

Kraków, 20 czerwca 2018 r.

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

Ocena

**osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej dr inż. Marka Wojnickiego
w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Uwagi ogólne

Dr inż. Marek Wojnicki jest absolwentem dwóch wydziałów Akademii Górniczo-Hutniczej tj. Wydziału Metali Nieżelaznych (kierunek: Metalurgia) oraz Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki (kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn). W 2008 roku uzyskał jednocześnie tytuły zawodowe magistra inżyniera w zakresie metalurgii oraz magistra w zakresie inżynierii mechanicznej.

Habilitant przyszłość zawodową związał z metalurgią, a jego zainteresowania badawcze zaczęły się kształtować już podczas realizacji na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH pracy magisterskiej pt. *Kinetyka adsorpcji kompleksów chlorkowych złota(III) na węglu aktywnym*, której wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie ujętym w bazie JCR.

W 2009 roku Habilitant podjął studia doktoranckie na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH, które ukończył w 2014 roku uzyskując stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie metalurgia, na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *Kinetyka adsorpcji kompleksów chlorkowych Au, Pt, Pd na węglu aktywnym*. Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Krzysztof Fitzner. Należy wspomnieć, że w trakcie studiów doktoranckich dr inż. Marek Wojnicki uzyskał dodatkowe finansowanie w postaci dwóch stypendiów ze środków Unii Europejskiej (*Doctus* i *Małopolskie Stypendium Doktoranckie*), jak również (począwszy od 2012 roku) rozpoczął pracę na stanowisku asystenta w Katedrze Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych macierzystego Wydziału. Po obronie pracy doktorskiej, od 2014 roku pracuje w tej samej Katedrze na stanowisku adiunkta.

W latach 2014 – 2017 był kierownikiem projektu badawczego MNiSW w ramach konkursu Iuventus Plus (*Synteza nanocząstek srebra w mikroreaktorze przepływowym*

w *mikrokroplach*), a w 2017 roku uzyskał finansowanie NCN w konkursie Sonata dla badań zaproponowanych w projekcie *Walidacja nowego modelu izotermy adsorpcji na wybranych przykładach adsorpcji jonów metali z roztworów wodnych*. Należy wspomnieć, że w tym samym roku dr inż. Marek Wojnicki otrzymał Stypendium dla Wybitnych Młodych Naukowców ufundowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Niniejsza ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej Habilitanta została sporządzona na podstawie dostarczonych dokumentów, w tym: (1) danych osobowych, (2) kopii dyplomu uzyskania stopnia doktora, (3) autoreferatu w języku polskim i angielskim, (4) kopii 12 publikacji dokumentujących osiągnięcie naukowe, (5) oświadczeń współautorów publikacji, (6) wykazu dorobku naukowego, osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich oraz informacji o współpracy naukowej.

Ocena osiągnięcia naukowego

Stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego i przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe zostało przez Habilitanta zatytułowane *Odzysk metali szlachetnych w szczególności złota, platyny i palladu z silnie rozcieńczonych roztworów zawierających ich kompleksy w układzie Me(II,III,IV)-Cl-H₂O*. Dokumentacja osiągnięcia naukowego zawarta jest w 11 artykułach opublikowanych (w latach 2014 – 2017) w czasopismach ujętych w bazie JCR o współczynniku oddziaływania (IF) w zakresie 0,571 – 4,179 (średni IF 1,702) oraz w 1 pracy w czasopiśmie o zasięgu krajowym (*Rudy i Metale Nieżelazne Recykling*).

Wśród wymienionych prac trzy publikacje są wyłącznie autorstwa dr inż. Marka Wojnickiego (A.1, A.2, A.10), a w siedmiu kolejnych jest pierwszym autorem (A.4, A.5, A.6, A.7, A.8, A.9, A.12). Potwierdzony przez współautorów udział Habilitanta we wszystkich wieloautorskich publikacjach waha się od 60 % do 85 % (średnio 76 %). Sumaryczny IF parametryzujący cykl publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe wynosi **18,718**, a liczba cytowań **32** (według Web of Science).

