

Prof. dr hab. inż. Adam MAZURKIEWICZ
Instytut Technologii Eksploatacji –
Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 14.02.2013
12/14 | 893/13

RECENZJA

**Dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dra inż. Krzysztofa ROKOSZA
kandydata do stopnia naukowego dra habilitowanego**

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowiło pismo Pana Profesora Czesława Łukianowicza Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej, z dnia 7 stycznia 2013 r., wystosowane w związku z decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów Naukowych powołującą mnie na recenzenta rozprawy habilitacyjnej i dorobku naukowego dra inż. Krzysztofa Rokosza.

Dokumentację merytoryczną opracowanej opinii stanowiły: Autoreferat obejmujący m.in.: charakterystykę przebiegu działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej, wykazy opublikowanych prac naukowych oraz zrealizowanych prac badawczych autorstwa lub współautorstwa dra inż. K. Rokosza, a także nośnik CD zawierający cykl 15 publikacji, w tym monografii autorskiej pt. „Polerowanie elektrochemiczne stali w polu magnetycznym”, które Habilitant uznał za najbardziej reprezentatywne dla monotematycznego cyklu pn. „Polerowanie elektrochemiczne wybranych metali i stopów w polu magnetycznym” stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień naukowy dra habilitowanego w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Ogólna charakterystyka Habilitanta

Dr inż. Krzysztof Rokosz jest wszechstronnie wykształconym pracownikiem naukowym młodego pokolenia, znakomicie przygotowanym do prac badawczych z obszaru mechaniki, inżynierii powierzchni i elektrochemii, które to zagadnienia stanowią główny i konsekwentnie rozwijany kierunek zainteresowań naukowych Habilitanta. Po ukończeniu Wydziału Elektroniki Politechniki Koszalińskiej odbył studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym tejże Politechniki, uzupełniając je studiami podyplomowymi z matematyki na UAM w Poznaniu. Ponadto, podejmując w 2002 r. pracę zawodową na rodzimej Politechnice w Katedrze Elektrochemii i Technologii Powierzchni, znalazł się pod opieką naukową Profesora Tadeusza Hryniewicza, uczonego o światowej renomie w zakresie badań korozji metali i procesów elektropolerowania. Wynikiem podjętej współpracy była obroniona w 2006 r. praca doktorska nt. „Wpływ nagniatania stali na jej odporność korozyjną”. Po doktoracie Habilitant kontynuował i systematycznie rozwijał zakres badań związanych z odpornością korozyjną materiałów metalowych oraz różnymi sposobami obróbki elektrochemicznej. Szczególnie nowatorskim osiągnięciem zarówno naukowym, jak i technologicznym zrealizowanym w skali laboratoryjnej, zespołu Profesora T. Hryniewicza z istotnym udziałem Habilitanta, było zaproponowanie i opracowanie metody realizacji procesów elektropolerowania w polu magnetycznym oraz modelowa implementacja tej metody dla stali nierdzewnych. Precyzyjne porównanie uzyskiwanych rezultatów z zastosowaniem polerowania magnetoelektrochemicznego (MEP) w stosunku do standardowych metod

polerowania elektrochemicznego bez mieszania (EP) oraz z wymuszonym mieszaniem elektrolitu (MIX) wymagało zgłębienia nowoczesnych technik badawczych, szczególnie w odniesieniu do możliwości wykorzystania spektroskopii XPS do analizy składu chemicznego uzyskiwanych kompozycji warstw wierzchnich. W zakresie stosowania metody i oprzyrządowania XPS Habilitant przeszedł specjalistyczne szkolenie w Uniwersytecie NTNU w Trondheim w Norwegii, a w zakresie innych technik wyznaczania charakterystyk procesów korozyjnych i elektrochemicznych oraz pomiaru składników warstw wierzchnich powstających w tych procesach także w innych zagranicznych ośrodkach naukowych, m.in.: w Portugalii, Niemczech, Czechach, Austrii i we Włoszech. Nawiązane podczas pobytów szkoleniowych kontakty naukowe przyniosły w rezultacie podjęcie wspólnych prac badawczych skutkujących wymianą doświadczeń, wykorzystaniem wysoko specjalizowanej aparatury do prowadzenia eksperymentów i analizy morfologicznej warstw uzyskiwanych w różnych procesach polerowania elektrochemicznego, a także publikacjami w znaczących czasopiśmie naukowych zajmujących się przedmiotową problematyką. Prowadzone przez Habilitanta prace badawcze charakteryzowały się kompleksowością podejścia, począwszy od przygotowania stanowiska badawczego, poprzez realizację badań empirycznych, do usystematyzowanej statystycznie analizy uzyskanych wyników badań i próby wyjaśnienia zjawisk fizykalnych zachodzących w warstwach powierzchniowych uzyskanych w procesach polerowania elektrochemicznego, w tym szczególnie zachodzących w polu magnetycznym. Dr inż. K. Rokosz zaprojektował i opracował stanowisko badawcze do polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym w kilku wersjach, m.in. do małych i dużych gęstości prądów i z różnym usytuowaniem magnesów. Z wykorzystaniem tego stanowiska badał i porównywał charakterystyki korozyjne różnych gatunków stali o właściwościach ferromagnetycznych i paramagnetycznych, ale także tytanu i jego stopów z ukierunkowaniem głównie na biomateriały do potencjalnych zastosowań medycznych. Sfera implementacji uzyskanych wyników nie jest mocną stroną prowadzonej przez Habilitanta działalności badawczej i w zasadzie ogranicza się do jednostkowej próby zastosowania opracowanej metody polerowania magnetochemicznego do podwyższenia jakości specjalistycznych wiertel dentystycznych wykonanych ze stopu Nitinolu NiTi. Mocną stroną działalności naukowej stanowi natomiast umiejętność metodycznie usystematyzowanej statystycznej obróbki wyników oraz matematycznego modelowania wybranych charakterystyk polerowania elektrochemicznego materiałów metalicznych (np. potencjału korozji wżerowej, chropowatości czy nanotwardości warstwy wierzchniej) z wykorzystaniem m.in. funkcji regresji. Zwraca uwagę umiejętność Habilitanta w zakresie organizacji i udziału w pracy zespołowej, ponieważ niemal wszystkie realizowane prace badawcze były prowadzone w tej samej grupie naukowców, twórców metody polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym, ze wspomaganiami uczonych ze współpracujących ośrodków zagranicznych. Wynik dominacji pracy zespołowej stanowią też, zdecydowanie przeważające w stosunku do indywidualnych, wspólne publikacje, co należy uznać w tego typu badaniach za podejście ze wszech miar prawidłowe i uzasadnione, z wyraźnie jednak wyodrębnionym i łatwym do oszacowania wkładem własnym Habilitanta. Podkreślenia wymaga również duża aktywność dra inż. K. Rokosza w organizacji współpracy międzynarodowej studentów, m.in. w ramach programów CEEPUS i Erasmus, a także wyjazdów dydaktycznych, warsztatów dyskusyjnych i konferencji.

