

Prof. dr hab. inż. Henryk Galina
em. profesor zwyczajny
Politechniki Rzeszowskiej

OPINIA

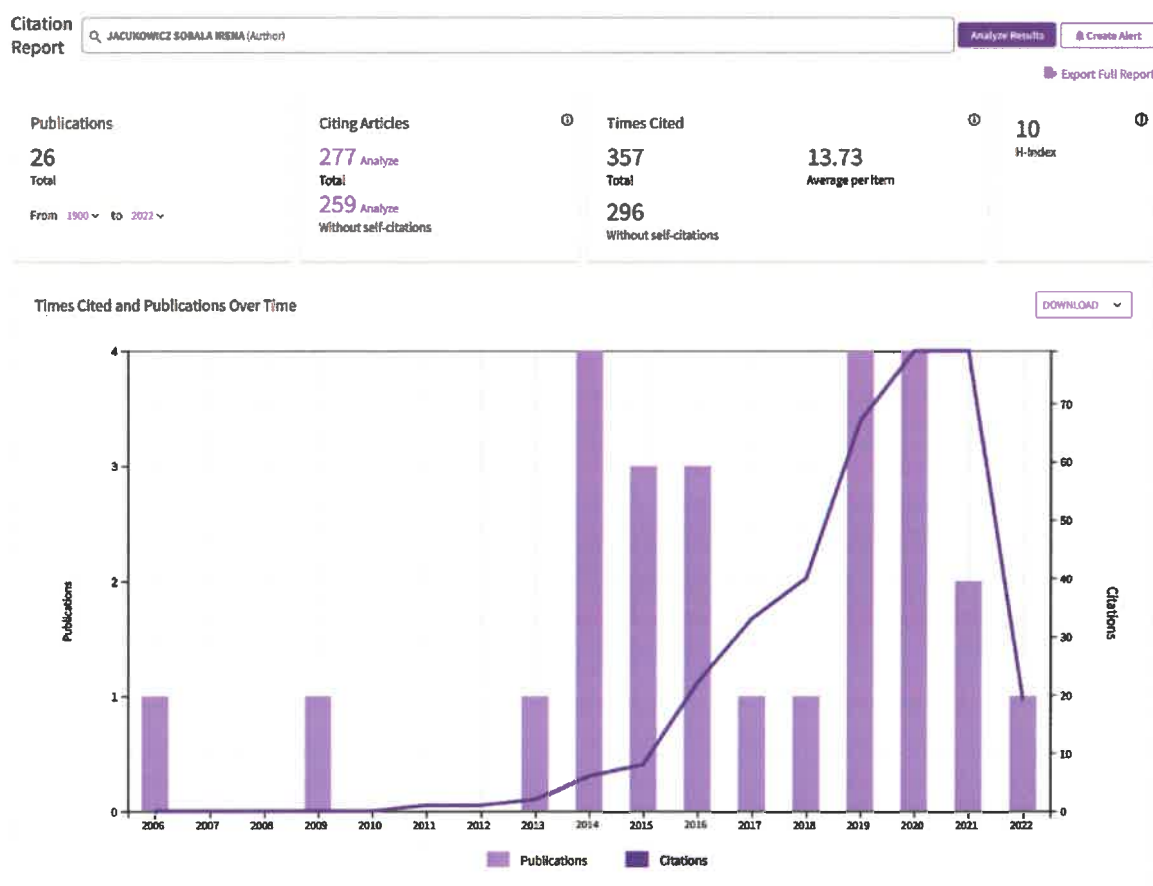
o osiągnięciu naukowym pt. *Wielofunkcyjne kompozyty zawierające tlenki miedzi i żelaza, otrzymywane na bazie wymienniczy anionowych, jako reagenty w procesach oczyszczania wody* oraz o całokształcie dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Ireny JACUKOWICZ-SOBALI w związku z ubieganiem się o nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego

Formalną podstawą opracowania niniejszej opinii jest uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 22 kwietnia 2022 r. (pisma WCH/141/MB/2022/3 z dn. 27 kwietnia 2022) podjęta w ślad za decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dn. 22 kwietnia 2022.

Dr inż. Irena Jacukowicz-Sobala ukończyła w 2001 r. studia magisterskie na kierunku biotechnologia, prowadzonym przez Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej. Jej praca magisterska, nosiła tytuł: *Badanie skuteczności oczyszczania ścieków przez adsorbenty otrzymane z odpadów organicznych*. W 2010 r. przed Radą Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach obroniła pracę doktorską pt.: *Badania nad usuwaniem Cr(VI) z wód za pomocą materiałów hybrydowych zawierających tlenki żelaza otrzymanych na bazie reaktywnych polimerów* uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna. Promotorem tej pracy była dr hab. inż. Elżbieta Kociołek-Balawejder. Habilitantka jest od lutego 2002 r. pracownikiem Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, początkowo jako asystent, a od października 2012 r. jako adiunkt naukowo-dydaktyczny. W przedłożonej dokumentacji nie znalazłem informacji o odbytych przez Kandydatkę stażach naukowych w Kraju lub za granicą. Obszernie informuje Ona natomiast o współpracy naukowej z krajowymi jednostkami badawczymi i zespołem z Chin. Współpraca ta ograniczała się głównie do korzystania z aparatury badawczej w tych jednostkach lub wnioskowania o finansowanie wspólnych badań.

