

prof. dr hab. Ryszard Świetlik
Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska
Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu
ul. Bolesława Chrobrego 27
26-600 Radom

Radom, 7.04.2021 r.

RECENZJA

dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego oraz popularyzatorskiego

dr Beaty Szczepanik

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka”

1. Podstawa opracowania recenzji

Formalną podstawą opracowania recenzji jest umowa (UMC/0462/2023) zawarta w dniu 15.02.2023 r. z Politechniką Śląską z siedzibą w Gliwicach, reprezentowaną przez prof. dr hab. Mariusza Dudziaka, na dokonanie oceny, czy osiągnięcia naukowe Pani 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 (j.t. Dz.U. 2020 r. poz. 85, z późn. zm.). Wraz z umową otrzymałem w formie papierowej i elektronicznej komplet dokumentacji opracowanej przez dr Beatę Szczepanik oraz wniosek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego przedłożony Wydziałowi Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej. W skład zestawu dokumentów wchodzi:

1. Wniosek przewodni,
2. Dane wnioskodawcy,
3. Kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk chemicznych w zakresie chemii na UAM w Poznaniu w 1998 r.,
4. Autoreferat dr Beaty Szczepanik,
5. Wykaz osiągnięć naukowych,
6. Monografia pt. „Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej”
7. Kopie ośmiu współautorskich publikacji wykorzystanych w monografii.

2. Podstawowe dane o Habilitantce

Pani dr Beata Szczepanik studia wyższe ukończyła na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach w 1988 roku, uzyskując stopień magistra chemii. Bezpośrednio po studiach rozpoczęła pracę w Instytucie Chemii macierzystej uczelni. Po rocznym stażu została asystentką, a następnie od 1998 r. starszym wykładowcą w Zakładzie Fizyki Chemicznej. Po obronie pracy doktorskiej pt. „*Fotochemia p-chloroaniliny i jej N-metylowych pochodnych*” na Wydziale Chemii UAM w Poznaniu w 1998 roku kontynuowała pracę na stanowisku adiunkta. W latach 2000-2002 przebywała na urlopie macierzyński i wychowawczym, a w okresie 2010-2014 przez dwa lata na urlopie dla podratowania zdrowia. W późniejszym okresie 2018-2020 pracuje jako asystent w Zakładzie Chemii Fizycznej i Teoretycznej Instytutu Chemii UJK, a od 2020 do teraz ponownie jako adiunkt.

W otrzymanej dokumentacji nie ma informacji, że Pani dr Beata Szczepanik ubiegała się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Jednakże na stronie Politechniki Gdańskiej - Postępowania habilitacyjne: <https://chem.pg.edu.pl/nauka/postepowania-awansowe/postepowania-habilitacyjne> (odczyt 11.04.2023) można zapoznać się z Uchwałą Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej nr 107/2018 z 9 maja 2018 w sprawie umorzenia postępowania habilitacyjnego dr Beaty Szczepanik w dziedzinie nauk chemicznych, dyscyplinie chemia, na wniosek zainteresowanej. Zgodnie z załączoną tam dokumentacją Pani dr Beata Szczepanik prezentowała osiągnięcie naukowe pt. „Badanie procesów adsorpcji oraz fotodegradacji aniliny i jej chlorowych pochodnych z zastosowaniem adsorbentów i fotokatalizatorów haloizytowych”.

3. Obowiązujące przepisy prawa

Podstawą ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego jest zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dn. 20 lipca 2018 art. 219 ust. 1 pkt 2a (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) monografia habilitacyjna pt. „Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej” opublikowana przez Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w 2021 roku. W roku opublikowania monografii Wydawnictwo UJK było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a (komunikat Ministra Edukacji i Nauki z dnia 22 lipca 2021 r. w sprawie wykazu wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe).

4. Ocena osiągnięcia naukowego

Habilitationka jako wymagane osiągnięcie naukowe przedstawiła autorską monografię pt. „Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej” wydaną przez Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach w 2021 roku. ISBN 978-83-7133-910-3 doi: 10.25951/4341 (80 pkt). Praca ma 146 stron, w tym „Wykaz symboli i skrótów” (3 str.), „Spis rysunków i schematów” (2 str.), „Spis tabel” (2 str.) oraz „Literatura” (21 sstr.) obejmująca 246 pozycji literaturowych, z czego aż 43% to publikacje z ostatnich 10 lat, prace starsze, sprzed 2000 roku stanowią jedynie 10%. W spisie literatury znajdują się publikacje współautorskie Habilitationki wykorzystane do przygotowania monografii: 8 prac naukowych, 1 autorska praca przeglądowa (wszystkie opublikowane w czasopismach znajdujących się w bazie JCR) oraz 1 patent i 1 publikacja dydaktyczna też współautorstwa Habilitationki. W publikacjach naukowych wieloautorskich Habilitationka jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym, deklaruje wysoki wkład własny (50-80%) oraz wiodącą rolę merytoryczną. W każdej publikacji jest autorem koncepcji, planu badawczego oraz interpretacji wyników przeprowadzonych badań. Sumaryczny współczynnik wpływu publikacji wykorzystanych w monografii jest wysoki IF = 27,847, na podkreślenie zasługuje również wysoka liczba cytowań – 336 (bez autocytowań). Dane wg Web of Science dotyczą publikacji z lat 2014-2021).

