

dr hab. inż. Andrzej Nowotnik prof. PRz
Katedra Nauki o Materiałach
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechnika Rzeszowska
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

Rzeszów, 13.02.2024 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego – monografii habilitacyjnej zatytułowanej: „Metody nieniszczące w ocenie rozwoju uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych” oraz istotnej aktywności naukowej

Pana dr. inż. Dominika Kukli

w związku z wszczętym w dniu 29 września 2023 roku postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa prowadzonym przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej

Recenzja została wykonana na zlecenie
Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa
Pani prof. dr hab. Małgorzaty Lewandowskiej;
na podstawie pisma z dnia 19.12.2023 r.

Przy opracowaniu recenzji wykorzystałem dostarczone mi materiały dotyczące całokształtu dorobku Pana dr. inż. Dominika Kukli

1. Informacje ogólne i sylwetka kandydata

Pan dr inż. Dominik Kukla uzyskał tytuł magistra inżyniera w zakresie specjalności inżynieria materiałowa w roku 1997. Studia wyższe ukończył na Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Inżynierii Materiałowej. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa uzyskał w jednostce macierzystej na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej (WIM PW) w 2002 roku na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej „*Nanokrystaliczne spieki BaTiO₃ domieszkowane tlenkami metali ziem rzadkich*”, której promotorem był prof. nzw. dr hab. inż. Andrzej Olszyna. Od września 2002 roku pracuje na stanowisku Specjalisty w Zakładzie Mechaniki Doświadczalnej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, od kwietnia 2023 roku dodatkowo na stanowisku Głównego specjalisty w pionie Badawczym Sieci Badawczej Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny. Równocześnie w latach 2008-2012 pracował na stanowisku Starszego Specjalisty naukowo-technicznego w biurze ds. projektu CEZAMAT Politechniki Warszawskiej, a następnie w latach od 2012 do 2016 r. na stanowisku Eksperta naukowo-

technicznego w Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT PW sp. z o.o. Jako główne osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Pan dr inż. Dominik Kukla wskazał monografię zatytułowaną: „**Metody nieniszczące w ocenie rozwoju uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych**”.

2. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

2.1. Przedmiot i problematyka głównego osiągnięcia naukowego

Rozwój badań nieniszczących umożliwiających ocenę uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych jest niezwykle ważny dla nauki, zapewniając eksperymentalne określenie kryteriów bezpieczeństwa i niezawodności konstrukcji bez konieczności ingerencji w ich strukturę. Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku bardzo dynamicznie rozwijają się badania naukowe nad nowymi metodami zapewniającymi możliwość determinowania stanu i trwałości konstrukcji metalicznych bez konieczności ich demontażu czy niszczenia, a od początku dwudziestego pierwszego wieku obserwuje się szybki postęp w komercjalizacji rozwiązań proponowanych przez naukę oraz tworzenie się rynku oprzyrządowania, urządzeń zapewniających prowadzenie badań nieniszczących w technologiach produkcyjnych elementów wytwarzanych z różnych rodzajów materiałów, nie tylko metalicznych. Metody te umożliwiają wykrywanie potencjalnych uszkodzeń lub słabych punktów w różnorodnych konstrukcjach, takich jak mosty, budynki, maszyny czy pojazdy. Wykorzystanie tych metod ma również ogromne znaczenie dla przedłużenia żywotności materiałów i konstrukcji, pozwalając na odpowiednie planowanie ich konserwacji i napraw. Ponadto, metody nieniszczące są kluczowe w rozwoju nowych materiałów i technologii konstrukcyjnych, umożliwiając badanie ich właściwości i zachowania pod wpływem różnych obciążeń bez konieczności niszczenia próbek. W efekcie, badania te przyczyniają się do wzrostu efektywności i ekonomiczności w sektorach takich jak budownictwo, transport czy energetyka, również lotnictwo jednocześnie zwiększając bezpieczeństwo użytkowania konstrukcji, urządzeń, czy statków powietrznych. W kontekście zmieniającego się środowiska i rosnących wymagań w zakresie trwałości i niezawodności, badania nad metodami nieniszczącymi stanowią kluczowy element postępu technologicznego i naukowego. W ten nurt badań świetnie wpisuje się tematyka podjęta w monografii Habilitanta stanowiącej główne osiągnięcie naukowe recenzowanego wniosku habilitacyjnego. Przedłożona do recenzji rozprawa zatytułowana „*Metody nieniszczące w ocenie rozwoju uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych*” została opublikowana w wydawnictwie Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie w 2023 r. Opiniodawcą/recenzentem wydawniczym monografii habilitacyjnej był dr hab. inż. Łukasz Jankowski. Rozprawa Pana dr. inż. Dominika Kukli ujmuje monograficznie wyniki oraz analizę własnych badań eksperymentalnych prowadzonych w ostatnich 10-12 latach, w ramach projektów oraz badań statutowych, w części już opublikowanych. Badania te dotyczyły głównie zagadnień badań oraz oceny mechanizmów uszkodzeń materiałów wynikających z ich eksploatacji, charakteryzacji procesów degradacji w realnych warunkach użytkowania, prowadzonych przy zastosowaniu metody prądów wirowych oraz metody

magnetycznej. Monografia zawiera 166 stron (rysunków – 89, tablic – 7), łącznie z wykazem literatury (pozycji bibliograficznych – 193).

2.2. Ocena uzyskanych wyników

Habilitant, w swoich badaniach skupił się na wykorzystaniu nieniszczących metod badawczych (*NDT - Non Destructive Testing*) do identyfikacji i lokalizacji uszkodzeń eksploatacyjnych we wczesnym etapie ich rozwoju. Wyniki badań zaprezentowane w monografii dotyczą przede wszystkim wykorzystania metod nieniszczących, w tym metody prądów wirowych, czy metod magnetycznych do rozpoznawania subtelnych zmian w materiale, które mogą poprzedzać pojawienie się pęknięć. Habilitant zwraca uwagę na procesy degradacji mikrostruktury materiałów konstrukcyjnych pod wpływem cieplno-mechanicznych obciążeń, które mogą prowadzić do zarodkowania i wzrostu mikropęknięć, a ostatecznie do zniszczenia konstrukcji. Jego praca stanowi istotny krok w rozwoju nieniszczących technik badawczych, umożliwiając lepszą charakteryzację zjawisk związanych z dekohezją, degradacją materiałów w konstrukcjach przemysłowych.

Treść rozprawy podzielono na 8 rozdziałów i można w niej wyodrębnić część dotyczącą analizy problematyki związanej z badaniami nieniszczącymi z charakterystyką stosowanych przez Habilitanta metod badawczych oraz ich zastosowanie w prowadzonych badaniach własnych (rozd. 1. Wprowadzenie; rozdz. 2. Metoda prądów wirowych, rozdz. 3. Inne metody magnetyczne w ocenie uszkodzeń zmęczeniowych, rozdz. 4. Zjawiska towarzyszące zmęczeniu materiałów konstrukcyjnych oraz część, w której przedstawiono wyniki badań uszkodzeń (rozd. 5. Ocena uszkodzenia zmęczeniowego żarowytrzymałej stali 1.4903, rozdz. 6. Detekcja i ocena uszkodzeń eksploatacyjnych w stopach niklu, rozdz. 7. Inne przykłady oceny uszkodzeń badanych metodą prądów wirowych oraz rozdz. 8. Podsumowanie).