Wskazany cykl publikacji dotyczy problemów badawczych mieszczących się w obszarze hydrometalurgii, a dotyczących odzysku wybranych metali szlachetnych (takich jak platyna, pallad i złoto) z silnie rozcieńczonych roztworów wodnych (< 10 mM), w układach homogenicznych oraz heterogenicznych. Należy podkreślić, że w zakresie tak niskich stężeń klasyczne metody strąceniowe nie znajdują zastosowania. Istotnym jest, że

prowadzone przez dr inż. Marka Wojnickiego badania o charakterze poznawczym mają także istotny aspekt aplikacyjny.

Prace Habilitanta prowadzone były w środowisku kwaśnym ($\text{pH} < 3$) w modelowych roztworach wodnych zawierających jony chlorkowe, a zatem w warunkach występowania odpowiednich form jonowych badanych metali szlachetnych tj. kompleksów chlorkowych oraz akwa- lub hydrokso- kompleksów. Habilitant bowiem głównie na podstawie znajomości kinetyki oraz mechanizmu procesów zachodzących w badanych układach w połączeniu z chemią roztworów sugeruje rozwiązania technologiczne. W układach homogenicznych Habilitant zastosował reduktor w formie molekularnej lub jonowej, a w heterogenicznych do odzysku platyny, palladu lub złota zaproponował różne rodzaje węgla aktywnego.

W obszarze układów homogenicznych zostały użyte dwa reduktory będące związkami organicznymi (dimetyloamino boran $(\text{CH}_3)_2\text{NH}\cdot\text{BH}_3$ - *DMAB*) i metanol CH_3OH) oraz jeden nieorganiczny (FeCl_2). W przypadku zastosowania *DMAB* wspomnieć należy, że jest to reduktor zarówno platyny(IV), palladu(II), jak również złota(III). Jednak, przeprowadzone badania wykazały jednoznacznie, że reduktor ten nie jest odpowiedni dla praktycznego wykorzystania w procesach recyklingu wspomnianych metali przede wszystkim ze względów ekonomicznych i ekologicznych. Ponadto, jak dowiódł Habilitant produkt utlenienia *DMAB* hamuje efektywny rozrost ziarna sprzyjając tworzeniu się niekorzystnych koloidalnych zawiesin tych metali.

Z kolei, Habilitant zastosował metanol jako reduktor, który reagował z kompleksem złota(III) wzbudzonym foto-chemicznie. Istotnym wynikiem było ustalenie, że badany proces przebiega w dwóch etapach. W pierwszym etapie, jony złota(III) absorbują promieniowanie elektromagnetyczne przechodząc na wyższy stopień wzbudzenia, w którym reagują z metanolem. Następnie, po zredukowaniu złota(III) do złota(I) zachodzi powolny proces dysproporcjonacji jonów AuCl_2^- oraz pojawia się faza koloidalna złota, która również wykazuje zdolność do absorpcji promieniowania elektromagnetycznego w odróżnieniu od jonów Au(I) .

Następnie, dr inż. Marek Wojnicki skoncentrował się nad określeniem mechanizmu reakcji kompleksu chlorkowego platyny(IV) z metanolem. Wykazał m.in., że w pierwszym etapie tego procesu powstają nanocząstki platyny, które następnie w wyniku procesów dojrzewania Ostwalda oraz koagulacji tworzą proszek gromadzący się na dnie reaktora, co umożliwia łatwe oddzielenie tego produktu reakcji od roztworu. Szczególnie interesującym

było ustalenie Habilitanta, że możliwym jest określenie długości fali pozwalającej na wzbudzenie jonów tylko jednego z metali w mieszaninie. Dzięki temu reaguje on selektywnie z reduktorem, co pozwala na separację od innych metali. Obserwacje te pozwoliły na zaproponowanie metody rozdziału platyny(IV) i palladu(II) przy zastosowaniu metanolu jako reduktora z wodnych roztworów zawierających jony chlorkowe, naświetlanych promieniowaniem UV-VIS. Należy podkreślić, że opracowana metoda stanowi przedmiot ochrony patentowej (P.409376). Metoda fotoredukcji ma jednak pewne ograniczenia jak np. w przypadku silnie rozcieńczonych roztworów powstawanie koloidu złota oraz platyny, toksyczność metanolu oraz tworzącego się w wyniku reakcji formaldehydu i inne.

