

Prof. dr hab. inż. Piotr Kula

ul. Borówkowa 24

91-496 Łódź

Politechnika Łódzka

Wydział Mechaniczny

Instytut Inżynierii Materiałowej

Łódź, dnia 16 listopada 2018 r.

## Recenzja

w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Piotra Domanowskiego

### 1. Uwagi formalne

Niniejszą ocenę wykonałem na podstawie pisma Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy z dnia 15 października 2018 roku, przesłanego do mnie w ślad za pismem Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-7813/2018 z dnia 5.10.2018 r., informującym o powołaniu między innymi mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Piotra Domanowskiego, prowadzonym przez Radę Wydziału Inżynierii Mechanicznej UTP. Podstawę opinii stanowił zbiór dokumentów zawierający starannie opracowany autoreferat wraz z kompletem załączników niezbędnych z formalnego i merytorycznego punktu widzenia. Autoreferat przedłożony został zarówno w języku polskim jak i angielskim. Jako osiągnięcie, wymikające z art.16 ust.2 ustawy o stopniach naukowych, tytułe naukowym oraz o stopniach i tytułe w zakresie sztuki, Habilitant przedłożył do oceny udokumentowane, oryginalne opracowanie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne pod tytułem: „Projekt, konstrukcja i wdrożenie urzędzeń technologicznych zwiaszcza do nanoszenia powłok metodą rozpylania magnetronego”.

### 2. Ocena wyodrębnionego osiągnięcia naukowego

Przedstawione do oceny, zgodnie art.16 ust.2, pkt. 2 ustawy o stopniach naukowych, tytułe naukowym oraz o stopniach i tytułe w zakresie sztuki, oryginalne opracowanie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne pod tytułem: „Projekt, konstrukcja i wdrożenie urzędzeń technologicznych zwiaszcza do nanoszenia powłok metodą rozpylania magnetronego” jest zbiorem trzech dojrzałych rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych

Przemysłowe urządzenia do plazmochemicznej depozycji powłok są oferowane na rynku światowym przez wąską grupę firm technologicznych (np. Leybold Optics, Fraunhofer Institute, Von Ardenne Anlagentechnik czy też Gencoa). Urządzenia te, a spośród nich zwłaszcza dedykowane linie technologiczne, są z reguły prototypami projektowanymi pod indywidualne specyfikacje inwestorów a zatem praktycznie zawsze noszą znaczące znamiona oryginalności i wręcz innowacyjności. W ten stan wysokiej kreatywności inżynierskiej wpisuje się całkowicie pierwsza i najbardziej zaawansowana technologicznie instalacja wchodząca w skład osiągnięcia zdefiniowanego przez Habilitanta – linia technologiczna do nanoszenia cienkich warstw i powłok na wielkogabarytowe powierzchnie szyb przernaczonych na okna okrętowe. Jest to zaawansowane, wielkogabarytowe, wielokomorowe urządzenie technologiczne pracujące w produkcji potokowej, umożliwiającej nanoszenie na wielkogabarytowe tafle szklane o wymiarach 2250x3250x4-25 mm<sup>3</sup>. To złożone przedsięwzięcie konstrukcyjno-technologiczne wymagało profesjonalnego rozwiązania szeregu problemów inżynierskich poczynając od projektu oraz obliczeń wytrzymałościowych obudów komory procesowej i modułów wejściowego oraz wyjściowego, poprzez konstrukcję służ transportowych zapewniającą ich szczelność i niezawodność, system transportu wsadu, zdecentralizowany system próżniowy, system dozowania gazów procesowych, elastyczny system montażu źródeł magnetyronowych, aż po inteligentny system sterowania i monitoringu parametrów procesu. Za wysoce innowacyjne rozwiązania zastosowane w linii technologicznej uważam system rewersyjnego ruchu wsadu w komorze procesowej umożliwiający uzyskanie makroskopowej jednorodności powłok poprzez opanowanie kierunku charakteru rozpylania magnetyronowego (typu „line of sight”), system impulsowego dozowania gazów procesowych dla uzyskania poprawnej struktury mikroskopowej powłok (zwartych, gęstych i wolnych od struktury kolumnowej)

