

Zabrze, 23.03.2023

Joanna Kyzioł-Komosńska, prof.dr hab.inż.
Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN
Ul. M. Skłodowskiej-Curie 34
41-819 Zabrze
e-mail joanna.komosinska@ipispan.edu.pl

Ocena osiągnięć naukowych i aktywności naukowej
dr Beaty Szczepanik w postępowaniu o nadanie jej stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska,
górnictwo i energetyka.

Podstawa opracowania

Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej w Gliwicach (znak RIE-BD.532.8.2023) z dnia 14 lutego 2023 r w sprawie powołania mnie do pełnienia funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Beacie Szczepanik w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Recenzja została opracowana na podstawie nadesłanych następujących materiałów:

- I. Dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk chemicznych w zakresie Chemia;
- II. Wniosku Habilitanta, z dn. 18. 02. 2019 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka wraz z załącznikami, zawierającymi:
 1. Monografię stanowiącą osiągnięcie naukowe wynikające z art. 219 ust.1, pkt 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U z 2022 r. poz. 574 z późniejszymi zmianami) pt. *Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej* opublikowanej w Wydawnictwie Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w 2021.
 2. Listę 9 artykułów wraz z ich kopiami, z których 7 było wykorzystane w monografii i stanowiły uzupełnienie badań w niej opisanych.
 3. Autoreferat.
 4. Wykaz aktywności naukowej
 5. Wersję elektroniczną Wniosku wraz z załącznikami na płycie CD.

Informacje podstawowe

Dr Beata Szczepanik ukończyła studia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym (Instytut Chemii) Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach w 1988 r. uzyskując tytuł magistra chemii.

W roku 1998 roku uzyskała stopień doktora nauk chemicznych w zakresie chemii na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *Fotochemia p-chloroaniliny i jej N-metylowych pochodnych*.

Od początku swojej kariery zawodowej i naukowej związana jest Instytutem Chemii, Wydziału Matematyczno-Przyrodniczy, początkowo Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego, a od 1999 r - Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Od 2020 roku jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zakładzie Chemii Fizycznej i Teoretycznej Instytutu Chemii UJK. W latach

2000 - 2002 była na urlopie macierzyńskim i wychowawczym, a w latach 2010 - 2014 przebywała na urlopie dla poratowania zdrowia (łącznie przez dwa lata).

Ocena osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Jako główne osiągnięcie naukowe będące podstawą wniosku, dr Beata Szczepanik przedstawiła monografię pt. *Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej* opublikowaną w Wydawnictwie Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w 2021, która stanowi ważną pozycję w dorobku naukowym Habilitantki. Do monografii habilitantka dołączyła 9 artykułów, spośród których wyniki badań prezentowane w 7 z nich zostały wykorzystanych w monografii. Prace te ukazały się w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym z bazy Journal Citation Reports o współczynniku wpływu (IF) od 1.78 do 4.146. W jednej z tych publikacji habilitantka była jedynym autorem, a w pozostałych, wieloautorskich była pierwszym autorem przy wkładzie osobistym $\geq 50\%$ i również - autorem korespondencyjnym. Wieloosobowość autorską publikacji oceniam jako zaletę, która pokazuje zdolności Habilitantki do współpracy w zespołach badawczych. Należy również zaznaczyć, że 4 artykuły były opublikowane w Applied Clay Sciences – wiodącym czasopiśmie poświęconym zagadnieniom związanym z minerałami ilastymi, co dowodzi, że tematyka podjętych przez Nią badań mieści się w aktualnie dominującym nurcie światowej nauki. Oszacowany przez siebie udział w tych pracach oceniam również pozytywnie.

Wyniki badań przedstawionych w monografii i publikacjach obejmują kompleksowe podejście Habilitantki do zagadnienia usuwania aniliny i jej chloropochodnych oraz wybranych farmaceutyków z grupy niesterydowych leków przeciwzapalnych metodą adsorpcji na haloizycie i jego aktywowanej kwasowo i modyfikowanej węglem formie, a także usuwania aniliny i jej chloropochodnych metodą fotodegradacji w obecności haloizytu i zsyntetyzowanych nanokompozytów TiO₂-haloizyt i Fe₂O₃-haloizyt. Habilitantka określiła mechanizm wiązania badanych zanieczyszczeń i wpływ modyfikacji/aktywacji haloizytu na szybkość procesu usuwania ich z roztworów poparty badaniami spektroskopowymi.