Publikacje, na kanwie których powstała monografia naukowa dotyczą:

1. Zjawisk adsorpcji dwóch grup związków chemicznych (aniliny i jej chlorowych pochodnych oraz farmaceutyków: ibuprofenu, ketoprofenu, naproksenu i diklofenaku) zachodzących w roztworach wodnych pojedynczych substancji podczas kontaktu z aktywowanym kwasowo lub modyfikowanym haloizycie. Badano mechanizm adsorpcji, kinetykę, wpływ warunków przygotowania adsorbentów na bazie naturalnego haloizytu na ich zdolności adsorpcyjne, właściwości fizyko-chemiczne adsorbentów aktywowanych kwasem oraz nanokompozytów haloizytowo-węglowych.
2. Syntezy nanokompozytów haloizytu z tlenkami tytanu(IV) i żelaza(III), badania ich właściwości oraz wykorzystania jako katalizatorów fotorozkładu aniliny i jej chlorowych pochodnych w roztworach wodnych. Badano aktywność fotokatalityczną opracowanych kompozytów haloizytowych, kinetykę rozkładu aniliny i chloroanilin oraz mechanizm tych przemian.

Monografia stanowiąca osiągnięcie naukowe składa się z 8 rozdziałów. We „Wstępie” Autorka podejmuje próbę wprowadzenia do tematu monografii, porusza jednak dość powierzchownie szereg różnych zagadnień (nanotechnologia, nanomateriały, przemysłowe i

bytowe źródła zanieczyszczenia środowiska wodnego, procesy wykorzystywane do usuwania z wody zanieczyszczeń organicznych) przez co tekst jest mało spójny. Autorka m. in. stwierdza, że *nanomateriał haloizytowy łatwo ulega modyfikacjom, które pozwalają na szerokie zastosowanie go we współczesnych technologiach ochrony środowiska*, ale ta kluczowa myśl nie jest rozwijana. W końcowym fragmencie, zamiast oczekiwanego celu badań zaprezentowano zawartość opracowania, a praktycznie streszczenie monografii (tekst bliski zamieszczonemu na końcu „Summary”).

W autoreferacie Habilitantka odnosząc się do tej części monografii stwierdza, że biorąc po uwagę unikalne właściwości fizykochemiczne haloizytu badania tego naturalnego nanomateriału zostały ukierunkowane na możliwość wykorzystania go do usuwania zanieczyszczeń organicznych ze środowiska wodnego w procesach adsorpcji i fotokatalizy. Anilinę i jej pochodne wybrano jako modelowe zanieczyszczenia wody, gdyż należą one do związków toksycznych i potencjalnie rakotwórczych, powszechnie występujących w różnego typu ściekach przemysłowych, natomiast niesteroidowe leki przeciwzapalne należą do nowo pojawiających się zanieczyszczeń, których usuwanie staje się obecnie istotnym problemem w inżynierii środowiska.

Rozdział 2. „Nanomateriały i nanokompozyty – definicje, podział i właściwości” jest dobrze napisany, ale swoim zakresem (klasyfikacja nanomateriałów, właściwości fizyczne i chemiczne, metody wytwarzania i charakteryzowania oraz zastosowanie) chyba nieco wykracza poza potrzeby tej monografii. Nieco zaskakujące jest zakończenie tego rozdziału, Autorka wymienia 12 obszarów zastosowania nanomateriałów (m.in. budownictwo, przemysł spożywczy, przemysł kosmetyczny itd.) pomijając zupełnie inżynierię środowiska.

Rozdział 3. „Nanomateriały naturalne ze szczególnym uwzględnieniem nanorurek haloizytowych” jest tekstem dobrze wprowadzającym i dobrze skorelowanym z późniejszymi opisami właściwości aktywowanych i modyfikowanych adsorbentów haloizytowych oraz omówieniem i interpretacją wyników przeprowadzonych badań.

Segment badawczy monografii ujęty w rozdziałach 4-6 można podzielić na trzy części tematyczne.