Autor wprowadza modyfikację ogólnie przyjętego i najczęściej stosowanego podziału treści pracy naukowej kwalifikacyjnej, której podstawą jest prowadzenie badań własnych i analiza ich wyników. W mojej ocenie nie zwiększyło to zarówno stopnia przejrzystości, jak i przekazu jej treści dla czytelnika. Analiza treści rozdziału: 1. Wprowadzenie; poświęcona jest charakterystyce prowadzonych badań zmierzających do oceny stopnia degradacji elementów konstrukcji i instalacji przemysłowych. Habilitant podkreśla, że kluczowe znaczenie w tych badaniach mają lokalne zmiany stanu naprężenia pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych oraz towarzyszące im zmiany mikrostrukturalne. Te zjawiska są odpowiedzialne za inicjowanie i rozwój uszkodzeń zmęczeniowych, które mogą prowadzić do poważnych awarii instalacji. Dalej, wprowadza czytelnika w problematykę związaną z badaniami umożliwiającymi dokonać ocenę jakości gotowych produktów, czy materiałów stosowanych w technologiach ich wytwarzania. Różne metody nieniszczące, rozwijane od ponad 100 lat, umożliwiają identyfikację i lokalizację tych uszkodzeń, począwszy od prostych metod wizualnych po zaawansowane techniki elektromagnetyczne i ultradźwiękowe. W latach 50. XX wieku zaczęto wykorzystywać elektromagnetyczne techniki pomiarowe do oceny stanu degradacji struktury materiałów metalicznych pod obciążeniami zmęczeniowymi. Początkowe badania koncentrowały się na pomiarach konduktywności metali pod wpływem obciążeń cyklicznych. W kolejnych dekadach

opracowano i przetestowano szereg innych technik, w tym ultradźwiękowe, akustyczne i magnetyczne, dla różnych materiałów i rodzajów uszkodzeń. Od początku XXI wieku te diagnostyczne metody nieniszczące stały się standardowym narzędziem w ocenie stanu technicznego konstrukcji, szczególnie urządzeń ciśnieniowych, co jest zgodne z dyrektywami unijnymi. Rozwój tych metod zapoczątkował podejście systemowe do problemu oceny stanu technicznego, znane jako monitorowanie stanu konstrukcji (SHM), które polega na ciągłej ocenie stanu technicznego obiektu za pomocą różnorodnych czujników. W końcowej części rozdziału 1, Habilitant definiuje cel pracy.

Celem i zakresem pracy jest zbadanie możliwości wykorzystania tych metod nieniszczących w diagnostyce przemysłowej, z naciskiem na identyfikację i ocenę zmian zachodzących w materiałach konstrukcyjnych pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Badania te mają na celu lepszą charakteryzację zjawisk związanych z rozwojem uszkodzeń oraz ich wczesne wykrywanie, co ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i długiego czasu pracy instalacji przemysłowych. Praca ta ma także na celu opracowanie nowych metodologicznych podejść oraz ulepszenie istniejących technik, aby zwiększyć ich skuteczność w diagnostyce przemysłowej. W rozdziale **2. Metoda prądów wirowych** (str. 19-39) Habilitant omawia metodę prądów wirowych (ET – Eddy Current Testing), należącą do grupy metod elektromagnetycznych. Przedstawiono zasadę działania tej metody, polegającą na wykorzystaniu zjawiska indukcji elektromagnetycznej do detekcji uszkodzeń powierzchniowych i podpowierzchniowych, oceny grubości warstw i powłok, a także identyfikacji metali i stopów. Opisano także zastosowania metody w obszarze defektoskopii oraz w ocenie grubości i twardości warstw i powłok. Rozdział szczegółowo opisuje ograniczenia i możliwości pomiarowe metody, w tym wpływ przewodności elektrycznej i przenikalności magnetycznej materiału oraz częstotliwości prądu wzbudzającego na głębokość wnikania prądów wirowych. Zilustrowano także różne aplikacje w diagnostyce przemysłowej, takie jak badanie rur wymienników ciepła, ocena stanu technicznego konstrukcji i urządzeń oraz detekcja uszkodzeń eksploatacyjnych. Rozdział zawiera również dyskusję na temat innych metod opartych na zjawisku indukcji magnetycznej, takich jak Eddy Current Array (ECA) i Pulsed Eddy Current (PEC), oraz ich zastosowań w diagnostyce przemysłowej. Wyjaśniono również, jak metoda prądów wirowych może być stosowana do oceny grubości powłok i warstw oraz do „strukturokopii”, umożliwiając identyfikację zmian strukturalnych i ocenę stanu naprężenia w materiałach. Podsumowując, rozdział ten dostarcza wyczerpującego przeglądu metody prądów wirowych, prezentując jej podstawy teoretyczne, możliwości aplikacyjne i ograniczenia, a także podkreślając jej znaczenie w różnych dziedzinach diagnostyki przemysłowej.

Rozdział **3. Inne metody magnetyczne w ocenie uszkodzeń zmęczeniowych** (str. 41-47) zawiera charakterystykę metod diagnostycznych wykorzystujących zjawiska elektromagnetyczne, ze szczególnym naciskiem na techniki bazujące na indukcji magnetycznej. Metody te mają zastosowanie głównie w diagnozowaniu zmian zachodzących w materiałach ferromagnetycznych pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Szczegółowo przedstawiono mechanizmy detekcji defektów strukturalnych i różne techniki analizy uzyskiwanych sygnałów. Opisano metodę magnetyczno-proszkową, najbardziej powszechną w detekcji uszkodzeń powierzchniowych i podpowierzchniowych, oraz

wykorzystywane w badaniu stanu magnetycznego krytycznych miejsc obiektu. Wskazano, że zjawiska inicjujące proces odkształcenia plastycznego, takie jak wzrost gęstości dyslokacji czy powstawanie pasm poślizgu, prowadzą do zmian właściwości magnetycznych, co zostało potwierdzone w licznych badaniach. Omówiono także techniki wykorzystujące efekt (szumy) Barkhausena, emisję magneto-akustyczną (MAE), metodę wycieku magnetycznego (MFL), oraz metodę pamięci magnetycznej (MMM), podkreślając ich możliwości w diagnozowaniu stanu materiałów ferromagnetycznych. Szczególnie zwrócono uwagę na wykorzystanie metod magnetycznych do oceny stanu materiałów nieferromagnetycznych, takich jak stal 304, pod wpływem obciążenia zmęczeniowego. Rozdział ten prezentuje różnorodne techniki elektromagnetyczne i ich zastosowanie w ocenie uszkodzeń zmęczeniowych, oferując dogłębny wgląd w ich potencjał diagnostyczny i możliwości praktycznego wykorzystania.