Parametry bibliometryczne cyklu publikacji przedstawiają się następująco:

- sumaryczny IF publikacji według bazy JCR wynosi **27,847**, co daje bardzo dobrą średnią IF w przeliczeniu na jedną pracę – **3.094**,

- sumaryczna wartość punktów MNiSW – **640**,

- liczba cytowań publikacji (bez autocytowań) – **336**,

i należy ocenić je jako bardzo dobre dla dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Monografia jako główne osiągnięcie naukowe będące podstawą wniosku liczy 147 stron, złożona jest z 8 rozdziałów głównych, w których umieszczono 27 rysunków, 2 schematy i 27 tabel. Do jej przygotowania Habilitantka wykorzystwała 246 pozycji bibliograficznych, z czego większość ukazała się w ostatniej dekadzie.

Celem naukowym badań opisanych w monografii habilitacyjnej była ocena możliwości wykorzystania skały haloizytowej ze złoża Dunino, koło Legnicy, której głównym minerałem jest haloizyt – glinokrzemian warstwowy o pakietach 1:1 w formie rurek i płytek, do wytwarzania adsorbentów i katalizatorów w celu usuwania związków organicznych, w tym aniliny i jej chloropochodnych oraz wybranych niesterydowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) - ibuprofenu, ketoprofenu, naproksenu i diklofenaku z wód.

Habilitantka przeprowadziła:

- badania wpływu aktywacji/modyfikacji (kwasem siarkowym (VI) i modyfikację powierzchni węglem amorficznym) haloizytu na jego skład mineralny, właściwości teksturalne, fizykochemiczne i chemiczne;
- ocenę zależności zdolności adsorpcyjnej wybranych związków organicznych od warunków aktywacji/modyfikacji adsorbentu i wybór najskuteczniejszych adsorbentów;
- ocenę mechanizmu adsorpcji i kinetyki adsorpcji badanych związków na różnych formach haloizytu,
- badanie aktywności fotokatalitycznej haloizytu, haloizytu aktywowanego kwasem i kompozytów haloizytowych z tlenkami tytanu(IV) i żelaza(III) podczas degradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych i porównanie jej z wynikami dla komercyjnych katalizatorów;
- badania kinetyki fotodegradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych w obecności haloizytu i nanokompozytów haloizytowych,
- identyfikacje produktów fotodegradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych i wyznaczenie prawdopodobnego mechanizm fotodegradacji aniliny i 2-chloroaniliny.

W wyniku przeprowadzonych badań Habilitantka stwierdziła, że:

- w kontakcie haloizytu z roztworami kwasu siarkowego (VI) nastąpiło rozpuszczanie warstwy oktaedycznej i uwalnianie jonów Al ze struktury a także rozpuszczanie tlenków żelaza. W wyniku tej modyfikacji nastąpił znaczny (5.7-krotny) wzrost powierzchni właściwej, wzrost objętości porów, a tym samym wzrost jego pojemności adsorpcyjnej w stosunku do aniliny i jej chloropochodnych. Ponadto habilitantka stwierdziła, że haloizyt w postaci rurek był formą trwalszą w kontakcie z roztworem kwasu w porównaniu do płytek. Najlepsze zdolności adsorpcyjne wykazywał haloizyt aktywowany kwasem o stężeniu 25%, w temperaturze 80°C w ciągu 8 godzin;
- adsorpcję chloropochodnych aniliny na haloizycie najlepiej opisywało równanie izotermy Langmuira, szybkość reakcji przebiegała zgodnie z równaniem pseudo-drugiego rzędu, a dyfuzja wewnątrz cząstkowa była etapem kontrolującym szybkość całego procesu;
- synteza hybrydowych nanokompozytów haloizytowo-węglowych pozwoliła poprawić właściwości adsorpcyjne haloizytu i uzyskać skuteczne, ekonomiczne i ekologiczne adsorbenty NLPZ z roztworów wodnych. Wprowadzenie amorficznego węgla na powierzchnię haloizytu spowodowało wzrost wartości punktu izoelektrycznego (pH_{pzc}) do 6.56, a także dodatkowych powierzchniowych grup funkcyjnych karboksylowych i hydroksylowych fenoli. Pojemność adsorpcyjna nanokompozytu haloizyt-węgiel i skuteczność usuwania badanych leków z roztworu wzrastała wraz ze wzrostem zawartości węgla w ich strukturze. Habilitantka stwierdziła silny wpływ pH na proces adsorpcji, który miał wpływ zarówno na wielkość ładunku powierzchni adsorbentu jak i na stopień dysocjacji badanych farmaceutyków, a tym samym na możliwość tworzenia wiązań elektrostatycznych adsorbent-adsorbat lub ich brak. Oprócz nich badane leki mogły być wiązane poprzez oddziaływania dyspersyjne π - π , wiązania wodorowe z powierzchniowymi grupami karboksylowymi oraz tworzenia kompleksów elektronowo-donorowo-akceptorowych.
- adsorpcję wybranych leków najlepiej opisywało równanie izotermy Langmuira na wielu centrach aktywnych, proces adsorpcji przebiegał zgodnie z równaniem pseudo-drugiego rzędu, co sugeruje że głównym mechanizmem ich wiązania przez nanokompozyty haloizyt-węgiel była chemisorpcja, a dyfuzja wewnątrz-cząstkowa była etapem kontrolującym szybkość całego procesu;
- wysoką skuteczność fotokatalityczną haloizytu w procesie degradacji aniliny i jej chloropochodnych, zwłaszcza 2-chloro- i 2,6-dichloroaniliny wynikającą z obecności i rozproszenia TiO_2 (anataz) i Fe_2O_3 w składzie mineralnym haloizytu ze złoża Dunino, co czyni ten surowiec przydatny w oczyszczaniu wód