Przedstawiona ogólna charakterystyka działalności naukowej i zawodowej dra inż. K. Rokosza świadczy o systematycznym, ściśle ukierunkowanym rozwoju zainteresowań badawczych i ciągłym doskonaleniu umiejętności metodycznych, w tym dotyczących wykorzystania zarówno własnego, jak i profesjonalnego instrumentarium badań eksperymentalnych i analitycznych.

Habilitant posiada zdolności kreatywnego generowania problematyki badawczej, pracy zespołowej oraz rozwiązywania zagadnień badawczych zarówno od strony naukowej, metodycznej, technicznej, jak i organizacyjnej.

Podjęmowane zagadnienia badawcze dotyczące procesów polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym są nowatorskie w skali światowej, a ich realizacja obejmowała konsekwentną, systematycznie rozwijaną sekwencję metodyczną od przygotowania stanowiska badawczego poprzez realizację badań empirycznych do matematycznego modelowania zaobserwowanych zjawisk i prób ich fizykalnego wyjaśnienia, z silnym ukierunkowaniem na materiały biomedyczne, jednak jak dotychczas bez skutecznych aplikacji praktycznych.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawa, będąca przedmiotem oceny, przedstawiona została w formie monografii opublikowanej w 2012 r. przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Składa się z pięciu rozdziałów, w tym Podsumowania oraz bardzo bogatego wykazu literatury przedmiotu obejmującego 513 pozycji, w tym 284 opublikowane po 2000 r., z czego ponad 100 zostało wydanych w ostatnich pięciu latach. Przesłana recenzentowi wersja elektroniczna książki nie posiada strony redakcyjnej, a zatem brak jest informacji o recenzentach, co m.in. warunkuje zakwalifikowanie publikacji jako monografii.

Monografia obejmuje problematykę polerowania elektrochemicznego wybranych gatunków stali ze szczególnym odniesieniem do wykonywania tej obróbki w polu magnetycznym, co stanowi specjalizację naukową Habilitanta. Technologie polerowania elektrochemicznego są znane i stosowane przemysłowo od ponad wieku, ale poddawane ciągłym modyfikacjom i ulepszeniom ze względu na możliwość podwyższania odporności korozyjnej nowych materiałów wykorzystywanych m.in. w zastosowaniach biomedycznych. W obszarze tych bardzo specjalistycznych zagadnień badawczych i technologicznych Habilitant sformułował własny, oryginalny obszar zainteresowań naukowych, który stanowi badanie wpływu pola magnetycznego m.in. na właściwości antykorozyjne materiałów metalowych oraz skład chemiczny warstwy wierzchniej powstającej w warunkach polerowania magneto-elektrochemicznego (MEP). Istotny element podjętych badań, których wyniki zaprezentowano w monografii, stanowi również próba wyjaśnienia zjawisk fizykochemicznych zachodzących podczas obróbki MEP wybranych gatunków stali stopowych i niestopowych w kombinacji ferro- i paramagnetycznej oraz zaproponowanie modeli warstw wierzchnich na granicy faz metal – elektrolit, jak również sformułowanie modeli matematycznych kluczowych charakterystyk zachodzących procesów, m.in. potencjału korozji wżerowej w funkcji gęstości prądu polerowania oraz wielkości pola magnetycznego dla stali stopowej austenitycznej (316 L) zweryfikowanej przez Habilitanta jako najbardziej przydatnej do zastosowań biomedycznych. Należy jednak stwierdzić, że cele pracy jak również stawiane hipotezy badawcze zostały sformułowane niejednoznacznie i rozproszone w całej objętości monografii, co stanowi pewien istotny mankament metodyczny. Wydaje się, że cel badań prezentowanych w monografii mógł być zaproponowany stosunkowo prosto, np. jako: zbadanie wpływu pola magnetycznego na przebieg elektrochemicznego polerowania stali stopowych i niestopowych oraz właściwości warstwy wierzchniej po polerowaniu MEP, w tym w szczególności w odniesieniu do chropowatości powierzchni i składu chemicznego warstwy wierzchniej.

