

Dr hab. inż. Krystyna Pietrzak, prof. nadzw. IMP  
Instytut Mechaniki Precyzyjnej  
ul. Duchnicka 3  
01-796 Warszawa  
www.imp.edu.pl  
krystyna.pietrzak@imp.edu.pl

Warszawa 5.07.2017r

## RECENZJA

### **dorobku naukowego i wyodrębnionego, jednotematycznego cyklu publikacji, stanowiących podstawę do ubieganie się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych przez dr inż. Leszka Piotrowskiego**

Recenzję wykonano w oparciu o pismo Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN dr hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego **datowane 7 czerwca 2017 r., a otrzymane przeze mnie w dniu 22 czerwca 2017 r.**, informujące (odrębnym pismem skierowanym przez Sekretarza Komisji prof. dr hab. Bronisława Sitka do Dyrektora IPPT PAN) o powołaniu mnie w dniu 12 maja 2017 przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Leszka Piotrowskiego, wszczętym w dniu 14 września 2016r., w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Do wymienionych pism dołączono dokumentację Habilitanta zawierającą wniosek z dnia 9 września 2016 r o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa oraz następujące załączniki:

- *poświadczoną za zgodność z oryginałem kopię dyplomu nadania stopnia doktora,*
- *autoreferat w języku polskim,*
- *autoreferat w języku angielskim,*
- *wykaz opublikowanych prac naukowych,*
- *publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego,*
- *oświadczenia współautorów publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego,*
- *informacje dodatkowe na temat osiągnięć dydaktycznych, współpracy naukowej i działalności popularyzującej naukę,*
- *dane kontaktowe,*
- *elektroniczną formę wniosku wraz załącznikami (plyta CD).*

#### **1. Informacje ogólne**

Dr inż. Leszek Piotrowski jako absolwent Politechniki Gdańskiej w 1999 r obronił pracę magisterską na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG. Tematem tej pracy było: „Wykorzystanie efektu emisji magnetoakustycznej dla oceny jakości stali konstrukcyjnych” a jej Promotorem był ówczesny dr Bolesław Augustyniak. Związawszy swoją dalszą działalność naukową z tym samym wydziałem PG dr inż. Leszek Piotrowski kontynuował swoje zainteresowania naukowe skupiając się przede wszystkim na analizie zjawiska emisji magnetoakustycznej, co zakończyło się uzyskaniem w 2004 r. stopnia doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki a więc po upływie 5 lat od momentu ukończenia studiów. Tematem Jego rozprawy doktorskiej było „Badanie przydatności emisji magnetoakustycznej do diagnozowania stali eksploatowanej w energetyce” a Promotorem był prof. Dr hab. Leon Murawski. Od 2002 r i nadal dr inż. Leszek Piotrowski jest pracownikiem zatrudnionym na wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG, w której kolejno najpierw jako Asystent naukowo-dydaktyczny a następnie jako Adiunkt realizował i nadal realizuje konsekwentnie badania oparte o efekty emisji magnetoakustycznej oraz efekt Barkhausena

analizując zarówno mechanizmy obu zjawisk jak i poszukując możliwości ich stosowania w praktyce, jako efektywnych kryteriów w nieniszczącej diagnostyce materiałów i wyrobów. W 2017 roku dr inż. Leszek Piotrowski dokonał podsumowania swoich dociekań naukowych, które ujął w opracowanym osiągnięciu naukowym pt.: „Diagnostyka stanu materiałów konstrukcyjnych z wykorzystaniem zjawisk magnetoelastycznych”.