ze względu na cenę, dostępność i możliwość wykorzystania go bez dodatkowych modyfikacji powierzchni;

- na podstawie wartości stałych szybkości fotodegradacji bardzo wysoką skuteczność degradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych w obecności wytworzonych nanokompozytów haloizyt-TiO₂ i haloizyt-Fe₂O₃, gdzie nośnikiem tlenków Ti(IV) i Fe(III) był haloizyt aktywowany kwasowo;

- zaproponowała mechanizm fotodegradacji aniliny i 2-chloroaniliny.

Zanieczyszczenie wód powierzchniowych związkami chemicznymi stanowi zagrożenie dla środowiska wodnego, które może spowodować chroniczną toksyczność dla organizmów wodnych, akumulację substancji zanieczyszczających oraz utratę siedlisk i różnorodności biologicznej a także ograniczyć zasoby wód słodkich o odpowiedniej jakości. Rozwój technologii i technik oraz powstawanie nowych substancji prowadzą do generowania nowych zanieczyszczeń, w tym związków organicznych trudno-degradowalnych, które nie są usuwane lub stopień usuwania jest niski w konwencjonalnych procesach oczyszczania ścieków, i w strumieniu ścieków oczyszczonych dostają się do wód powierzchniowych. Wydaje się jednak, że największe ryzyko związane z wprowadzaniem do handlu nowych produktów polega na braku ich kontroli w trakcie życia produktów. Do takich substancji należą farmaceutyki, w tym niesterydowe leki przeciwzapalne (NLPZ). Biorąc pod uwagę tempo przyrostu ludności na świecie, można się spodziewać stopniowego wzrostu zapotrzebowania oraz zużycia farmaceutyków, co z kolei może prowadzić do zwiększenia obecności tych związków w środowisku wodnym. Nieograniczony dostęp do NLPZ stwarza ryzyko zbyt pochopnego ich stosowania, a także nadużywania. Wzrost spożycia leków przeciwzapalnych, jak również innych farmaceutyków, wiąże się ze wzrostem ładunku tych substancji doprowadzanych do oczyszczalni ściekach, a następnie do wód powierzchniowych. Niestety, nie zawsze udaje się całkowicie usunąć obecne w wodzie farmaceutyki z grupy NLPZ. W takiej sytuacji, do odbiorcy wody pitnej trafia woda zawierająca substancje farmakologicznie czynne. Obecność NLPZ w wodzie pitnej może w dalszej perspektywie skutkować zwiększoną odpornością organizmu na dane leki, a co za tym idzie, na konieczność stosowania wyższych dawek w celu uzyskania pożądanego efektu. W takiej sytuacji najlepszym rozwiązaniem wydaje się być ograniczanie emisji tych związków do środowiska naturalnego, np. poprzez skuteczne ich usuwanie z wód i ścieków. Do skutecznych metod ich usuwania zalicza się adsorpcję z wykorzystaniem krajowych surowców mineralnych oraz metody fotokatalityczne.

W tym kontekście podjęty przez Habilitantkę temat i uzyskane wyniki znacznie poszerzyły wiedzę na temat usuwania związków organicznych z wód z wykorzystaniem haloizytu, surowca występującego w złożu Dunino o stosunkowo niewielkich zdolnościach adsorpcyjnych. Różne metody modyfikacji/aktywacji haloizytu pozwoliły na otrzymanie efektywnych adsorbentów i fotokatalizatorów. Aktywowane adsorbenty wykorzystano po raz pierwszy do usuwania aniliny i jej chlorowych pochodnych ze środowiska wodnego, podobnie jak adsorbenty haloizytowo-węglowe do usuwania niesteroidowych leków przeciwzapalnych.

