniem odpowiedniego stanowiska badawczego przystosowanego do tych badań. Doktorant poprzedził badania przewodności cieplnej i oporu Kapicy analizą teoretyczną zjawisk związanych z tymi wielkościami. W tym przypadku pomiary prowadzone były w nadciekłym helu, co wymagało od Doktoranta przygotowania odpowiedniego stanowiska badawczego, którego jednym z elementów był zmodyfikowany kriostat Claude'a.

**Część eksperymentalna rozprawy została wykonana w sposób właściwy. Poprawnie dobrane zostały poszczególne metody badawcze i związana z nimi aparatura badawcza, oraz warunki wykonywania pomiarów.**

Rezultaty badań wykonanych przez Doktoranta mają ważne znaczenie poznawcze i użytkuarne. Znaczenie poznawcze tych rezultatów wynika głównie stąd, że dotyczą one nowego obszaru wiedzy, a w szczególności wiedzy o zmianach wybranych właściwości niektórych kompozytów polimerowych eksploatowanych w bardzo niskiej temperaturze i jednocześnie znajdujących się w strefie silnego promieniowania jonizującego. **Wyniki badań stanowią oryginalną nowość naukową, gdyż pozwalają poznać nieznane dotychczas właściwości i warunki eksploatacji badanych kompozytów, użytkowanych w tak trudnych i nietypowych warunkach. Stanowią jednocześnie istotny wkład Doktoranta w rozwój dyscyplin naukowych *budowa i eksploatacja maszyn oraz inżynieria materiałowa.***

Wyniki te mają jednocześnie duże znaczenie użytkuarne gdyż potwierdzają eksperymentalnie możliwość zastosowania materiałów LARP i LONZA CE, jako elektroizolacji uzwojeń nowych magnesów kwadrupolowych akceleratora LHC. Wskazują również na to, że materiały Mix 71 i Mix 271 mogą być stosowane w ekstremalnie niskiej temperaturze, ale nie powinny być narażone na działanie promieniowania jonizującego. Niezależnie od zastosowań w akceleratorze LHC, wyniki badań Doktoranta mogą zainteresować także projektantów i konstruktorów nadprzewodnikowych kabli elektroenergetycznych, co jest jednym z bardzo ważnych i perspektywicznych obszarów elektroenergetyki.

**Za istotne osiągnięcia naukowe Doktoranta uznaję:**

- Eksperymentalne zweryfikowanie tezy rozprawy doktorskiej, co było zadaniem bardzo trudnym, głównie ze względu na bardzo niską temperaturę, w jakiej przeprowadzone zostały poszczególne badania.
- Skonstruowanie i nadzór nad wykonaniem specjalnego kriostatu, przystosowanego do współpracy z akceleratorem elektronów, umożliwiającego napromienianie próbek znajdujących się w ciekłym azocie.

- Opracowanie sposobu badań wytrzymałości dielektrycznej próbek umieszczonych w ciekłym azocie oraz skonstruowanie i nadzór nad wykonaniem specjalnego stanowiska służącego do zrealizowania tych badań.
- Adaptacja metody membranowej do badań przewodności cieplnej i oporu Kapicy wykonywanych przy użyciu zmodyfikowanego kriostatu Claude'a.
- Przygotowanie i montaż specjalnego stanowiska służącego do badań przewodności cieplnej i oporu Kapicy, a także wykonanie tych badań.

**Wartość merytoryczną rozprawy oceniam wysoko, zarówno ze względu na zakres i sposób przeprowadzenia badań, jak i ze względu na uzyskane wyniki. Są one oryginalne i mają istotne znaczenie poznawcze oraz aplikacyjne.**

## **5. Uwagi krytyczne**

### **5.1. Uwagi o charakterze merytorycznym**

W rozprawie Doktorant nie ustrzegł się pewnych nieprawidłowości o charakterze merytorycznym, do których zaliczam:

