

Dr habil. inż. Henryk TOMASZEWSKI,  
Profesor nadzwyczajny ITME  
Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych  
Warszawa, Ul. Wólczyńska 133

Warszawa, dnia 04.03.2013r.

## OPINIA

o całokształcie dorobku naukowego **dr Przemysława RANACHOWSKIEGO**  
oraz o rozprawie habilitacyjnej pt.: "Procesy starzeniowe w ceramice elektrotechnicznej"

### 1. *Charakterystyka Kandydata*

Dr Przemysław Ranachowski rozpoczął swą drogę zawodową w 1993 roku jako nauczyciel chemii w Liceum Ogólnokształcącym im. Hoffmanowej na rok przed ukończeniem studiów magisterskich na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Epizod dydaktyczno-wychowawczy trwający bez mała dziesięć lat, nie przeszkodził Kandydatowi w równoległej realizacji Jego zainteresowań w dziedzinie sonochemii, bowiem w 1994 roku rozpoczął prace nad wykorzystaniem metody emisji akustycznej do badania dynamiki reakcji chemicznych i przemian fazowych w związkach nieorganicznych w ramach Pracowni Badania Struktur Materiałowych IPPT PAN. Jak się dziś okazuje, metody emisji akustycznej stosowane do badania różnych materiałów realizowane w szczególnym miejscu jakim jest Instytut Podstawowych Problemów Techniki i wśród szczególnych ludzi stały się życiową pasją Kandydata. Zatrudniony w tymże Instytucie w roku 1997 na etacie asystenta, w 2000 roku przedłożył i obronił rozprawę doktorską pt., „Wykorzystanie metody emisji akustycznej do badania dynamiki przemian polimorficznych związków nieorganicznych”. Działalność badawcza Pana Ranachowskiego po uzyskaniu stopnia doktorskiego koncentruje się głównie na zagadnieniach ceramicznych tworzyw konstrukcyjnych. Prowadzone długie lata badania obejmujące właściwości mechaniczne, termomechaniczne i akustyczne porcelan elektrotechnicznych i tworzyw korundowych w powiązaniu z badaniami ich mikrostruktury stały się kanwą przedłożonej Radzie Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki rozprawy habilitacyjnej.

## 2. Ocena dorobku naukowego

Dr Ranachowski jest współautorem 106 prac opublikowanych zarówno w czasopiśmie krajowych, jak i czasopiśmie naukowych o międzynarodowym obiegu. Wyrazem narastającego z biegiem czasu wzrostu aktywności badawczej jest fakt, że aż 71 z nich ukazało się po uzyskaniu stopnia doktorskiego. Wszystkie opublikowane prace są pracami zespołowymi. W 43 publikacjach Dr Ranachowski występuje jako pierwszy autor. W załączeniu ważniejszych publikacji zespołowych znajdują się oświadczenia współautorów przekonujące do wiodącej roli pełnionej przez Dr Ranachowskiego. Większość z tych prac dotyczy mechanoakustycznych badań ceramicznych tworzyw stosowanych do wytwarzania izolatorów poczynając od typowej porcelany elektrotechnicznej, poprzez porcelanę wysokoglinową a skończywszy na ceramice korundowej oraz badania obserwowanych w nich procesów degradacyjnych. Wyniki badań przedstawione łącznie w 26 publikacjach zostały zebrane w monografii pt. „*Procesy starzeniowe w ceramice elektrotechnicznej*”. Jedyną samodzielną pracą w dorobku Autora jest poddawana ocenie rozprawa habilitacyjna.

Zgodnie z podziałem zaproponowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 21 prac Dr Ranachowskiego zostało opublikowanych w czasopiśmie posiadających współczynnik „*impact factor*” i znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. W grupie tej należy wymienić następujące czasopisma: *Archives of Acoustics*, wydawane przez Institute of Fundamental and Technological Research PAS, ze współczynnikiem *impact factor* równym 0,847 (10 pozycji), *Insight*, wydawane przez British Institute of Non Destructive Testing, ze współczynnikiem równym 0,57 (3 pozycje), *Archives of Metallurgy and Materials*, wydawane przez Institute of Metallurgy and Materials Science PAS ze współczynnikiem 0,487 (6 pozycji) oraz po jednej pozycji opublikowanej w *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, wydawanym przez The Dielectrics and Electrical Insulation Society of IEEE ze współczynnikiem 1,094 i w *Archives of Electrical Engineering*, wydawanych przez Polish Academy of Science, Electrical Committee ze współczynnikiem 0,967.