W części pierwszej opracowania opisane zostały badania dotyczące wpływu procesu aktywacji kwasowej surowego minerału haloizytowego na adsorpcję aniliny i jej chlorowych pochodnych w układzie statycznym. Do aktywacji surowego minerału haloizytowego (Intermark, kopalnia „Dunino” koło Legnicy) wykorzystano kwas siarkowy(VI). Opracowano optymalne warunki aktywacji stosując jako zmienne parametry stężenie kwasu (10% - 60% wag.), temperaturę i czas aktywacji (40-100 °C; 0,5-6 godz.). Wykazano, że haloizyt

aktywowany kwasem siarkowym(VI) o stężeniu 25% wag. w temperaturze 80 °C przez 4 godz. wykazuje najlepsze zdolności adsorpcyjne, szczególnie w przypadku 4-chloroaniliny. Działanie kwasu i jego wpływ na właściwości adsorbentu był przedmiotem szczegółowych analiz. Między innymi wykazano, że aktywacja kwasem powoduje usuwanie jonów Al^{3+} z warstw oktaedrycznych haloizytu, co prowadzi do utworzenia „dziur” w strukturze tego minerału i tym samym zwiększa się dostępność wewnętrznych warstw nanorurek. Rozwinięciu struktury haloizytu towarzyszył wzrost objętości całkowitej porów oraz znaczny (kilkukrotny) wzrost powierzchni właściwej. Aktywacja prowadzona w temperaturze 80 °C powodowała, że w materiale haloizytowym pozostały nanorurki jako struktura najtrwalsza o długości od 500 do 1000 nm i średnicy od 80 do 200 nm, których powierzchnia uległa częściowej degradacji.

Wykazano, że adsorpcja chloroanilin na aktywowanym haloizycie zachodzi zgodnie z modelem adsorpcji Langmuira. Do opisu kinetyki adsorpcji chlorowych pochodnych aniliny wykorzystano równania pseudo-pierwszego i pseudo-drugiego rzędu, natomiast w celu zbadania mechanizmu adsorpcji na rozpatrywanych adsorbentach haloizytowych zastosowano model dyfuzji wewnątrzcząstkowej Webera-Morrisa. Wykazano, że w przypadku wszystkich badanych amin kinetyka adsorpcji przebiega zgodnie z modelem pseudo-drugiego rzędu. Adsorpcja przebiega w dwóch etapach: pierwszy odpowiada adsorpcji na powierzchni zewnętrznej ziarna adsorbentu lub etapowi natychmiastowej adsorpcji, drugi obejmuje powolną adsorpcję, gdzie dyfuzja wewnątrzcząstkowa jest etapem kontrolującym szybkość całego procesu adsorpcji.

Sposób wytwarzania adsorbentu haloizytowego do usuwania 4-chloroaniliny z fazy wodnej jest przedmiotem patentu: K. Czech, M. Garnuszek P. M. Słomkiewicz, B. Szczepanik „Sposób wytwarzania adsorbentu haloizytowego do usuwania 4-chloroaniliny z fazy wodnej” PATENT Nr 226976 (2017 r.)

W części drugiej segmentu badawczego monografii przedstawiono badania obejmujące otrzymywanie, charakterystykę i zastosowanie kompozytów haloizytowo-węglowych do usuwania ibuprofenu, ketoprofenu, naproksenu i diklofenaku z roztworów wodnych.

Nanokompozyty haloizytowo-węglowe otrzymano metodą impregnacji haloizytu roztworami sacharozy jako prekursora węgla, a następnie karbonizacji w temp. 800 °C przez 8 godz. w atmosferze azotu. Morfologię haloizytu i nanokompozytów haloizytowo-węglowych charakteryzowano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej z analizatorem EDS. Na powierzchni nanokompozytów stwierdzono obecność wielu cząstek węgla o nieregularnym płatkowym kształcie. Analiza EDS potwierdziła zawartość węgla w kompozytach. Na

podstawie dyfraktogramów wykazano obecność węgla amorficznego w tych próbkach. Widma FTIR haloizytu i nanokompozytów z węglem potwierdziły istnienie oddziaływań między powierzchnią haloizytu i osadzonym na niej amorficznym węglem. Analiza powierzchniowych grup funkcyjnych prowadzona metodą Boehma potwierdziła obecność grup karboksylowych, fenolowych i laktonowych z wyraźną przewagą grup o charakterze kwasowym. Metodą rentgenowskiej spektrometrii fotoelektronów (XPS) wykazano, że zawartość węgla w nanokompozytach rośnie liniowo wraz ze wzrostem stężenia roztworu sacharozy (prekursora węgla).