W kontekście merytorycznym monografia obejmuje trzy zasadnicze obszary:

- zaprezentowanie problematyki polerowania elektrochemicznego ze szczególnym uwzględnieniem realizacji tych obróbek w polu magnetycznym, w odniesieniu do najnowszej literatury przedmiotu;

- przedstawienie wyników badań trzech wybranych gatunków stali: niestopowej (1045/C45), stopowej ferrytycznej (430) oraz stopowej austenicznej (316L) po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym, głównie w odniesieniu do chropowatości powierzchni oraz składu chemicznego warstwy wierzchniej wraz z ukierunkowanymi problemowo badaniami weryfikacyjnymi stali austenicznej 316L;
- autorską próbę zamodelowania warstw wierzchnich powstających na granicy faz metal – elektrolit w elektrochemicznych procesach polerowania stali w polu magnetycznym oraz wyjaśnienia fizykochemicznych mechanizmów zachodzących procesów.

Analiza literatury przedmiotu została przeprowadzona wzorcowo. Po zaprezentowaniu mechanizmów fizykochemicznych procesu polerowania elektrochemicznego Habilitant przeprowadził drobiazgowy przegląd wyników badań empirycznych i modelowych innych naukowców zajmujących się przedmiotową problematyką w odniesieniu m.in. do takich aspektów prowadzonych badań jak: dobór rodzaju i składu elektrolitów w zależności od materiałów poddawanych obróbce oraz oczekiwanych właściwości funkcjonalnych powierzchni (także warunki ich wymiany i konserwacji), wpływ dodatków specjalnych i wody dodawanej do elektrolitów na kształtowanie charakterystyk polaryzacyjnych, wpływ parametrów procesowych sterowanych np.: gęstości prądu, temperatury procesu, prędkości mieszania roztworu, odległości katody od anody czy też czasu obróbki na uzyskiwane charakterystyki eksploatacyjne powstających warstw wierzchnich, w tym szczególnie na odporność korozyjną i wżerową. Specjalne rozważania zostały poświęcone technikom zewnętrznego wspomaganie procesów polerowania elektrochemicznego z wykorzystaniem ultradźwięków i szczególnie pola magnetycznego. W wielu przypadkach, co jest szczególnie cenne, dr inż. K. Rokosz porównywał wyniki prezentowane w badaniach literaturowych z rezultatami własnych eksperymentów i analiz, przy czym nie zawsze ta konfrontacja wykazywała konsensus, ponieważ Habilitant przedstawiał odmienne wnioski i interpretacje. Na tak solidnej podbudowie literaturowej i bazie autorskich badań rozpoznawczych został zaproponowany program badań procesów MEP prezentowanych w monografii oraz dobrane charakterystyki i parametry badań eksperymentalnych, weryfikacyjnych i modelowych.

Drugi obszar problemowy monografii obejmujący badania eksperymentalne, analizę uzyskanych wyników oraz modelowanie matematyczne charakterystyk badanych procesów nie może już być oceniony tak jednoznacznie pozytywnie. Przede wszystkim nie została zaprezentowana klarowna, spójna i precyzyjna metodyka badań obejmująca kompleksowo uzasadnienie doboru materiałów do badań, schematy badań, w których zdefiniowano parametry wejściowe i wyjściowe oraz stosowane parametry procesowe, założenia obróbki statystycznej uzyskiwanych wyników i opis wykorzystywanych narzędzi obliczeniowych, zasady prowadzonych badań XPS itd. Taki rozdział poświęcony metodyce pozwoliłby na uporządkowanie wniosków z analizy literatury przedmiotu, przedstawienie w zwartej formule struktury i logiki fazy eksperymentalnej oraz zastosowanych procedur modelowania, a także zidentyfikowanie sposobów ewaluacji osiągnięcia założonych celów. Sprawą nietypową jest fakt, że Habilitant aczkolwiek nie przedstawił w monografii w zintegrowanej formie zastosowanej metodyki badań, to bardzo konsekwentnie i systemowo realizował jej poszczególne algorytmy i procedury w układzie rozproszonym, uznając zapewne, że jest to pewien logiczny i oczywisty sposób realizacji badań. Konsekwencją braku zintegrowanej metodyki i struktury pracy jest drobiazgowy i w wielu przypadkach zbyt liczny sposób prezentacji wyników badań i procedur obliczeniowych, który szczególnie w odniesieniu do rozdziałów 2, 3 i 4 monografii upodabnia ją do raportu lub sprawozdania z prac badawczych, których celem było nie poznanie naukowe zachodzących procesów lecz empiryczna ocena wpływu różnych metod polerowania elektrochemicznego na właściwości warstwy

wierzchniej wybranych gatunków stali oraz wykazanie umiejętności autora w posługiwaniu się aparatem matematycznym w zakresie szacowania błędów pomiarowych i badania adekwatności funkcji regresji. Zdecydowanie nadmiarowo rozbudowany obszar prezentacji wyników badań i analiz statystycznych zajmujący ponad połowę objętości pracy należało zastąpić opisem zastosowanej metodyki badawczej, prezentacją wykorzystywanego aparatu analitycznego i statystycznego na przykładzie jednego gatunku stali oraz przedłożeniem końcowych wyników i wniosków dla pozostałych badanych materiałów z problemowo ukierunkowaną weryfikacją.