Tematyką badawczą Habilitantki od początku jej kariery naukowej było poszukiwanie możliwie selektywnych narzędzi do usuwania z wody lub ścieków substancji toksycznych względnie niebezpiecznych dla zdrowia i życia.

Dorobek naukowy dr inż. Ireny Jacukowicz-Sobali można uznać za przyzwoity. Składa się nań 27 artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych, w większości w czasopismach o międzynarodowej cyrkulacji. Tylko jedna z tych prac jest wyłącznego autorstwa Habilitantki, prawie wszystkie sygnowane są także przez promotorkę Jej doktoratu, prof. Elżbietę Kociołek-Balawejder. Natomiast wśród 10 prac stanowiących podstawę habilitacyjnego osiągnięcia naukowego (H1-H10), w 8 pełniła Ona rolę „autora korespondencyjnego”, tj. współautora prowadzącego negocjacje w redakcją czasopisma od momentu zgłoszenia pracy do jej ukazania się drukiem lub na oficjalnej stronie internetowej czasopisma. W dorobku ma także 9 wystąpień konferencyjnych, w tym dwa referaty na zaproszenie. Jest współautorką rozdziału w monografii pokonferencyjnej. Poniżej dotyczący Jej dorobku, aktualny raport z bazy Web of Science (30.05.2022 r.):



Z raportu wynika, m.in., że Jej publikacje są nieźle cytowane (średnio 10 ‘obcych’ cytowań na publikację), a index Hirscha wynosi 10.

Przedstawiony do oceny cykl prac dr inż. Ireny Jacukowicz-Sobali dotyczy syntezy, badania struktury i możliwości zastosowania sorbentów hybrydowych otrzymywanych przez

modyfikację handlowych wymiennicy jonowych. Modyfikacja polegała na wprowadzeniu do wnętrza ziaren soli żelaza, manganu i/lub miedzi i, poprzez obróbkę chemiczną i/lub termiczną, wytrącenie i osadzenie w matrycy polimerowej mikro- lub nanocząstek odpowiednich tlenków.

Artykuły H1-H5 dotyczą zasadniczo poszukiwania selektywnego sorbentu hybrydowego do usuwania z wód związków arsenu(III) i arsenu(V), zdolnego do obniżenia stężenia tego pierwiastka w wodzie pitnej przynajmniej do poziomu dopuszczonego przez WHO. Tematyka ta stanowiła, jak się wydaje, kontynuację badań realizowanych w ramach projektu badawczego, o którym to projekcie Habilitantka jedynie wspomina, nie podając bliższych danych. Kluczem do sukcesu osiągniętego w tych badaniach było wykorzystanie anionitów silnie zasadowych, zwłaszcza o strukturze makroporowatej. Wprawdzie udawało się Habilitantce skutecznie osadzać uwodnione tlenki żelaza(III) w matrycy kationitów, jednak resztkowe grupy sulfonowe blokowały dostęp arsenianów(V) do wnętrza ziaren sorbentów, ograniczając skuteczność ich stosowania.

Osadzanie tlenków żelaza(III) w anionicie polegało na wymianie anionów Cl^- na aniony silnych utleniaczy, np. MnO_4^- , a następnie przemywaniu anionitu roztworem FeSO_4 , co prowadziło do wytrącenia $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Obróbka termiczna przeprowadzała wodorotlenek żelaza w uwodniony tlenek Fe(III). Dodatkową korzyścią było osadzenie w matrycy polimeru także tlenku Mn(IV), który także sprzyja selektywnej sorpcji arsenu.

Publikacje H6-H10 dotyczą otrzymywania, badania struktury i zastosowań sorbentów hybrydowych zawierających nano- bądź mikrocząstki tlenków miedzi. Sorbenty takie również służyć mogły do usuwania arsenu z wód, ale także do neutralizacji wybranych bakterii. Jedną z technik wykorzystanych przez Habilitantkę było wprowadzanie do struktury anionitu tlenku miedzi(II) poprzez przemianę CuCl_2 w CuCl_4^{2-} , dzięki której powstałe aniony tetrachloromiedzi obsadzały anionit metodą wymiany jonowej. Z kolei zalkalizowanie środowiska doprowadziło do wytrącenia w fazie matrycy polimerowej tlenku miedzi(II).

Odpowiednio dobranymi technikami eksperymentalnymi, m.in. metodą mikroanalizy rentgenowskiej EDS, dyfrakcji rentgenowskiej XRD oraz pomiarem powierzchni właściwej metodą BET Habilitantka określiła sposób rozmieszczenia skupisk CuO w ziarnach jonitu, jak się okazało, był on korzystny z punktu widzenia selektywnej eliminacji arsenu z wody.