- Brak jest w rozprawie wyodrębnionej analizy aktualnego stanu wiedzy (analizy literatury) z zakresu dotyczącego tematu rozprawy. Analiza ta jest rozproszona w poszczególnych rozdziałach rozprawy.
- Doktorant nie przedstawił jednoznacznie sformułowanych kryteriów doboru materiałów służących do wytworzenia próbek, jak również nie opisał sposobu wykonania tych próbek.
- Tytuły rozdziałów nr 5, 6 i 7 są zbyt ogólne. W rozdziale nr 5 przedstawiono wyniki badań tylko jednej z wielu właściwości mechanicznych (wytrzymałości przy statycznym rozciąganiu). Także rozdział nr 6 poświęcony jest tylko jednej z wielu właściwości elektrycznych (wytrzymałości dielektrycznej), a w rozdziale nr 7 zaprezentowano wyniki badań tylko dwóch z wielu właściwości cieplnych.



- Analiza zjawisk zachodzących w materiałach polimerowych pod wpływem promieniowania elektronowego jest przedstawiona w rozdziale nr 4 zbyt ogólnie.
- W rozdziale nr 4 przedstawiono 24 obrazy SEM, tzn. po 6 obrazów dla każdego rodzaju próbek. Tak duża liczba tych obrazów nie jest potrzebna, gdyż w obrębie danego rodzaju próbek nie zawierają one istotnie różniących się informacji. Wystarczyłoby zatem wybrać 8 charakterystycznych obrazów tzn. po 2 obrazy z każdego rodzaju próbek (obrazy próbek nienapromienionych i napromienionych).
- W rozdziale nr 5 niepotrzebnie przedstawiono obrazy wszystkich zerwanych próbek, gdyż nie różnią się one w istotny sposób.
- Stwierdzenie, że: „zmiany wytrzymałości na rozciąganie spowodowane są skróceniem łańcuchów polimeru i gazowaniem próbek” (str. 65 i dalsze) jest zbyt stanowcze, aczkolwiek wskazane przyczyny zmian tej wytrzymałości są bardzo prawdopodobne. Przecież w rozprawie nie badano zmian średniej masy makrocząsteczek osnowy próbek, co mogłoby być podstawą do takiego stwierdzenia.

Przedstawione wyżej uwagi nie obniżają istotnie wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy, jednak ich uwzględnienie w rozprawie spowodowałoby, że jej tekst byłby bardziej przystępny i zrozumiały.

## **5.2. Uwagi szczegółowe**

Nie znalazłem w rozprawie istotnych błędów formalnych i niewiele jest także nieprawidłowości stylistycznych. Występują natomiast pewne nieścisłości i usterki o charakterze językowym, formalnym lub porządkowym, do których zaliczam m.in.:

- Niepoprawne są wyrażenia:
  - ✓ „kabel ściskany naprężeniem 50 MPa (str. 10)”,
  - ✓ „prąd krytyczny 15 kA/mm<sup>2</sup>” (str. 10) → jest to: „krytyczna gęstość prądu elektrycznego”,

- ✓ „puchnięcie polimerów” (str. 36 i dalsze) → należy stosować wyrażenie: „pęcznienie polimeru”,
  - ✓ „zastosowanie kąpeli azotowej od początku promieniowania...” (str. 52),
  - ✓ „metoda cięcia waterjet” (rys. 5.2.1 i str. 53) → powinno być; „cięcie strumieniem wody”,
  - ✓ „spompowanie izolacji próżniowej”.
- W stosunku do materiału próbek należy używać nazwy *kompozyt*. W wielu przypadkach Doktorant stosuje nieprawidłowo nazwę *laminat* (str 15 i dalsze).
  - W podpisach rys. 3.2.1 – 3.2.5 wprowadzone są nazwy angielskie.
  - W tabeli 3.3.1 mylnie użyta jest nazwa *matryca*. Jest to przecież synonim nazwy *osnowa*, także występującej w tej tabeli.
  - W rozprawie nie występuje rys. 4.2 na który powołuje się Doktorant na str. 29.
  - W opisie rys. 6.6.1 niewłaściwa jest nazwa CE-Epoxy (wszędzie w tekście rozprawy stosowana jest nazwa LONZA CE).
  - Zdanie: „Przygotowanie do pomiarów w temperaturze 1,5 K przedstawia rys 7.4.2.” (str. 97) nie jest zgodne z treścią tego rysunku i z jego podpisem.
  - Rysunki o numerach 7.5.6 i 7.5.7, przywołane na stronie 101, nie występują w tekście rozprawy. Także numeracja tabeli 7.5.5 jest niezgodna z zasadą numerowania tabel w rozprawie (powinno być: „Tab. 7.6.2”).
  - Wśród wykresów znajdujących się na rys. 7.6.6 brak jest wykresu zawierającego znaczniki odpowiadające znacznikowi ♦ który jest przypisany do próbek LARP, natomiast występuje wykres zawierający znaczniki ● które nie są przypisane do żadnej z próbek badanych.