## **2. Ocena dorobku naukowo-badawczego poza jednotematycznym cyklem publikacji**

W okresie do uzyskania stopnia doktorskiego głównym obszarem zainteresowań Habilitanta były badania dotyczące wpływu procesów pełzania na właściwości sygnału emisji magnetoakustycznej w stalach K18, 15HM, 10HM oraz stali T22 (amerykański odpowiednik stali 10HM). Wyniki tych prac opublikowano m. in. w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, a Habilitant był ich współautorem. Autorzy prac dotyczących wymienionych stali wykazali istotny wpływ procesu pełzania na natężenie sygnału emisji magnetoakustycznej obserwując istotne zmniejszenie natężenia emisji w funkcji czasu eksploatacji. Niektóre z prac opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora obejmują badania efektu pogarszania się właściwości wytrzymałościowych eksploatowanych stali i spadku natężenia emisji magnetoakustycznej, co autorzy tłumaczą powstawaniem obszarów degradacji mikrostrukturalnej i zmianami w strukturze domenowej (kreacja anihilacja 90° granic domenowych). Badania zjawiska emisji magnetoakustycznej Habilitant zastosował na przykład do oceny rozkładu stopnia degradacji po obwodzie badanego elementu, które to badania realizowano przed uzyskaniem stopnia doktorskiego a opublikowano już po obronie pracy doktorskiej. Drugi nurt badań w tym okresie dotyczył analizy naprężeń występujących w obiektach przemysłowych z wykorzystaniem efektu Barkhausena. Naprężenia występujące w materiale istotnie modyfikują strukturę domenową, co jak wspomniano było przedmiotem publikacji Habilitanta, oraz wpływają również na własności sygnału Barkhausena, co Habilitant wykazał na przykładzie badań rurociągu ropy naftowej, który uległ deformacji i, dla którego uzyskano znaczące różnice sygnału Barkhausena skorelowane z naprężeniami ściskającymi i rozciągającymi występującymi w eksploatowanym rurociągu. Warto w tym miejscu podkreślić, że w zakresie działalności merytorycznej opisanej w tym fragmencie recenzji, Habilitant wykazywał dużą aktywność publikacyjną jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora bowiem był współautorem 5 publikacji w czasopiśmie naukowych z bazy Journal Citation Report oraz 15 publikacji w czasopiśmie naukowych i naukowo-technicznych nie ujętych w bazie Journal Citation Report. Ponadto prezentował w tym czasie wyniki badań i analiz na 5 konferencjach krajowych oraz 1 konferencji międzynarodowej.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant kontynuował badania obejmujące zagadnienia związane z mechanizmami fizycznymi generacji sygnałów emisji magnetoakustycznej wykazując jednoznacznie, iż warunkiem koniecznym ich generacji jest występowanie magnetostrykcji. Analizując jednak wnikliwie występujące zjawiska Habilitant stwierdził, że problem jest bardziej złożony bo w przypadku próbek po deformacji, kiedy występuje skokowa zmiana magnetostrykcji, nie obserwuje się zmiany sygnału emisji magnetoakustycznej. Habilitant dowodzi, że na stwierdzone efekty wpływają dyslokacyjne struktury komórkowe, objętość domen domykających, siła kotwiczenia granic domenowych, rozkład kotwiczenia tych granic oraz szybkość i wielkość poszczególnych przeskoków granic. W ramach współpracy zagranicznej Habilitant przeprowadził także udaną próbę implementacji metody magnetycznych badań adaptacyjnych (*magnetic adaptive testing – MAT*) do oceny stopnia odpuszczania stali P91 oraz brał udział w opracowaniu w ramach projektu badawczego INNOTECH inteligentnego tłoka do badania rurociągów cieczy i gazów w oparciu o metodę pomiaru magnetycznego strumienia rozporozszonego (*magnetic flux leakage – MFL*), która posłużyła Habilitantowi do opracowania algorytmu detekcji wad. Ponadto Habilitant podkreślał w swoich pracach konieczność zachowania dużej ostrożności

przy interpretacji wyników badań właściwości sygnału emisji magnetoakustycznej ilustrując to przykładem różnej geometrii próbek i dwiema różnymi stalami (St3 i 13HMF), dla których różnica w grubości próbek stanowiła czynnik istotniejszy niż wskazane gatunki stali bowiem sygnał MAE stanowi wynik pomiarów impulsów wielokrotnie odbitych we wnętrzu próbki (czynnik geometryczny).

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant znacząco powiększył swój dorobek naukowy rozpowszechniając wyniki realizowanych prac badawczych zarówno na konferencjach o statusie krajowym (5 konferencji) i międzynarodowym (6 konferencji) jak i w opracowanych publikacjach (10 – w czasopismach naukowych z bazy Journal Citation Report, 32- w czasopismach naukowych i naukowo-technicznych nie ujętych w bazie Journal Citation Report).