Już ta grupa publikacji Dr Ranachowskiego wypełnia jeden z wymogów stawianych każdemu Habilitantowi przez Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki, opisanych w Uchwale z dnia 30 czerwca 2011 roku. Oczekiwane przez tę Uchwałę minimum to co najmniej 5 publikacji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Kolejnym wymogiem ww Uchwale są wartości **Indeksu Hirscha i liczby cytowań**, udokumentowane spisem publikacji według bazy Journal Citation Reports ISI. Rekomendowane przez Radę wartości minimalne tych indeksów:  $h=4$  i liczba cytowań 50. Z przykrością jednak stwierdzam, iż indeks Hirscha i

liczba cytowań Pana Ranachowskiego nie znalazły się w komplecie dokumentów przedstawianych do oceny. Pozostaje zatem mieć nadzieję, iż powyższe niedopatrzenie zostanie uzupełnione przez Habilitanta w ramach odpowiedzi na recenzje.

W drugiej grupie czasopism nie posiadających współczynnika impact factor, lecz punktowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego znajdują się dalsze 22 prace Dr Ranachowskiego. Są to w większości czasopisma krajowe, wśród których wymienić należy: *Ceramika/Ceramics*, *Energetyka*, *Przegląd Elektrotechniczny*, *Szkło i Ceramika*, *Engineering Transactions*, *Inżynieria Materiałowa* oraz *Pomiary*, *Automatyka*, *Kontrola*. Pozostałe niepunktowane publikacje zawarte są w licznych materiałach pokonferencyjnych krajowych i zagranicznych oraz pracach naukowych PAN i innych polskich wyższych uczelni.

Na zakończenie tej części recenzji warto wspomnieć o współautorstwie Dr Ranachowskiego w kilku rozdziałach w podręczniku z zakresu elektroenergetyki zatytułowanym „*Napowietrzna izolacja wysokonapięciowa w elektroenergetyce*”, wydanym przez Politechnikę Wrocławską. Jest On także członkiem szeregu towarzystw naukowych: Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Akustycznego oraz Komitetu Technicznego Nr 303 ds. Materiałów Elektroizolacyjnych-Zespół Elektryki Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. W latach 2002 i 2009 uczestniczył w Pracach Komitetu Organizacyjnego Otwartego Seminarium z Akustyki, zaś w latach 2001-2011 brał udział w organizacji sześciu kolejnych konferencji pod auspicjami E-MRS, w części *Composites and Ceramic Materials-Technology, Application and Testing*.

Uzyskany dorobek poznawczy, którego wyrazem są liczne publikacje w renomowanych czasopismach świadczy o tym, iż mamy do czynienia z dojrzałym pracownikiem naukowym.

### 3. Ocena rozprawy habilitacyjnej

Na opiniowaną rozprawę habilitacyjną składają się 244 strony druku, spis literatury zawierający 215 pozycji (w tym 32 prace współautorstwa Autora), 17 tabel oraz 140 rysunków i fotografii. Wyliczenie to dowodzi, że jak na monografię dotyczącą dość wąskiego i specjalistycznego tematu, którym jest zagadnienie procesów starzeniowych w ceramice elektrotechnicznej, mamy do czynienia z obszerną publikacją. Pełne jednak uzasadnienie tych rozmiarów wynika z faktu, iż badaniom poddano obszerną grupę tworzyw ceramicznych stosowanych w praktyce przemysłowej w ostatnich kilkudziesięciu latach do wytwarzania izolatorów pracujących na polskich liniach przesyłowych w kolejności ich naturalnego rozwoju, poczynając od porcelany kwarcowej C110, poprzez porcelanę krystalitową C112,

porcelanę wysokoglinową C120, porcelanę wysokoglinową C130 a skończywszy na tworzywie korundowym.