Rozdział 4. Zjawiska towarzyszące zmęczeniu materiałów konstrukcyjnych; koncentruje się na opisie mechanizmów inicjowania i rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych w metalicznych materiałach konstrukcyjnych. Omówiono procesy lokalnego inicjowania pęknięć oraz ich wzrost, skupiając się na przegrupowaniach dyslokacji, zmianach mikrostrukturalnych i akumulacji odkształceń plastycznych. Wyróżniono trzy etapy rozwoju zmęczenia: nukleację mikropęknięć, wzrost makropęknięć i niestabilny, nagły wzrost defektów prowadzący do utraty spójności materiału. Szczegółowo opisano różne metody opisu rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego oraz propozycje parametrów definiujących uszkodzenie zmęczeniowe. Zaproponowano ilościową metodologię opisu procesu zmęczeniowego na podstawie analizy akumulacji odkształcenia plastycznego mierzonego w kolejnych cyklach obciążenia. Przedstawiono również wpływ stanu powierzchni i mechanizmy rozwoju pęknięć. Opisano także różne warianty rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego, biorąc pod uwagę czynniki takie jak stan powierzchni materiału, składowe naprężenia resztkowe czy wpływ środowiska. Rozważono hipotezę kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych Palmgrena-Minera oraz inne metody oceny trwałości zmęczeniowej. W rozdziale omówiono ilościową ocenę uszkodzenia zmęczeniowego, zwracając uwagę na potrzebę opracowania miary uszkodzenia, która ilościowo określa rozmiar defektu i śledzi dynamikę jego rozwoju. Zaprezentowano także mechanizmy rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego, takie jak ratcheting i cykliczna plastyczność. Podkreślono konieczność zastosowania nieinwazyjnych technik badawczych w ocenie stopnia degradacji materiałów, szczególnie w kontekście diagnozowania uszkodzeń w warunkach eksploatacyjnych. Rozdział kończy się na omówieniu skuteczności różnych metod diagnostycznych, które mogą być wykorzystywane do wykrywania wad w postaci pęknięć i pustek, nawet w mikroskali.

Rozdział 5, zatytułowany "Ocena uszkodzenia zmęczeniowego żarowytrzymałej stali 1.4903", koncentruje się na prezentacji wyników badań zmęczeniowych, mikrostrukturalnych oraz nieniszczących dotyczących żarowytrzymałej stali 1.4903, zarówno w stanie dostawy, jak i po eksploatacji w instalacji energetycznej. Rozdział ten szczegółowo opisuje program badań zmęczeniowych, które realizowano w szerokim zakresie amplitudy naprężenia, oraz procedury wyznaczania parametru uszkodzenia na podstawie pomiaru odkształceń skumulowanych w kolejnych cyklach. Uzyskane wartości

skorelowano z wynikami pomiarów parametrów sygnału prądów wirowych, co pozwoliło na rozwinięcie nieniszczącej metodyki oceny stopnia uszkodzenia zmęczeniowego stali żarowytrzymałej. Oprócz szczegółowego opisu właściwości wytrzymałościowych i mikrostruktury stali 1.4903, rozdział zawiera również wyniki badań trwałości zmęczeniowej próbek tej stali w stanie dostawy i po eksploatacji. Zostały one przedstawione w formie wykresów Wöhlera, co umożliwia zobrazowanie wpływu eksploatacji na wytrzymałość zmęczeniową stali. Rozdział kończy się analizą rozwoju parametrów uszkodzenia zmęczeniowego stali 1.4903, gdzie opisano stopień degradacji własności wytrzymałościowych na podstawie zmian dynamiki rozwoju uszkodzenia. W kontekście badań stali 1.4903, rozdział ten oferuje kompleksową analizę wpływu warunków eksploatacyjnych na właściwości mikrostrukturalne i wytrzymałościowe materiału. Zastosowanie metody prądów wirowych do oceny degradacji stali, w połączeniu z tradycyjnymi testami wytrzymałościowymi, stanowi wartościowe połączenie technik badawczych, które zapewniają dogłębne zrozumienie procesów uszkodzeń zmęczeniowych w kontekście realnych warunków eksploatacji.

Rozdział 6 książki pt. **"Detekcja i ocena uszkodzeń eksploatacyjnych w stopach niklu"** przedstawia wyniki badań nieniszczących stopów niklu MAR 247 i Inconel 718. Badania te koncentrowały się na identyfikacji i lokalizacji uszkodzeń zmęczeniowych w oparciu o monitoring zmian parametrów impedancji oraz zastosowanie metod optycznych DIC i ESPI. W części wstępnej rozdziału omówiono warunki eksploatacji elementów wykonanych ze stopów niklu, które są narażone na rozwój uszkodzeń w skrajnych warunkach pracy, takich jak wysoka temperatura i duże obciążenia dynamiczne. Podkreślono potrzebę opracowania zaawansowanych procedur diagnostycznych, które umożliwią bezpieczne użytkowanie takich elementów. Kolejne sekcje rozdziału szczegółowo opisują przeprowadzone badania. W sekcji 6.2 przedstawiono badania rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych stopu MAR 247, wykorzystując różne techniki nieniszczące. Badania te miały na celu ocenę stopnia uszkodzenia w kolejnych cyklach obciążeń zmiennych. Zastosowano m.in. metodę prądów wirowych oraz optyczne metody cyfrowej korelacji obrazu (DIC) i interferometrii plamkowej (ESPI). W sekcji 6.3 opisano testy zmęczeniowe stopu MAR 247, w tym wytrzymałość na zmęczenie w różnych warunkach temperaturowych oraz wpływ grubości warstwy aluminiidkowej na dynamikę rozwoju uszkodzeń. Sekcja 6.4 skupia się na badaniach stopu MAR 247 przy użyciu metody prądów wirowych. Badania te pozwoliły na identyfikację i lokalizację pęknięć powierzchniowych i podpowierzchniowych, a także ocenę stopnia degradacji materiału. W sekcji 6.5 przedstawiono identyfikację i analizę rozwoju uszkodzeń metodami optycznymi. Opisano, jak techniki DIC i ESPI umożliwiły identyfikację pęknięć na powierzchni próbek ze stopu niklu pod wpływem cyklicznych obciążeń zmiennych. Ostatnia sekcja, 6.6, poświęcona jest ocenie stopnia uszkodzenia stopu niklu Inconel 718, gdzie przeprowadzono badania na próbkach poddanych obciążeniom statycznym. Skupiono się na ocenie stopnia degradacji materiału na podstawie analizy parametrów impedancji oraz wyników badań mikrostrukturalnych. Rozdział kończy się wnioskami wskazującymi na skuteczność zastosowanych metod nieniszczących w diagnozowaniu i monitorowaniu uszkodzeń

eksploatacyjnych w badanych stopach niklu, podkreślając ich znaczenie w zapewnieniu bezpieczeństwa eksploatacji krytycznych komponentów w ekstremalnych warunkach pracy.

