

Prof. dr hab. Ewa Bełtowska-Lehman
Polska Akademia Nauk
Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
Ul. Reymonta 25; 30-059 Kraków

Kraków, 15 sierpnia 2015 r.

**Ocena
osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej dr Ewy Rudnik
w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Uwagi ogólne

Dr Ewa Rudnik ukończyła Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, uzyskując w 1995 roku tytuł magistra chemii za pracę *Podręcznik z ochrony i kształtowania środowiska dla młodzieży szkół średnich (gleba i żywność)*. W tym samym roku otrzymała dyplom ukończenia trzyletniego Studium Pedagogicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego, oraz podjęła pracę w Zakładzie Chemii Fizycznej i Elektrochemii Wydziału Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej, na stanowisku asystenta dydaktyczno-naukowego. W roku 1996 pani Ewa Rudnik rozpoczęła studia doktoranckie na macierzystym wydziale, uzyskując w 2000 roku stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie metalurgia, na podstawie rozprawy *Hydrometalurgiczna metoda otrzymywania kompozytu na osnowie stopu Co-Ni umacnianego cząstkami dyspersyjnymi*, realizowanej pod opieką promotora pani prof. Lidii Burzyńskiej. Od 2001 roku jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych Wydziału Metali Nieżelaznych AGH .

Niniejsza ocena osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej Habilitantki została sporządzona na podstawie dostarczonych następujących dokumentów:

(1) wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, (2) dyplomu uzyskania stopnia doktora, (3) autoreferatu w języku polskim i angielskim, (4) wykazu dorobku naukowego, organizacyjnego i osiągnięć dydaktycznych, (5) oświadczeń współautorów publikacji, (6) kopii 12 publikacji dokumentujących osiągnięcie naukowe oraz 1 zgłoszenia patentowego, (6) danych osobowych.

Ocena osiągnięcia naukowego

Stanowiąc podstawę postępowania habilitacyjnego i przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe zostało przez Habilitantkę zatytułowane *Kinetyka i mechanizm procesów elektrochemicznego osadzania powłok metalicznych i kompozytowych z roztworów wodnych*. Dokumentacja osiągnięcia naukowego zawarta jest w 12 artykułach opublikowanych w latach 2007 – 2015, w czasopiśmie ujętych w bazie JCR (o IF w zakresie 0,409 – 2,871). Wśród wymienionych publikacji 4 są wyłącznie autorstwa dr Rudnik (A-4, A-8, A-11, A-13), a 8 jest wieloautorskich, przy czym udział Habilitantki w tych pracach (potwierdzony przez współautorów) waha się od 60 % do 98 %. Istotnym jest, że dr Ewa Rudnik jest pierwszym autorem we wszystkich tych publikacjach. Ogólna liczba cytowań omawianych prac wynosi 56, a sumaryczny *Impact Factor* 22,378.

Wskazany cykl publikacji obejmuje dwa główne nurty badawcze mieszczące się w obszarze szeroko rozumianej metalurgii, a dotyczące problemów chemicznego (bezprądowego) oraz elektrochemicznego (galwanicznego) osadzania powłok wybranych metali i kompozytów. Wprawdzie obie metody zasadniczo różnią się od siebie, ale ich wspólną cechą jest niskotemperaturowe (< 100 °C) osadzanie z roztworów wodnych oraz przebieg reakcji redukcji odpowiednich form jonowych metali na granicy faz elektroda metaliczna/wodny roztwór elektrolitu. Niemniej, tytuł osiągnięcia jest mylący ponieważ termin „osadzanie elektrochemiczne” stosowany jest powszechnie do procesu wywołanego przez przyłożenie zewnętrznego stałego pola elektrycznego w odróżnieniu od terminu „osadzanie chemiczne” przypisanemu osadzaniu bezprądowemu.