Kolejno, Habilitant prowadził badania z wykorzystaniem reduktora nieorganicznego w postaci jonów Fe^{2+} . Wykazał przy tym, że jony żelaza(II) mogą stanowić efektywny reduktor dla Au(III), ponieważ w tym przypadku nie tworzy się faza koloidalna. Prawdopodobnie jest to związane z dużą siłą jonową roztworu elektrolitu, co nie sprzyja stabilizacji ładunku tworzących się zarodków krystalizacji. Jednak, reduktor Fe^{2+} daje dobre wyniki jedynie w przypadku odzysku złota, ponieważ potencjały redox kompleksów chlorkowych platyny(IV) lub palladu(II) są wyższe od potencjału redoks układu Fe(II)/Fe(III) .

Uzyskane wyniki omawianych badań wyraźnie wskazały na duże trudności w odzysku, z silnie rozcieńczonych roztworów, platyny i palladu, metali stosowanych powszechnie w katalizatorach. Zatem, Habilitant skoncentrował się na odzysku tych metali mając również na uwadze problemy technologiczne występujące na lokalnym rynku (np. w Mennicy Metali Szlachetnych lub KGHM Polska Miedź). W tym obszarze badawczym analizował proces redukcji kompleksu chlorkowego Pd(II) z zastosowaniem reduktora w postaci mrówczanu potasu, stosowanego w KGHM Polska Miedź. Habilitant wykazał, że proces redukcji jest wieloetapowy, przy czym w pierwszym stadium tworzy się przejściowy kompleks Pd(II)-mrówczan, a następnie zachodzi redukcja $\text{Pd(II)} \rightarrow \text{Pd(0)}$. Z kolei, powstająca faza metaliczna o właściwościach katalitycznych przyspiesza reakcję redukcji. Habilitant ustalił, że charakter powstającego osadu zależy głównie od początkowego stężenia jonów Pd(II).

W zakresie układów heterogenicznych dr inż. Marek Wojnicki do odzysku metali szlachetnych zastosował sorbenty węglowe Norit ROX 0.8 oraz Organosorb 10 CO 8x30. W pierwszej kolejności zajął się odzyskiem w procesie adsorpcji śladowych ilości jonów złota. Badając kinetykę adsorpcji kompleksów chlorkowych złota(III) na węglu aktywnym Norit ROX 0.8 wykazał, że proces ten przebiega w obszarze dyfuzyjnym. Zatem, Habilitant wiele uwagi

poświęcił warunkom hydrodynamicznym zarówno w układzie przepływowym jak i w reaktorach cyklicznych z mieszaniem mechanicznym. Istotnym wynikiem było ustalenie, że równoczesny proces adsorpcji i redukcji umożliwia efektywny odzysk złota. Przeprowadzone analizy metodami spektrofotometryczną oraz AAS wykazały obniżenie zawartości złota poniżej progu detekcji tych technik (np. dla AAS poniżej 1 ppm). Podobne wyniki uzyskano dla węgla aktywnego Organosorb 10 CO 8x30. W tym przypadku, do opisu badanego procesu Habilitant zastosował złożony model uwzględniający reakcję pierwszego rzędu względem substratu oraz kontrolę dyfuzyjną na granicy faz.

Na podstawie uzyskanych interesujących wyników doświadczalnych opracowano zgłoszenie patentowe (P.419 685) dotyczące selektywnego odzysku złota z wykorzystaniem efektu adsorpcji jonów złota(III) z równoczesną ich redukcją do formy metalicznej. Metoda ta pozwala na odseparowanie złota od innych mniej szlachetnych metali (np. Cu, Ni, Fe i inne), a przeznaczona jest do przerobu zużytej elektroniki i odpadów górniczo-hutniczych.