W rozdziale 7: **Inne przykłady oceny uszkodzeń badanych metodą prądów wirowych**, dr inż. Dominik Kukla prezentuje wyniki badań w odniesieniu do zastosowania metody prądów wirowych (ET) do detekcji i charakterystyki uszkodzeń wynikających z warunków pracy lub obróbki materiałów. Metoda pozwalająca na identyfikację i kwantyfikację uszkodzeń, takich jak przypalenia szlifierskie, degradacji wodorowej czy zgniotu powstałego w procesie walcowania zastosowana została m.in. na ocenę przypaleń szlifierskich w stali AISI 9310, powstałych w wyniku obróbki powierzchniowej. Symulowane przypalenia szlifierskie uzyskano przy użyciu technik laserowych, a następnie charakteryzowano je pod względem mikrostruktury i twardości. Badania ET wykazały możliwość kwantyfikacji tych wad, w tym określenia ich głębokości i zmian twardości. Habilitant prowadził również badania zmierzające do oceny degradacji wodorowej stali austenitycznej 316L nasyconej wodorem, co spowodowało powstawanie mikropęknięć. Badania ET wykazały zmiany w wartościach impedancji, co pozwoliło na identyfikację i ocenę skutków degradacji wodorowej. Habilitant prowadził również badania wpływu zgniotu na stali S235 po walcowaniu na zimno, co spowodowało zmiany mikrostruktury oraz stanu naprężenia resztkowego. Badania mikrostrukturalne oraz ET wykazały związek między stopniem zgniotu, a parametrami impedancji. Wyniki badań ET korelowały z gęstością dyslokacji, co potwierdziło możliwość oceny stopnia zgniotu i identyfikacji wadliwie obrobionych obszarów. Rozdział 7 demonstruje efektywność metody prądów wirowych w różnorodnych zastosowaniach, w tym w identyfikacji i ocenie uszkodzeń nie będących nieciągłościami, ale zmianami lokalnymi własności materiałów wynikającymi z różnych procesów technologicznych i warunków eksploatacji.

Podsumowanie zawarte w rozdziale 8 monografii koncentruje się na możliwościach zastosowania metody prądów wirowych w diagnostyce różnorodnych elementów instalacji i konstrukcji. Metoda ta, opracowana przez Autora, pozwala na nieniszczącą identyfikację obszarów koncentracji naprężeń, które są miejscami powstawania mikropęknięć i lokalnego odkształcenia plastycznego, co ma kluczowe znaczenie w wczesnym wykrywaniu uszkodzeń. Badania te umożliwiają monitorowanie rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego na etapie jego stabilnego wzrostu, co jest ważne w zapobieganiu niekontrolowanej propagacji pęknięć. Kluczowym aspektem jest zastosowanie korelacji między wartościami parametrów prądów wirowych, takich jak kąt fazowy impedancji, a wartościami parametrów uszkodzenia, które są wyznaczone na podstawie rozwoju składowych odkształcenia. Metoda ta pozwala na ocenę stanu materiału w warunkach zmęczenia i umożliwia oszacowanie stopnia uszkodzenia w niemal dowolnym obszarze instalacji lub konstrukcji, opierając się na wartości kąta fazowego krzywej impedancyjnej. Uzyskane w ten sposób wytyczne umożliwiają dokładną ocenę stanu materiału konstrukcji, o ile wykazuje on przewodnictwo elektryczne. Ocena ta ma charakter bardzo lokalny, dlatego konieczna jest uprzednia analiza stanu naprężenia konstrukcji i wytypowania punktów największego wyężenia. Dla każdego konduktywnego materiału konstrukcyjnego można wyznaczyć krytyczną wartość kąta fazowego impedancji, wskazującą na poziom uszkodzenia powyżej ustalonych kryteriów akceptacji. Wyniki badań i pomiarów dla różnego typu materiałów

pokazują potencjał metody prądów wirowych w diagnozowaniu uszkodzenia zmęczeniowego we wczesnym etapie jego rozwoju. Metodologia ta wymaga jednak przeprowadzenia szeregu testów zmęczeniowych i przygotowania procedur pomiarowo-badawczych oraz wykonania szeregu próbek referencyjnych niezbędnych do identyfikacji i analizy subtelnych zmian sygnału prądów wirowych wywołanych obciążeniami zmęczeniowymi.

Stwierdzam w podsumowaniu oceny monografii szeroką wiedzę Autora zarówno w zakresie rozważań teoretycznych, jak również w realizacji nowych opracowanych metod badawczych przy zastosowaniu technik nieniszczących. Podjęta przez Pana dr. inż. Dominika Kukłę we wniosku tematyka wpisuje się w zakres współczesnych zainteresowań badawczych środowiska naukowego. Przedstawione w monografii wyniki są oryginalne dla dyscypliny inżynieria materiałowa, mają istotną wartość poznawczą, a także aplikacyjną. **Monografia jest efektem wieloletnich i obszernych badań elementów konstrukcji oraz materiałów metalicznych o różnym składzie chemicznym i strukturze. Oceniam, że dr inż. Dominik Kukła podjął się rozwiązania ważnych i aktualnych problemów badawczych, dotychczas nie w pełni scharakteryzowanych doświadczalnie. Wymagało to opracowania metod badawczych z uwzględnieniem metodyki przygotowania odpowiedniej metodyki pomiarowej z uwzględnieniem wytworzenia preparatów do badań. Wymagało to szczegółowego jakościowego i ilościowego opisu podstawowych zjawisk fizycznych determinujących jakość uzyskiwanych wyników badań, także w odniesieniu do danych doświadczalnych. Wykonanie wnikliwej analizy uzyskanych wyników badań i podjęcie próby charakterystyki wad, nieciągłości badanych materiałów przez dr. inż. Dominika Kukłę zasługuje na uznanie.**

Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta zaliczam:

W części monografii poświęconej zastosowaniu w badaniach nieniszczących metody prądów wirowych przedstawiono istotny postęp w wykorzystaniu tej techniki do diagnozowania uszkodzeń zmęczeniowych w materiałach konstrukcyjnych, głównie metalach. Rozwój i udoskonalenie techniki umożliwiło skuteczną identyfikację mikropęknięć i innych defektów, które mogą być trudne do wykrycia przy użyciu tradycyjnych metod. Znaczący wkład wniosły również opracowane zaawansowane algorytmy i techniki analizy danych, które zwiększyły precyzję i wiarygodność pomiarów. Dzięki temu metoda prądów wirowych stała się bardziej efektywna w monitorowaniu integralności strukturalnej różnych komponentów, co ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i trwałości konstrukcji. W części dotyczącej zastosowania przez Habilitanta innych metod magnetycznych wykorzystywanych do oceny uszkodzeń zmęczeniowych zaprezentowano rozwój i zastosowanie technik takich jak magnesowanie, detekcja z wykorzystaniem zjawisk elektromagnetycznych, szumy Barkhausena oraz emisja magneto-akustyczna. Te metody, wykorzystujące zjawisko indukcji magnetycznej i procesy w strukturze domenowej, pozwalają na ocenę zmian zachodzących w materiałach ferromagnetycznych pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Szczególnie istotne jest tu zastosowanie metody pomiarów parametrów magnetycznych, która ułatwia ocenę zmian strukturalnych i uszkodzeń zmęczeniowych. Rozdział 4 monografii koncentruje się na zjawiskach towarzyszących zmęczeniu materiałów konstrukcyjnych, oferując dogłębną analizę mechanizmów