W obszarze osadzania chemicznego (autokatalitycznej metody bezprądowej) prace Habilitantki koncentrowały się początkowo na określeniu warunków nakładania powłok kobaltowych na podłoże miedziane z roztworów siarczanowo-cytrynianowych z zastosowaniem jonów podfosforynowych, jako reduktora. W takich warunkach na podłożu wydziela się metaliczny kobalt wraz z niewielką ilością elementarnego fosforu tworzącego się jako produkt uboczny reakcji utleniania jonu podfosforynowego, podobnie jak w przypadku powłok niklowych Ni-P. Jednak, jak stwierdzono (w odróżnieniu od niklu) autokatalityczne osadzanie kobaltu przebiega jedynie w roztworach alkalicznych. Wiele uwagi poświęcono również doborowi temperatury procesu oraz stabilizatora kąpieli. Obiecującym stabilizatorem okazał się być kwas maleinowy, którego dodatek, jak wykazano, powoduje znaczne

zwiększenie szybkości reakcji oraz wydajności procesu osadzania, jak również obniżenie szybkości wydzielania wodoru wskutek uwodornienia podwójnego wiązania w cząsteczce kwasu maleinowego. Istotnym było ustalenie etapu procesu osadzania kontrolującego jego szybkość oraz wyznaczenie współczynnika symetrii bariery potencjałowej dla reakcji redukcji jonów kobaltowych.

Opracowane powłoki kobaltowe, w kolejnym etapie badań stanowiły osnowę kompozytów zawierających dyspersyjną fazę umacniającą w postaci cząstek SiC oraz Al_2O_3 i SiO_2 . Ważnym było porównanie procesu osadzania powłok kompozytowych na osnowie Co-P oraz Ni-P oraz ustalenie, że cząstki ceramiczne zdecydowanie łatwiej wbudowują się w osnowę kobaltową niż niklową. Stwierdzono również, że wprowadzenie cząstek dyspersyjnych do kąpielii powoduje inhibitowanie procesu osadzania metalicznej osnowy.

W dziedzinie autokatalicznego osadzania powłok kompozytowych, na podkreślenie zasługują badania mające na celu ustalenie zależności pomiędzy przebiegiem procesu a właściwościami powierzchniowymi cząstek ceramicznych, w tym wyznaczenie ładunku powierzchniowego na drodze miareczkowania potencjometrycznego wraz z określeniem kwasowych i zasadowych grup powierzchniowych metodą Boehma. Należy również wysoko ocenić badania adsorpcji jonów na cząstkach ceramicznych oraz wykazanie, że współosadzanie cząstek SiC w osnowę Co-P uwarunkowane jest dodatnim ładunkiem powierzchniowym. W tym obszarze badań pewien niedosyt budzi brak wyznaczenia i analizy wartości potencjału zeta cząstek. Bowiem, jak wykazały najnowsze badania istotną jest bezwzględna wartość potencjału elektrokinetycznego a nie jego znak.

Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do opracowania metody otrzymywania nowego rodzaju warstw kompozytowych nakładanych na powierzchnię aluminium, co było również przedmiotem zastrzeżenia patentowego. Zaproponowano hydrometalurgiczną metodę wytwarzania powłok kompozytowych, przy czym proces ten obejmował następujące etapy: cynkowanie aluminium, bezprądowe osadzanie warstwy kobaltowej, bezprądowe lub elektrolityczne osadzanie warstwy kompozytowej Co-P/SiC. Uzyskana zwarta i szczelna struktura wielowarstwowa znacznie polepszyła właściwości powierzchniowe podłoża aluminiowego. Nasuwa się przy tym uwaga, że powłoka kompozytowa właściwie jest nakładana na podłoże kobaltowe a nie aluminiowe.