W wyniku działalności publikacyjnej raport o cytowalności prac Habilitanta na podstawie Web of Science z dnia 02.09.2016 obejmuje łącznie 27 pozycji, sumę 165 cytowań w tym 111 cytowań bez autocytowań, średnią liczbę cytowań na publikację równą 6,11 oraz h-indeks (Index Hirscha) równy 7.

**Dorobek naukowy dr inż. Leszka Piotrowskiego zarówno w zakresie zrealizowanych prac badawczych jak i pod względem publikacyjnym obejmującym renomowane czasopisma naukowe z bazy JCR oceniam jako dobry.**

### **3. Ocena głównego osiągnięcia naukowego**

Główny rezultat prac badawczych dr inż. Leszka Piotrowskiego stanowiący Jego osiągnięcie habilitacyjne pt „Diagnostyka stanu materiałów konstrukcyjnych z wykorzystaniem zjawisk magnetosprężystych” został ujęty w jednotematycznym cyklu artykułów (H1-H11) podanych w autoreferacie, które Habilitant opublikował w latach 2008-2015 w zagranicznych czasopismach o IF od 0,815-1,826 (ich sumaryczny IF wynosi 14,167). Autor w części wprowadzającej autoreferatu podkreślił znaczenie i różnice występujące między dwoma podstawowymi zjawiskami stanowiącymi przedmiot Jego zainteresowań tj. emisją magnetoakustyczną i efektem Barkhausena. Doświadczenie zdobyte przez Habilitanta przy opracowaniu rozprawy doktorskiej ograniczonej do możliwości zastosowania zjawiska emisji magnetoakustycznej w ocenie stopnia degradacji stali wykorzystywanych w energetyce umożliwiło Habilitantowi pogłębienie i rozszerzenie analiz zjawisk magnetosprężystych w zakresie ich mechanizmów w odniesieniu do stanu szeregu materiałów. Posłużyły one do realizacji celu badań, który w autoreferacie ujęto w kilku zagadnieniach:

1. diagnozowanie procesów pełzania, analiza możliwości zastosowania metody emisji magnetoakustycznej do diagnozowania obiektów grubościennych (warunki przemysłowe) oraz możliwości rozszerzenia jej stosowalności o nowoczesne stale martenzytyczne,
2. procesy odpuszczania stali martenzytycznych, jako konsekwencja badań wpływu pełzania na właściwości magnetosprężyste stali martenzytycznych. W tym miejscu Habilitant podkreśla konieczność uzyskania wiedzy o możliwych właściwościach elementów w stanie dostawy (znaczenie historii materiału),
3. problem odróżnienia zmian wywołanych odkształceniem na zimno od zmian spowodowanych pełzaniem – deformacja plastyczna,
4. wykorzystanie klasycznego efektu Barkhausena i emisji magnetoakustycznej do oceny stanu naprężeń/odkształceń materiału (aspekt bezpieczeństwa, określenie miejsc szczególnie narażonych na uszkodzenia).

Wkład Habilitanta w diagnostykę procesów pełzania, związanych z długotrwałą eksploatacją obiektów konstrukcyjnych w wysokich temperaturach należy uznać za istotny. Habilitant rozwijał te analizy, w odniesieniu do elementów cienkościennych, już na etapie pracy magisterskiej i rozprawy doktorskiej. Następnie, co jest znacznie ważniejsze wykazał możliwość dokonywania takich analiz w przypadku elementów grubościennych, dowodząc

przydatności wykorzystania efektów magnetoelastycznych w diagnozowaniu stanu grubościennych elementów wykonanych ze stali 13HMF i P91. Potwierdzenie uzyskane w warunkach laboratoryjnych a następnie zweryfikowane w warunkach przemysłowych dla stali 13HMF znalazło odzwierciedlenie w publikacji [H1]. W tej części badań autor wykazał dużą ostrożność interpretacyjną mając na przykład na uwadze, że: duże natężenie sygnału emisji magnetoakustycznej wynika z wysokich natężeń pola magnetycznego występujących przy kreacji/anihilacji domem domykających trudnych do uzyskania w dużych obiektach (rozpływanie się strumienia magnetycznego na dużym obszarze), wygenerowany sygnał rozchodzi się w całej objętości (praktyczny brak impulsów odbitych) oraz dostęp do obiektów jest możliwy tylko podczas prac remontowych, które stanowią źródło szumów zakłócających mierzony sygnał. Wymienione problemy Habilitant rozwiązał w wyniku prac konstrukcyjnych (duży elektromagnes i wydajny generator prądowy) oraz w oparciu o opracowane metodyki pomiarowe, w tym zaawansowane metody obróbki sygnału.