efektywnie wdrożonych do eksploatacji w firmie Bohamet S.A. w Białych Błotach k. Bydgoszczy. Są to zaawansowane urządzenia technologiczne realizujące plazmochemiczne technologie nanoszenia funkcjonalnych powłok cienkowarstwowych, które pod względem obszaru aplikacji oraz skali geometrycznej komplementarnie uzupełniają się, stanowiąc nowocześnieją bazę technologiczną high-tech z obszaru wysokowydajnych technologii inżynierii powierzchni. Jakkolwiek technologie inżynierii powierzchni interdyscyplinarne współprzynależą do kilku dyscyplin naukowych, to wyartykułowane przez Habilitanta osiągnięcia w zakresie koncepcji inżynierskich, projektowania funkcjonalnego oraz konstrukcyjnego a także rozruchu zaawansowanych urządzeń technologicznych jednoznacznie klasyfikują to osiągnięcie w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.

oraz system plazmowego przygotowania powierzchni szyb w komorze wejściowej. Całość spinają inteligentny system sterowania oraz gromadzenia danych o procesach technologicznych oraz profesjonalny rozruch instalacji prototypowej wraz z opanowaniem i minimalizacją nacieków do komór próżniowych zarówno z przyczyn montażowych jak i eksploatacyjnych, a także opanowanie powtarzalności i niezawodności systemów kinematycznych. Reasumując, pierwsze z przedstawionych do oceny rozwiązań samo w sobie jest oryginalnym opracowaniem projektowym, konstrukcyjnym i technologicznym.

Cechy oryginalności koncepcyjnej i projektowej nosi również drugie z przedstawionych do oceny rozwiązań – urządzenie modułowe do magnetronowego napyłania narzędzi. Stanowi ono realizację innowacyjnej koncepcji elastycznej instalacji gniazdowej z zamiennymi komorami procesowymi oraz wspólnym modułem pompującym – zasilającym. W ten sposób, ograniczając powierzchnię pod instalację oraz koszty inwestycji, uruchomiono urządzenie technologiczne przystosowane do nakładania powłok, głównie przeciwzyciowych, dla szerokiego asortymentu narzędzi trzpieniowych, narzędzi długich oraz różnorodnych form i matryc, które są pomiedzy sobą niepodobne geometrycznie i procesowo. W ten sposób stworzono u inwestora bazę dla szerokiego asortymentu usług technologicznych z zakresu plazmowej inżynierii powierzchni. Oprócz wspomnianego poprzednio systemu impulsowego dozowania gazów procesowych, komory wyposażono w wielomagnetonowe systemy rozpyłania z zasilaniem opartym na kontroli tzw. mocy krążącej i w konsekwencji dozowania substancji dozowanej poprzez tzw. „paczki plazmy”. Wszystkie te rozwiązania umożliwiły nakładanie metalowych i metalocetramicznych powłok, w tym również wielowarstwowych i gradientowych, o dużej gęstości, wolnych od struktury kolumnowej. Osiągnięcie produkcyjnej i ergonomicznej skuteczności funkcjonowania systemu modułowego wymagało od Habilitanta kreatywnej aktywności projektowej nie tylko od strony procesowej lecz również unifikacji geometrii komór w zakresie portów łączących i mediów. Zatem również to rozwiązanie konstrukcyjno-technologiczne jest samo w sobie oryginalnym osiągnięciem w świetle zapisów ustawowych.