Kolejne prace Habilitantki miały na celu rozszerzenie warsztatu doświadczalnego o efektywniejszą technikę wytwarzania powłok. Bowiem, technologia bezprądowego

autokatalitycznego osadzania obarczona jest wieloma niedogodnościami jak np. podwyższona temperatura, kosztowna regeneracja kąpeli, zmniejszająca się szybkość nakładania powłok wraz z upływem czasu, zmieniający się skład chemiczny powłoki wskutek wyeksploatowania kąpeli, uciążliwa utylizacja zużytej kąpeli itp. Natomiast, uzyskiwanie powłok metodą elektroosadzania pozbawione jest tych mankamentów. Podjęte w tym kierunku przez Habilitantkę prace doprowadziły m.in. do uzyskania powłok stopowych Ni-Sn wydzielanych z nowych, słabo kwaśnych kąpeli chlorkowo-glukonianowych oraz chlorkowo-siarczanowo-glukonianowych, zdecydowanie mniej toksycznych w porównaniu do stosowanych dotąd roztworów chlorkowo-fluorkowych. Stwierdzono przy tym, że nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie jonów chlorkowych z kąpeli. Uzyskanie satysfakcjonujących wyników w układzie Ni-Sn z zastosowaniem roztworów glukonianowych skłoniło Habilitantkę do rozpoczęcia badań nad bardziej skomplikowanym układem Ni-Mn. Wyjaśniono przy tym, wpływ anionów obecnych w roztworze elektrolitu na przebieg procesów elektrodowych zachodzących na katodzie podczas wydzielania powłok manganu. Wyniki tych badań pozwoliły na pewne uogólnienia, co doprowadziło do wyjaśnienia roli jonów chlorkowych, siarczanowych oraz glukonianowych w procesach katodowej redukcji jonów metali znacznie różniących się właściwościami elektrochemicznymi. Istotnym dla praktyki było m.in. wykazanie, że w przypadku manganu połączenie anionów siarczanowych i glukonianowych umożliwia otrzymanie powłoki metalicznej odpornej na samorzutne roztwarzanie się w kontakcie z roztworem wodnym.

Oceniając osiągnięcie naukowe dr Ewy Rudnik zatytułowane *Kinetyka i mechanizm procesów elektrochemicznego osadzania powłok metalicznych i kompozytowych z roztworów wodnych* stwierdzam, że:

- Pani dr Ewa Rudnik prowadziła w latach 2007 – 2015 systematyczne badania pod kątem powiązania składu chemicznego kąpeli a przebiegiem reakcji elektrochemicznych zachodzących na granicy faz podłoże metaliczne/wodny roztwór elektrolitu podczas chemicznego i elektrochemicznego wydzielania powłok metali, stopów i kompozytów (z osnową metaliczną).
- Przedstawiony do oceny cykl 12 publikacji (oraz 1 patent) pokazuje stały rozwój zarówno koncepcji badań, jak i warsztatu doświadczalnego oraz metodologii interpretacji wyników przeprowadzanych eksperymentów.

- Uzyskane wyniki badań stanowią znaczący wkład do wiedzy na temat możliwości modyfikacji właściwości podłoża poprzez nakładanie powłok w procesie autokatalitycznego (bezprądowego) lub elektrolitycznego (prądowego) osadzania z wodnych roztworów elektrolitów, w temperaturze poniżej 100°C. Świadczą o tym również dość wysokie liczby cytowań opublikowanych prac.
- Na szczególne uznanie zasługuje:
 - (a) wykazanie wpływu zjawisk powierzchniowych na cząstkach ceramicznych w procesie bezprądowego osadzania powłok kompozytowych,
 - (b) opracowanie metody nakładania kobaltowych powłok kompozytowych na aluminium w procesie bezprądowym,
 - (c) opracowanie nowych, kwaśnych kąpeli glukonianowych do elektrolitycznego osadzania powłok metali znacznie różniących się właściwościami elektrochemicznymi (Ni, Sn, Mn).
- Wydaje się jednak, że Habilitantka zbyt mało uwagi poświęciła badaniom mikrostruktury i właściwości otrzymanych powłok (np. podaje jedynie obrazy SEM morfologii powierzchni oraz sporadycznie wartość mikrotwardości powłok).