Opracowane nanokompozyty haloizytowo-węglowe adsorbowały farmaceutyki w znacznie większym stopniu niż niemodyfikowany haloizyt. Wydajność adsorpcji rosła wraz z zawartością węgla w nanokompozytach. Badania kinetyczne wykazały, że adsorpcja wszystkich badanych farmaceutyków przebiegała zgodnie z modelem kinetycznym pseudo-drugiego rzędu, co może wskazywać na chemisorpcję jako mechanizm adsorpcji. Badania mechanizmu adsorpcji diklofenaku, ketoprofenu i naproksenu na aktywowanym kwasowo haloizycie i nanokompozycie haloizytowo-węglowym potwierdziły, że proces adsorpcji jest dwuetapowy: pierwszy etap jest szybszy i przypisuje się go dyfuzji cząsteczek adsorbentu do zewnętrznej powierzchni adsorbentu, drugi etap odpowiada wolniejszej adsorpcji, podczas której dyfuzja wewnątrzcząstkowa jest etapem kontrolującym szybkość całego procesu. Najlepsze dopasowanie danych eksperymentalnych w przypadku adsorpcji ketoprofenu, diklofenaku, naproksenu i paracetamolu uzyskano dla modelu adsorpcji Langmuira na wielu centrach aktywnych

Wykazano wyraźną zależność między pH roztworu adsorbentu a pojemnością adsorpcyjną. W przypadku ketoprofenu wpływ pH na adsorpcję był najmniejszy w całym zakresie pH. Dla naproksenu zdolność do adsorpcji była najwyższa dla pH 1–4 oraz 9–14, a wyraźnie niższa przy pH równym 6. Wpływ pH na adsorpcję diklofenaku był zdecydowanie większy niż w przypadku ketoprofenu i naproksenu.

Część trzecia segmentu badawczego (rozdziały 5 i 6) dotyczy syntezy nanokompozytów haloizytu z tlenkami tytanu(IV) i żelaza(III), badania ich właściwości oraz wykorzystania jako katalizatorów fotorozkładu aniliny i jej chlorowych pochodnych w roztworach wodnych. Produktem wyjściowym był oczyszczony haloizyt otrzymany z surowego haloizytu poprzez usunięcie zanieczyszczeń kopalnianych i frakcji magnetycznej oraz bielenie w roztworze ditionianu(III) sodu w kwasie siarkowym(VI). Wykazano, że zastosowana procedura czyszczenia nie spowodowała zmian w strukturze haloizytu. Nanokompozyty haloizyt-TiO₂ i

haloizyt- Fe_2O_3 otrzymano poprzez syntezę hydrotermalną metodą zol-żel używając odpowiednio izopropanolan tytanu oraz zol wodorotlenku żelaza.

Analiza SEM nanokompozytu haloizyt- TiO_2 wykazała obecność nieregularnie rozproszonych nanocząstek TiO_2 na powierzchni nanorurek haloizytu. W przypadku nanokompozytu haloizyt- Fe_2O_3 obserwuje się na powierzchni nanorurek haloizytu cząstki Fe_2O_3 o rozmiarach do kilkudziesięciu nm, które są rozproszone na powierzchni nośnika haloizytowego znacznie bardziej regularnie niż cząstki TiO_2 w nanokompozycie haloizyt- TiO_2 . Oznaczone metodą WDXRF zawartości Ti i Fe w oczyszczonym haloizycie wynosiły odpowiednio 0,85% i 2,09%, natomiast w odpowiednich nanokompozytach zawartość Ti wzrosła do 12,62%, a Fe do 10,17%. Dyfraktogramy XRD potwierdziły, że wprowadzony TiO_2 ma strukturę anatazu i rutylu, a Fe_2O_3 - hematytu. Osadzanie cząstek TiO_2 i Fe_2O_3 we wnętrzu nanorurek nośnika haloizytowego spowodowało zmniejszenie powierzchni właściwej SBET i całkowitej objętości porów (mikroporów i mezoporów). Aktywność fotokatalityczną tych nanokompozytów badano podczas rozkładu aniliny, 2-chloro- i 2,6-dichloroaniliny w roztworach wodnych naświetlanych promieniowaniem UV. Rozkład amin w obecności kompozytów haloizytowych był wyższy niż w obecności fotokatalizatorów komercyjnych TiO_2 i P25. Dużą aktywność fotokatalityczną przejawiał również materiał wyjściowy – oczyszczony haloizyt, zwłaszcza podczas fotorozkładu 2-chloro- i 2,6-dichloroaniliny. Autorka podaje trzy przyczyny tej wyższej w porównaniu do katalizatorów komercyjnych aktywności fotokatalitycznej kompozytów haloizytowych: bardziej rozwinięta powierzchnia właściwa, większa zdolność adsorpcyjna w odniesieniu do amin oraz ograniczenie możliwości aglomeracji cząstek TiO_2 oraz Fe_2O_3 związanych z matrycą haloizytową. Badania aktywności fotokatalitycznej kompozytów haloizytowych nie ograniczyły się jedynie do wyznaczenia wydajności procesu rozkładu, badano również kinetykę fotorozkładu aniliny i chloroanilin oraz mechanizm rozkładu aniliny i 2-chloroaniliny. Wyznaczone stałe szybkości potwierdziły wysoką aktywność fotokatalityczną badanych nanokompozytów haloizytowych. Głównym produktem pośrednim rozkładu okazał się aminofenol. Zaproponowany mechanizm fotorozkładu aniliny i 2-chloroaniliny prowadzi do powstania benzydyny. Niestety są to substancje podobnie szkodliwe jak związki wyjściowe.