**Habilitant mając świadomość braku możliwości uzyskania pełnej zgodności pomiędzy warunkami laboratoryjnym i przemysłowymi wykazał jednak [H1] techniczną możliwość pomiarów natężenia sygnału MAE w warunkach przemysłowych, co stwarza możliwość monitorowania nowoczesnych urządzeń cieplowniczych z punktu widzenia ich degradacji materiałowej.**

Wiele miejsca poświęcił On także analizie zmian właściwości sygnałów emisji magnetoakustycznej dla stali P91 po przyspieszonym pełzaniu i deformacji plastycznej na zimno uzyskanej w wyniku rozciągania jednoosiowego [H2]. Spowodowało to w efekcie nawiązanie współpracy z kilkoma ośrodkami na świecie. Oprócz tego analizował On także mechaniczny efekt (MBE) Barkhausena, który występuje w materiałach poddanych dynamicznemu odkształcaniu i jest wynikiem ruchu granic domenowych, spowodowanego naprężeniami. Szczegółowa analiza zmian natężenia sygnałów MAE i MBN oraz przeprowadzone, po zakończeniu badań nieniszczących, próby wytrzymałościowe umożliwiły Habilitantowi potwierdzenie, w obu przypadkach, jakościowo różnych mechanizmów deformacji. Po deformacji plastycznej następowało widoczne umocnienie wynikające ze wzrostu gęstości dyslokacji natomiast próbki po pełzaniu różniły się jedynie maksymalnym wydłużeniem do zerwania. Podchodząc jednak do uzyskanych wyników krytycznie uznał On, że wyniki te nie są w pełni jednoznaczne bowiem zastosowanie dużych naprężeń, przy temperaturze zbliżonej do temperatury eksploatacyjnej może powodować procesy deformacji plastycznej połączone z dynamicznym zdrowieniem natomiast struktura wydzieleniowa pozostaje praktycznie niezmienną. **Autor podkreśla, że w warunkach rzeczywistych to procesy wydzieleniowe są na ogół przyczyną zmniejszenia wytrzymałości na pełzanie. Stąd też uważa On, że konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań na próbkach pochodzących z instalacji z czym całkowicie się zgadzam. Zwłaszcza, że w obszarze analiz strukturalnych dotyczących zmian gęstości dyslokacji oraz zmian w obszarze struktury domenowej (np. kotwiczenie na wydzieleniach węglkowych) nie wykorzystano wysokorozdzielczej mikroskopii elektronowej w celu eksperymentalnego potwierdzenia tych zjawisk. Podobnie przy analizie wpływu czasu odpuszczania stali martenzytycznej P91 na jej własności magnetoelastyczne [H3] także pojawiają się interpretacje związane z charakterystykami magnetoelastycznymi rozważanymi w kontekście zmian strukturalnych (procesy wydzieleniowe, rozrost i koagulacja węglków, struktury dyslokacyjne, zmiany w strukturze domenowej), których nie poparto eksperymentalnymi badaniami własnymi w tym zakresie, co może budzić pewien niedosyt.**

Niemniej jednak Habilitant wykazał, w oparciu o pomiary klasycznego efektu Barkhausena i emisji magnetoakustycznej, występowanie istotnych związków pomiędzy procesami odpuszczania a właściwościami magnetoelastycznymi. Dowiódł On tym samym, że

zarówno EB jak i MAE można wykorzystywać do oceny stanu wyjściowego elementów konstrukcji przy czym metoda MAE, jest zdaniem Autora skuteczniejsza z uwagi na jej bardziej objętościowy charakter, dobrą stabilność i powtarzalność – podzielam ten pogląd.