Ocena istotnej aktywności naukowej

Pani dr Ewa Rudnik rozpoczęła pracę badawczą w roku 1996 na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej. Dotyczyła ona hydrometalurgicznej metody otrzymywania kompozytu na osnowie stopu Co-Ni umacnianego cząstkami dyspersyjnymi. Wyniki tych badań prezentowane na kilku konferencjach naukowych, były również przedmiotem paru publikacji, a w końcu Habilitantka podsumowała je w pracy doktorskiej. Po uzyskaniu stopnia w 2000 roku doktora nauk technicznych Habilitantka kontynuowała prace związane z hydrometalurgią metali nieżelaznych, przy czym prowadzone badania koncentrowały się zasadniczo wokół dwu głównych kierunków: (a) otrzymywania powłok metalicznych i kompozytowych oraz (b) odzysku metali z surowców odpadowych i wtórnych.

W obrębie pierwszego kierunku badań Habilitantka zrealizowała szereg prac badawczych dotyczących głównie określenia roli dodatków organicznych i nieorganicznych w

procesie wbudowywania się cząstek węgla krzemu w osnowę metaliczną. Prace te były prowadzone m.in. w ramach zamawianego projektu badawczego *Poprawa konkurencyjności i innowacyjności krajowego przemysłu przetwórczego metali nieżelaznych poprzez opracowanie zaawansowanych materiałów metalicznych i technologii ich wytwarzania*.

W ramach drugiego głównego kierunku badawczego Habilitantka prowadziła badania mające na celu opracowanie selektywnego odzysku metali nieżelaznych. Prace te obejmowały m.in. badania mechanizmu ługowania i anodowego roztwarzania materiałów syntetycznych, jak również odpadowych i pochodzących z produkcji przemysłowej z zastosowaniem roztworów kwaśnych i amoniakalnych. Część tych prac była realizowana we współpracy z IMN w Gliwicach, a uzyskane wyniki odnośnie odzysku miedzi i kobaltu z wieloskładnikowych stopów wielofazowych były przedmiotem szeregu publikacji. Habilitantka prowadziła również badania dotyczące określenia zachowania się telluru i tellurków miedzi i ołowiu w warunkach anodowego utleniania. Wyniki tych badań, realizowanych z kolei we współpracy z HM Głogów, posłużyły również do ustalenia katodowego mechanizmu współosadzania miedzi z tellurem. W omawianej grupie badań Habilitantka uzyskała również interesujące wyniki dotyczące selektywnego rozdziału metali pochodzących ze zużytych baterii, oraz wytracania i odzysku metali szlachetnych z roztworów wodnych.

Równolegle do realizacji badań o charakterze podstawowym dr Ewa Rudnik ściśle współpracowała z jednostkami przemysłowymi, prowadząc na zlecenie prace w ramach 8 projektów. Badania te koncentrowały się głównie na zagadnieniach dotyczących przemysłowych procesów hydrometalurgicznych oraz oceny możliwości efektywnego odzysku metali nieżelaznych z materiałów odpadowych. Habilitantka brała również udział w opracowaniu metod monitorowania procesów hydrometalurgicznych (w tym ciągłego monitoringu stężenia Cu(II) w silnie kwaśnych roztworach) w ramach programu *Innowacyjny Transfer*. Z kolei, podczas stażu przemysłowego w ramach programu *Innowacyjność szansą na rozwój małopolskich przedsiębiorstw* (również współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego – Program Operacyjny Kapitał Ludzki 2007-2013) Habilitantka brała udział w opracowaniu metody nanoszenia warstw izolacyjnych na powierzchnie metaliczne.

Wyniki prowadzonych badań zostały ujęte w 65 artykułach opublikowanych w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym lub krajowym, w tym 42 prace w czasopismach ujętych w bazie JCR (z uwzględnieniem 12 publikacji zgłoszonych jako

dokumentacja osiągnięcia naukowego). Wśród tych publikacji 8 jest autorstwa wyłącznie dr Ewy Rudnik. Sumaryczny *Impact Factor* wszystkich publikacji wynosi 56,299 (zgodnie z rokiem opublikowania)

Ponadto, Habilitantka jest współautorką jednego rozdziału w monografii w języku polskim, skryptu akademickiego oraz podręcznika szkolnego, jak również jednego zgłoszenia patentowego i jednego patentu krajowego. Habilitantka prezentowała wyniki badań w postaci referatów lub posterów na 13 konferencjach krajowych i zagranicznych. Jednak, wymienione w Autoreferacie udziały w konferencjach naukowych były jedynymi zagranicznymi wyjazdami służbowymi Habilitantki. Brała również udział w realizacji 6 projektów naukowo-badawczych jako główny wykonawca oraz dwu w charakterze kierownika projektu i kierownika zadania.