inicjowania i rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych w metalicznych materiałach konstrukcyjnych. Habilitant prezentuje różne metody opisu rozwoju uszkodzeń oraz propozycje parametrów definiujących uszkodzenie zmęczeniowe. Znaczącym osiągnięciem jest tutaj rozwój ilościowej metodologii opisu procesu zmęczeniowego na podstawie analizy akumulacji odkształcenia plastycznego mierzonego w kolejnych cyklach obciążenia, co stanowi ważny krok w kierunku lepszego rozumienia i prognozowania trwałości zmęczeniowej różnych materiałów. W rozdziale 5. "Ocena uszkodzenia zmęczeniowego żarowytrzymałej stali 1.4903", głównym osiągnięciem jest innowacyjne wykorzystanie metod nieniszczących do oceny uszkodzeń zmęczeniowych w stali o wysokiej żaroodporności. Badanie koncentruje się na analizie mikrostrukturalnej i wykorzystaniu technik takich jak mikroskopia sił atomowych (AFM) i mikroskopia elektronowa, co pozwala na dokładną charakterystykę zmian mikrostrukturalnych w stali pod wpływem zmęczenia. Ta kompleksowa analiza dostarcza cennych informacji o mechanizmach degradacji materiału pod wpływem cyklicznych obciążeń, co ma kluczowe znaczenie w kontekście projektowania i eksploatacji komponentów pracujących w ekstremalnych warunkach. Monografia również dotyczy oceny detekcji uszkodzeń eksploatacyjnych stopów niklu, takich jak MAR 247 oraz Inconel 718, które są szeroko stosowane w przemyśle lotniczym i energetycznym. Wykorzystanie technik nieniszczących, w tym prądów wirowych i metod optycznych takich jak DIC (*Digital Image Correlation*) i ESPI (*Electronic Speckle Pattern Interferometry*), pozwala na precyzyjne monitorowanie i identyfikację zmian mikrostrukturalnych oraz uszkodzeń zmęczeniowych. Badanie to ma znaczenie praktyczne w kontekście poprawy bezpieczeństwa i niezawodności elementów konstrukcyjnych, szczególnie tych, które są narażone na oddziaływanie wysokiej temperatury i obciążeń dynamicznych. W rozdziale 7. "Inne przykłady oceny uszkodzeń badanych metodą prądów wirowych", przedstawiono różnorodne zastosowania metody prądów wirowych do identyfikacji i oceny uszkodzeń w różnych materiałach, w tym stalach stopowych i austenitycznych. Szczególnie interesujące jest wykorzystanie tej metody do charakteryzacji przypałów szlifierskich, degradacji wodorowej oraz oceny stopnia zgniotu w procesie walcowania. To podejście umożliwia nie tylko detekcję uszkodzeń, ale również ich ilościową ocenę, co jest istotne dla zrozumienia wpływu różnych procesów technologicznych i warunków eksploatacyjnych na właściwości materiałów.

Podsumowując, osiągnięcia naukowe zaprezentowane w monografii skupiają się na zaawansowanych metodach diagnostycznych, które znacząco przyczyniają się do rozwoju technik oceny i monitorowania stanu materiałów w różnych zastosowaniach przemysłowych. Ich znaczenie wykracza poza akademicką analizę, oferując praktyczne narzędzia dla inżynierów i naukowców w dziedzinie materiałoznawstwa i inżynierii niezawodności. Wyniki tych badań umożliwiły rozwój metodologii oceny stopnia degradacji materiałów, która może być wykorzystana do monitorowania ich stanu w realnych warunkach eksploatacyjnych. Prace te stanowią znaczący wkład w dziedzinę diagnostyki materiałowej i inżynierii materiałowej. Praca dr inż. Dominika Kukli dostarczyła nowej wiedzy na temat procesów zmęczeniowych, co ma kluczowe znaczenie dla dalszych badań i rozwoju w dziedzinie inżynierii materiałowej. W swoich badaniach nad mechanizmami uszkodzeń zmęczeniowych w różnych materiałach, Dr. inż. Dominik Kukla skupił się na

analizie degradacji mikrostruktury oraz jej wpływie na właściwości mechaniczne i elektromagnetyczne materiałów. Badania te koncentrowały się na materiałach takich jak stale stopowe, stopy niklu i aluminium, przy czym szczególną uwagę poświęcono badaniu zmian zachodzących w materiale pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Wyniki tych badań umożliwiły rozwój metodologii oceny stopnia degradacji materiałów, która może być wykorzystana do monitorowania ich stanu w realnych warunkach eksploatacyjnych. Prace te stanowią znaczący wkład w dziedzinę diagnostyki materiałowej i inżynierii materiałowej, dostarczając kluczowych informacji dla branż wymagających precyzyjnego monitorowania stanu materiałów, takich jak lotnictwo, motoryzacja czy energetyka.

Każde z tych osiągnięć wykazuje wysoki stopień samodzielności naukowej Dr Kukli oraz jego zdolności do przekładania teoretycznej wiedzy na praktyczne zastosowania w inżynierii materiałowej. Wyniki jego badań są nie tylko znaczącym wkładem w dziedzinę, ale także otwierają nowe perspektywy dla dalszych badań i zastosowań.

Uwagi recenzenta

Podczas realizacji badań Habilitant nie uniknął błędów czy braków, które jednak nie mają dużego wpływu na ostateczną jakość prezentowanych wyników badań. Analizując przedstawione rozdziały, można dostrzec pewne obszary, które wymagają dodatkowej uwagi lub rozwoju w dalszych pracach realizowanych przez Pana dr. inż. Dominika Kuklę w obszarze badań nieniszczących:

1) Ograniczenia metody prądów wirowych (Rozdział 2).

Chociaż metoda prądów wirowych jest skuteczna w diagnozowaniu uszkodzeń zmęczeniowych, jej skuteczność może być ograniczona do określonych rodzajów materiałów i defektów. Metoda ta może nie być odpowiednia do wykrywania bardzo drobnych pęknięć lub uszkodzeń w niektórych typach niemetalicznych materiałów. Dodatkowo, interpretacja danych może być skomplikowana w przypadku złożonych geometrii obiektów badanych. Prądy wirowe są mniej skuteczne w wykrywaniu głębokich uszkodzeń lub uszkodzeń ukrytych pod powierzchnią. Rozszerzenie zakresu wykorzystywanych technik lub połączenie różnych metod może zapewnić bardziej wszechstronną ocenę.