Trzeci obszar problemowy zawarty w monografii, obejmujący autorskie propozycje modeli warstwy wierzchniej na granicach faz materiał obrabiany – roztwór elektrolitu oraz próbę identyfikacji mechanizmów fizykochemicznych generowanych w wyniku wpływu pola magnetycznego na polerowanie elektrochemiczne, jest bardzo interesujący i naukowo twórczy. Zaprezentowano różne modele warstwy wierzchniej w zależności od typu procesu EP, MIX, MEP, korelując je z rezultatami uzyskanymi metodami badań spektroskopii XPS oraz potencjodynamicznych badań korozyjnych. Kilka modeli warstw zaproponowano w szczególności dla procesu polerowania MEP stali austenitycznej, najbardziej przydatnej w odniesieniu do materiałów biomedycznych. Pewien niedostatek przeprowadzonych bardzo szczegółowych analiz zachodzących procesów chemicznych stanowi brak badań strukturalnych powstających warstw i międzywarstw. Autor zdaje sobie sprawę z wagi takich badań, twierdząc m.in., że działanie pola magnetycznego ma wpływ na upakowanie związków w warstwie wierzchniej, ich porowatość czy też formy krystalizacji, nie dokumentuje jednak tych stwierdzeń właściwymi badaniami morfologicznymi czy strukturalnymi.

Odnosząc się szczegółowo do niektórych zagadnień, to pewne aspekty, analizy i stwierdzenia zawarte w monografii wydają się dyskusyjne lub warte bardziej wnikliwego rozpatrzenia:

- nie dokonano analizy struktury fazowej żelaza występującego w warstwie wierzchniej, niezbędnej ze względu na fakt, że ferryt i martenzyt są fazami niedopuszczalnymi w stopach implantacyjnych ze względu na magnetotropizm i trombogenność, zwiększającymi niebezpieczeństwo tworzenia się zakrzepów w pobliżu implantu;
- w procesie polerowania elektrochemicznego Autor wskazuje na występowanie parametrów „niesterowalnych”, do których zalicza „geometrię anody”, czyli kształt elementu polerowanego. W efekcie każdy proces polerowania użytkowego elementów o złożonych i różnorodnych kształtach wymaga indywidualnego dopracowania, bowiem geometria, masa itp. elementów polerowanych mogą być za każdym razem inne. Dodatkowo do czynników niesterowalnych zaliczono również właściwości elektrolitu, w tym: skład chemiczny, gęstość, lepkość itp., które mają bezpośredni wpływ na sterowanie i utrzymanie powtarzalności procesu;
- wyniki badania XPS/ESCA udziału poszczególnych pierwiastków podawano z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku, podczas gdy czułość metody nie przekracza 0,1%. Lepsze czułości (nawet w skali ppm) można uzyskać jedynie dla pierwiastków występujących w warstwie wierzchniej w dużych stężeniach (w tym przypadku Fe i Cr oraz Ti i Ni) lub przy długotrwałej rejestracji emisji elektronów z danego pasma energetycznego. W metodyce prowadzonych badań nie wykazano takiego podejścia, zatem można przyjąć, że dokładność pomiarów ilościowych ESCA nie przekraczała 0,1%;
- w interpretacji wyników analiz XPS/ESCA zignorowano obecność węgla w badanych warstwach wierzchnich, chociaż występował on we wszystkich przypadkach, przyjmując bez stosownego udokumentowania założenie, że jego obecność jest wynikiem zanieczyszczenia próbki substancjami organicznymi. Jeżeli stwierdzono, że

powierzchnia próbek jest zanieczyszczona substancjami organicznymi, to należało ją przygotować przed procesami polerowania elektrochemicznego, np. poprzez wstępne trawienie jonowe przy tak dobranej energii, aby nie dochodziło do trawienia badanego materiału. Wydaje się, że obecności węgla w warstwie wierzchniej i to, jak wynika z widm przeglądowych w znacznych ilościach, nie należało ignorować. Uwzględnienie obecności węgla mogłoby prowadzić do znacznej modyfikacji wniosków co do składu chemicznego warstwy wierzchniej.

Natomiast niektóre aspekty merytoryczne przedstawione w monografii wymagają szczególnego podkreślenia ze względu na walory poznawcze:

- wykazano istotnie pozytywny wpływ metody elektropolerowania w polu magnetycznym na skład chemiczny warstwy wierzchniej (szczególnie w odniesieniu do stali paramagnetycznej) skutkujący zmniejszeniem zawartości Cr oraz zawartości Fe, przy pozytywnym wzroście stosunku Cr do Fe oraz zwiększeniu zawartości P;
- udowodniono, że obróbka wykończająca typu MEP może mieć istotny wpływ zarówno na właściwości mechaniczne warstwy wierzchniej (nanotwardość, moduł Younga), jak również na charakterystyki funkcjonalne (chropowatość powierzchni, połysk, odporność korozyjną), co dotychczas w znikomym zakresie uwzględniano w technologiach inżynierii powierzchni.