Trzecie z rozwiązań przedstawionych do oceny - napyłarka laboratoryjna - jest poprawną konstrukcją inżynierską ale sama w sobie nie stanowi oryginalnego osiągnięcia konstrukcyjno-technologicznego. Urządzenie to jest jednak istotnym elementem uzupełniającym dwa poprzednio omówione, stanowi bowiem niskokosztową bazę do badań laboratoryjnych nad rozwojem technologii stosowanych oraz do prowadzenia prób rozpoznawczych i dowodowych dla klientów. Zatem w sposób synergiczny podnosi poziom innowacyjności przedstawionego do oceny osiągnięcia w formie osiągnięcia konstrukcyjno-

technologicznego, w skład którego wchodzi wszystkie trzy omówione instalacje technologiczne.

Dr inż. Piotr Domanowski wniósł twórczy i dominujący wkład we wszystkie fazy wdrożenia omawianego osiągnięcia konstrukcyjno-technologicznego poczynając od koncepcji, poprzez projektowanie konstrukcji i procesów – w tym obliczenia inżynierskie, opracowanie algorytmów sterowania, nadzór autorski nad rozruchem, po badania technologiczne na uruchomionych instalacjach – szacowany ilościowo na ok. 85%. Dopiełnienie tego udziału w wymiarze 15% stanowi specjalistyczna kooperacja w zakresie układów elektrycznych i układów sterowania, w każdym z trzech przypadków z innym współautorem, potwierdzona ich oświadczeniami. Fakt ten dodatkowo podkreśla kreatywny i inspirujący udział dr Domanowskiego również w tym branżowym segmencie instalacji. Skuteczna rzeczowa realizacja osiągnięcia oraz merytoryczny zakres udziału w nim Habilitanta potwierdzone zostały również stosownymi zaświadczeniami sygnowanymi przez Prezesa Zarządu Spółki Bohamet S.A. – firmy wdrażającej osiągnięcie.

W przedłożonym autorferacie i załącznikach do niego Habilitant wyodrębnił 10 znaczących publikacji naukowych dotyczących merytorycznie oryginalnego osiągnięcia projektowo, konstrukcyjno-technologicznego. Potwierdzają one dodatkowo kompetencje dr inż. Piotra Domanowskiego w zakresie urządzeń i technologii plazmochemicznych, niemniej nie są one w ocenie recenzenta warunkiem koniecznym dla uznania przedłożonego osiągnięcia za w pełni spełniającego wymagania ustawowe. Stąd uwzględnienie publikacji w dalszej części mojej recenzji omawiając dorobek naukowy Habilitanta. Podsumowując stwierdzam, że przedłożone jako podstawa do wszczęcia i przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego oryginalne opracowanie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne pod tytułem: „Projekt, konstrukcja i wdrożenie urządzeń technologicznych zwiaszcza do nanoszenia powłok metodą rozpylania magnetyromowego”, w stopniu wysocze satysfakcjonującym spełnia kryterium art.16 ust.2, pkt. 2 ustawy o stopniach naukowych, tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

### 3. Ocena całokształtu dorobku naukowego oraz dorobku twórczego

Dorobek publikacyjny dr inż. Piotra Domanowskiego obejmuje łącznie 27 publikacji w tym 10 w czasopiśmie indeksowanym w bazie JCR, a także 12 rozdziałów w opracowaniach zbiorowych. Publikacje ukazały się między innymi w czasopiśmie naukowych o zasięgu światowym takich jak: *Journal of Materials Processing Technology* (3), *Applied Surface Science* (1), *Materials Science-Poland* (5), *Materials Research Bulletin* (1).