2) Zastosowanie innych metod magnetycznych (Rozdział 3).

Wprowadzenie innych metod magnetycznych jest znaczącym krokiem, ale brak jest tu szerszej dyskusji na temat ich ograniczeń, na przykład w kontekście różnych rodzajów materiałów. Metody magnetyczne mogą być ograniczone do ferromagnetyków, co pozostawia lukę w diagnozowaniu materiałów niemagnetycznych, takich jak pewne stopy metali lub materiały kompozytowe.

3) Szczegółowy opis mechanizmów zmęczenia (Rozdział 4).

Rozdział dostarcza dużej ilości danych niezbędnych do zrozumienia mechanizmów zmęczenia, jednak mogą być wymagane dalsze badania dotyczące złożonych i wieloskalowych mechanizmów zmęczenia, zwłaszcza w kontekście nowoczesnych materiałów inżynierskich. Analiza mikrostrukturalna i badania na poziomie atomowym mogą być kluczowe do głębszego zrozumienia procesów prowadzących do zmęczenia.

4) Integracja metod i multidyscyplinarność.

W przedstawionych rozdziałach brakuje szerszej dyskusji na temat integracji różnych technik diagnostycznych dla uzyskania bardziej kompleksowego obrazu stanu materiałów.

Połączenie metod prądów wirowych, technik magnetycznych oraz analizy mikrostrukturalnej mogłoby zapewnić bardziej wszechstronne podejście do oceny uszkodzeń zmęczeniowych.

5) Aspekty praktyczne i kosztowe.

W analizach brakuje również uwag dotyczących aspektów praktycznych stosowania wymienionych metod, takich jak koszt, wymagania dotyczące sprzętu, łatwość implementacji w środowisku przemysłowym oraz szkolenia dla operatorów. Choć prezentowane techniki są zaawansowane i precyzyjne, ich praktyczne wdrożenie w przemyśle może być ograniczone ze względu na koszty, złożoność operacyjną, czy wymagania dotyczące sprzętu. Rozwój bardziej przystępnych cenowo i łatwych w użyciu narzędzi diagnostycznych byłby pożądanym. Wzmocnienie procesu walidacji wyników poprzez niezależne badania i analizy może poprawić wiarygodność i reprodukowalność wyników, co jest kluczowe w nauce i technologii. Dodatkowo, badania często skupiają się na krótkoterminowych efektach lub pojedynczych aspektach uszkodzeń. Długoterminowe badania, uwzględniające cykle życia materiałów i długotrwałe wpływy warunków eksploatacyjnych, mogłyby dostarczyć bardziej kompleksowego obrazu.

6) Reprezentatywność próbek.

Badania często koncentrują się na specyficznych rodzajach próbek, które mogą nie odzwierciedlać rzeczywistych warunków eksploatacyjnych. Włączenie większej różnorodności próbek, w tym tych poddanych rzeczywistym warunkom pracy, mogłoby zapewnić bardziej wiarygodne wyniki.

Podsumowując, przedstawiona do oceny monografia dostarcza cennych informacji i wskazuje kierunki rozwoju w dziedzinie diagnozowania uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych, potwierdza jednocześnie, że istnieje potrzeba dalszych badań oraz rozwoju metod, szczególnie w kontekście ich aplikacji do różnorodnych materiałów i złożonych sytuacji inżynierskich.

W podsumowaniu stwierdzam, że przedstawiona monografia pt.: „Metody nieniszczące w ocenie rozwoju uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych” Pana dr. inż. Dominika Kukli, jest opracowaniem wartościowym merytorycznie, w którym dokonano oceny uzyskanych wyników badań prowadzonych z uwzględnieniem zarówno rozważań teoretycznych – danych literaturowych – jak i badań weryfikujących przyjęte założenia. Uważam ten zakres badań i uzyskane wyniki za wyczerpująco udokumentowane. Podsumowując, Pan dr inż. Dominik Kukla w przedstawionej monografii w stopniu wystarczającym wniósł swój oryginalny wkład w pogłębienie wiedzy w dyscyplinie inżynieria materiałów i spełnił tym samym wymagania wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1789).

3. Ocena w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych (poza głównym osiągnięciem wskazanym przez Habilitanta) i istotnej aktywności naukowej

Pana dr. inż. Dominika Kukłę charakteryzuje ściśle określony profil naukowy związany z inżynierią materiałową z obszaru metod, badań i technik nieniszczących materiałów metalicznych. Badania naukowe prowadzone przez Habilitanta zarówno przed, jak i po doktoracie są dość spójne i ściśle związane z rozwojem nieniszczących metod badawczych (*NDT - Non-destructive Testing*) w odniesieniu do ich zastosowania do identyfikacji i lokalizacji uszkodzeń eksploatacyjnych we wczesnym etapie ich rozwoju. Jego prace badawcze obejmują szerokie spektrum metod NDT, w tym wykorzystanie metody prądów wirowych do rozpoznawania subtelných zmian zachodzących w materiale pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Dr Dominik Kukla skupia się na procesach degradacji mikrostruktury materiałów konstrukcyjnych pod wpływem ciepłno-mechanicznych obciążeń. Zwraca w swoich pracach uwagę na lokalny rozwój odkształcenia niesprężystego, który jest związany między innymi z ruchem defektów sieci krystalicznej, takich jak poślizg dyslokacji i migracja wakansów. Jego badania podkreślają znaczenie koncentracji tych defektów w miejscach, które uniemożliwiają dalsze przemieszczanie, takich jak granice ziaren i wtrącenia. Interesujące jest, że dr Dominik Kukla wykorzystuje wyniki swoich badań do rozwoju nieniszczących technik badawczych, które maksymalizują możliwości wykrywania efektów degradacji materiałów w konstrukcjach przemysłowych. Jego prace koncentrują się na identyfikacji subtelných zmian mikrostruktury oraz stanu naprężenia materiału, które pojawiają się w początkowej fazie procesu degradacji, co w konsekwencji prowadzi do zniszczenia elementu konstrukcyjnego. Warto zauważyć, że Habilitant w swojej monografii pt. "Metody nieniszczące w ocenie rozwoju uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych" przedstawia wyniki badań, które wskazują na możliwość wykorzystania wybranych metod nieniszczących, w tym prądów wirowych, do rozpoznawania zmian w materiale. Podkreśla, że obecnie stosowane metody nieniszczące nie dają miarodajnych wyników we wczesnych fazach rozwoju procesu degradacji materiału. Stąd też znaczenie jego pracy polega na rozwijaniu tych technik w kierunku lepszej diagnostyki uszkodzeń powstających pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Zainteresowania naukowe dr. inż. Dominika Kukli koncentrują się na rozwoju i ulepszaniu metod nieniszczących badawczych, które mogą wykrywać wczesne etapy degradacji materiałów konstrukcyjnych, co ma ogromne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa i trwałości konstrukcji przemysłowych. Wymiernym efektem tych prac są publikacje naukowe oraz raporty z prowadzonych projektów. Wyniki z prowadzonych przez Habilitanta prac badawczych zostały opublikowane w 55 publikacjach naukowych, z czego 3 zostało opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora. Habilitant jest autorem bądź współautorem:

- **1 monografii** Szlagowska-Spychalska J., Kukla D., Dragan K.; Metoda prądów wirowych do oceny konstrukcji lotniczych z uwzględnieniem metod modelowania sygnałów elektromagnetycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (Warszawa), pp.1-127, 2014

Należy tutaj zaznaczyć, że w skład dorobku naukowego wchodzi monografia autorska stanowiąca podstawę oceny dorobku naukowego Habilitanta.

