

Dr hab. inż. Stanisław Pietrzyk, prof. nadzw.
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Metali Nieżelaznych
Katedra Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych

RECENZJA

Dorobku naukowego i dydaktycznego oraz rozprawy habilitacyjnej w formie jedno-tematycznego cyklu publikacji, zatytułowanego „Kinetyka i mechanizm procesów elektrochemicznego osadzania powłok metalicznych i kompozytowych z roztworów wodnych”, dr Ewy Rudnik.

Charakterystyka kandydatki

Dr Ewa Rudnik w 1995 roku ukończyła studia magisterskie na Wydziale Chemii, Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pięć lat później w roku 2000, uzyskała tytuł doktora nauk technicznych w zakresie metalurgia, specjalność elektrochemia, na Wydziale Metali nieżelaznych, Akademii Górniczo-Hutniczej. Tytuł dysertacji „Hydrometalurgiczna metoda otrzymywania kompozytu na podstawie Co-Ni umacnianego cząstkami dyspersyjnymi”. W latach 1995-2000 pracowała na stanowisku asystenta w Zakładzie chemii Fizycznej i Elektrochemii na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH. Od roku 2001 do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH.

Ocena dorobku naukowego i dydaktycznego

Na podstawie materiałów przedstawionych do oceny można stwierdzić, że działalność naukowa dr Ewy Rudnik jest dobrym przykładem ukierunkowania i rozwoju specjalności naukowej w obszarze hydrometalurgii od samego początku pracy zawodowej. Posiada gruntowne wykształcenie w dziedzinie chemii, rozwijane następnie w okresie studiów doktoranckich i po ich zakończeniu w dyscyplinie metalurgii a zwłaszcza hydrometalurgia metali nieżelaznych. Od czasu realizacji doktoratu, Habilitantka jest związana z Wydziałem Metali Nieżelaznych, gdzie prowadzi prace w trzech dominujących kierunkach tj.:

- elektrochemiczna synteza warstw metalicznych i kompozytowych na podłożu przewodzącym,

- zastosowanie reduktorów w procesach autokatalitycznego wytrącania metali z roztworów wodnych
- odzysk metali z surowców odpadowych i wtórnych z zastosowaniem metod hydrometalurgicznych

Analizując jej dorobek publikacyjny należy stwierdzić, że jest on znaczny. Dr Ewa Rudnik po uzyskaniu tytułu doktora nauk technicznych jest autorką i współautorką 65 publikacji (8 samodzielnych) w tym 42 artykułów w czasopismach z listy JCR (w tym 5 samodzielnych), 1 rozdziału w monografii oraz 8 publikacji w materiałach konferencyjnych. Jest współautorką jednego zgłoszenia patentowego i jednego patentu krajowego. *Indeks Hirsha* Habilitantki wynosi 9, liczba cytowań (bez autocytowań) wynosi 262 (wg. *Scopus*) a sumaryczny *Impact Factor* publikacji wynosi 56,299.

Zrealizowała łącznie 21 prac naukowo badawczych i zleceń z przemysłu. Recenzowała w sumie 108 artykułów naukowych (z czego 103 z listy JCR). Jest również członkiem komitetu redakcyjnego w dwóch czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

Habilitantka jest mocno i szeroko zaangażowana w proces dydaktyczny na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH. Prowadzi wykłady autorskie z 7 przedmiotów, 6 zajęć seminaryjno-projektowych oraz ćwiczenia laboratoryjne z 10 przedmiotów. Zaangażowana była również w przygotowanie programów zajęć (tzw. *Sylabusów*) dla 3 nowo wprowadzonych przedmiotów, opracowała łącznie 24 ćwiczenia laboratoryjne (z 5 przedmiotów) wraz ze stanowiskami do ich realizacji. Bierze czynny udział w dydaktyce poprzez promotorstwo prac dyplomowych inżynierskich (14) oraz magisterskich (32) oraz recenzowanie prac dyplomowych (odpowiednio 5 i 14). Opracowała zespołowo skrypt dla studentów pt. *Korozja i ochrona metali*, wydany dwukrotnie w latach 2007 i 2014.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Recenzowana rozprawa habilitacyjna przedstawiona jest przez Habilitantkę w formie jednotematycznego cyklu, składającego się z 13 publikacji, poprzedzonego bardzo starannie napisanym, wprowadzeniem w formie omówienia celu naukowego wymienionych prac i osiągniętych rezultatów. Cykl zatytułowany jest „Kinetyka i mechanizm procesów elektrochemicznego osadzania powłok metalicznych i kompozytowych z roztworów wodnych”.