Wiele z wymienionych prac powstało we współpracy interdyscyplinarnej z renomowanymi krajowymi zespołami badawczymi. Łączny impact factor tych publikacji wynosi  $IF = 8,488$ . Publikacyjny i popularyzatorski dorobek naukowy Habilitanta uzupełniają prace opublikowane w materiałach 22 międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych i branżowych oraz 12 osobistych prezentacji wygłoszonych podczas sesji naukowych tych konferencji. Szeroki jest odbiór aktywności publikacyjnej dr. inż. Piotra Domanowskiego. Według bazy Web of Science Jego prace cytowane były 99 razy (z wyłączeniem auto cytowań - 95), zaś indeks Hirscha wynosi  $H = 7$ . Przy aplikacji charakterze recenzowanego dorobku naukowego godna podkreślenia jest dbałość Habilitanta o prawną ochronę kreowanych przez Niego wartości intelektualnych. Fakt ten potwierdza uzyskanie pięciu patentów (w tym jednego międzynarodowego) oraz osiem kolejnych zgłoszeń patentowych. Zatem stwierdzam, że pod względem rangi publikacji i osiągniętych wskaźników bibliometrycznych oraz liczby patentów i zgłoszeń patentowych, dorobek publikacyjny i twórczy Habilitanta w pełni spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Pod względem merytorycznym w dorobku publikacyjnym dr. inż. Piotra Domanowskiego dominują prace z interdyscyplinarnego obszaru technologii plazmowych w inżynierii powierzchni. Niemniej, analizując na podstawie osiągniętych wyników, rzeczoży wkład Habilitanta w publikacje zespołowe można zauważyć, że dotyczy on takich zagadnień jak: koncepcja konstrukcji oraz wykonania dokumentacji projektowej, funkcjonalność źródeł magnetronowych, modelowanie matematyczne procesów technologicznych i algorytmy sterowania, badania morfologiczne cech powierzchni i charakterystyka własności mechanicznych wytwarzanych warstw w skali mikro i nanometrycznej, a także adaptacja przemysłowych urządzeń technologicznych do realizacji badań. Wszystkie te zagadnienia wpisują się w obszerny paradygmat dyscypliny naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Niepodważalne znamiona przynależności do dyscypliny naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn noszą również liczne dokonania twórcze Habilitanta w zakresie działalności projektowej, konstrukcyjnej i technologicznej. Poza dokonaniem wyodrębnionymi dla sformułowania ustawowo wymaganego osiągnięcia, dr. Piotr Domanowski zawarł w wykazie swych dokonań osiem wdrożonych, zaawansowanych rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych z zakresu automatyzacji produkcji, cztery z zakresu technologii fotolitografii oraz cztery z obszaru technologii próżniowych. Są to oryginalne indywidualne osiągnięcia Habilitanta (4) lub rozwiązania współautorские o

znacznym jego udziale (40-80%) – zawierające głównie dokonania konstrukcyjne i technologiczne z zakresu inżynierii mechanicznej.

Reasumując, pod względem merytorycznym oraz zakresu upowszechnienia, przedstawiony do oceny dorobek publikacyjny i twórczy dr inż. Piotra Domanowskiego jest oryginalny i o wysokim potencjale innowacyjno-technologicznym. Lokuje się on w obszarze interdyscyplinarnym inżynierii powierzchni, natomiast w dominującym stopniu przynależy do dyscypliny naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn, spełniając w pełni kryteria ustawowe dla uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w tej dyscyplinie.

#### **4. Ocena kompetencji dydaktycznych i autorytetu w środowisku naukowym**

Autorytet naukowy oraz umiejętność przekazywania wiedzy, kompetencji i umiejętności są wyróżnikami osobowości przyszłego kreatora nauki oraz nowoczesnego kształcenia. Dr inż. Piotr Domanowski opracował treści programowe i prowadził wykłady z dziesięciu przedmiotów z obszaru inżynierii mechanicznej, a mianowicie takich jak: *Obrobarki, Kinematyka i dynamika obrabiariek, Technologia montażu, Zagadnienia technologii i organizacji remontów, Uchwyty i przyrządy obróbkowe, Podstawy konstrukcji maszyn technologicznych, Technologia Budowy maszyn, Inżynieria powierzchni, CAD oraz Rysunek techniczny*. Praktycznie w całym wymienionym zakresie tematycznym Habilitant prowadził również zajęcia ćwiczeniowe, laboratoryjne i projektowe oraz opracował sylabusy. Był promotorem 25 prac dyplomowych inżynierskich i 25 magisterskich oraz recenzował ok. 50 takich prac na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych. Jest laureatem II stopnia Konkursu o Bydgoską „Łuczniczkę” w kategorii prac dyplomowych. W bieżącym roku, powołany został na funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr inż. Tomasa Szyński otwartym w macierzystej uczelni. Na wysoki poziom prowadzonych przez Habilitanta zajęć dydaktycznych istotny wpływ wywiera jego aktywność w badaniach naukowych oraz szeroko prowadzana praktyka inżynierska prowadzona w ramach uczelni oraz własnej działalności gospodarczej. Reasumując, kompetencje dydaktyczne dr inż. Piotra Domanowskiego oceniam bardzo wysoko.