▪ **3 rozdziałów w monografiach:**

1. Kowalewski Z.L., Ustrzycka A., Szymczak T., Makowska K., **Kukła D.**, Plasticity, Damage and Fracture in Advanced Materials, rozdział: Damage Identification Supported by Nondestructive Testing Techniques, Springer International Publishing, pp. 67-117, 2020
2. Szlagowska-Spychalska J., Dragan K., **Kukła D.**, Spychalski W., Kurzydłowski K.J., Proc. of the 18th World Conference on Nondestructive Testing, Durban, RPA, 16-20 April, 2012, rozdział: A Novel Approach For The Eddy Current Inspection Of The Aerospace Structures Based On The Signal Modeling And Signal Processing, The American Society for Nondestructive Testing ASNT, pp.1-10, 2014
3. FOREMAT Scenariusze rozwoju technologii nowoczesnych materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych Tom 2 Praca zbiorowa pod redakcją B. Gambin, W. Łojkowskiego i A. Świdorskiej-Środy; Raport Projektu Foresight zamawianego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego Nr WKP 1/1.4.5/2/2006/23/26/604. ISBN 978-83-7204-888-2, Wydawnictwo Naukowe Instytutu technologii Eksploatacji. Współautor rozdziału 1. Podstawowe pojęcia z obszaru Inżynierii Materiałowej. Współautor rozdziału 7. Priorytetowe technologie materiałowe oraz wiodące ich zastosowania. Autor rozdziału 10. Mapa klastrów o silnym potencjale badawczym w zakresie Inżynierii Materiałowej

▪ **17 publikacji w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR),**

▪ **35 publikacje w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR.**

Sumaryczna ocena dorobku wyznaczona przez wskaźniki w bazie Journal Citation Reports (JCR), przedstawiona przez Habilitanta w Autoreferacie przedstawia się następująco:

- sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR): IF = 49,57;
- sumaryczna liczba punktów MNiSW: 1340 (od 2020 r.);
- liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS) (na dzień 12.02.2024 r): 109, według bazy Scopus: 161;
- Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) (na dzień 12.02.2024 r): 7, według bazy Scopus: 8.

Zdecydowaną większość publikacji stanowią prace zespołowe, w 23 z nich Habilitant jest pierwszym autorem, żadna z nich nie jest pracą autorską.

Wg mojej oceny dorobek naukowy dr. inż. Dominika Kukli, choć ilościowo nie jest imponujący, to moim zdaniem dobrej jakości. Wyniki badań przedstawione w publikacjach wchodzących w skład dorobku naukowego są interesujące i wartościowe. Zdecydowaną większość publikacji stanowią prace zespołowe, nie można jednak ocenić wkładu Habilitanta w ich powstanie z uwagi na nie wskazanie w dokumentacji procentowego udziału dr inż. Dominika Kukli w ich przygotowanie. Nie mniej jednak, przedstawione publikacje zawierają wiele oryginalnych wyników o dużej wartości poznawczej. Współczynnik oddziaływania IF czasopism z listy JCR, w których opublikowano wyniki prac badawczych IF = 49,57 jest zadowalający i świadczy o istotnej aktywności naukowej Habilitanta. Według mojej oceny przedstawione wskaźniki bibliometryczne Habilitanta nie są rekordowo wysokie, ale

reprezentują przyzwoity, akceptowalny poziom dla osób ubiegających się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Pan dr Dominik Kukla brał też czynny udział w realizacji 16 projektów badawczych realizowanych przy współpracy z innymi krajowymi jednostkami naukowymi, w których była wykonawcą (7), kierownikiem projektów (4) i kierownikiem zadań realizowanych przez jednostkę, w której był zatrudniony (4 - PW, 1 - IPPT PAN).

Habilitant wykazał, przy prowadzeniu działań projektowych dużą aktywność we współpracy z wieloma jednostkami i przedsiębiorstwami z kraju (np.: IMP, Politechnika Śląska, WSK „PZL-Rzeszów S.A. – obecnie Pratt&Whitney Rzeszów, Politechnika Rzeszowska, ITWL). Wynikiem prowadzonych badań wspólnie z zespołem naukowo-badawczym jest udział Pana dr. Kukli w 3 zgłoszeniach patentowych, np. *„Uchwyt maszyny wytrzymałościowej do prób pełzania”* czy *„Stanowisko do badania wytrzymałości połączenia śrubowego”* oraz współautorstwo 2 opatentowanych rozwiązań w postaci: *„Urządzenia do miejscowego zamrażania medium w rurach”* PL, **nr patentu 209367** oraz *„Stanowisko do badania wytrzymałości łopatek turbin w warunkach wysokotemperaturowych obciążeń cyklicznych oraz złożonym stanie naprężenia oraz sposób montowania łopatek turbin w tym stanowisku”*, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN – **nr patentu 242030**.

Habilitant posiada znaczący dorobek w zakresie wykonywania badań i ekspertyz. Jest autorem 58 raportów z badań realizowanych na podstawie zleceń zewnętrznych z kraju, które wykonywał jako ekspert z obszaru pomiarów i analiz nieniszczących głównie elementów eksploatowanych w trudnych warunkach środowiskowych. Pomiarzy te prowadził m.in. dla: Grupy LOTOS S.A., Polskiego Koncernu Naftowego S.A., Basell Orlen Polyolefins Sp. z o.o., General Electric Company Polska Sp. z o.o., Zakłady Azotowe Kędzierzyn S.A., Sudzucker Polska S.A., ANWIL Grupa ORLEN< Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police” S.A., PGE Energia Ciepła S.A., Krajowa Spółka Cukrowa S.A. w Toruniu, PZL WSK Rzeszów S.A. (obecnie Pratt&Whitney Rzeszów S.A.), Polski Koncern Naftowy S.A. i wiele innych. Dr Kukla brał udział w opracowaniu metodyki identyfikacji i lokalizacji uszkodzeń w postaci liniowych nadwęgli w membranach elementów silników turbodrzutowych Pratt&Whitney Rzeszów metodą prądów wirowych. Opracowana metodologia oceny wyrobów została wdrożona w systemie procedur kontrolnych w firmie Pratt&Whitney Rzeszów.