Fotokatalityczny rozkład 3-chloroaniliny, 2-chloroaniliny oraz 2,6-dichloroaniliny w fazie wodnej jest przedmiotem dwóch patentów:

- P.M. Słomkiewicz, B. Szczepanik *Fotokatalityczny rozkład 3-chloroaniliny w fazie wodnej* PATENT nr 227378 (2017 r.), w którym został zastrzeżony sposób wytwarzania

fotokatalizatora ze zwietrzeliny haloizytowej oraz warunki fizyczno-chemiczne procesu fotokatalitycznego rozkładu 3-chloroaniliny;

- P. M. Słomkiewicz, B. Szczepanik *Sposób wytwarzania fotokatalizatora do rozkładu 2-chloroaniliny i 2,6-dichloroaniliny w fazie wodnej* PAT 233452.

Ta część badawcza zdaniem Recenzenta wymaga komentarza. Rozdział 6. „Aktywność fotokatalityczna nanokompozytów haloizytowych” prezentuje bardzo ważne dokonania badawcze, a może nawet najcenniejsze. Istotnym elementem badań fotokatalitycznego rozkładu aniliny i chloroanilin była synteza i badanie właściwości kompozytowych fotokatalizatorów na bazie haloizytu. Całość badań opisanych w monografii i przywołanych w niej publikacjach współautorstwa dr Beaty Szczepanik nie ma charakteru aplikacyjnego i jest zdecydowanie bliższa naukom ścisłym i przyrodniczym niż naukom inżyniersko-technicznym. W omawianym przypadku elementem nadającym tym badaniom rys aplikacyjny powinny być patenty, które Habilitantka ma przecież w swoim dorobku. W autoreferacie Habilitantka odwołuje się do dwóch patentów, w których zastrzeżono zarówno sposób wytwarzania fotokatalizatora jak i warunki fotokatalitycznego rozkładu chloroanilin. W monografii odwołuje się jedynie do jednego z nich. Zdziwienie recenzenta budzi również pominięcie w monografii patentów dotyczących wytwarzania adsorbentów haloizytowych i możliwości ich wykorzystania. Jak już wspomniano w spisie literatury Habilitantka umieściła tylko jeden patent i to dotyczący laboratoryjnego reaktora do badania reakcji fotokatalitycznych. Przeznaczenie w monografii osobnego rozdziału na omówienie laboratoryjnych reaktorów fotochemicznych nadaje opracowaniu charakter chyba niezgodny z zamierzonym i deklarowanym. W wielu miejscach autoreferatu Habilitantka próbuje zmienić charakter swoich badań poprzez język, np. według Habilitantki 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, natomiast według recenzenta po raz pierwszy zbadano właściwości adsorpcyjne aktywowanych minerałów haloizytowych względem aniliny i jej chlorowych pochodnych z roztworów wodnych oraz właściwości adsorpcyjne kompozytów haloizytowo-węglowych w odniesieniu do niesteroidowych leków przeciwzapalnych również w roztworach wodnych.

Uwagi recenzenta odnoszące się do umiejscowienia osiągnięcia naukowego w inżynierii środowiska w niczym nie umniejszają wysokiej oceny tych osiągnięć. Mocną stroną przeprowadzonych badań, zdecydowanie zasługującą na specjalne podkreślenie jest wykorzystanie zaawansowanych współczesnych technik badawczych. Morfologię haloizytu i

nanokompozytów haloizytowo-węglowych charakteryzowano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) z analizą powierzchni metodą spektrometrii rentgenowskiej z dyspersją energii (EDS). Fluorescencyjny analizator rentgenowski (WD-XRF) wykorzystywano do analizy pierwiastkowej. Strukturę materiałów haloizytowych badano za pomocą: spektroskopii osłabionego całkowitego odbicia w podczerwieni (ATR-FTIR), spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera, rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS), metody rentgenowskiej dyfraktometrii proszkowej XRPD oraz skaningowego transmisyjnego mikroskopu elektronowego z wysokokątowym pierścieniowym detektorem ciemnego pola (STEM-HAADF). Do analizy chemicznej roztworów wodnych wykorzystano poza spektrometrią UV-VIS również spektrometrię mas MS.