Wysoko oceniam również krajowy, a także międzynarodowy autorytet naukowy Habilitanta. Dr Domanowski odbył długoterminowy – 10 miesięczny staż naukowy w Wyższej Szkole Technicznej Würzburg-Schweifurt (Niemcy). Współuczestniczy jako członek komitetu sterującego w kierowaniu dużym projektem badawczym o akronimie ReNewTech współfinansowanym w ramach programu CuBR przez NCBIR oraz KGHM. Uczestniczył w komitetach naukowych czterech konferencji w tym również o zasięgu międzynarodowym

pełniąc także funkcję sekretarza tych komitetów. Na zaproszenie wygłosił wykład o licznościowy z okazji święta Wydziału Inżynierii Mechanicznej UTP pt.: „*Nigdy tak mało nie znaczy tak wiele*”. Jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich od roku 1990, członkiem Polskiego Towarzystwa Próżniowego od roku 2013 oraz członkiem Towarzystwa Naukowo-Technicznego Obrabiarki i Narzędzia, w którym pełnił funkcję sekretarza Zarządu Głównego w latach 2014-2018. W uznaniu swych osiągnięć Habilitant dwukrotnie wyróżniony został nagrodą Rektora UTP w Bydgoszczy II stopnia, zespołową nagrodą naukową Politechniki Warszawskiej „*za szczególne osiągnięcia w dziedzinie transferu prac naukowych i technicznych na potrzeby gospodarki*”, nagrodą zespołową NOT II stopnia „*Za wybitne osiągnięcia w dziedzinie techniki*”, wyróżnieniem w VI edycji Konkursu o Nagrodę Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego „*Za wybitne osiągnięcia w dziedzinie techniki*”, a także medalem 65-lecia Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego.

## 5. Wnioski końcowe

Na podstawie dokonanej oceny osiągnięcia naukowego, dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz autorytetu naukowego Kandydata stwierdzam, że osiągnięcia naukowe w formie oryginalnego opracowania projektowego, konstrukcyjnego i technologicznego pod tytułem: „*Projekt, konstrukcja i wdrożenie urządzeń technologicznych zwłaszczą do nanoszenia powłok metodą rozpylania magnetyronowego*”, w pełni odpowiada warunkom stawianym w Ustawie o Stopniach i Tytułach Naukowych (Dz. U. Nr 0365595 z 16.04.2003r. Art.16, ust. 2, pkt. 2) wraz z późniejszymi zmianami. Dorobek naukowy i twórczy dr Piotra Domanowskiego jest obszerny i wartościowy oraz pod względem formalnym jest zgodny z kryteriami oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w obszarze nauk technicznych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. Nr 196, Poz. 1165) spełniając z nadmiarem wymagania § 3 pkt. 4 ust. a) oraz w stopniu wysoce satysfakcjonującym wymagania § 4 pkt. 1-8. Spełnione są również w stopniu ponadprzeciętnym wymagania § 5 pkt. 1-14. Łącznie habilitant spełnił 25 z 29 wymienioanych wymagań. Tematycznie zarówno osiągnięcie naukowe jak i dorobek naukowy przynależy do dyscypliny naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn w specjalności Maszyny i Urządzenia Technologiczne. Wnoszę zatem o nadanie dr Piotrowi Domanowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn. Wnioskuje

również w przypadku pomyślnego zakończenia postępowania o przyznanie wyróżnienia w tym przewodzie.

Piotr Kula .