Następnie, wykorzystując zdobyte doświadczenie Habilitant rozpoczął analogiczne prace nad procesem odzysku Pd(II) oraz Pt(IV) w układzie heterogenicznym z wykorzystaniem węgla aktywnego, stwierdzając przy tym występowanie zupełnie innego mechanizmu adsorpcji jonów palladu oraz platyny. I tak, w przypadku adsorpcji kompleksów chlorkowych platyny zaobserwowano redukcję Pt(IV) do Pt(II), co zostało potwierdzone analizą XPS. Uzyskane wyniki wskazują również na możliwość występowania procesu chemisorpcji chlorkowych kompleksów platyny, a także na silne przesunięcie równowagi reakcji w kierunku produktów.

W zakresie prac nad odzyskiem platyny z zastosowaniem węgla aktywnego Norit ROX 0.8 Habilitant, stosując metodę spektrofotometryczną UV-VIS oraz technikę AES wykazał jednoznacznie, że forma kompleksów chlorkowych Pt(IV) ma zasadniczy wpływ na mechanizm reakcji przebiegającej na powierzchni węgla aktywnego. Innym ważnym wynikiem było wykazanie możliwości częściowej desorpcji uprzednio zaadsorbowanych jonów platyny. Na szczególną uwagę zasługuje zaproponowanie dwuetapowego modelu procesu adsorpcji kompleksu chlorkowego Pt(IV) na węglu aktywnym Organosorb 10 CO, zakładającego równowagę pomiędzy jonami Pt(IV) w roztworze i zaadsorbowanymi na powierzchni, które następnie ulegają redukcji. Należy podkreślić, że model ten bardzo dobrze opisuje dane eksperymentalne.

Kolejno, Habilitant prowadził badania nad odzyskiem palladu z silnie rozcieńczonych roztworów z zastosowaniem węgla aktywnego, stwierdzając przy tym, że proces adsorpcji najlepiej opisuje izoterma Freundlicha. Ustalił również, że badany proces jest znacznie wolniejszy niż adsorpcja platyny i złota. Wykazał ponadto, że proces adsorpcji kompleksu chlorkowego Pd(II) na węglu aktywnym jest dwuetapowy. Podobnie jak w przypadku platyny, w pierwszym etapie ustala się wstępna równowaga pomiędzy jonami Pd(II) a węglem aktywnym, a w drugim zachodzi reakcja na powierzchni. Również ważnym wnioskiem było stwierdzenie, że mechanizm ten może znacząco się zmieniać z pH roztworu oraz początkowym stężeniem jonów chlorkowych, co z kolei związane jest ze zmianą typu kompleksów i tym samym różnym potencjałem redox. Habilitant wyznaczył również podstawowe parametry termodynamiczne rozważanego procesu, takie jak energia swobodna Gibbsa, zmiany entalpii i entropii.

Podsumowując stwierdzam, że scharakteryzowane powyżej osiągnięcie naukowe zatytułowane *Odzysk metali szlachetnych w szczególności złota, platyny i palladu z silnie rozcieńczonych roztworów zawierających ich kompleksy w układzie Me(II,III,IV)-Cl-H₂O* jest wynikiem systematycznie zwiększającego się w ostatnich latach rozwoju naukowego dr inż. Marka Wojnickiego zarówno w zakresie koncepcji badań, warsztatu doświadczalnego, jak i metodologii interpretacji wyników przeprowadzanych eksperymentów. Osiągnięcie naukowe zostało udokumentowane 12 oryginalnymi artykułami charakteryzującymi się spójną tematyką oraz wysokim poziomem naukowym, opublikowanymi w latach 2014 – 2017, głównie w wiodących czasopismach o zasięgu światowym.

- Dr inż. Marek Wojnicki prowadził systematyczne, kompleksowe badania o charakterze poznawczym i aplikacyjnym w obszarze poszukiwań możliwości odzysku metali szlachetnych takich jak złoto, platyna i pallad z silnie rozcieńczonych roztworów. Tematyka badawcza jest kontynuacją prac prowadzonych przed doktoratem, a obejmuje zagadnienia teoretyczne i eksperymentalne, oraz praktyczne realizacje opracowanych metod.
- Istotą koncepcji badawczej Habilitanta jest poszukiwanie rozwiązań głównie na podstawie znajomości kinetyki oraz mechanizmu procesów zachodzących w badanych układach w połączeniu z określeniem rodzaju i stężenia równowagowych form jonowych metali występujących w stosowanych roztworach elektrolitów.