Podsumowanie

Badania opisane w autorskiej monografii oraz cyklu publikacji habilitacyjnych, w których Habilitantka ma rolę wiodącą, dotyczą aktywacji modyfikowanego haloizytu, otrzymywania nanokompozytów haloizytowo-węglowych i haloizytu modyfikowanego tlenkami tytanu(IV) i żelaza(III) oraz ich charakterystyki. Różne metody ich otrzymywania oraz modyfikacji pozwoliły na uzyskanie efektywnych adsorbentów i fotokatalizatorów charakteryzujących się takimi parametrami fizykochemicznymi oraz strukturalnymi, które mogą przyczynić się do poszerzenia możliwości aplikacyjnych naturalnego haloizytu. Otrzymane materiały mogą znaleźć potencjalne zastosowanie do usuwania wybranych zanieczyszczeń organicznych ze środowiska wodnego w procesach adsorpcji i fotokatalizy heterogenicznej. Przeprowadzone badania mają duże znaczenie poznawcze, a wyniki tych badań dają dobrą perspektywę dla przyszłych aplikacji, możliwe że w technologiach dla inżynierii środowiska.

Stosownie do wymagań ustawowych (Dz.U. 2020 r. poz. 85, z późn. zm.) całość dokonań badawczych, wskazaną do oceny osiągnięć naukowych Pani dr Beaty Szczepanik, należy uznać za mającą znaczący wkład w rozwój nauki, jednakże dla dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka tylko w stopniu wystarczającym.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Poza głównym nurtem badań związanych z adsorpcją i degradacją fotokatalityczną wybranych związków organicznych z roztworów wodnych, Habilitantka z mniejszą aktywnością realizuje badania będące kontynuacją tematu zrealizowanego w ramach pracy doktorskiej pt. „*Fotochemia p-chloroaniliny i jej N-metylowych pochodnych*”, której celem było wyjaśnienie mechanizmu fotolizy p-chloroaniliny. Dalsze badania realizowane we współpracy z dr Gottfriedem Grabnerem z Instytutu Chemii Teoretycznej i Radiacyjnej

Uniwersytetu Wiedeńskiego dotyczyły innych chlorowych pochodnych aniliny. Treścią kolejnego etapu badań fotochemicznych były badania natury stanów wzbudzonych donorowo-akceptorowych pochodnych bifenyli oraz równowag kwasowo-zasadowych tych związków w stanie podstawowym i wzbudzonym. Badania zostały zrealizowane w zespole prof. Wolfganga Rettiga z Instytutu Chemii Uniwersytetu Humboldta w Berlinie podczas staży naukowych w latach 2003-2006. Habilitantka prowadziła również badania właściwości spektralnych oraz równowag protolitycznych mono- i dicyjanowych pochodnych fenolu i aniliny w roztworach wodnych i alkoholowych. Do najważniejszych osiągnięć tego etapu badań Habilitantka zalicza wykazanie, że w przypadku pochodnych aniliny, podstawnik cyjanowy powoduje tak znaczący wzrost kwasowości tych pochodnych, że pochodna aniliny z dwiema grupami CN w pozycji *o,o'* względem grupy aminowej wykazuje właściwości znacząco różniące się od właściwości charakterystycznych dla aniliny i szeregu innych mono- i dicyjanowych pochodnych aniliny.

W latach 2009-2012 Pani dr Beata Szczepanik uczestniczyła w grantie NN 204154836 „Synteza oraz adsorpcyjne, chromatograficzne i spektroskopowe badania właściwości adsorpcyjnych nowych nanoporowatych materiałów węglowych”. Zajmowała się badaniami spektralnymi mezoporowatych węgla z nanocząstkami Ag, Au, TiO₂ i Fe₃O₄. W latach 2015 - 2020 w ramach współpracy z zespołem prof. Zygryda Witkiewicza z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie uczestniczyła w badaniach adsorpcji pochodnych fenolu i aniliny na adsorbentach haloizytowych prowadzonych metodą inwersyjnej chromatografii cieczowej. Część tych badań została przeprowadzona we współpracy z prof. dr hab. inż. Marianną Czaplicką z Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze.

Wyniki tych pozostałych badań realizowanych przez Panią dr Beatę Szczepanik również wydatnie przyczyniły się do powiększenia Jej dorobku publikacyjnego – 13 publikacji, wszystkie zamieszczone w międzynarodowych czasopismach naukowych z listy JCR. Całkowity dorobek publikacyjny Pani dr Beaty Szczepanik tworzą więc 24 publikacje w czasopismach z listy JCR, o sumarycznym wskaźniku wpływu IF = 54,593. Nawet biorąc pod uwagę, że publikacje są wieloautorskie, uzyskany wskaźnik należy uznać za wysoki. Poszczególne prace zostały opublikowane w czasopismach naukowych o zróżnicowanym współczynniku wpływu, IF od 0,518 do 4,146, IF_{średni} = 2,27. Prace Habilitantki cieszą się dużym zainteresowaniem, w bazie Web of Science odnotowano 482 cytowania (bez autocytowań). Index Hirscha wyliczony dla Habilitantki wynosi 11. Na pozostały dorobek publikacyjny składa się monografia habilitacyjna, 3 rozdziały w monografiach

pokonferencyjnych oraz 5 artykułów opublikowanych w czasopismach nie zamieszczonych w bazie JCR. Habilitantka prezentowała wyniki swoich badań w formie posterów na 43 krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, natomiast referaty wygłosiła na 3 konferencjach krajowych. Pani dr Beata Szczepanik jest również współautorką 15 patentów, z których kilka dotyczy rozwiązań technicznych czysto laboratoryjnych, natomiast tytuły pozostałych sugerują rozwiązania nadające się do przemysłowego stosowania.