Osiągnięcia poznawcze zaprezentowane w monografii mogą zatem znaleźć przełożenie aplikacyjne nie tylko na zastosowania biomedyczne, ale także w przemyśle lotniczym, precyzyjnym czy spożywczym.

W podsumowaniu oceny monografii habilitacyjnej stwierdzam, że powstała ona jako synteza wieloletniego, systematycznie rozwijanego dorobku naukowego i badawczego Habilitanta i w znaczącej części jest jego twórczym rozwinięciem.

Do słabszych stron monografii należy zaliczyć:

- brak kompleksowego opisu metodyki badawczej, chociaż prawidłowo zaimplementowano jej algorytmy i procedury w realizowanych badaniach i prezentowanych wynikach; systemowe podejście do zagadnień metodycznych umożliwiłoby skupienie się na kwestiach merytorycznych w miejsce wielokrotnie powtarzanych tych samych procedur operacyjnych;
- przesadne dokumentowanie procedur statystycznych i badania adekwatności modeli zajmujące znaczną objętość pracy;
- drobiazgową prezentację wyników badań, co utrudnia percepcję kluczowych osiągnięć poznawczych zawartych w monografii; usystematyzowane zestawienia rezultatów mogły się ewentualnie znaleźć w stosownych załącznikach.

Za osiągnięcia i wyróżniające zalety monografii habilitacyjnej należy uznać:

- znakomitą, dogłębną i aktualną analizę literatury przedmiotu i dokonań innych naukowców oraz światowych ośrodków badawczych z uwzględnieniem własnego, twórczego wkładu w rozwój przedmiotowych zagadnień dotyczących polerowania elektrochemicznego, w szczególności w polu magnetycznym, obejmującą sam mechanizm procesu, jak również czynniki determinujące jego efektywność;
- zaproponowanie oryginalnych modeli struktury obszarów fazowych obrabiany metal – elektrolit, dla różnych procesów elektropolerowania w polu magnetycznym i podjęcie próby wyjaśnienia fizykochemicznego mechanizmu ich powstawania;
- opracowanie matematycznych modeli analitycznych opisujących kluczowe właściwości użytkowe powierzchni metali polerowanych elektrochemicznie z udziałem pola magnetycznego: m.in. chropowatości i odporności korozyjnej;
- przeprowadzenie weryfikacji opracowanej metody ze wskazaniem paramagnetycznych, austenitycznych stali stopowych po obróbce MEP jako

rekomendowanych do zastosowań biomedycznych zarówno ze względów antykorozyjnych, jak i w najniższym stopniu kancerogennych.

Zagadnienia badawcze przedstawione w monografii wykazują wysoki stopień trudności i kompetencji naukowych Habilitanta, a nowatorskie koncepcje badawcze oraz ogrom wykonanej pracy eksperymentalnej i obliczeniowej, jak również potencjalne możliwości aplikacyjne opracowanego rozwiązania zasługują na duże uznanie i wysoką ocenę.

Ocena dorobku naukowego

Tematyka prac naukowo-badawczych dra inż. K. Rokosza jest ściśle i jednoznacznie związana z zagadnieniami polerowania elektrochemicznego materiałów metalowych. Pomimo tego, że jest to stosunkowo wąski obszar problemowy w budowie i eksploatacji maszyn, zakres zagadnień szczegółowych jest bardzo rozległy. Swoje główne zainteresowania naukowe Habilitant skupił na polerowaniu magnetochemicznym, badając wpływ pola magnetycznego na skład chemiczny i odporność korozyjną warstw wierzchnich metodami potencjodynamicznymi i spektralnymi. Uzyskane wyniki badań empirycznych stanowiły podstawę modelowania matematycznego charakterystyk korozyjnych i mechanicznych uzyskiwanych warstw jak również identyfikacji i wyjaśnienia zjawisk fizykochemicznych zachodzących w badanych procesach MEP. Takie hybrydowe podejście do rozwiązywania przedmiotowych problemów badawczych było możliwe dzięki profesjonalnemu opanowaniu technik instrumentalnych (szczególnie XPS) oraz metod analizy statystycznej i modelowania, a także pracy w znakomitym zespole naukowym, w którym zostały wykreowane oryginalne techniki polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym. Wieloletnia praca w bardzo stabilnej grupie badawczej implikowała fakt, że zdecydowana większość publikacji naukowych Habilitanta to osiągnięcia zespołowe, co chociaż wydaje się w pełni uzasadnione, stanowi pewną słabość w ocenie dorobku naukowego. Niemniej, analizując wskazany cykl jednotematycznych publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, należy stwierdzić, że zadeklarowany, potwierdzony i w pełni wiarygodny udział Habilitanta w ich powstaniu jest bardzo znaczący i wynosi około 50%.