- Uzyskane wyniki badań, w ramach osiągnięcia naukowego Habilitanta, stanowią znaczący i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *metalurgia*, szczególnie w zakresie recyklingu, w tym projektowania rozwiązań odzysku metali szlachetnych z silnie rozcieńczonych roztworów w układach homogenicznych i heterogenicznych.

Na szczególne uznanie zasługuje:

- Określenie mechanizmu reakcji fotoredukcji kompleksu chlorkowego złota(III) oraz platyny(IV) z zastosowaniem metanolu, jako reduktora w środowisku kwaśnym.
- Wykazanie, że metoda fotochemicznej redukcji może znaleźć zastosowanie w procesach separacji, z uwagi na możliwość określenia długości fali pozwalającej na wzbudzenie jonów tylko jednego z metali, reagującego wtedy selektywnie z reduktorem.
- Zaproponowanie metody rozdzielenia platyny(IV) od palladu(II) przy użyciu metanolu z roztworów naświetlanych promieniowaniem UV-VIS.
- Wykazanie, że jony żelaza(II) mogą stanowić efektywny reduktor dla Au(III) z uwagi na niewystępowanie efektu tworzenia się fazy koloidalnej.
- Ustalenie, że proces redukcji jonów palladu z zastosowaniem mrówczanu potasu jest wieloetapowy oraz selektywny względem równowagowych form jonów kompleksowych Pd(II) w roztworze.
- Opracowanie metody selektywnego odzysku złota z wykorzystaniem efektu adsorpcji jonów kompleksowych złota(III) na powierzchni węgla aktywnego Organosorb 10 CO 8x30 z równoczesną ich redukcją do formy metalicznej.
- Zaproponowanie modelu mechanizmu redukcji kompleksów chlorkowych Pt(IV) zaadsorbowanych na powierzchni węgla aktywnego (Norit ROX 0.8) z etapem reakcji redukcji Pt(IV) do Pt(II), co wykazano techniką XPS.
- Określenie kinetyki adsorpcji kompleksu chlorkowego Pd(II) na węglu aktywnym Organosorb 10 CO 8x30 z wykorzystaniem metody spektrofotometrycznej pozwalającej na ciągłe monitorowanie stężenia jonów palladu w roztworze.
- Zaproponowanie matematycznego modelu reakcji adsorpcji jonów Pd(II) na węglu aktywnym (Norit ROX 0.8) uwzględniającego wpływ podstawowych parametrów prowadzenia procesu takich jak stężenia reagentów, temperatura, szybkość mieszania roztworu.
- Wykazanie, że zastosowanie i odpowiedni dobór sorbentów węglowych umożliwia odzysk nawet śladowych ilości platyny, palladu i złota.

Ocena istotnej aktywności naukowej

Pan dr inż. Marek Wojnicki już w trakcie realizowania pracy magisterskiej (*Kinetyka adsorpcji kompleksów chlorkowych złota(III) na węglu aktywnym*) zdobywał doświadczenie z zakresu odzysku i separacji metali szlachetnych. Po ukończeniu w 2008 roku studiów na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej kontynuował swoje zainteresowania naukowe w obszarze procesów adsorpcji metali szlachetnych na węglu aktywnym. Studia doktoranckie (na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH) Habilitant ukończył w 2014 roku obroną pracy *Kinetyka adsorpcji kompleksów chlorkowych Au, Pt, Pd na węglu aktywnym* (promotor prof. Fitzner) zrealizowanej w Katedrze Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych macierzystego Wydziału, gdzie pracuje do dzisiaj na stanowisku adiunkta.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych, Habilitant nadal konsekwentnie prowadził badania z zakresu recyklingu oraz separacji metali szlachetnych, a swoje doświadczenie zdobywał również podczas krajowych staży finansowanych ze środków UE w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Z kolei, podczas stażu w Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf w Niemczech dr inż. Marek Wojnicki zapoznał się pracami nad zastosowaniem pola magnetycznego w procesach mieszania reagentów w mikroreaktorach przepływowych, a następnie aktywnie włączył się w tę tematykę podczas kolejnych pobytów w tym ośrodku badawczym. Nawiązana współpraca kontynuowana była w zakresie zastosowania mikroreaktorów przepływowych do separacji jonów w silnym polu magnetycznym, w ramach współpracy bilateralnej AGH i Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf. Warto wspomnieć, że Habilitant zaprojektował i wykonał mikroprzepływowe cele pomiarowe, a następnie wspólnie z naukowcami niemieckimi badał wpływ pola magnetycznego na transport jonów w takich układach. Z partnerami niemieckimi współpracuje również w ramach projektu NCN Beethoven 2 dotyczącym procesu elektroosadzania wspomaganego polem magnetycznym nanostruktur Co-Fe-Ni.