Recenzje dla czasopism naukowych. Poważną pozycję naukową Habilitantki bardzo dobrze odzwierciedla lista renomowanych czasopism naukowych, których redakcje zwróciły się o wykonanie recenzji nadesłanych manuskryptów. Habilitantka w „Wykazie osiągnięć...” wymienia 26 czasopism o zróżnicowanych współczynnikach wpływu, w tym również o wysokich i bardzo wysokich, np. Water Research IF = 13,4; Journal of Hazardous Materials IF = 14,2; Science of the Total Environment 10,7; Journal of Nanostructure in Chemistry IF = 8,0; Surfaces and Interfaces IF = 6,1. Łącznie zrecenzowała 87 manuskryptów.

Oceniając pełny dorobek naukowy Pani dr Beaty Szczepanik stwierdzam, że Habilitantka spełnia wymagania stawiane przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

6. Dorobek w zakresie międzynarodowej i krajowej współpracy naukowo-badawczej

Habilitantka wymienia szereg zadań badawczych, które realizowała we współpracy z ośrodkami naukowymi w Polsce i zagranicą:

1. Badania reakcji fotochemicznych pochodnych chlorowych aniliny realizowane we współpracy z dr Gottfriedem Grabnerem z Instytutu Chemii Teoretycznej i Radiacyjnej Uniwersytetu Wiedeńskiego. Wyniki zostały opublikowane w dwóch artykułach:
 - Boule P., Othmen K., Richard C., Szczepanik B., Grabner G. *Phototransformation of halogenoaromatic derivatives in aqueous solution* International Journal of Photoenergy 1 (1999) 1-6 IF₍₁₉₉₉₎ = 1,563
 - Othmen K., Boule P., Szczepanik B., Rotkiewicz K., Grabner G. *Photochemistry of 4-Chloroaniline in Solution. Formation and Kinetic Properties of a New Carbene, 4-Iminocyclohexa-2,5-dienylidene* Journal of Physical Chemistry A 104 (2000) 9525-9534 IF₍₂₀₀₀₎ = 2,693
2. Badania dotyczące natury stanów wzbudzonych donorowo-akceptorowych pochodnych bifenylu oraz równowag kwasowo-zasadowych tych związków w stanie podstawowym i wzbudzonym realizowane w zespole prof. Wolfganga Rettiga podczas staży naukowych

(2003-2006) w Instytucie Chemii Uniwersytetu Humboldta w Berlinie. Wyniki badań zostały opublikowane w pracy:

- Szczepanik B., Obara R., Rothe A., Weigel W., Rettig W., Stachera M., Rotkiewicz K. *Enhancement of Photoacidity by Formation of an Intramolecular Charge Transfer State with Twisted Conformation* Polish Journal of Chemistry 82 (2008) 807-829 IF(2008) = 0,518

3. Badania adsorpcji pochodnych fenolu i aniliny na adsorbentach haloizytowych przeprowadzone metodą inwersyjnej chromatografii cieczowej w ramach współpracy z zespołem profesora Zygryda Witkiewicza z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie (2015-2020). Część tych badań została przeprowadzona we współpracy z prof. dr hab. inż. Marianną Czaplicką z Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze. Współpraca była kontynuowana podczas badań dotyczących mechanizmu fotodegradacji aniliny i jej pochodnych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w pracach:

- Słomkiewicz P.M., Szczepanik B., Garnuszek M., Rogala P., Witkiewicz Z. *Determination of adsorption equations for chloro derivatives of aniline on halloysite adsorbents using inverse liquid chromatography*. Journal of AOAC International 100 (2017) 1715-1726 IF(2017) = 0,962
- Szczepanik B., Słomkiewicz P., Wideł D., Czaplicka M., Frydel L., *Kinetics and Mechanism of Aniline and Chloroanilines Degradation Photocatalyzed by Halloysite-TiO₂ and Halloysite-Fe₂O₃ Nanocomposites*, Catalysts 2021, 11, 1548.

W opinii Recenzenta Pani dr Beata Szczepanik wykazała się wystarczającą aktywnością naukową zrealizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej w tym zagranicznej.