W tym kontekście do najistotniejszych indywidualnych osiągnięć Habilitanta należy zaliczyć:

- opracowanie kompleksowej metodyki badań porównawczych różnych procesów elektrochemicznych (EP, MIX, MEP) dla wybranych gatunków materiałów metalowych, realizację tych badań z wykorzystaniem autorskiego stanowiska badawczego oraz systemową analizę uzyskanych wyników;
- opracowanie modeli matematycznych opisujących procesy korozyjne zidentyfikowane w badaniach potencjodynamicznych w funkcji indukcji pola magnetycznego i gęstości prądu (m.in. potencjału korozji wżerowej);
- wykazanie i udokumentowanie eksperymentalne, z wykorzystaniem spektroskopii XPS, wpływu pola magnetycznego na skład chemiczny warstw wierzchnich powstających w wyniku polerowania elektrochemicznego metali i stopów ferro- i paramagnetycznych w polu magnetycznym;
- opracowanie modelu matematycznego opisującego zmianę stosunku zawartości chromu do żelaza w funkcji pola magnetycznego i gęstości prądu polerowania w warstwie wierzchniej stali austenitycznej poddanej obróbce magnetochemicznej odwzorowującego w formule funkcji analitycznej zmiany odporności korozyjnej materiału;
- zaproponowanie autorskich modeli granicy faz dla różnych technik elektropolerowania, szczególnie w polu magnetycznym;

- wykazanie istotnego wpływu obróbki elektrochemicznej w polu magnetycznym na charakterystyki mechaniczne warstwy wierzchniej takie, jak nanotwardość, moduł Younga, czy nawet odporność na zmęczenie dla stali austenitycznej, a także tytanu i jego stopu Nitinolu.

Oczywiście zestawienie bardziej lub mniej znaczących osiągnięć Habilitanta można multiplikować w oparciu o przedłożoną dokumentację przewodu. Wydaje się jednak, że za najistotniejsze dokonania należy uznać:

- ciągły rozwój problematyki badawczej obejmującej m.in. nowe materiały poddawane obróbce MEP takie jak tytan i jego stopy;
- udokumentowanie wpływu tejże obróbki nie tylko na charakterystyki korozyjne warstwy wierzchniej, ale także na jej właściwości mechaniczne, co może mieć bardzo istotny wpływ, poza potencjalnymi biomedycznymi możliwościami zastosowań metody MEP, na jej wykorzystanie w wyrafinowanych aplikacjach przemysłowych np. w lotnictwie i mechanice precyzyjnej;
- łączenie wysoce specjalistycznych badań empirycznych z modelowaniem matematycznym oraz próbami wyjaśnienia zjawisk fizykochemicznych warunkujących zachodzenie analizowanych procesów polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym.

O wysokiej ocenie naukowej prowadzonych przez Habilitanta badań i opracowanych modeli może świadczyć publikowanie uzyskanych rezultatów w bieżących wydaniach prestiżowych czasopism międzynarodowych, m.in.: *Materials Chemistry and Physics*, *Corrosion Science* czy *Surface and Coating Technology*, a także w uznanych specjalistycznych czasopismach krajowych.

Ilościowo dorobek publikacyjny dra inż. K. Rokosza obejmuje 125 zadeklarowanych pozycji dokumentujących osiągnięcia badawcze, z czego 108 (7 indywidualnych) ukazało się po uzyskaniu stopnia doktora. Habilitant jest autorem lub współautorem 40 publikacji w czasopismach naukowych, w tym 14 anglojęzycznych artykułów z bazy *Journal Citation Reports*, 14 artykułów w czasopismach punktowanych nieposiadających wskaźnika *Impact Factor* (3 indywidualnych) oraz 12 artykułów w czasopismach zagranicznych niewyszczególnionych na liście MNiSW. Statystyczna ocena dorobku naukowego Habilitanta wskazuje, że zdecydowana większość publikacji ukazała się w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, stąd zapewne duża liczba cytowań w literaturze światowej (86) oraz wysoki indeks Hirscha (6). Dorobek dra inż. K. Rokosza odznacza się dużym stopniem upowszechnienia na konferencjach krajowych (33) i zagranicznych (32), co może świadczyć o spopularyzowaniu osiągnięć naukowych Habilitanta w międzynarodowych kręgach badawczych.

Odnosnie do analizy wymagań stawianych osobie ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z kryteriami podanymi w rozporządzeniu MNiSW, zamieszczonym w Dzienniku Ustaw Nr 196 Poz. 1165, z dnia 1 września 2011, w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych w obszarze nauk technicznych, dorobek dra inż. K. Rokosza obejmuje:

- autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (14 pozycji);
- autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technicznego (zaprojektowanie i opracowanie, w kilku wersjach, stanowiska badawczego do realizacji procesów polerowania magneto-elektrochemicznego);
- autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych (monografia autorska pt. *Polerowanie elektrochemiczne stali w polu magnetycznym* wydana nakładem Wydawnictwa Uczelnianego Politechniki Koszalińskiej, 2011 r., ISBN 978-0239-7129);

- sumaryczny IF publikacji naukowych wg JCR, zgodnie z rokiem opublikowania (spośród 19 artykułów ujętych w bazie Web of Science, 12 posiada indeks cytowań Impact Factor; łączny IF wszystkich publikacji na rok 2013 wynosi 24.278);
- liczba cytowań wg bazy *Web of Science* (łącznie 89 cytowań artykułów, z czego 44 należy uznać za samocytowania);
- indeks Hirscha opublikowanych publikacji, wg bazy *Web of Science* (indeks Hirscha dra inż. Krzysztofa Rokosza podawany w bazie *Scopus* wynosi 6, natomiast w bazie *Web of Science* – 7);
- kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi, lub udział w takich projektach (kierowanie projektami – 1, udział w projektach badawczych – 1, udział w projektach międzynarodowych – 16);
- międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową (3 nagrody, w tym 2 Rektora Politechniki Koszalińskiej, 1 nagroda NOT);
- wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych (po uzyskaniu stopnia doktora 65 wystąpień konferencyjnych, w tym 32 zagraniczne).