**Jest to zatem kolejny istotny i wartościowy aspekt dokonań Habilitanta również z uwagi na to, że obecnie stal P91 jest powszechnie wprowadzana do eksploatacji w energetyce krajowej.**

Odrębnym zagadnieniem było wykorzystanie efektów magnetoelastycznych do oceny stopnia deformacji plastycznej materiałów konstrukcyjnych takich jak: stal CSN12021, stali elektrotechniczne, żelazo Armco (jako materiał modelowy), stal 13HMF [H2, H4-H9]. W tym fragmencie badań Habilitant dokonał między innymi porównania eksperymentu z wynikami modelowania obu charakterystyk magnetoelastycznych. Wyniki modelowania okazały się jakościowo zgodne z wynikami eksperymentu, przy czym dynamika zmian przewidziana przez model była większa. **Habilitant wyraża opinię, iż może to wynikać z faktu, że w stanie wyjściowym materiał nie jest całkowicie wolny od dyslokacji. Tutaj również walory dokonań podniosłyby eksperymentalne badania strukturalne.** Niemniej jednak w oparciu o zaawansowane metody pomiarów i modelowania uzyskano możliwość wykorzystania obu charakterystyk magnetoelastycznych do oceny deformacji plastycznej stali CSN 12021 [H4] i stali elektrotechnicznych [H5, H6]. Habilitant stwierdził, że w przypadku stali CSN 12021 istotny jest odpowiedni dobór analizowanych parametrów magnetoelastycznych (natężenie sygnału Barkhausena, położenie maksimum emisji magnetoakustycznej a najlepiej, zdaniem Autora, analiza obu parametrów – podzielam ten pogląd). W przypadku stali elektrotechnicznych Habilitant jednoznacznie stwierdził, że stopień ich deformacji plastycznej można oceniać metodami magnetycznymi, zwłaszcza jeśli zastosuje się zaawansowaną analizę impulsową. Podobne badania wykonał On dla żelaza Armco traktując ten materiał jako modelowy [H7] przy czym w tej części badań Habilitant oceniał znaczenie różnych rodzajów deformacji plastycznej.

Wprowadzenie wieloparametrowej analizy sygnału szumu Barkhausena do oceny stopnia deformacji plastycznej stali 13HMF pozwoliło Habilitantowi dokonać pogłębionej analizy stanowiącej podstawę do poszukiwania innych zmiennych niż natężenie sygnału EB, które w próbach rozróżnienia procesu deformacji plastycznej od efektów wywołanych pełzaniem nastroczały wiele trudności (zmiany niemonotoniczne). **W wyniku wieloparametrowych analiz szumu Barkhausena udało się między innymi ustalić, że potencjalnie użytecznym parametrem może być odległość (w dziedzinie prądu magnesującego) między położeniami, dla których występuje maksimum sygnału EB przy rosnącym i malejącym natężeniu prądu magnesującego.** Autor podkreśla jednak również, iż pomiary sygnału Barkhausena mają istotną wadę, jeśli chodzi o możliwość ich wykorzystania w warunkach przemysłowych ponieważ dane pochodzą z niewielkiej głębokości. Habilitant wykazuje, że w takich przypadkach sygnałem pochodzącym z całej objętości materiału jest emisja magnetoakustyczna [H9]. Problem polega jednak na tym, że zmiana natężenia MAE ma także charakter niemonotoniczny ale w przeważającej części analizowanych przypadków Habilitant obserwował (stal 13HMF) wyraźnie odseparowane dwa maksima, co uzasadniło wzięcie pod uwagę odległości między nimi dla jednego półokresu magnesowania. Ponadto dla poprawienia dokładności określenia położenia maksimów zastosował On procedurę dopasowania maksimów funkcją Gaussa i określenie, na podstawie różnicy między centrami tych maksimów, wartości separacji (w jednostkach prądu magnesującego). Tę metodę Habilitant zastosował ponownie do oceny stopnia deformacji stali CSN 12021, żelaza Armco i stali 13 HMF uzyskując monotoniczny, co bardzo cenne, charakter zmian umożliwiający konstatację o wzroście separacji wraz ze stopniem deformacji plastycznej.