Dr inż. Marek Wojnicki współpracuje również od wielu lat z zespołem prof. Volkera Hessela z Technische Universiteit Eindhoven nad zastosowaniem mikroreaktorów przepływowych do syntezy nanomateriałów oraz nanokompozytów. Ponadto, prowadzi wspólne badania z naukowcami z Uniwersytetu w Bolonii, głównie w obszarze symulacji ruchu cząstek i jonów w niehomogenicznym polu magnetycznym.

Habilitant bierze również aktywny udział jako główny wykonawca w projekcie sponsorowanym przez KIC Innoenergy z Eindhoven. W ramach tego projektu ściśle współpracuje z partnerami przemysłowymi z Francji (ATMOSTAT Paryż oraz CEA Grenoble), w zakresie badań kinetyki reakcji chemicznych.

Na uwagę zasługują prace prowadzone wspólnie z partnerami przemysłowymi z Polski (Tauron) i Francji nad procesem konwersji CO₂ do metanu w wyniku katalitycznej redukcji, jak również ścisła współpraca z Mennicą Metale Szlachetne z Radzimina w zakresie recyklingu siatek katalitycznych.

Ostatnio, Habilitant podjął współpracę z firmą PKN Orlen S.A. mającą na celu określenie możliwości odzysku wanadu i kobaltu z lotnych popiołów powstających w wyniku spalania ciężkich olejów opałowych, oraz odzysk katalizatorów na bazie kobaltu i manganu z materiałów odpadowych.

Dr inż. Marek Wojnicki był kierownikiem 2 projektów badawczych finansowanych na podstawie konkursu (NCN Sonata, MNiSW Iuventus Plus) oraz wykonawcą w trzech innych (NCN Opus i Beethoven, NCBiR). Był również wykonawcą w projekcie finansowanym ze środków UE (POIG) i innych.

Wynikiem wysokiej aktywności naukowo-badawczej i eksperckiej Habilitanta jest współautorstwo w 6 zgłoszeniach patentowych (średni udział 44%). Wyrazem docenienia wysokich kompetencji naukowych było również powierzenie Habilitantowi roli promotora pomocniczego w pracy doktorskiej (przewód został otwarty na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH w 2016 roku). O rozpoznawalności Habilitanta w środowisku naukowym świadczy również przekazanie do recenzji 18 manuskryptów przeznaczonych do publikacji w wiodących czasopismach JCR (m.in. Nanoscale, Hydrometallurgy, Chemical Engineering Journal).

Udokumentowanym efektem dotychczasowej działalności naukowo-badawczej dr inż. Marka Wojnickiego jest **53 oryginalnych publikacji naukowych**, w tym **39 prac opublikowanych w czasopismach z bazy Web of Science Core Collection**. Należy podkreślić, że 3 publikacje są wyłącznie autorstwa dr inż. Marka Wojnickiego. Ponadto, w 30 wieloautorskich pracach Habilitant jest pierwszym autorem. Wszystkie publikacje stanowiące dorobek naukowy Habilitanta uzyskały **1117** punktów w ocenie parametrycznej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a ich sumaryczny *Impact Factor* wynosi **66,411** (według listy JCR zgodnie z rokiem opublikowania). Indeks Hirscha (*h-index*) parametryzujący dorobek

naukowy Habilitanta wynosi **11**, a liczba cytowań **239** według bazy Web of Science Core Collection.