7. Działalność dydaktyczna

Pani dr Beata Szczepanik prowadziła i prowadzi zajęcia dydaktyczne (wykłady, konwersatoria i ćwiczenia laboratoryjne) zarówno z podstaw chemii jak i zaawansowanych metod analitycznych, zwłaszcza metod spektralnych, dla studentów kierunku Chemia oraz kierunków pokrewnych:

- *Podstawy chemii* (ćwiczenia laboratoryjne i konwersatorium, Chemia),
- *Spektroskopia molekularna* (ćwiczenia laboratoryjne i konwersatorium, Chemia),
- *Podstawy metod spektralnych* (wykład, ćwiczenia laboratoryjne i konwersatorium, Chemia),
- *Techniki separacyjne* (ćwiczenia laboratoryjne i konwersatorium, Chemia),

- *Metody spektroskopowe w technice laboratoryjnej* (wykład i ćwiczenia laboratoryjne, Chemia).
- *Techniki spektroskopowe w kryminalistyce* (wykład i ćwiczenia laboratoryjne, Chemia).
- *Podstawy chemii* (wykład, Kosmetologia)
- *Nanotechnologia w kosmetologii* (wykład, Kosmetologia),
- *Podstawy biospektroskopii* (wykład, Biotechnologia),
- *Chemia* (wykład, Medycyna),
- *Podstawy chemii* (wykład, Kosmetologia).

Habilitantka jest współautorką podręcznika akademickiego *Podstawy Chemii Ćwiczenia laboratoryjne*, wydanego przez Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach w 2013 r.

Opieka naukowa nad doktorantami

Habilitantka była promotorem pomocniczym pracy doktorskiej mgr inż. Niny Rędzi pt. *Synteza i zastosowanie kompozytów węglowo-haloizytowych do adsorpcji paracetamolu i wybranych niesteroidowych leków przeciwzapalnych z wody*” obronionej w 2021 r w Instytucie Chemii UJK.

Opieka naukowa nad studentami

Habilitantka była promotorem 28 prac magisterskich i 16 licencjackich. Sprawowała również indywidualną opiekę naukową. Wyniki tych badań zostały opublikowane w monografii „Nauki Przyrodnicze i Medyczne: Świat żywy a technologie w otoczeniu ludzi i zwierząt” Instytut Promocji Kultury i Nauki, Lublin 2018: Frydel B. i Szczepanik B., *Adsorpcja chloroprofamu z roztworu wodnego na wybranych adsorbentach*.

8. Działalność popularyzatorska

Dr Beata Szczepanik aktywnie uczestniczy w lokalnych działaniach na rzecz popularyzowania wiedzy chemicznej wśród młodzieży. Prowadziła laboratoria oraz zajęcia e-learningowe z laureatami wojewódzkiej olimpiady chemicznej w ramach projektu "Świętokrzyski System Wspierania Talentów – Fascynujący Świat Nauki" (2014). Przygotowała i prowadziła zajęcia laboratoryjne dla uczniów gimnazjum przebywających w ośrodkach szkolno-wychowawczych w ramach modułu chemicznego „Świetlne eksperymenty” projektu „Każdy może być naukowcem-warsztaty naukowe odpowiedzią na specjalne potrzeby edukacyjne” realizowanego w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Uniwersytet Młodego Odkrywcy” (2017). Jej udziałem były również zajęcia warsztatowe i laboratoryjne w ramach projektu

„Odkrywamy świat liczb i funkcji matematycznych w chemii i środowisku” realizowanego w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Uniwersytet Młodego Odkrywcy” (2017). W latach 2019-2020 była kierownikiem projektu NCBiR „Każdy może zostać naukowcem 2” w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, obejmującego wychowanków Młodzieżowych Ośrodków Wychowawczych. W ostatnim okresie (2021-2022) prowadziła zajęcia laboratoryjne z chemii dla uczniów szkół podstawowych w ramach Uniwersytetu Dziecięcego Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach.

9. Nagrody i wyróżnienia

W uznaniu dla działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej Habilitantki, w 2019 r. przyznano Jej Medal Komisji Edukacji Narodowej, natomiast w 2020 r. przyznano Jej Nagrodę zespołową JM Rektora Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach za wyróżniające osiągnięcia naukowe.

10. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy i oceny przedłożonego osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz w zakresie współpracy międzynarodowej stwierdzam, że:

- osiągnięcie naukowe pt. „*Nanomateriały haloizytowe w adsorpcji i fotokatalizie heterogenicznej*” zaprezentowane przez dr Beatę Szczepanik, spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego wg art. 221 ust. 4 i 5 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2020 r. poz 85. z późn. zm.);
- ocena dorobku naukowo-badawczego dr Beaty Szczepanik jest pozytywna;
- działalność dydaktyczną, popularyzatorką oraz aktywność w zakresie międzynarodowej i krajowej współpracy naukowo-badawczej oceniam jako dobrą.

Biorąc pod uwagę powyższe zwracam się do Komisji Habilitacyjnej o kontynuację postępowania habilitacyjnego dr Beaty Szczepanik w sprawie nadania jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Podpisał Ryszard Świątlik