**Można było zatem, przy uwzględnieniu w warunkach przemysłowych czynnika geometrycznego elementów (grubość) ustalić, że możliwe jest wykorzystanie emisji**

**magnetoakustycznej do określenia stopnia deformacji w wyniku pomiaru separacji maksimów sygnałów, co stanowi kolejne istotne osiągnięcie Habilitanta.**

Kolejnym zagadnieniem stanowiącym przedmiot dociekań Habilitanta było wykorzystanie efektów magnetosprężystych do oceny stanu odkształceń sprężystych w materiałach ferromagnetycznych. W tej części badań poprzedzonych opisem zjawiska magnetostrykcji polegającego na zmianie wymiarów ciała (odkształcenie) pod wpływem pola magnetycznego Habilitant analizował wpływ odkształceń sprężystych na właściwości sygnału emisji magnetoakustycznej w stalach elektrotechnicznych o strukturze Gossa [9] stwierdzając między innymi, że nawet niewielkie naprężenia ściskające powodują silną przebudowę struktury domenowej i tym samym wzrost strat histerezowych w przeciwieństwie do naprężeń rozciągających, których wpływ jest niewielki. W tym fragmencie badań zwłaszcza analiza impulsowa okazała się szczególnie efektywna. W podsumowaniu Habilitant stwierdził, że pomiary MAE w przypadku blach ze stali o strukturze Gossa nie tylko umożliwiają określenie stopnia odkształceń plastycznych ale również stanowią źródło informacji o wpływie odkształceń na zmiany struktury domenowej, co stanowi zarazem istotne osiągnięcie Habilitanta. Ostatnie opisane przez Habilitanta dokonania dotyczyły możliwości wyznaczania anizotropii stanu naprężeń z wykorzystaniem sondy efektu Barkhausena o regulowanym kierunku magnesowania [H9]. Tę metodę wykorzystał On do oceny płaskiego stanu naprężeń, co wymagało między innymi opracowania przyrządu umożliwiającego automatyczną, skokową zmianę kierunku magnesowania, dla którego każdorazowo mierzono sygnał Barkhausena. W tym przypadku przedmiotem badań było złącze spawane wykonane ze stali S235JR. Habilitant był autorem oprogramowania kontrolno-pomiarowego i procedury pomiarowej umożliwiającej całkowicie automatyczne wyznaczanie naprężeń w oparciu o stabilizowane krzywe skalujące. Analizowano przy tym możliwości metodyczne odniesione także do materiałów anizotropowych magnetycznie. **W tym przypadku znaczącym osiągnięciem Habilitanta było między innymi opracowanie algorytmu analizy danych uzyskanych za pomocą, jak już wspomniano, urządzenia ze zmienną orientacją osi magnesowania, dzięki czemu można bardzo szybko i jednoznacznie określić zarówno wartości jak i kierunki naprężeń głównych.**

W odniesieniu do formalnej strony opracowanego Autoreferatu nasuwają się następujące przykładowe uwagi natury edytorskiej:

- chroniczny brak przecinków zwłaszcza przed „który”,
- niefortunne sformułowania w stylu: „silnie zależny” zamiast „istotnie zależny”, i tym podobne nieprecyzyjne określenia,
- nadużywanie strony biernej, niezgodnej z duchem języka polskiego (typu: „badania zostały wykonane” zamiast „badania wykonano” itp.),
- „poniższych” zamiast „przedstawionych dalej”, lub „przedstawionych w dalszej części”.

**Należy jednak w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że są to drobne uchybienia nie mające w żadnym przypadku negatywnego wpływu na stronę merytoryczną omawianych w Autoreferacie zagadnień. Natomiast z merytorycznego punktu widzenia nie waham się stwierdzić, że Habilitant zasługuje na dobrą ocenę głównego osiągnięcia naukowego. Przy ocenie wzięto pod uwagę stopień skomplikowania analizowanych zagadnień, zaawansowany poziom metodologiczny (z uwzględnieniem opracowania niezbędnych rozwiązań konstrukcyjnych) w zakresie pomiarów i modelowania, naukową ostrożność przy interpretacji uzyskiwanych wyników badań a także aspekt praktycznych zastosowań badań nieniszczących w ocenie stanu materiału, wynikającego zarówno z przyczyn technologicznych jak i eksploatacyjnych.**

#### **4. Ocena stopnia spełnienia pozostałych wymagań**

W tym fragmencie recenzji ocenie poddano stopień spełnienia wymagań zawartych w Rozporządzeniach Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 oraz z dnia 30 października 2015.

##### **4.1 Udział w projektach badawczych**

Habilitant uczestniczył łącznie w 3 projektach badawczych: jednym finansowanym przez Komitet Badań Naukowych i w 2 projektach badawczych finansowanych przez NCBiR.