Przedstawione wyżej nieprawidłowości nie obniżają w znaczącym stopniu wartości merytorycznej rozprawy, ale wskazują na konieczność zachowania przez Doktoranta większej dyscypliny podczas przygotowywania prac naukowych oraz bardziej wnikliwego ich sprawdzania.

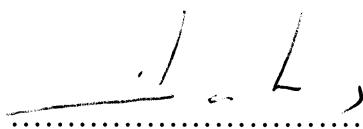
## 6. Wniosek końcowy

Podstawowym warunkiem właściwej realizacji celów rozprawy było staranne przeprowadzenie badań eksperymentalnych oraz wnikliwa analiza uzyskanych wyników. Wymagało to od Doktoranta dużej wiedzy z zakresu: (a) zjawisk fizycznych i chemicznych występujących w czasie eksploatacji materiałów polimerowych w akceleratorze LHC, (b) sposobów prowadzenia badań właściwości materiałów polimerowych w bardzo niskiej temperaturze, (c) zasad konstruowania i wykonywania aparatury stosowanej w tych badaniach. Wymagało to także dużych umiejętności eksperymentatorskich i konstruktorskich, w tym doboru odpowiednich warunków badania próbek w bardzo niskiej temperaturze oraz skonstruowania i nadzoru nad wykonaniem specjalnych stanowisk służących do przeprowadzenia tych badań. **Według mojej oceny Doktorant spełnił te wymagania w stopniu właściwym.**

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter **oryginalnej pracy naukowej, zawierającej ważne elementy poznawcze**. Została ona wykonana i przedstawiona zgodnie z metodologią prowadzenia oraz prezentowania prac naukowych. **Wyniki badań przedstawione w rozprawie stanowią ważny wkład Doktoranta w rozwój dyscypliny naukowej *budowa i eksploatacja maszyn*, w zakresie dotyczącym konstrukcji i eksploatacji magnesów kwadrupolowych oraz budowy nowych urządzeń badawczych, a także w rozwój dyscypliny naukowej *inżynieria materiałowa*, w zakresie dotyczącym nowych materiałów elektroizolacyjnych przeznaczonych do eksploatacji w bardzo niskiej temperaturze i narażonych na destrukcyjne działanie promieniowania elektronowego**. Sposób przeprowadzenia badań, osiągnięte wyniki oraz forma ich przedstawienia świadczą o dojrzałości naukowej Doktoranta, posiadaniu przez Niego ogólnej wiedzy naukowej z zakresu szeroko pojętej budowy i eksploatacji maszyn, a także o dobrym przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Na podstawie szczegółowej analizy przedłożonej mi do recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Piotra Bogdana pt.: „Degradacja własności cieplnych, mechanicznych i elektrycznych izolacji kabli i cewek nadprzewodnikowych magnesów stosowanych w akceleratorach” stwierdzam, że **rozprawa ta spełnia warunki** określone w ustawie z *dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych*

*i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. z dnia 16 marca 2003 r., poz. 595 - gdyż w niniejszym postępowaniu nadal obowiązuje ta ustawa na podstawie art. 33 ust.1 ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw – Dz. U. z 2011 r., nr 84, poz. 455), w tym także warunki określone w art.13 tej ustawy. Na tej podstawie przedkładam wniosek o dopuszczenie Pana mgr. inż. Piotra Bogdana, po spełnieniu pozostałych wymogów, do publicznej obrony recenzowanej rozprawy.



.....

/Prof. dr hab. inż. Marian Żenkiewicz/