Tekst pracy podzielono na 12 rozdziałów. W pierwszych dwu krótkich rozdziałach Autor sformułował cel i zakres pracy, jakim było rozpoznanie i udokumentowanie procesów degradacji w mikrostrukturze porcelanowych tworzyw elektrotechnicznych oraz tworzywa korundowego z wykorzystaniem metody mechanoakustycznej uzupełnionej analizą mikroskopową oraz pomiarami ultradźwiękowymi. W rozdziale 3, będącym szerokim przeglądem literatury w zakresie tworzyw wchodzących w obszar zainteresowań Autora, przytoczonych zostaje szereg znanych definicji. Na początek zdefiniowane zostają procesy starzeniowe w tworzywach ceramicznych (polegające na stopniowym powiększaniu się rozmiarów defektów pod wpływem istniejących w materiale naprężeń mechanicznych wewnętrznych i naprężeń wywołanych siłami zewnętrznymi), opisane rodzaje defektów występujących w porcelanie elektrotechnicznej, krótkotrwała i długotrwała wytrzymałość mechaniczna tworzywa i jej związki z trwałością eksploatacyjną izolatorów. Przypomniane zostały także sposoby umacniania porcelany elektrotechnicznej praktycznie wykorzystane w pojawiających się w kolejnych, coraz trwalszych typach izolatorów.

Kluczową metodą badań tworzyw ceramicznych, opracowaną przez Autora, okazała się metoda mechanoakustyczna polegająca na badaniu zmian ich mikrostruktury podczas działania powoli narastającego obciążenia ściskającego, przy jednoczesnym pomiarze naprężenia ściskającego i deskryptorów emisji akustycznej. Metoda ta w połączeniu ze zastosowanymi metodami obserwacji zmian mikrostruktury badanych tworzyw pozwoliła Autorowi na pełną charakterystykę poszczególnych etapów ich degradacji postępującej przez długie lata normalnej eksploatacji izolatorów. Przedmiotowe metody opisane zostały w rozdziałach 4, 5 i 6. W sumie wysoko oceniam poziom merytoryczny tej części pracy. Napisana została poprawnym językiem i trudno tu doszukać się poważnych uchybień czy niedoskonałości.

Jako ceramika z wykształcenia razi mnie jednak mieszanie przez Autora pojęcia mikrostruktury tworzywa ceramicznego z jego strukturą w pojęciu rentgenowskim. W dziedzinie, w której pracuję, obraz mikroskopowy zglądu trawionego bądź nie tejże ceramiki zwykle się nazywać jego mikrostrukturą a nie strukturą. Przykładem z tekstu pracy Autora niech będą podpisy zdjęć przedstawionych pod Rys. 6.1 bądź 6.2 na stronie 93, bądź tytuł rozdziału szóstego w spisie treści brzmiący: „*Metody mikroskopowe w badaniach **struktur** i właściwości tworzyw ceramicznych*”. Struktury materiału, w rozumieniu środowiska ceramicznego, nie da się badać metodami mikroskopii optycznej.



Razi mnie również powszechne używanie słowa „ziarn” zamiast „ziaren”, tak jak to jest w przytoczonym zdaniu ze strony 18 : „Zasadnicze znaczenie miała w tym względzie jednorodność rozłożenia **ziarn** korundu w materiale, a zwłaszcza występowanie aglomeratów **ziarn**, ich wewnętrzna spoiistość oraz powiązanie z matrycą porcelany”.

Na stronie 67 Autor podkreśla wagę geometrii próbek w badaniach charakterystyki mechaniczno-akustycznej wykorzystującej test ściskania. Słusznie zwraca uwagę, iż powierzchnia kształtek wykorzystywanych w teście nie może zawierać defektów, bowiem mogą one inicjować powstawanie pęknięć. Podkreśla także, iż powierzchnie dolna i górna, na które oddziałuje naprężenie ściskające muszą być płaskorównoległe na poziomie  $10^{-1}$ mm. Powyższe wymogi są mniej więcej zgodne z polską normą ”Elektroizolacyjne materiały ceramiczne, metody badań” PN-89/E-06307. Wydaje się jednak, iż w próbie ściskania istotna jest również gładkość powierzchni czołowych i bocznych próbki. Powszechnie stosowana obróbka szlifowaniem próbek jest bowiem także odpowiedzialna za wprowadzanie wad powierzchniowych. Stąd w ważnych testach potrzeba polerowania powierzchni próbek. Potrzebę taką dostrzega norma amerykańska ASTM E9-89a <sup>e1</sup>, „Standard test methods of compression testing of metallic materials at room temperature”. Gładkość powierzchni próbki jest określana tu na poziomie  $1,6\mu\text{m}$  bądź  $1,0\mu\text{m}$ . Norma ta z wymaganiami odnośnie próbki idzie dalej, bowiem określa minimalną płaskość i prostopadłość powierzchni czołowych, a także przewiduje konieczność stosowania przekładek (ang. ”bearing blocks”) z odpowiedniego materiału pomiędzy próbką ceramiczną i powierzchnią stempla maszyny wytrzymałościowej.