**Zaangażowanie dr inż. Leszka Piotrowskiego w realizację projektów oceniam jako wystarczające.**

##### **4.2 Uczestnictwo w stażach naukowych i konferencjach**

Habilitant uczestniczył, w okresie przed doktoratem, w 5 konferencjach krajowych, podczas których, jako autor wiodący wygłosił 4 referaty i jako współautor wygłosił 1 referat. Ponadto uczestniczył w 1 konferencji międzynarodowej, na której jako współautor prezentował wyniki badań w formie posteru. Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitant zintensyfikował rozpowszechnianie wyników, swoich i współautorów, badań wygłaszając, jako autor wiodący, 4 referaty oraz prezentując 1 poster na 5 konferencjach krajowych. Ponadto uczestniczył On w 6 konferencjach międzynarodowych, na których, jako autor wiodący, wygłosił 2 referaty a także prezentował wyniki badań w postaci posterów (3 jako autor wiodący i 1 jako współautor).

**W tym zakresie oceniam działalność dr inż. Leszka Piotrowskiego na poziomie dobrym.**

##### **4.3 Uzyskane stypendia, nagrody wyróżnienia**

Na przełomie 1998/1999 roku Habilitant uzyskał blisko roczne stypendium programu SOCRATES/ERASMUS Università degli Studi di Camerino, Włochy.

Ponadto w wyniku działalności dydaktycznej Habilitant uzyskał także Nagrodę Rektora Politechniki Gdańskiej – zespołowa I stopnia za szczególne osiągnięcia w działalności dydaktycznej w 2003 roku (2004) nagroda za udział w redagowaniu zbioru zadań z fizyki „Fizyka na Politechnice Gdańskiej” – edycja CD.

**W tym zakresie oceniam uzyskane efekty dr inż. Leszka Piotrowskiego jako dość dobre.**

##### **4.4 Osiągnięcia dydaktyczne**

W ramach osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych w latach 2006-2013 Habilitant był opiekunem 5 prac magisterskich oraz 1 obecnie w toku realizacji, w latach 2006-2016 opiekunem 15 prac inżynierskich oraz 2 obecnie realizowanych a także pełni funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim. Ponadto Habilitant prowadził:

- szereg wykładów kursowych na 3 wydziałach (Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, Wydział Elektryczny) z 3 przedmiotów (Fizyka – pełny kurs, 2 semestry, Fizykochemia powierzchni, Magnetyczne właściwości nanostruktur i spintronika);
- laboratoria i seminaria obejmujące 6 obszarów (Fizyka, Fizykochemia powierzchni, Magnetyczne właściwości nanostruktur i spintronika, Automatyzacja procesu pomiarowego, Oprogramowanie pomiarowe i sterujące, Fizyczne metody badań materiałów);
- na studiach podyplomowych: Symulacje komputerowe dla inżynierów, wykłady: Mechanika ośrodków ciągłych (z elementami wiedzy o wytrzymałości materiałów).

Oprócz tego Habilitant w latach 2003-2009 pełnił funkcję opiekuna roku na kierunku Fizyka Techniczna, Pełnomocnika Dziekana ds. systemu punktów ECTS (2 kadencje),

Zastępcy Koordynatora programu LP/Erasmus (opieka nad studentami przyjeżdżającymi z zagranicy) a także był członkiem Komisji ds. studentów zagranicznych (Komisja Rekrutacyjna). Habilitant w ramach działań popularyzujących naukę prowadził również wykłady adresowane do młodzieży gimnazjalnej i licealnej (2007).

**Pomimo faktu, że dydaktyka Habilitanta wynika z Jego zatrudnienia na uczelni, to jednak biorąc pod uwagę między innymi liczbę wydziałów, przedmiotów oraz wykłady na studiach podyplomowych oraz inne aktywności, ten obszar Jego działalności oceniam na bardzo dobry.**

#### **4.5 Inne osiągnięcia**

Do innych osiągnięć można zaliczyć zaangażowanie Habilitanta we współpracę z innymi ośrodkami zarówno krajowymi (2) jak i zagranicznymi (4) oraz Jego aktywność jako recenzenta 5 artykułów do czasopism z bazy JCR a także zaangażowanie merytoryczne w edycję zainaugurowanej w 2008 r. wystawy: „Wielki zderzacz Hadronów. Jak to działa”, na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej.