Na szczególną uwagę zasługuje duża aktywność Habilitanta w prezentowaniu wyników swoich badań na konferencjach naukowych międzynarodowych i krajowych, zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora. Habilitant brał aktywny udział w przygotowaniu artykułów oraz abstraktów prezentowanych na 40 konferencjach naukowych, seminariach i warsztatach. Niestety, nie przedstawiono informacji, które potwierdzałyby liczbę osobiście prezentowanych wyników swoich badań w formie referatów, czy posterów. Pan dr inż. Dominik Kukla brał również aktywny udział w organizacji 2 międzynarodowych konferencji (członek komitetu organizacyjnego 9th SOLID MECHANICS Conference w 2014 r. oraz ICEM19 w 2022 r.) oraz 3 seminariów szkoleniowych „Badania mechaniczne właściwości materiałów i konstrukcji” w 2003, 2004 i

2005 r. Dr Kukla otrzymał nagrody za osiągnięcia naukowe i organizacyjne, w tym Nagrodę III stopnia dyrektora IPPT PAN za osiągnięcia naukowe (2021) oraz Nagrodę zespołową III stopnia dyrektora IPPT PAN za osiągnięcia organizacyjne (2019). Posiada Certyfikat TUV III stopnia w technice prądów wirowych (ET3).

Jeżeli chodzi o współpracę z ośrodkami zagranicznymi tego Habilitantowi brakuje. Habilitant nie brał również udziału w żadnym projekcie badawczym o zasięgu międzynarodowym. W mojej ocenie kryteria, które są słabiej przez Habilitanta spełnione lub nie są spełnione w ogóle (a przynajmniej recenzent nie posiada o nich dostatecznej wiedzy), to w szczególności brak kierowania projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków zagranicznych, brak także udziału w zespołach eksperckich i konkursowych oraz w radach naukowych czasopism, brak stażów przemysłowych, czy naukowych krajowych i zagranicznych. Nie umniejsza to jednak całkowitego dorobku Habilitanta, tym bardziej, że pozostałe kryteria są spełnione przez dr. inż. Dominika Kukłę na poziomie dobrym.

Podsumowując moją ocenę dotychczasowego dorobku naukowego dr. inż. Dominika Kukli (poza głównym osiągnięciem wskazanym przez Habilitanta) i aktywności naukowej stwierdzam, że Habilitant wykazuje istotną aktywność naukową, potwierdzoną publikacjami w czasopismach naukowych, udziałem w konferencjach naukowych oraz realizacją projektów badawczych. Są to prace oryginalne, odpowiadające głównemu kierunkowi zainteresowań naukowych Habilitanta. Ponadto stwierdzam, że dorobek ten jest spójny tematycznie i stanowi istotny wkład Habilitanta w rozwój inżynierii materiałowej. Oceniam całokształt dorobku naukowego Pana dr. inż. Dominika Kukli pozytywnie, na poziomie dobrym.

4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej oraz współpracy międzynarodowej

Dorobek dydaktyczny Pana dr. inż. Dominika Kukli nie należy do wyróżniającego się i jest to kryterium, które jest najslabiej spełnione przez Habilitanta. Wynika to przede wszystkim z tego, że głównym miejscem pracy Habilitanta jest Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny, który nie zajmuje się kształceniem studentów. Jednakże, z uwagi na zatrudnienie w CEZAMAT Politechniki Warszawskiej oraz zapewne z uwagi na wieloletnią współpracę z warszawską uczelnią, w latach 2016-2020 w ramach działalności dydaktycznej prowadził zajęcia ze studentami na Wydziale Inżynierii Materiałowej PW. W ramach zajęć prowadził **wykład dla doktorantów ze szkoły doktorskiej: „Zastosowania inżynierii materiałowej w diagnostyce urządzeń przemysłowych”, ćwiczenia z Defektoskopii prądowirowej i magnetycznej w ramach Laboratorium Metod Badań Materiałów dla III roku Wydziału Inżynierii Materiałowej w latach 2016-2021 oraz ćwiczenia z metody prądów wirowych w ramach studium podyplomowego „Badania nieniszczące w praktyce**

przemysłowej - metodyka i zastosowania” 2008-2010. Habilitant sprawował także opiekę nad 4 studentami studiów inżynierskich i 3 magisterskich w charakterze opiekuna naukowego.

W ramach działalności popularyzatorskiej dr inż. Dominik Kukla w latach 2014 – 2023 brał czynny udział w Piknikach Naukowych (edycje 18 – 25) oraz w Festiwalu Nauki w latach 2018-2022. Brakuje w opisie osiągnięć naukowych Habilitanta jak wygląda/ła współpraca z partnerami z ośrodków naukowych, z którymi realizowane są np. projekty badawcze. Czy Habilitant taką współpracę utrzymuje i na czym ona polega.

Potwierdzeniem wiedzy i kompetencji merytorycznych Habilitanta jest uczestnictwo w opiniowaniu wniosków o realizację projektów B+R. Pan dr inż. Dominik Kukla był ekspertem Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, w latach 2011-2022 dokonując oceny 132 wniosków projektowych w ramach programów m.in. PBS, POIG, RiD, Ścieżka dla Mazowsza oraz ekspertem PARP w latach 2017-20122 oceniając 6 wniosków projektowych w ramach konkursu Polski Produkt Przyszłości. Habilitant jest również członkiem Topical Advisory Panel in “Coatings”.

Według mojej oceny kandydat do stopnia doktora habilitowanego dr inż. Dominik Kukla spełnia w sposób wystarczający kryteria w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej.

5. Wnioski i uwaga końcowa

Po zapoznaniu się z przedłożoną dokumentacją oraz dokonując całościowej oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Pana **dr. inż. Dominika Kukli** stwierdzam, że:

- Habilitant legitymuje się dobrym dorobkiem publikacyjnym w liczących się czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym (lista JCR). Ocena głównego osiągnięcia naukowego, będąca podstawą postępowania habilitacyjnego pozwala stwierdzić, że monografia pt.: *„Metody nieniszczące w ocenie rozwoju uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych w warunkach obciążeń eksploatacyjnych”* spełnia wymagania stawiane tego typu opracowaniom i wnosi znaczący wkład w rozwój inżynierii materiałowej;
- zrealizowany i przedstawiony we wniosku habilitacyjnym zakres badań jest oryginalny i stanowi znaczny wkład w rozwój inżynierii materiałowej;
- dorobek naukowy (poza głównym osiągnięciem naukowym wskazanym przez Habilitanta) jest oryginalny, spójny tematycznie i wartościowy co dowodzi, że pan dr inż. Dominik Kukla wykazuje się istotną aktywnością naukową;
- Habilitant na poziomie wystarczającym spełnia wymagania w zakresie dorobku dydaktycznego i organizacyjnego, natomiast brakuje aktywności w zakresie współpracy międzynarodowej.

Biorąc pod uwagę powyższe informacje stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr. inż. Dominika Kukli są wystarczające do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora

habilitowanego nauk technicznych - Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1668, z późn. zm.) i wnioskuję do Komisji powołanej przez Radę Doskonałości Naukowej o nadanie dr. inż. Dominikowi Kukli stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Materiałowa.