Kolejnych pięć rozdziałów pracy stanowi szerokie omówienie własnych badań Autora nad procesami starzeniowymi obserwowanymi w ceramice elektrotechnicznej. W całym zakresie badania te podporządkowano przejrzystemu schematowi postępowania. Z materiału izolatora w kolejności ich naturalnego technicznego rozwoju - porcelana kwarcowa C110, porcelana krystalitowa C112, porcelana wysokoglinowa C120, porcelana wysokoglinowa C130 a skończywszy na tworzywie korundowym - wycinano prostopadłościennie próbki o wymiarach  $9,5 \times 9,5 \times 11$ mm, oznaczano ich wytrzymałość na ściskanie i charakterystykę mechanoakustyczną. Z uzyskanych danych wyznaczano wartości pośrednie naprężenia ściskającego, przy którym obciążanie zatrzymywano a próbki poddawano badaniom mikroskopowym w celu określenia zmian ich mikrostruktury w porównaniu z obrazem mikrostruktury próbki wyjściowej nie poddawanej obciążaniu. Podobnym badaniom poddawano próbki uzyskiwane z izolatorów, które uległy awarii (uszkodzeniu) w wyniku eksploatacji, jak i z izolatorów nie używanych ale pozostających w magazynie jako rezerwa i

podlegających jednak powolnej, naturalnej degradacji. W tej części pracy wypunktowany również został wpływ wad technologicznych powstałych na etapie produkcji izolatorów na procesy starzeniowe. W wyniku takiego podejścia do badanego zjawiska udało się Autorowi przypisać określone efekty akustyczne z wykresów tempa zdarzeń w funkcji przyrostu naprężenia ściskającego, określonym zmianom mikrostruktury badanych próbek a w efekcie końcowym przedstawić pełny opis poszczególnych etapów degradacji mikrostruktury każdego z badanych typów materiału ceramicznego stosowanych do wytwarzania izolatorów. Poziom merytoryczny części doświadczalnej pracy, będącej rezultatem wieloletnich badań Autora jest bez zarzutu. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, iż jest to pierwszy, przynajmniej w Polsce, tak pełny i szczegółowy opis zjawisk odpowiedzialnych za degradację mechaniczną izolatorów podczas ich wieloletniej eksploatacji. Przedstawiona do oceny praca ma nie tylko szeroki wymiar naukowy ale posiada przede wszystkim olbrzymie znaczenie praktyczne. Pełne zrozumienie procesów degradacyjnych materiału a zwłaszcza czynników odpowiedzialnych za te procesy, pozwala bowiem na zmniejszenie ilości awarii w elektroenergetyce w wyniku uszkodzeń izolatorów, jak i na projektowanie nowych materiałów o dłuższych czasach bezpiecznej eksploatacji.

#### *4. Wniosek końcowy*

Uważam, iż przedstawiona do oceny rozprawa habilitacyjna Dr Przemysława Ranachowskiego spełnia wymagania stawiane tego rodzaju pracom z następujących względów:

- a) jest podsumowaniem wieloletniej działalności Habilitanta nad badaniem zjawisk starzeniowych w ceramice elektrotechnicznej,
- b) wnosi do tego zagadnienia istotne elementy poznawcze,
- c) świadczy o doskonałym opanowaniu przez Autora subtelnych aspektów technologii konstrukcyjnych tworzyw ceramicznych oraz metod ich badań.

Biorąc powyższe pod uwagę przedkładam Radzie Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki w Warszawie wniosek o dopuszczenie Dr Przemysława Ranachowskiego do kolokwium habilitacyjnego.