W podsumowaniu oceny dorobku naukowego należy stwierdzić, że:

- prace badawczo-rozwojowe realizowane przez Habilitanta dotyczą głównie interdyscyplinarnych zagadnień z zakresu polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym, obejmując zaawansowane badania empiryczne i instrumentalne, modelowanie matematyczne oraz fizykalne interpretacje zachodzących zjawisk;
- kompetencje i umiejętności Habilitanta w zakresie metodyki badań empirycznych, statystycznej analizy wyników, wnioskowania naukowego, systemowego ujmowania rozwiązywanych zagadnień oraz generowania oryginalnej, ciągle rozwijanej i modyfikowanej problematyki badawczej należy uznać za wysokie;
- monotematyczny cykl publikacji pt. „Polerowanie elektrochemiczne wybranych metali i stopów w polu magnetycznym”, stanowiący podstawę ubiegania się o stopień dra habilitowanego nauk technicznych, jest jednoznacznie spójny tematycznie i problemowo (podobnie jak pozostały dorobek publikacyjny) oraz reprezentuje wysoki poziom naukowy;
- w odniesieniu do kryteriów formalnych dotyczących osiągnięć naukowych dla kandydatów ubiegających się o stopień naukowy dra habilitowanego podanych w rozporządzeniu MNiSW, dr inż. K. Rokosz wypełnia 8 z 12 wskaźników, w tym kilka, jak liczba publikacji w bazie *JCR*, sumaryczny *IF*, liczba cytowań wg bazy *Web of Science* czy indeks *Hirscha* na stosunkowo wysokim poziomie, co należy uznać za wynik w pełni zadowalający.

Można zatem stwierdzić, że dorobek naukowy Habilitanta reprezentuje odpowiedni poziom naukowy, jest jednoznacznie spójny tematycznie i w pełni mieści się w obszarze dyscypliny naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Doktor inż. K. Rokosz jest aktywnym i doświadczonym nauczycielem akademickim, zaangażowanym w proces dydaktyczny poprzez przygotowywanie i prowadzenie laboratoriów przedmiotowych, ćwiczeń audytoryjnych, seminariów dyplomowych, a także wykładów. Tematyka prowadzonych zajęć dydaktycznych jedynie pośrednio była związana z prowadzonymi badaniami naukowymi ze względu na ich bardzo wąski i specjalistyczny

charakter i obejmowała znacznie szersze zagadnienia, m.in.: powłoki ochronne i dekoracyjne, nowoczesne materiały inżynierskie, mechanikę techniczną i wytrzymałość materiałów, a także technologie powierzchni. Habilitant był także promotorem kilkunastu prac inżynierskich i magisterskich. Organizował również i prowadził specjalistyczne szkolenia z zakresu korozji i powłok antykorozyjnych dla przedstawicieli przemysłu. Szczególną aktywność dr inż. K. Rokosz wykazał w organizacji projektów międzynarodowych ukierunkowanych na kształcenie studentów. Był koordynatorem i kierownikiem wielu programów sieci CEEPUS zajmujących się w szerokim zakresie tematycznym zagadnieniami transferu wiedzy, programami nauczania nowoczesnych technologii przemysłowych, a także niekonwencjonalnymi procesami kształcenia akademickiego ukierunkowanego na integrację badań naukowych i zastosowań przemysłowych, głównie w odniesieniu do krajów Europy Środkowej i Wschodniej. W ramach programu międzynarodowego Erasmus Habilitant prowadził modelowe wykłady i szkolenia w wielu ośrodkach akademickich, m.in.: w *Hochschule Neubrandenburg*, Niemcy; *Montanuniversitat Leoben*, Austria; *VSB-TU Ostrawa*, Czechy; *University of Maribor*, Słowenia; *SPU Nitra* Słowacja. Dr inż. K. Rokosz wykazywał się także dużą aktywnością w działaniach na rzecz macierzystej Uczelni i Wydziału, szczególnie w obszarze współpracy międzynarodowej.

Odnosnie do analizy wymagań stawianych osobie ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z kryteriami podanymi w przytoczonym już rozporządzeniu MNiSW, osiągnięcia dra inż. K. Rokosza w zakresie dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej obejmują:

- uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych (3 projekty CEEPUS i Erasmus);
- udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji (65 wystąpień konferencyjnych, w tym 32 zagraniczne);
- otrzymane nagrody i wyróżnienia (nagroda zespołowa Rektora Politechniki Koszalińskiej za działalność organizacyjną);
- udział w konsorcjach i sieciach badawczych (koordynator i partner sieci tematycznych programu CEEPUS);
- kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych (3 projekty);
- osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki (wykłady w ramach programów Erasmus i CEEPUS na uczelniach zagranicznych w Niemczech, Austrii, Rumunii, Słowenii i Czechach);
- opieka naukowa nad studentami (promotor 4 prac inżynierskich i 14 prac magisterskich);
- staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich (6 pobyków w ramach realizacji prac badawczych i 12 staży i szkoleń);
- recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych (3 recenzje).