**Ten obszar działalności Habilitanta oceniam jako dobry.**

#### **5. Podsumowanie**

Dr inż. Leszek Piotrowski, jako specjalista w obszarze nauk fizycznych w zakresie fizyki, w dotychczasowej pracy koncentrował swoją działalność na badaniach nieniszczących ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów zjawisk magnetosprężystych oraz możliwości zastosowania ich w diagnostyce stanu materiałów. Mogłoby się wydawać, że osiągnięcie naukowe pt. „Diagnostyka stanu materiałów konstrukcyjnych z wykorzystaniem zjawisk magnetosprężystych”, stanowiące przedmiot postępowania habilitacyjnego, można traktować jako prostą kontynuację pracy magisterskiej a następnie doktorskiej. Byłby to jednak mylny pogląd bowiem Habilitant w wykazie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego oraz w omówieniu celu naukowego tych prac a także opisie i interpretacji osiągniętych rezultatów wykazał się dogłębną wiedzą zarówno w odniesieniu do omawianych zjawisk magnetosprężystych występujących w różnorodnych materiałach, jak i ich zależności od stanu materiału a co za tym idzie uwarunkowań strukturalnych ze szczególnym uwzględnieniem struktur dyslokacyjnych i domen magnetycznych. Szczególnie oba ostatnie wymienione czynniki mogą jednak wywoływać pewien niedosyt bowiem rozważania Habilitanta w tym zakresie ograniczają się na ogół do wyrażania przypuszczeń i sądów wynikających z Jego przygotowania teoretycznego. Nie znalazło to natomiast odzwierciedlenia w przedstawianych danych eksperymentalnych, w których zabrakło na przykład badań na wysokorozdzielczych mikroskopach elektronowych. Recenzentka zdaje sobie sprawę, że ustalenie ścisłych zależności między zjawiskami magnetosprężystymi (emisja magnetoakustyczna i efekt Barkhausena) a potwierdzonymi doświadczalnie strukturami dyslokacyjnymi i domenowymi a także mikrostrukturą w ogóle (stanowiącą wypadkową działań technologicznych i skutków eksploatacyjnych) ujętą w kategoriach ilościowych może następcza wiele trudności. Pozostaje jednak mieć nadzieję, że w dalszych badaniach Habilitant podejmie próby ich ustalenia, co znacznie podniesie walory jego przyszłych dociekań naukowych.

Należy jednak w tym miejscu również podkreślić, że Habilitant koncentrując swoje zainteresowania na zjawiskach magnetosprężystych osiągnął, zwłaszcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk fizycznych, szereg oryginalnych i wartościowych wyników badań oraz znacząco powiększył swój dorobek naukowy. Zwraca także uwagę użyteczny aspekt dokonań Habilitanta wskazał On bowiem możliwości praktycznego zastosowania tych zjawisk w diagnostyce stanu materiału wynikającego zarówno z celowych działań technologicznych (obróbka cieplna, plastyczna itp.) jak i obciążeń eksploatacyjnych.



**Przedstawiony monotematyczny cykl 11 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach zagranicznych z bazy *Journal Citation Reports*, o sumarycznym IF+14,167, w których Habilitant, za wyjątkiem jednej z nich, występuje jako autor wiodący stanowi Jego istotny wkład w rozwój badań nieniszczących w odniesieniu do różnorodnych materiałów i wyrobów. Należy podkreślić, że publikacje te obejmują zarówno interpretację obu zjawisk magnetosprężystych tj. efekt Barkhausena oraz emisji magnetoakustycznej, jak i ocenę przydatności obu charakterystyk w diagnostyce stanu materiałów przy zachowaniu naukowej ostrożności wynikającej ze stopnia skomplikowania analizowanych zjawisk.**

Pozostałe osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne, pozwalają uznać, iż Habilitant spełnia wymagania, stawiane w tym zakresie kandydatom do stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych na poziomie bardzo dobrym.

Podsumowując stwierdzam, że świetle rozporządzeń Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 oraz z dnia 30 października 2015 zaprezentowany dorobek dr inż. Leszka Piotrowskiego stanowi istotny wkład w dziedzinę nauk technicznych i w związku z tym spełnia w stopniu dobrym wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w tej dziedzinie. W związku z tym wnoszę o nadanie Mu tego stopnia w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

  
Krystyna Pietrzak