Haloizyt jako glinokrzemian warstwowy o pakietach 1:1 charakteryzuje się niewielką zdolnością adsorpcyjną w stosunku do zanieczyszczeń nieorganicznych jak i organicznych. Jednak po aktywacji kwasowej lub modyfikacji powierzchni jego zdolności adsorpcyjne znacznie wzrastają.

Haloizyt ze złoża Dunino zawierający w swoim składzie chemicznym tlenki tytanu(IV) (rutyl i anataz) i żelaza(III) stwarza duże możliwości zastosowania go w fotokatalizie heterogenicznej. Zastosowanie po raz pierwszy nanokompozytów haloizytu z tlenkami TiO₂ i Fe₂O₃ podczas fotodegradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych wskazało na ich wysoką aktywność fotokatalityczną, w porównaniu z powszechnie stosowanymi fotokatalizatorami komercyjnymi.

Przeprowadzone badania mają duże znaczenie nie tylko poznawcze ale i aplikacyjne, o czym świadczy uzyskanie 3 patentów, których Habilitantka była współautorem: *Sposób wytwarzania adsorbentu haloizytowego do usuwania 4-chloroaniliny z fazy wodnej, Fotokatalityczny rozkład 3-chloroaniliny w*

fazie wodnej i Sposób wytwarzania fotokatalizatora do rozkładu 2-chloroaniliny i 2,6-dichloroaniliny w fazie wodnej.

Wyniki badań przeprowadzone przez Habilitantkę wskazują nie tylko na dobry warsztat badawczy, znajomość procesów usuwania/degradacji zanieczyszczeń organicznych metodami adsorpcji i fotokatalizy, a także znajomość metod analitycznych, w tym spektrometrii FTIR, XPS, WDXRF, XRD, SEM-EDS i możliwość ich wykorzystania przy interpretacji wyników badań oraz kreatywność w rozwijaniu wątków badawczych, a także dobrą znajomość tematyki badawczej.

Reasumując uważam, że przedstawione w monografii i artykułach naukowych osiągnięcia naukowe stanowią znaczny wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, wskazują nie tylko na dobry warsztat badawczy, kreatywność w rozwijaniu wątków badawczych, a także dobrą znajomość tematyki badawczej.

Ocena aktywności naukowej

Dr Beata Szczepanik odbyła miesięczny staż naukowy w Politechnice Śląskiej, na Wydziale Mechanicznym Technologicznym - w okresie 01.09.2022 r. – 30.09.2022 r.

Ponadto w ramach współpracy naukowej przebywała w okresie 01.10.1996 – 31.03.1997 w Institut für Theoretische Chemie und Strahlenchemie, Universität Wien, Wiedeń,

Austria, a także w latach 2003 – 2006 odbywała dwu, trzytygodniowe staże w Institut für Chemie der Humboldt- Universität Berlin, Berlin, Niemcy. Odbyła też staż w zakresie spektrometrii mas - analiz ESI-TOF-MS oraz obsługi spektrometru mas micrOTOF-Q II w Bruker Daltonic GmbH, Brema, Niemcy w październiku 2013 r.

Ponadto, oprócz monografii i 9 publikacji przedstawionych do oceny osiągnięć naukowych, Habilitantka była współautorem 14 publikacji z bazy JCR o sumarycznym IF 26,746, 3 rozdziałów w monografiach pokonferencyjnych oraz 5 publikacji w czasopismach znajdujących się w poza bazą JCR. Wyniki badań prezentowała na 43 konferencjach, w tym 13 zagranicznych. Sumaryczna wartość IF jej publikacji wynosi 54,593, przy sumarycznej liczbie punktów MNiSW równej 1005. Ilość cytowań – 638, indeks Hirscha – 11.

Wygłosiła 2 referaty, w tym 1 na zaproszenie, była członkiem komitetu organizacyjnego 1 konferencji. Ponadto kierowała 2 projektami, a w 3 była wykonawcą.

Jest recenzentem prac w czasopismach z bazy JCR.

Jest współautorem 15 patentów, w tym trzech na podstawie wyników badań prezentowanych w monografii.

Jest członkiem Oddziału Świętokrzyskiego Polskiego Towarzystwa Chemicznego w Kielcach.

W ramach współpracy z sektorem gospodarczym uczestnictwo w realizacji dwóch umów komercyjnych.

Po zapoznaniu się z dostarczonymi materiałami stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr Beaty Szczepanik ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego **odpowiadają wymaganiom** określonym w art. 219 ust.1, pkt 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U z 2022 r. poz. 574 z późniejszymi zmianami) .