Podsumowując działalność dydaktyczną dra inż. K. Rokosza, należy stwierdzić, że jest aktywnym nauczycielem akademickim, głównie w zakresie przedmiotów związanych z mechaniką i inżynierią materiałową, uznanym również w ośrodkach zagranicznych, o czym świadczy powierzanie prowadzenia licznych wykładów w ramach programów Erasmus i CEEPUS.

Na wyróżnienie zasługuje wieloletnie zaangażowanie Habilitanta i skuteczne organizowanie międzynarodowej wymiany studentów oraz nawiązywanie współpracy dydaktycznej i naukowej macierzystego Wydziału i Uczelni z zagranicznymi ośrodkami akademickimi.

W odniesieniu do kryteriów formalnych dotyczących osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych dla kandydatów ubiegających się o stopień naukowy dra habilitowanego, podanych w rozporządzeniu MNiSW, dr inż. K. Rokosz wypełnia 8 z 14 wskaźników, w tym szczególnie istotnych odnoszących się do współpracy międzynarodowej, co należy uznać za wynik zadowalający.

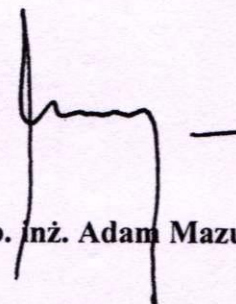
Podsumowanie

Dokonana ocena monografii habilitacyjnej oraz dorobku naukowego dra inż. K. Rokosza wykazała, że podjęta przez Habilitanta problematyka badawcza dotycząca polerowania elektrochemicznego stali i innych materiałów metalowych ferro- i paramagnetycznych w polu magnetycznym jest nowatorska, twórcza naukowo i może być ukierunkowana aplikacyjnie. Była ona konsekwentnie rozwijana w całym dotychczasowym okresie działalności naukowej Habilitanta i przyniosła znaczące osiągnięcia poznawcze, szczególnie w odniesieniu do modelowania zjawisk fizykochemicznych zachodzących na granicy faz obrabianego materiału i roztworu elektrolitu, empirycznego udokumentowania zarówno zmian charakterystyk korozyjnych i chropowatości warstwy wierzchniej, jak i wpływu obróbki magneto-elektrochemicznej na właściwości mechaniczne obrabianych powierzchni, a także opracowania autorskich modeli matematycznych zachodzących procesów. Zwraca uwagę erudycja Habilitanta w zakresie literatury przedmiotu oraz krytyczne podejście do publikowanych rezultatów w odniesieniu do wyników badań własnych. Za wartościowe należy także uznać kompleksowe podejście metodyczne do rozwiązywania podejmowanych zagadnień począwszy od opracowania specjalizowanych stanowisk badawczych poprzez profesjonalną realizację badań instrumentalnych, systemową analizę uzyskanych wyników i tworzenie na ich bazie adekwatnych modeli matematycznych, na próbie fizykalnego wyjaśnienia zjawisk zachodzących w warstwie wierzchniej kończąc. Słabszą stroną Habilitanta stanowi mały udział samodzielnych artykułów naukowych, ale dla przeciwwagi publikacje zespołowe, ze znaczącym ilościowo i istotnym merytorycznym udziałem dra inż. K. Rokosza, ukazywały się w bardzo znaczących, międzynarodowych czasopismach naukowych o stosunkowo wysokim wskaźniku IP. Niedosyt budzi również słabe ukierunkowanie wdrożeniowe uzyskanych rezultatów badań, choć jak się wydaje posiadają one znaczący potencjał aplikacyjny nie tylko w obszarze zastosowań biomedycznych. W odniesieniu do kryteriów formalnych oceny dorobku habilitacyjnego podanych w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 to spełnione zostały one szacunkowo w około 70%, co należy ocenić jako wynik w pełni zadowalający.

Wyniki swoich prac Habilitant właściwie upowszechniał w uznanych wydawnictwach naukowych, specjalizujących się w przedmiotowej problematyce. Zebrane doświadczenia badawcze i praktyczne skutecznie przekładał także na działalność dydaktyczną. Za osiągnięcia naukowe, badawcze i organizacyjne był nagradzany przez władze akademickie Politechniki Koszalińskiej i krajowe organizacje techniczne. Można zatem uznać, że we wszystkich obszarach aktywności naukowej i akademickiej Habilitant osiągnął wyniki odpowiadające wysokim standardom środowiska naukowego w naszym kraju, a synergiczny efekt działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej, w tym szczególnie w obszarze współpracy międzynarodowej jest godny uznania. Problematyka naukowa uprawiana przez dra inż. K. Rokosza, udokumentowana przedłożoną monografią habilitacyjną oraz osiągniętym dorobkiem naukowym, mieści się w zakresie dyscypliny naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Konkluzja końcowa

Na podstawie przeprowadzonej oceny rozprawy habilitacyjnej oraz dorobku naukowego i aplikacyjnego, a także dokonań dydaktycznych i organizacyjnych uważam, że zostały spełnione na odpowiednim poziomie wymagania stawiane procedurze habilitacyjnej, wynikające z Ustawy o stopniach i tytule naukowym z dnia 14.03. 2003 r. oraz jej zmiany z dnia 18 marca 2011 r. Przedkładam zatem wniosek do Komisji Habilitacyjnej i Rady Naukowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej o nadanie dr. inż. Krzysztofowi Rokoszowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn.



Prof. dr hab. inż. Adam Mazurkiewicz

Radom, dnia 12 lutego, 2013 r.