Brak informacji o udziale Habilitanta w konferencjach naukowych, wygłoszonych referatach lub prezentacjach.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Pan dr inż. Marek Wojnicki w trakcie pracy zawodowej na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH, prowadził szeroką działalność dydaktyczną. Prowadził zajęcia laboratoryjne, ćwiczeniowe oraz wykłady z kilkunastu przedmiotów m.in. z transportu masy i ciepła, mechaniki płynów, chemii ogólnej, informatyki, technologii informatycznych, a także w języku angielskim: *Hydrometallurgical methods for transition metals*, *Nanomaterials and nanocomposites*. Był autorem lub współautorem materiałów i opracowań dydaktycznych jak np. instrukcje ćwiczeń laboratoryjnych i stanowiska badawcze.

W okresie pracy zawodowej Habilitant był promotorem pięciu prac magisterskich oraz sześciu inżynierskich. Jest również promotorem pomocniczym 1 pracy doktorskiej.

Pan dr inż. Marek Wojnicki był współorganizatorem naukowej konferencji międzynarodowej *11 International Symposium on Electrochemical Reactivity of Metastable Materials „Chemistry for Materials Science”*, która odbyła się w 2012 roku na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH. Dodatkowo, Habilitant prowadzi aktywną działalność popularyzatorską. Między innymi był współorganizatorem i uczestnikiem Festiwalu Nauki w Krakowie, a od 2014 roku jest organizatorem Małopolskiej Nocy Naukowców na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH. Ponadto, w latach 2013 i 2015 organizował pokazy chemiczne dla dzieci i młodzieży na terenie AGH oraz w placówkach zapraszających. W uznaniu dla działalności organizatorskiej oraz popularyzatorskiej dr inż. Marek Wojnicki otrzymał nagrodę Rektora AGH.

Oceniając działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską pana Marka Wojnickiego należy podkreślić jego znaczną aktywność i zaangażowanie. Habilitant dysponuje dużym doświadczeniem w bezpośredniej pracy dydaktycznej, jak również aktywnie uczestniczy w organizowaniu życia naukowego.

Podsumowanie

Cykl 12 publikacji dokumentujący osiągnięcie naukowe dr inż. Marka Wojnickiego stanowi oryginalny i znaczący wkład do wiedzy na temat odzysku i separacji metali szlachetnych, w szczególności z roztworów rozcieńczonych zawierających jony chlorkowe. Należy podkreślić, że prowadzone badania są na bardzo wysokim poziomie, a Habilitant uzyskał interesujące, oryginalne wyniki, które zostały opublikowane w wiodących czasopismach o wysokich wskaźnikach oddziaływania. Wyróżniający dorobek naukowy, w tym publikacyjny z wysoką oceną parametryczną, po uzyskaniu stopnia doktora został mocno wzbogacony o nowe, oryginalne osiągnięcia. Aktywność naukowo-badawcza Habilitanta jest imponująca, przy czym na szczególne uznanie zasługuje istotny aspekt aplikacyjny prowadzonych badań o charakterze poznawczym. Dr inż. Marek Wojnicki jest w mojej opinii dojrzałym pracownikiem naukowym, który potrafi dobrze zaplanować i wykonać eksperyment, a także zinterpretować uzyskane wyniki oraz wysnuć właściwe wnioski, co świadczy o dużej predyspozycji do samodzielnej działalności naukowej.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr inż. Marka Wojnickiego zatytułowane *Odzysk metali szlachetnych w szczególności złota, platyny i palladu z silnie rozcieńczonych roztworów zawierających ich kompleksy w układzie $Me(II,III,IV)-Cl-H_2O$* wnosi istotny wkład do dyscypliny naukowej *metalurgia*. Należy zaznaczyć, że dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski jest również pokaźny, zatem Habilitant spełnia z należytą starannością wszystkie wymagania formalne stawiane w postępowaniu habilitacyjnym zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2016 r. poz. 882 i 1311), w ramach przyznawania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych.

Na podstawie pozytywnej oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego w zakresie nauki stawiam wniosek o dopuszczenie dr inż. Marka Wojnickiego do dalszych przewidzianych Ustawą etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie *nauk technicznych*, w dyscyplinie *metalurgia*.