Problem osadzania powłok, którym dr Ewa Rudnik zajmuje się od prawie 20 lat, jest zagadnieniem bardzo skomplikowanym, jednak ze względu na rolę oraz potrzebę ich stosowania, wymagającym pełnego zrozumienia i rozwiązania. Stosowane przez habilitantkę metody

elektrochemiczne należą wraz jeszcze kilkoma innymi, do najbardziej perspektywicznych, spełniających zarówno wymagania jakościowe jak i ekonomiczne. Powłoki powstają w wyniku reakcji redoks przebiegających na granicy faz stałej i ciekłej w sposób samorzutny (tzw. osadzanie bezprądowe) lub wymuszony przepływem prądu z zewnętrznego źródła i tak też, Habilitantka podzieliła poruszaną przez siebie tematykę badawczą.

Pierwsza grupa badań dotyczyła otrzymywania warstw kompozytowych na osnowie kobaltu na podłożu aluminiowym, w procesie bezprądowym. Problemowi temu kandydatka poświęciła 6 prac (od A-1 do A-6) przedstawionych w formie 1 samodzielnej i 4 zbiorowych publikacji zamieszczanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym oraz w 1 krajowym zgłoszeniu patentowym. Pewien niedosyt wywołuje brak szerszego przeglądu literaturowego tego zagadnienia w omówieniu a również w omawianych pozycjach wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego nie są one zbyt rozbudowane, tym łatwiejsze niż doniesień literaturowych na temat procesu autokatalitycznej redukcji jonów kobaltowych jest, jak stwierdza dr Ewa Rudnik mało i są poznane w niewielkim stopniu. Habilitantka w swoich pracach z tego zakresy tematycznego, kompleksowo określiła warunki i parametry nakładania „prostych” jednoskładnikowych warstw kobaltowych, przechodząc następnie do otrzymywania „złożonych” warstw kompozytowych: Co-P, Co-P z wbudowanymi cząstkami umacniającymi SiC, Al₂O₃ i SiO₂. Badania obejmują zarówno aspekty czysto naukowe (określenie najistotniejszych czynników wpływających na osadzanie i własności warstw) ale i mające zastosowanie aplikacyjno- technologiczne (monitorowanie przebiegu reakcji w celu identyfikacji jej przejścia w stan autokatalityczny, czy informujące o rozkładzie elektrolitu). Dr Ewa Rudnik wykonała dla wszystkich przypadków nanoszenia warstw zarówno metalicznych jak i kompozytowych badania strukturalne obszaru międzyfazowego, jednak nie przeprowadziła uzupełniających, prostych badań własności mechanicznych otrzymanych powierzchni np. twardości, odporności na ścieranie (scratch test), a jak napisała podstawowym celem badań była opracowanie metody bezprądowego osadzania, pozwalającej poprawić właściwości metalu podłoża m.in. ze względu na w/w własności . Nie umniejsza to oczywiście znaczenia uzyskanych wyników, ale mogłoby znacznie wzbogacić pracę oraz wzmocnić jej praktyczne znaczenie i przydatność.