Indeks Hirscha 9 oraz 222 cytowań (bez samocytowań), jak również liczne recenzje wykonane dla czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym oraz członkostwo w komitetach redakcyjnych dwu z nich (*Scientific World Journal*, *International Journals of Metals*) świadczą o rozpoznawalności Habilitantki w środowisku naukowym. Podsumowując stwierdzam, że pomimo skoncentrowania zainteresowań na tematyce, z której wywodzi się osiągnięcie naukowe zgłoszone w postępowaniu habilitacyjnym, pani dr Ewa Rudnik przejawia wysoką aktywność naukową świadczącą o predyspozycji do działalności samodzielnej.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Pani dr Ewa Rudnik, w trakcie pracy zawodowej na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH, prowadziła szeroką działalność dydaktyczną na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego i drugiego stopnia (kierunki: Metalurgia, Inżynieria Materiałowa, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji), w postaci wykładów, ćwiczeń laboratoryjnych oraz zajęć seminaryjnych. Brała udział w opracowaniu programów dydaktycznych oraz ćwiczeń laboratoryjnych. Ponadto, Habilitantka była promotorem 32 prac magisterskich i 14 prac inżynierskich, a także recenzentem kilkunastu prac dyplomowych. Jest również współautorką skryptu akademickiego *Korozja i Ochrona Metali*, wydanego przez AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne w 2007 i 2014 r. Pani dr Ewa Rudnik była członkiem komisji egzaminacyjnych na kierunku Metalurgia: dyplomowego inżynierskiego oraz kwalifikacji na studia II stopnia. W 2008 roku Habilitantka otrzymała pierwszego stopnia Nagrodę Rektora AGH za osiągnięcia dydaktyczne.

Habilitantka prowadzi również działalność organizacyjną na rzecz Wydziału Metali Nieżelaznych AGH. Była m.in. współorganizatorką pokazów i promocji Wydziału podczas Festiwalu Nauki w Krakowie. Jest członkiem komisji ds. Nagród Nauczycieli Akademickich i Pracowników Naukowych. Pełni funkcję pełnomocnika dziekana ds. Gospodarki Substancjami Chemicznymi oraz Społecznego Inspektora Pracy WMN AGH. Ponadto, Habilitantka jest opiekunem naukowym Laboratorium Hydrometalurgicznego.

Oceniając powyższy aspekt działalności pani dr Ewy Rudnik należy podkreślić znaczne jej zaangażowanie w bezpośredniej pracy dydaktycznej. Habilitantka dysponuje bardzo dużym doświadczeniem w tej dziedzinie, jak również aktywnie uczestniczy w organizacji życia naukowego.

Podsumowanie

Wysoko oceniam aktywność naukową Habilitantki, w szczególności cykl 12 publikacji *Kinetyka i mechanizm procesów elektrochemicznego osadzania powłok metalicznych i kompozytowych z roztworów wodnych z obszaru hydrometalurgicznego (chemicznego i elektrochemicznego) wytwarzania warstw powierzchniowych (powłok) na przewodzących powierzchniach celem modyfikacji ich właściwości*. Uzyskane osiągnięcie wnosi istotny wkład do dyscypliny naukowej Metalurgia. Dr Ewa Rudnik jest w mojej opinii dojrzałym pracownikiem naukowym, który umie samodzielnie zaplanować i wykonać eksperyment, a także wysnuć właściwe wnioski z uzyskanych wyników.

Uważam, że spełnione są wszystkie wymagania stawiane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie przyznawania stopnia doktora habilitowanego. Na podstawie pozytywnej oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego stawiam wniosek o dopuszczenie dr Ewy Rudnik do dalszych przewidzianych Ustawą etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie Nauk Technicznych, w dyscyplinie Metalurgia.