Inną zaletą hybrydowych sorbentów zawierających osadzony na polimerze tlenek miedzi była ich zdolność biobójcza, wykazana wobec bakterii *Enterococcus faecalis*.

Kolejną techniką osadzania miedzi w strukturze sorbentu było kontaktowanie soli miedzi(II) z silnie zasadowym anionitem w formie wodorotlenowej, a następnie obróbka termiczna sorbentu z osadzonym $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Dalsze badania zmierzały do przemiany CuO do Cu_2O poprzez łagodną redukcję osadzonego w sorbencie $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Sposoby rozmieszczenia skupisk tlenków i ich morfologia została określona metodami instrumentalnymi, podobnie, jak w przypadku innych sorbentów hybrydowych. W tym przypadku stwierdzono, że skupiska osadzonego materiału mają budowę chemiczną zbliżoną do budowy rzadkiego minerału: paramelakonitu o wzorze Cu_4O_3 . Wykryto także obecność $\text{Cu}(0)$. Interesujące wyniki uzyskała Habilitantka stosując metodę osadzania z wykorzystaniem tetrachloromiedzi, a następnie redukcji $\text{Cu}(\text{II})$ do Cu_2O , na dwóch typach anionitów: makroporowatym i o strukturze żelowej. Okazało się, że tlenek miedzi(I) osadzony w matrycy makroporowatej ma mniejszy stopień krystaliczności, niż ten w matrycy żelowej, a w dodatku ten ostatni ma formę bransoletki (skupisko drobnych kulistych ziaren tworzące strukturę pierścieniową), podczas gdy w matrycy makroporowatej skupiska miały kształt kulisty. Wymiary obu tych struktur były zbliżone i wynosiły ok. $1 \mu\text{m}$.

Z obowiązku recenzenta pozwalałam sobie dodać dwie łyżeczki dziegciu do mojej pozytywnej opinii o dorobku naukowym Habilitantki. Pierwsza dotyczy tytułu osiągnięcia. W swoim czasie, guru technologii chemicznej prof. Marian Taniewski z Politechniki Śląskiej skrytykował i kazał zmienić tytuł rozprawy mojego doktoranta, w którym było określenie „na bazie”. Z pewnością zakwestionowałby także tytuł rozprawy doktorskiej Habilitantki. Również moja ś.p. promotor, prof. Bożena Kolarz mawiała, że „na bazie to stoją samochody”. Gdybym mógł decydować, zmieniłbym tytuł osiągnięcia tak, by zamiast słów ‘na bazie’ pojawiło się sformułowanie ‘z wykorzystaniem’. Dotyczy to także stosowania tego zwrotu w tekście autoreferatu.

Druga uwaga dotyczy błędnego podania producenta stosowanych wymienniczy jonowych. Jedynie w pracy H1 podana jest prawidłowa nazwa producenta makroporowatej żywicy Amberlyst – Rohm and Haas. W pozostałych publikacjach cyklu przy nazwie jonitu: Amberlite (z symbolami) Autorka (autorzy) podają firmę Dow Chemical Co., jako producenta. Firma Dow produkuje jonity o nazwie Dowex, a gama żywic noszących zastrzeżoną nazwę Amberlite jest produkowana przez firmę Rohm and Haas. Nota bene, firma DuPont produkuje jonity o także zastrzeżonej nazwie AmberLite. Wymienione, drobne uchybienia nie obniżają jednak mojej pozytywnej oceny całokształtu dorobku Habilitantki.

Jako nauczyciel akademicki dr inż. Irena Jacukowicz-Sobała prowadzi zajęcia dydaktyczne, głównie ćwiczenia laboratoryjne, seminaria i ćwiczenia projektowe. Prowadziła także wykłady specjalistyczne dla studentów. Sprawowała opiekę nad 10 inżynierantami. Jest współautorem rozdziałów w 2 skryptach dydaktycznych. Jako działalność organizacyjną potraktować można Jej uczestnictwo w posiedzeniach Rady Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, a jako opiekun specjalności *zarządzanie i inżynieria ochrony środowiska* brała także udział w pracach Wydziałowej Komisji Dydaktycznej. Podejmowała działania popularyzatorskie prowadząc zajęcia laboratoryjne dla uczniów szkół podstawowych i średnich. Czterokrotnie była wyróżniana nagrodami rektorskimi.

Podsumowując uważam, że dr inż. Irena Jacukowicz-Sobała w sposób istotny poszerzyła stan wiedzy na temat możliwości wytwarzania i struktury hybrydowych sorbentów zawierających tlenki metali, osadzonych w matrycy polimerowej wymiennicy jonowych. Wykazała przy tym fachowość jako chemik syntetyk oraz umiejętność wykorzystywania i interpretacji wyników uzyskiwanych przez zastosowanie nowoczesnych i prawidłowo dobranych technik badawczych. Z tego względu **popieram wniosek o nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.**

Wrocław, 2 czerwca 2022 r.


prof. dr hab. inż. Henryk Gut