Niewątpliwym, znaczącym osiągnięciem Habilitantki są pionierskie badania zjawisk powierzchniowych na cząstkach ceramicznych w procesie bezprądowego osadzania powłok kompozytowych oraz pierwsze opracowanie metody nakładania kobaltowych powłok kompozytowych na aluminium, skutkujące zgłoszeniem patentowym. Zaproponowano w

nim dwa hydrometalurgiczne sposoby wytwarzania powłok kompozytowych na aluminium składające się z: dwuetapowego cynkowania aluminium, bezprądowego osadzania warstwy kobaltowej, bezprądowego lub elektrolitycznego osadzania warstwy kompozytowej o osnowie kobaltowej umacnianej ceramiką w postaci cząstek SiC. Metody te pozwoliły wyeliminować trudności związane z uzyskiwaniem szczelnych i zwartych powłok na aluminium spowodowanych obecnością na jego powierzchni tlenku glinowego.

Opracowana metoda elektrochemiczna nie wymaga w porównaniu do innych metod wyspecjalizowanej aparatury i znacznych nakładów inwestycyjnych a jej transfer ze skali laboratoryjnej do przemysłowej ma wielki potencjał innowacyjny.

Druga grupa badań zaprezentowana w publikacjach od A-7 do A-13, dotyczyła otrzymywania warstw metalicznych (Ni, Sn) i stopowych (Ni-Sn, Ni-Mn) przy zastosowaniu procesu elektrolizy. Związane są one z opracowaniem nowych kwaśnych elektrolitów do elektrolitycznego osadzania powłok metali o znacznie różniących się potencjałach elektrochemicznych (np. Ni, Sn i Mn).

Bezpośrednim wyzwaniem do podjęcia takich badań była szeroka stosowalność powłok Ni-Sn oraz uwalnianie toksycznego dla urządzeń, obsługi i środowiska, fluorowodoru (HF), w wyniku stosowania roztworów chlorkowo-fluorkowych. Przedstawione do recenzji prace (A-7 do A-13) dotyczą badań nad znalezieniem nowych, alternatywnych elektrolitów spośród roztworów chlorkowych, chlorkowo-siarczanowych w obecności i bez dodatku glukonianu sodu jako czynnika zdolnego do kompleksowania jonów wielu metali w środowisku alkalicznym jak i kwaśnym. Uzyskane na podstawie kompleksowych badań wyniki osadzania warstw metalicznych i stopowych mają duże znaczenie naukowe i aplikacyjne. Wykazały istotną zależność pomiędzy rodzajem (własnościami) uzyskanego pokrycia a składem elektrolitów i przebiegiem reakcji elektrochemicznych.

Bardzo interesujące rezultaty Habilitantka otrzymała wskutek powiązania wyników pomiarów elektrochemicznych i obecności jonów (składem elektrolitu) z budową osadów katodowych. Poskutkowało to doborom/opracowaniem nowych słabo kwaśnych elektrolitów do osadzania powłok Ni, Sn, Ni-Sn oraz Ni-Mn na aluminium.

W tej grupie badań podobnie jak i w pierwszej, brak jest choćby fragmentarycznego odniesienia do mechanicznych czy cieplnych własności powłok, a przecież różne składy fazowe i morfologia warstw będą miały na nie wpływ. Uwagi te jednak w żadnym wypadku nie umniejszają wartości przedstawionej do recenzji Habilitacji, a mogą być jedynie sugestiami dla przyszłych prac prowadzonych przez dr Ewę Rudnik.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę dużą wartość naukową, poznawczą i aplikacyjną przedstawionej w formie cyklu publikacji rozprawy habilitacyjnej, stanowiących istotny i znaczący wkład naukowy w dziedzinę hydrometalurgii, oraz osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne, stwierdzam, że dorobek dr Ewy Rudnik spełnia wszelkie wymagania stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki Dz. U. nr 65 poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami.

Wnioskuje do komisji Habilitacyjnej oraz Rady Wydziału Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie o nadanie dr Ewie Rudnik stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie metalurgia.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Janusz Pietyk', is written in a cursive style on the right side of the page.